

Gilney Charll dos Santos

**Impacto do extrativismo sobre as plântulas e os indivíduos jovens de *Caryocar coriaceum*
Wittm. (Caryocaraceae) e remoção natural dos diásporos na Floresta Nacional do
Araripe – Ceará, Nordeste do Brasil**

RECIFE-PE

2012

Gilney Charll dos Santos

Impacto do extrativismo sobre as plântulas e os indivíduos jovens de *Caryocar coriaceum* Wittm. (Caryocaraceae) e remoção natural dos diásporos na Floresta Nacional do Araripe – Ceará, Nordeste do Brasil

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Ecologia.

Orientador:

Prof.^o Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Co-orientadoras:

Prof.^a Dra. Elcida de Lima Araújo (Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Dra. Suelma Ribeiro Silva (Instituto Chico Mendes – Brasília – DF)

RECIFE-PE

2012

Ficha Catalográfica

S237i Santos, Gilney Charll dos
Impacto do extrativismo sobre as plântulas e os indivíduos jovens de *Caryocar coriaceum* Wittm. (Caryocaraceae) e remoção natural dos diásporos na Floresta Nacional do Araripe – Ceará, Nordeste do Brasil / Gilney Charll dos Santos. -- Recife, 2012.
60 f. : il.

Orientador (a): Ulysses Paulino de Albuquerque.
Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, 2012.
Inclui referências e anexos.

1. Recursos Florestais – Manejo e conservação
2. Desenvolvimento sustentável 3. Dispersão 4. Pequenos produtores rurais
5. Recrutamento I. Albuquerque, Ulysses Paulino de, orientador II. Título


CDD 574.5

**Impacto do extrativismo sobre as plântulas e os indivíduos jovens de *Caryocar coriaceum*
WITTENBERG (Caryocaraceae) e remoção natural dos diásporos na Floresta Nacional do Araripe –
Ceará, Nordeste do Brasil**

Gilney Charll dos Santos

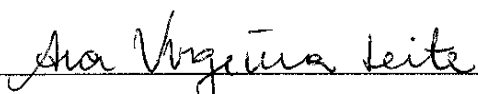
Dissertação apresentada e APROVADA em 14 / 02 / 2012

Orientador:

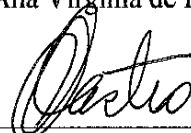


Prof.^o. Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque

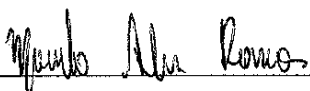
Examinadores:



Prof.^a. Dr.^a. Ana Virgínia de Lima Leite



Prof.^a. Dr.^a. Cibele Cardoso de Castro



Dr. Marcelo Alves Ramos

Suplente:

Prof.^a. Dr.^a. Ana Carolina Borges Lins e Silva

RECIFE-PE

2012

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, José Hamilton dos Santos (in memorian) e à minha mãe, Maria do Carmo dos Santos, que com seus ensinamentos proporcionaram o verdadeiro significado das palavras amor, união, respeito, humildade, caráter, dedicação e perseverança, construindo fortes alicerces para a minha formação.

À minha avó, Josefa (in memorian), uma verdadeira segunda mãe.

Aos meus irmãos e melhores amigos, Gilmar, Gildenys e Gilsepp, pela união e companheirismo.

À minha esposa, Francicleide, mulher virtuosa, edificadora do nosso lar, que sempre me apoiou em todos os momentos.

Ao amigo e Professor Ulysses, pela confiança, paciência e orientação.

Dedico

O piquizeiro e o valor do piqui

...Infelizmente, entre nós,
enfrenta grande perigo,
dum lado o desmatamento,
por outro o fogo inimigo,
ajamos com mais rigor,
sejamos seu defensor,
sejamos mais seu amigo.

Extrai-se de sua amêndoa,
um óleo medicinal,
de cor amarela-escura,
para aplicação local,
em casos de infecções,
raladuras, contusões,
de pessoa ou de animal.

Vários povos cultuaram,
sua árvore sagrada,
os aztecas, o cacau,
o inca, a coca afamada,
a ginseng, o japonês,
como também o chinês,
que por ele é venerada.

O cedro é símbolo do Líbano,
do Pará, o açáí,
e que seja o piquizeiro,
que dá o rico piqui,
encontrado em nossa serra,
o símbolo da nobre terra,
que se chama Cariri.

Francisco Edésio Batista

AGRADECIMENTOS

Ao grandioso Deus, pela dádiva da vida.

Ao Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque, um grande amigo e profissional, pelos momentos de descontração e conselhos que só me encorajaram, para seguir firme no caminho árduo da ciência e por ter acreditado no meu potencial.

Às Dr^{as}. Elcida de Lima Araújo e Suelma Ribeiro Silva, pela co-orientação e ensinamentos que foram muito importantes para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao IBAMA e ICMBIO, pela autorização para a realização deste trabalho.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UFRPE na pessoa da Dra. Ana Carla Asfora El-Deir, possuidora de virtudes que muito tem contribuído para o crescimento deste programa, tais como competência, paciência, compreensão, atenção e solicitude.

Ao vice-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UFRPE, Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Moura, pelas conversas e ensinamentos que muito contribuíram para a minha iniciação científica.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UFRPE, Eduardo Chaves Santos, pelos serviços prestados com muita boa vontade.

A todos os integrantes e ex-integrantes do Laboratório de Etnobotânica Aplicada da UFRPE coordenado pelo Prof. Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque, amigos fiéis, por participarem comigo durante este período de crescimento pessoal e profissional, me proporcionando carinho, companheirismo e força.

Aos amigos do Laboratório de Etnobotânica Aplicada da UFRPE, Alyson Luiz Santos de Almeida, José Ribamar de Sousa Júnior, Rafael Ricardo Vasconcelos da Silva e Washington Soares Ferreira Júnior, pela contribuição intelectual e/ou companheirismo nos trabalhos de campo.

Aos colegas de mestrado, Ricardo, Paulo, Edson, Thyago, Glauco, Leonardo, Narciso, Carolina, Fernanda e Sawana, pelo companheirismo e descontração.

Aos meus pais, José Hamilton dos Santos (*in memoriam*) e Maria do Carmo dos Santos, a quem dedico todo este esforço, pelos ensinamentos na construção da minha pessoa.

Aos meus irmãos Gilmar Charll dos Santos, José Gildenys Charll dos Santos e Gilsepp Charll dos Santos, pela compreensão, união e companheirismo.

Ao meu irmão Gilmar Charll dos Santos, pelas caronas nas várias idas e voltas do campo de pesquisa.

À minha esposa Francicleide Maria de Souza Charll dos Santos, pelo carinho, incentivo, força e compreensão das minhas ausências.

Ao seu Damásio, mateiro experiente, pelos momentos de descontração e auxílio nos trabalhos de campo.

Aos amigos da Casa de Apoio Santa Rita (nosso alojamento), Rivaldo (baxim), Thiago (primo), Luiz (Luizinho), Gilmaro e Edvan, pelo companheirismo, solicitude e momentos de descontração.

Ao Edvan e Família, pela amizade, por ter nos ajudado nos trabalhos de campo e por ter recebido a nossa equipe em sua casa, nos proporcionando uma maravilhosa receptividade, momentos de descontração e carinho.

E a todos que contribuíram, diretamente ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	v
AGRADECIMENTOS	vii
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS (PFNM)	14
2.2. PEQUI	15
2.3. RECRUTAMENTO E DISPERSÃO	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
3. ARTIGO	27
RESUMO	28
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS	31
ÁREA DE ESTUDO	31
ESPÉCIE ESTUDADA	32
ESTIMATIVA DA TAXA DE DANOS CAUSADOS ÀS PLÂNTULAS E AOS	33
INDIVÍDUOS JOVENS	
CARACTERIZAÇÃO DA REMOÇÃO NATURAL DE DIÁSPOROS	34
RESULTADOS	35
DISCUSSÃO	36
CONCLUSÕES	41
AGRADECIMENTOS	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
4. ANEXOS	53

RESUMO

Acredita-se que o potencial de mercado dos Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM) pode ser uma alternativa para diminuir a devastação das florestas, contudo a exploração excessiva desses produtos pode ser altamente insustentável, comprometendo a dispersão de diásporos e o estabelecimento de plântulas. O pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm. (Caryocaraceae)) é uma espécie que sofre intensa pressão extrativista na coleta de seus frutos, para fins comerciais e de subsistência na Floresta Nacional do Araripe (FLONA-Araripe). A finalidade deste estudo foi avaliar os impactos causados pela extração de frutos de *C. coriaceum* sobre as plântulas e indivíduos jovens da espécie e caracterizar a taxa de remoção natural de seus diásporos na FLONA-Araripe, sul do estado do Ceará. O estudo foi conduzido em três áreas de 1 ha no interior da FLONA-Araripe, sendo uma área de cerradão, uma de cerrado e outra com predominância de cerrado e trechos de cerradão. Para avaliar os impactos causados às plântulas e aos indivíduos jovens, foram selecionados aleatoriamente 15 indivíduos reprodutivos da espécie em cada uma das três áreas de estudo. Ao redor e distante entre 5 e 15 m de cada indivíduo selecionado foram estabelecidas 4 parcelas de 100 m² (10 x 10 m), onde antes do pico de frutificação todos os indivíduos jovens da espécie foram devidamente marcados e registrados. No fim da safra de *C. coriaceum* todas as parcelas de 100 m² foram visitadas, para a verificação de danos causados aos jovens da espécie. Para caracterizar a taxa de remoção natural de diásporos, partindo do tronco e ao redor de cada um dos 15 indivíduos reprodutivos selecionados, já mencionados anteriormente, foram estabelecidas 4 parcelas de 25 m² (5 x 5 m), onde em cada uma dessas parcelas foram agrupados 10 diásporos. A remoção natural dos diásporos de *C. coriaceum* foi monitorada durante oito semanas consecutivas, sendo aqui atribuídas as seguintes categorias: removido, predado, infestado por inseto e não removido. Foi verificado, que do total de indivíduos jovens encontrados antes do pico de frutificação de *C. coriaceum* 5,7% sofreram algum tipo de dano após o período de coleta do pequi, durante o fim da safra, porém nenhuma plântula foi encontrada antes ou depois do pico de frutificação nas três áreas de estudo. Na área de cerradão foi observada a maior taxa acumulada de remoção natural (34,82%) e as menores taxas de predação e de infestação dos diásporos por insetos (11,79% e 15,89%, respectivamente). Porém, as médias das categorias de remoção não foram diferentes entre as áreas de estudo. Pode-se concluir que a ação extrativista não causa danos aos indivíduos jovens de *C. coriaceum*, mas a intensa coleta de frutos da espécie na região está comprometendo a germinação e o estabelecimento de plântulas.

ABSTRACT

It is believed that the market potential of Non Timber Forest Products (NTFPs) can be an alternative to reduce deforestation, but the exploitation of these products can be highly unsustainable, compromising diaspores dispersal and seedling establishment. The pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm. (Caryocaraceae)) is a species that undergoes intense pressure extraction in collecting its fruits, for commercial and subsistence in the Floresta Nacional do Araripe (FLONA-Araripe). The purpose of this study was to evaluate the impacts caused by the extraction of fruits of *C. coriaceum* on seedlings and saplings of the species and to characterize the rate of natural removal of their diaspores in FLONA-Araripe, south of the state of Ceara. The study was conducted in three areas of 1 ha within the FLONA-Araripe, and is an area of cerrado, a savannah and a predominantly savannah and patches of dense woodland. To assess the impacts caused to the seedlings and young individuals were randomly selected 15 reproductive individuals of the species in each of the three study areas. Around and far between 5 and 15 m of each selected individual were established four plots of 100 m² (10 x 10 m), where before the peak fruiting all young individuals of the species were properly marked and recorded. At the end of the harvest of *C. coriaceum* all plots of 100 m² were visited to check for damage to the young of the species. To characterize the rate of natural removal of seeds, from the trunk and around each of the 15 selected reproductive individuals, as mentioned above, were established four plots of 25 m² (5 x 5 m), where in each plot were grouped 10 diaspores. The natural removal of diaspores of *C. coriaceum* was monitored for eight consecutive weeks and is here assigned the following categories: removed, depredated, infested by insects and not removed. It was found that the total number of juveniles found before peak fruiting of *C. coriaceum* 5.7% suffered some type of damage after the collection period pequi during the end of the harvest, but no plants were found before or after the peak fruiting in three areas of study. In the area of dense woodland was observed at higher cumulative rate of natural removal (34.82%) and lower rates of predation and insect infestation of the seeds (11.79% and 15.89%, respectively). However, the mean removal of the categories were not different between the study areas. It can be concluded that the action does not damage the extractive young individuals of *C. coriaceum* but intense gathering fruits of the species in the region is affecting the germination and seedling establishment.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM) são todos os produtos advindos da floresta, com exceção da madeira industrial, que consistem na principal fonte de renda e alimento de milhares de famílias que vivem da extração florestal em várias partes do mundo (VANTOMME, 2001; TICKTIN, 2004; VAN ANDEL, 2006; IMPERADOR et al., 2008; MACHADO, 2008). Um grande interesse pela extração desses produtos vem surgindo nas últimas décadas, como alternativa de desenvolvimento ambiental, social e econômico (SOARES et al., 2008). Logo, a conservação da biodiversidade envolve não só os comumente usados aspectos biológicos, como também os aspectos sociais e culturais, que são muito importantes e indissociáveis (ALBUQUERQUE, 1999; 2005).

Quase todos os argumentos que enfatizam a importância dos PFNM estão relacionados à sustentabilidade (SOLDATI e ALBUQUERQUE, 2008; 2010). Contudo, o uso desses produtos pode ser altamente insustentável, caso prevaleça uma coleta desordenada que não respeite a ecologia do recurso (SOLDATI e ALBUQUERQUE, 2008; 2010). A extração de PFNM, no entanto, suscita preocupações sobre as consequências ecológicas dessa prática (ZARDO, 2008). Fiedler et al. (2008) alertaram que a coleta comercial de frutos e sementes pode tornar problemático o recrutamento de novas plantas na floresta.

No estado do Ceará, somente uma comunidade, Cacimbas, coletou na Floresta Nacional do Araripe (FLONA-Araripe), para comercialização na safra de 2003, quase 4.000.000 de frutos de pequi (*Caryocar coriaceum*) (IBAMA, 2004). Mesmo não correspondendo sequer a 1/3 da produção dessa floresta, esses números são preocupantes, pois diversas outras comunidades também coletam esse recurso nessa unidade de conservação (IBAMA, 2004). Peres et al. (2003) verificaram que nenhum ou poucos indivíduos jovens de castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*) foram encontrados em áreas da região amazônica, onde a extração desse recurso é intensa. Forget e Jansen (2007) concluíram que a extração de sementes de populações naturais de andiroba (*Carapa procera*) na Guiana e Suriname pode afetar o recrutamento de plântulas.

Portanto, extrair uma quantidade limitada de frutos ou sementes e zelar por não destruir as plântulas são medidas essenciais para garantir a regeneração da floresta (VAN ANDEL, 2006). É necessário deixar de explorar parte dos frutos, tendo em vista que estes são utilizados pela fauna, que contribui com a formação da estrutura da população por meio do processo de dispersão de sementes, de modo que os frutos removidos não são necessariamente predados (ZARDO, 2008; OLIVEIRA, 2009a). No entanto, a redução da predação de sementes e mortalidade de plântulas são benefícios proporcionados por uma dispersão bem

sucedida (HOWE e SMALLWOOD, 1982). Porém, a efetividade da dispersão está associada ao nível de conservação dos ecossistemas (STEFANELLO et al., 2010).

A dispersão pode ser analisada qualitativamente, quando é verificada a distância em que uma semente é removida a partir da planta-mãe ou quantitativamente, quando o número médio de sementes removidas é verificado (HOLBROOK e LOISELLE, 2009).

A espécie proposta para o estudo é popularmente conhecida por pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.), ocorre nos estados de Pernambuco, Ceará, Bahia, Piauí e Goiás, sendo característica de áreas de cerrado (LORENZI, 1992). Essa espécie é muito importante economicamente, quer pela sua madeira ou por seus frutos e sementes (SILVA e MEDEIROS FILHO, 2006a). Na FLONA-Araripe, a floração, frutificação e maturação do fruto ocorrem de novembro a abril, com pico de safra entre os meses de janeiro a março (RIZZINI, 1971; BRAGA, 1976; OLIVEIRA, 2009b).

Na região do Cariri cearense, a incorporação das áreas de cerrado à agricultura e a forma extrativista de exploração dos frutos de *C. coriaceum* representam uma grave ameaça à sobrevivência dessa espécie, podendo levá-la a uma redução considerável na oferta de frutos e até mesmo à sua extinção num futuro não muito distante (SILVA e MEDEIROS FILHO, 2006b). O fato é que os gestores públicos não conseguem controlar as atividades humano-coletoras e extrativas na FLONA-Araripe (IBAMA, 2004).

A busca por estratégias sustentáveis de uso para a espécie em questão justifica a realização desse trabalho, já que não há estudos que revelem os impactos da extração de seus frutos sobre a renovação da sua população. Portanto, acreditamos na hipótese de que a acentuada extração de *C. coriaceum* na FLONA-Araripe compromete a dispersão de diásporos e o recrutamento de plântulas dessa espécie.

O presente estudo teve como objetivo avaliar os impactos causados pela extração de frutos de *C. coriaceum* sobre as plântulas e indivíduos jovens da espécie e caracterizar a taxa de remoção natural de seus diásporos na FLONA-Araripe.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS (PFNM)

Os Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM) são todos os produtos advindos da floresta que não sejam madeira, tais como folhas, frutos, flores, sementes, castanhas, palmitos, raízes, bulbos, ramos, cascas, fibras, óleos essenciais, óleos fixos, látex, resinas, gomas, cipós, ervas, bambus, plantas ornamentais, fungos e produtos de origem animal (MACHADO, 2008). A madeira (excluindo a madeira industrial) pode ser considerada um PFNM quando para o fabrico de canoas, esculturas, construção de habitações locais, cercas e lenha (VAN ANDEL, 2006). Estes produtos vêm sendo explorados pelas populações humanas para subsistência e comércio há milhares de anos (VANTOMME, 2001; TICKTIN, 2004; VAN ANDEL, 2006; IMPERADOR et al., 2008). Mukerji (1997) elenca cinco níveis de utilização de PFNM que as populações rurais dos países em desenvolvimento, principalmente aquelas que habitam as florestas, dependem: 1. Necessidade de subsistência; 2. Geração de emprego e renda; 3. Comercialização e uso sustentável; 4. Uso cultural/espiritual; 5. Repartição de benefícios.

Ao longo das últimas duas décadas, a obtenção de PFNM a partir de recursos vegetais tem chamado muito a atenção dos conservacionistas (TICKTIN, 2004). As florestas têm sido valorizadas ao longo da história pela grande variedade de produtos e benefícios que delas são passíveis de serem extraídos (SANTOS et al., 2003; ALMEIDA et al., 2009). As vantagens do crescimento do mercado de PFNM devem-se, principalmente, à possibilidade de se conciliar desenvolvimento econômico à conservação do meio ambiente e manutenção das populações humanas em suas regiões de origem (ALMEIDA et al., 2009). Fatores relacionados às questões ambientais, tais como o superaquecimento global e o desmatamento das florestas tropicais têm destacado o papel dos PFNM, pois estes se apresentam como fonte alternativa de renda, possuindo potencial de incentivo econômico para frear a devastação das florestas (FIEDLER et al., 2008). Porém, o uso de PFNM pode ser altamente insustentável, caso prevaleça uma coleta desordenada que não respeite a ecologia do recurso (SOLDATI e ALBUQUERQUE, 2008; 2010). Numa revisão sobre os efeitos ecológicos do extrativismo, Neumann e Hirsch (2000) encontraram impactos negativos em 66% dos estudos revisados.

Devido a grande variedade de PFNM, os impactos ecológicos decorrentes da sua extração dependem, sobretudo, do tipo de recurso utilizado (HALL e BAWA 1993; CUNNINGHAN, 2001). Por exemplo, a extração de frutos parece causar menos impacto quando comparada com a extração de cascas e raízes (CUNNINGHAN, 2001). No entanto, é preciso levar em consideração vários aspectos do ambiente, biologia e ecologia da espécie,

bem como a intensidade de coleta desses recursos (HALL e BAWA 1993; CUNNINGHAM, 2001).

A extração sustentável de PFNM é, portanto, não só importante para a conservação das espécies de plantas, mas também para a subsistência de muitas populações rurais (TICKTIN, 2004). A promoção da extração comercial de PFNM, como uma estratégia de conservação baseia-se no argumento de que a conservação da floresta deve oferecer incentivos econômicos à população rural local (MUKERJI, 1997; TICKTIN, 2004). Esta estratégia ganhou uma ampla aceitação como um paradigma de conservação (TICKTIN, 2004). O uso rural participativo de PFNM e os métodos de avaliação aumentam a probabilidade de que sejam encontradas soluções sustentáveis (HAMMETT e CHAMBERLAIN, 1998).

2.2. PEQUI

O pequi pertence à família Caryocaraceae, gênero *Caryocar* L., compreende cerca de 20 espécies ocorrentes na América do Sul (RABÊLO et al., 2008; ROCHA et al., 2008; SENA JÚNIOR. et al., 2010) e América Central (OLIVEIRA et al., 2010). Na Floresta Nacional do Araripe (FLONA-Araripe), unidade de conservação inserida na Chapada do Araripe, Região Nordeste do Brasil, estado do Ceará, a espécie *Caryocar coriaceum* Wittm. cresce em planícies secas, sendo economicamente explorada pelas populações locais, representando uma importante fonte de renda local (GONÇALVES, 2007; OLIVEIRA et al., 2010). Nesta região, o pequi serve como suplemento alimentar, cosmético e medicamento tradicional para combater males como lesões das feridas, dores musculares, reumatismo, infecções bronco-pulmonares, doenças gástricas e inflamatórias (BRAGA, 1976; AGRA, et al., 2007; QUIRINO et al., 2009).

Os frutos de *C. coriaceum* são altamente nutritivos e constituem um precioso recurso alimentar para as populações locais do Cariri cearense e sertões vizinhos de Pernambuco e Piauí, quase sempre menos favorecidas (RIZZINI, 1971; BRAGA, 1976). A polpa é consumida *in natura*, cozida ou assada (BRAGA, 1976). Por ser fonte de gordura, substitui perfeitamente a banha ou o toucinho, dando aos alimentos sabor e cheiro especial (RIZZINI, 1971; BRAGA, 1976). Figueiredo et al. (1989) estudando as propriedades físico-químicas do pequi, notaram que os ácidos graxos identificados nos lipídios da polpa do fruto e na amêndoa, pela ordem de concentração, foram os seguintes, respectivamente: oléico (64,21% e 47,95%), palmítico (31,65% e 44,42%), linoléico (2,29% e 4,23%), esteárico (1,83% e 3,38%) e mirístico (percentuais baixíssimos para ambas). Nas duas frações lipídicas (polpa e

amêndoa) estes autores verificaram uma predominância dos ácidos graxos insaturados, respectivamente 66,5% e 52,18% sobre os ácidos graxos saturados, respectivamente 33,48% e 47,8%.

Os frutos são coletados quando caem, pois quando coletados na árvore apresentam menor qualidade nutritiva (OLIVEIRA et al., 2006; CALDEIRA JÚNIOR et al., 2007) e não servem para o comércio (OLIVEIRA et al., 2008). No período da safra, entre dezembro e abril, centenas de pessoas sobem a serra da Chapada do Araripe para coletar esse precioso fruto, acarretando animado comércio entre o chapadão e as planícies circunvizinhas apreciadoras do fruto (RIZZINI, 1971; BRAGA, 1976). Nesse período, alguns coletores chegam a armar acampamentos no interior da FLONA-Araripe ou no seu entorno, a fim de facilitar a coleta, seleção, transporte e até o beneficiamento do fruto (IBAMA, 2004; GONÇALVES, 2007).

No Brasil foi verificado que em 2008, conforme registros do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE/SIDRA), a extração de 5.531 t de pequi, das quais 3.142 t originadas da Região Nordeste (56,81%), 1.582 t da Região Sudeste (28,60%), 427 t da Região Norte (7,72%) e 380 t da Região Centro-Oeste (6,87%). A evolução extrativa nacional do pequi, segundo dados do IBGE/SIDRA, evoluiu de 1.965 t em 1990, para 5.531 t em 2008, um crescimento de 281,48%, ou um crescimento médio anual de 15,64% nestes 18 anos. Esta evolução revela uma tendência crescente de exploração da espécie (ROCHA et al., 2008) e possível ameaça às populações naturais, o que nos leva a pensar sobre estratégias sustentáveis de uso. Ainda segundo o IBGE/SIDRA, o estado do Ceará vem liderando a produção extrativa anual do pequi em toneladas desde 2003, acompanhado do estado de Minas Gerais. Segundo o IBAMA (2004) somente a comunidade de Cacimbas, distrito de Jardim (CE), coletou na safra de 2003, cerca de 2.941.200 frutos comercializados *in natura* e mais de 817.000 usados na extração de óleo. Ainda segundo o IBAMA (2004) esses números não correspondem sequer a 1/3 da produção da FLONA-Araripe, porém diversas outras comunidades, também coletam o pequi nessa unidade de conservação. O fato é que os gestores públicos não conseguem controlar as atividades humano-coletoras e extrativas na região da Chapada do Araripe (IBAMA, 2004).

2.3. RECRUTAMENTO E DISPERSÃO

Muitas são as transformações de sistemas naturais que estão diretamente relacionadas a atividades humanas (PRIMACK e RODRIGUES, 2001), acarretando a diminuição de inúmeras espécies, algumas até o ponto de extinção, em consequência da coleta desordenada

de PFM (SOLDATI e ALBUQUERQUE, 2008), da caça predatória e da destruição de hábitat (PRIMACK e RODRIGUES, 2001).

O rompimento de interações entre plantas e animais que dispersam suas sementes pode promover a extinção local de algumas árvores tropicais (CORDEIRO e HOWE, 2003). Esta é uma possibilidade real de florestas tropicais úmidas, onde até 90% das espécies arbóreas produzem frutos adaptados para a dispersão por animais (HOWE e SMALLWOOD, 1982) e onde é cada vez mais claro que a dispersão de sementes é fundamental para o recrutamento de plântulas (HARMS et al., 2000). Por exemplo, a extração de sementes de populações naturais de *Carapa procera* (Meliaceae) na Guiana e Suriname pode afetar o recrutamento de plântulas a não ser que sejam incorporadas medidas adequadas de proteção aos dispersores de sementes, uma vez que em áreas onde a extração desse recurso é intensa, também é intensificada a caça aos dispersores (FORGET e JANSEN, 2007). Em *Caryocar brasiliense* Camb., para não causar impactos na fauna que dispersa suas sementes, não devem ser coletados mais de que 57% do total de frutos produzidos em determinadas áreas da região central do Brasil (ZARDO, 2008). Já em certas áreas do sudeste do Brasil, esta extração não deve exceder 36,3% do total de frutos produzidos por esta espécie (OLIVEIRA, 2009a).

Os níveis de extração de castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*) na Amazônia brasileira, peruana e boliviana ao longo do século passado foram tão intensas que o recrutamento juvenil é insuficiente para manter as populações a longo prazo (PERES et al., 2003). Estes autores alertaram que sem manejo adequado, as populações que sofreram intensa pressão do extrativismo, sucumbirão a um processo de senescência e colapso demográfico, o que acabará ameaçando a economia extrativista da Amazônia. Ao contrário disso, em um estudo desenvolvido em áreas de cerrado na região central do Brasil, onde o extrativismo de pequi (*C. brasiliense*) é inexistente, observou-se que a população está regenerando localmente (ZARDO, 2008). Portanto, extrair uma quantidade limitada de frutos ou sementes e zelar por não destruir as plântulas são medidas essenciais para garantir a regeneração da floresta (VAN ANDEL, 2006).

A limitação no recrutamento nas fases iniciais do ciclo de vida das plantas, que pode ocorrer devido a um pequeno número de sementes produzidas e/ou dispersas ou mesmo a processos pós-dispersão, afetando o sucesso de estabelecimento de plântulas, pode ser um dos mecanismos mais importantes que controlam a regeneração florestal (MULLER-LANDAU et al., 2002; ALVES e METZGER, 2006; JORDANO et al., 2006). A dispersão de sementes tem sido reconhecida como um dos fatores mais importantes para o recrutamento das plantas, distribuição espacial e viabilidade a longo prazo das populações (JANZEN, 1970; HOWE,

1984; ASQUITH et al., 1999). Além disso, a efetividade da dispersão de sementes está associada ao nível de conservação dos ecossistemas (STEFANELLO et al., 2010).

Numa área de Caatinga nativa no sertão de Pernambuco, Região Nordeste do Brasil, o banco de sementes das plantas de imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) foi bastante significativo no solo embaixo da copa em relação à Caatinga degradada na mesma região, contudo a dispersão de sementes na Caatinga nativa encontrava-se concentrada sob a projeção da copa e afastada a 5 m da mesma (CAVALCANTI et al., 2009). Quanto à ocorrência de plântulas, estes autores observaram que a predominância foi maior na área de Caatinga nativa durante a estação chuvosa, porém nenhuma dessas plântulas sobreviveu ao período de estiagem. Esta alta mortalidade de plântulas na estação seca também foi constatada por Araújo (1998). Esta autora sustenta a hipótese de que ao final da estação chuvosa, plântulas ou morrem ou são recrutadas para o estágio juvenil na estação chuvosa subsequente. No Cerrado, onde as condições ambientais são estressantes para a sobrevivência e estabelecimento de plântulas, ao germinarem na estação chuvosa elas devem manter um rápido desenvolvimento inicial para resistir ao extenso período seco subsequente (HOFFMAN, 2000; FRANCO, 2002; TAKAHASCHI, 2010).

Diversas linhas de evidências sugerem que a capacidade de recrutamento das árvores tropicais varia em função da distância da árvore-mãe (JANZEN, 1970; CHAPMAN e CHAPMAN, 1996). A dispersão modifica os padrões de recrutamento em escala espacial e temporal (GIEHL et al., 2007). A distribuição espacial das sementes dispersas em torno da sua origem é chamada de "sombra de sementes" (JANZEN, 1971). Na floresta Amazônica, durante a estação seca, a distância de dispersão de sementes por tartarugas da espécie *Chelonoidis denticulata* foi de 174,1 m em média do local de onde os frutos foram ingeridos e durante a estação chuvosa, a distância da dispersão do local de origem foi aumentada para 276,7 m (JEROZOLIMSKI et al., 2009). Com esses resultados, os autores sugeriram que *C. denticulata* desempenha um papel importante na dispersão de sementes em florestas da Amazônia e destacaram a influência da sazonalidade nos movimentos nas sombras de sementes resultantes.

A dispersão de sementes por animais tem grande potencial para influenciar os padrões de fluxo gênico e a estrutura genética intra e interpopulacional (NATHAN e MULLER-LANDAU, 2000; JORDANO et al., 2006). A defaunação e a fragmentação de ambientes naturais podem levar a alterações na interação entre as plantas e os animais frugívoros que dispersam suas sementes, com consequências diversas para ambos (JORDANO et al., 2006). O declínio de frugívoros, devido à caça sugere limitação de dispersão (HOLBROOK e LOISELLE, 2009). Asquith et al. (1997) verificaram em florestas do Panamá, que o aumento

da defaunação em algumas áreas teve um efeito grande e consistente no recrutamento de plântulas, incluindo aumento da predação de sementes e herbivoria de plântulas. Em áreas da Guiana Francesa, significadamente marcadas por fortes pressões antrópicas, a dispersão de sementes e a regeneração de *Carapa surinamensis* Miq. (Meliaceae) é afetada pela caça e pela extração de madeira, mas a abertura de clareiras devido a esta exploração aumenta a expectativa de vida das plântulas (LERMYTE e FORGET, 2009). Numa floresta úmida da Amazônia peruana, onde ocorre extração de madeira, a dispersão de sementes de *Hymenaea courbaril* (Fabaceae) para o interior de clareiras foi rara, sugerindo que apesar de alguns roedores dispersarem *H. courbaril* não se pode ficar dependente deles para o repovoamento desta e de outras espécies em clareiras recentes (GORCHOV et al., 2004).

Frequentemente as sementes são sujeitas à elevada predação por organismos, tais como fungos, insetos e vertebrados, que afetam o sucesso da dispersão (JANZEN, 1971). Várias espécies de insetos são especializadas para uma vida de predação de sementes (Pré e pós-dispersão) (WILSON e TRAVESET, 2000), porém outras podem até auxiliar na dispersão (SHEPHERD e CHAPMAN, 1998; ANDRESEN, 2001; 2003). O potencial e os diferentes modos de dispersão variam muito (WILSON e TRAVESET, 2000). Uma grande diversidade de agentes dispersores (bióticos e abióticos) pode contribuir para o sucesso da dispersão (JORDANO et al., 2007). Tanto o vento como vertebrados podem potencialmente levar sementes para longe da planta-mãe, mas as formigas e os mecanismos de balística normalmente geram sombras de sementes menores (WILSON e TRAVESET, 2000). Os animais desempenham um papel importante na dispersão de sementes, pois as deslocam para longe das plantas-mãe e, posteriormente, (e muitas vezes repetidamente) reorganizam as sombras das sementes sobre e abaixo da superfície do solo (FUENTES, 2000). Entretanto, ingerir um fruto não é sinônimo de dispersar suas sementes de maneira eficiente (PIZO, 2003). Logo, a dispersão não é simplesmente o processo primário de transporte de sementes, uma vez que outros fatores e processos contribuem para a distribuição e abundância das plantas (KOLLMANN, 2000). Entender a dispersão de sementes é fundamental para a compreensão da dinâmica populacional de plantas e comunidades (MULLER-LANDAL et al., 2008).

É durante a fase que antecede a dispersão (pré-dispersão) que fatores que influenciam o número absoluto de sementes disponível para a dispersão são determinados, de maneira que todas as sementes produzidas em uma população representa o número máximo de sementes que pode efetivamente recrutar em um dado episódio reprodutivo (JORDANO et al., 2006). A análise da distância em que uma semente é removida a partir da planta-mãe é qualitativa, porque afeta a probabilidade de que uma semente possa germinar e recrutar para o estágio

seguinte da vida, e a análise do número médio de sementes removidas é quantitativa (HOLBROOK e LOISELLE, 2009). Padrões de dispersão de sementes para longe ou para perto das fontes podem ser qualitativamente diferentes, pois diferentes processos de dispersão podem operar em diferentes faixas de distâncias (NATHAN e MULLER-LANDAU, 2000).

A produção e dispersão de sementes são processos criticamente importantes na dinâmica da população, justamente porque quase nunca são totalmente bem-sucedidas, ou seja, porque nem todos os locais apropriados para uma determinada espécie são atingidos por suas sementes (MULLER-LANDAU et al., 2002). Isto foi constatado por Silva e Tabarelli (2001) em uma área de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil, onde 80% das plântulas de *Bactris acanthocarpa* Martius (Arecaceae) que morreram encontravam-se sob a copa dos indivíduos adultos. Ainda neste contexto, Santos et al. (2006) observaram em um fragmento de Mata Atlântica na mesma região brasileira, tanto embaixo, quanto em volta de indivíduos adultos de *Buchenavia capitata* (Combretaceae), a distribuição de sementes e o recrutamento de plântulas desta espécie. Estes autores observaram, que de todas as sementes encontradas no chão 99% estavam sob a copa das árvores. Foi verificado também, que 49% de todas as sementes germinaram embaixo da copa das árvores, porém a mortalidade de plântulas atingiu 100%. Com este estudo os autores concluíram que a falta de dispersão de sementes para locais adequados pode está reduzindo a probabilidade de sucesso no desenvolvimento e recrutamento de plântulas da espécie. Portanto, presume-se que a dinâmica de dispersão de sementes influencia em processos que vão desde a colonização de novos habitats até a manutenção da diversidade, com implicações para a regeneração da sucessão e conservação (WANG e SMITH, 2002).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRA, M. F.; FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v.17, n.1, p.114-140, 2007.
- ALBUQUERQUE, U. P. La importância de los estudios etnobiológicos para establecimiento de estrategias de manejo y conservación en las florestas tropicales. **Biotemas**, Florianópolis, v.12, n.1, p.31-47, 1999.
- ALBUQUERQUE, U. P. **Etnobiologia e Biodiversidade**. Recife: NUPEEA/ Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia, 2005. 78 p.
- ALMEIDA, A. N.; BITTENCOURT, A. M.; SANTOS, T. C. T.; LOPES, O. F.; OLIVEIRA, M. A. J. Evolução da produção e preço dos principais Produtos Florestais Não Madeireiros extrativos do Brasil. **Cerne, Lavras**, v.15, n.3, p.282-287, 2009.
- ALVES, L. F.; METZGER, J. P. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Biota Neotropica**, v.6, n.2, 2006. “Morro Grande”. Seção especial.
- ANDRESEN, E. Effects of dung presence, dung amount and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Micropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, v.78, p.17:61, 2001.
- ANDRESEN, E. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. **Ecography**, v.26, n.1, p.87–97, 2003.
- ARAÚJO, E. L. **Aspectos da dinâmica populacional em floresta tropical seca (Caatinga), Nordeste do Brasil**. 1998. 95f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- ASQUITH, N. M.; WRIGHT, S. J.; CLAUSS, M. J. Does mammal community composition control recruitment in neotropical forests? evidence from panama. **Ecology**, v.78, n.3, p.941-946, 1997.
- ASQUITH, N. M.; TERBORGH, J.; ARNOLD, A. E.; RIVEROS, C. M. The fruits the agouti ate: *Hymenaea courbaril* seed fate when its disperser is absent. **Journal of Tropical Ecology**, v.15, n.2, p.229-235, 1999.
- BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 3.ed. Mossoró: ESAM, 1976.
- CALDEIRA JÚNIOR, C. F.; ROCHA, S. L.; SANTOS, W. G.; DE PAULA, T. O. M.; SANTOS, A. M.; ARAÚJO, C. B.; MARTINS, E. R.; LOPES, P. S. N. Ecogeografia e etnobotânica do *Caryocar brasiliensis* no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.1, p.477-479, 2007.
- CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, M.; BRITO, L. T. L. Regeneração natural e dispersão de sementes do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* ARRUDA) no sertão de Pernambuco. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v.6, n.2, p.342-357, 2009.

CORDEIRO, N. J.; HOWE, H. F. Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.100, n.24, p.14052-14056, 2003.

CHAPMAN, C. A.; CHAPMAN, L. J. Frugivory and the fate of dispersed and non-dispersed seeds of six african tree species. **Journal of Tropical Ecology**, v.12, n.4, p.491-504, 1996.

CUNNINGHAM, A.B. Opportunities and constraints on sustainable harvest: plant populations. In: A.B. Cunningham. **Applied ethnobotany: people, wild plant use and conservation**. London: Earthscan Publications Ltd, pp. 144-191. 2001.

FIEDLER, C. S.; SOARES. T. S.; SILVA. G. F. Produtos Florestais Não Madeireiros: Importância e Manejo Sustentável da Floresta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.10, n.2, p.263-278, 2008.

FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. R; FIGUEIREDO, E. A. T. Propriedades físico-químicas e composição dos ácidos graxos da fração lipídica da polpa e amêndoa do piqui (*Caryocar coriaceum* Wittm.). **Revista Ciência Agronômica**, v.20, n.1, p.135-139, 1989.

FORGET, P-M.; JANSEN, P. A. Hunting Increases Dispersal Limitation in the Tree *Carapa procera*, a Nontimber Forest Product. **Conservation Biology**, v.21 n.1, p.106-113, 2007.

FRANCO, A .Ecophysiology of woody plants. 2002. In: OLIVEIRA, P.; MARQUIS, R. (Eds.). **Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York, Columbia University Press.

FUENTES, M. Frugivory, seed dispersal and plant community ecology. **Trends in Ecology and Evolution**, v.15, n.12. p.487-488, 2000.

GIEHL, E. L. H.; ATHAYDE, E. A.; BUDKE, J. C.; GESING, J. P. A.; EINSIGER, S. M.; CANTO-DOROW, T. S. Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.21, n.1, p.137-145, 2007.

GONÇALVES, C.U. Os Piquizeiros da Chapada do Araripe. **Revista de Geografia**, v.25, n.1, p.88-102, 2008.

GORCHOV, D. L.; PALMERIM, J. M.; JARAMILLO, M.; ASCORRA, C. F. Dispersal of seeds of *Hymenaea courbaril* (Fabaceae) in a logged rain forest in the Peruvian Amazonian. **Acta Amazonica**, v.34, n.2, p.265-273, 2004.

HALL, B.; BAWA, K. Methods to assess the impact of extraction of non timber forest products on plant populations. **Economic Botany**, v. 47, n. 3, p. 234-247, 1993.

HAMMETT, A. L.; CHAMBERLAIN, J. L. Sustainable Use of Non-Traditional Forest Product: Alternative Forest Based Income Opportunities. In: Jonathan, S.K (Ed.). **Natural Resources Income Opportunities on Private Land Conference**. Hagerstown: Maryland, 1998. p. 141-147. Disponível em: <<http://www.sfp.forprod.vt.edu/pubs/sfpdoc2.pdt>>. Acesso em: Agosto de 2010.

HARMS, K. E.; WRIGHT, S. J.; CALDERÓN, O.; HERNÁNDEZ, A.; HERRE, E. A. Pervasive density-dependent recruitment enhances seedling diversity in a tropical forest. **Nature**, v.404, n.6777, p.493-495, 2000.

HOFFMANN, W. A. Post-Establishment Seedling Success in the Brazilian Cerrado: A Comparison of Savanna and Forest Species. **Biotropica**, v.32, n.1, p.62–69, 2000.

HOLBROOK, K. M.; LOISELLE, B. A. Dispersal in a Neotropical tree, *Virola flexuosa* (Myristicaceae): Does hunting of large vertebrates limit seed removal? **Ecology**, v.90, n.6, p.1449-1455, 2009.

HOWE, H. F. Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. **Biological Conservation**, v.30, n.3, p.261-281, 1984.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of Seed Dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.13, p.201-228, 1982.

IBAMA. **Plano de Manejo da Floresta Nacional do Araripe**. Brasília-DF: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2004. 318 p.

IBGE/SIDRA – Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA. **Produção Extrativa Vegetal. Quantidade produzida na extração vegetal por tipo de produto extrativo**. 2008. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em Julho de 2010.

IMPERADOR, A. M.; WADT, L. H. O.; CRESTANA, S. Percepções da Associação dos Moradores e Agroextrativistas do Remanso em Capixaba, Acre, a respeito da Certificação Florestal Comunitária de Produtos Florestais Não-madeireiros. In: Seminário do Projeto Kamukaia Manejo Sustentável de Produtos Florestais Não-madeireiros na Amazônia, 1. 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2008. p.177-182.

JANZEN, D. H. Herbivores and the Number of Tree Species in Tropical Forest. **The American Naturalist**, v.104, n.940, p.501-528, 1970.

JANZEN, D. H. Seed Predation by Animals. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.2, p.465-492, 1971.

JEROZOLIMSKI, A.; RIBEIRO, N. B. M.; MARTINS, M. Are tortoises important seed dispersers in Amazonian forests? **Oecologia**, v.161, n.3, p.517-528, 2009.

JORDANO, P.; GALETTI, M.; PIZO, M.A.; SILVA, W.R. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: Rocha, C. F. D; H. G. Bergallo; M. Van Sluys; M. A. S. Alves (Eds.). **Biologia da Conservação: Essências**. São Carlos: Editora Rima, 2006. p.411-436.

JORDANO, P.; GARCÍA, C.; GODOY, J. A.; GARCÍA-CATAÑO, J. L. Differential contribution of frugivores to complex seed dispersal patterns. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.104, n.9, p.3278-3282, 2007.

KOLLMANN, J. Dispersal of fleshy-fruited species: a matter of spatial scale? **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v.3, n.1, p.29-51, 2000.

LERMYTE, F; FORGET, P-M. Rapid assessment of dispersal failure and seedling recruitment of large-seeded non-timber forest products trees in a tropical rainforest. **Tropical Conservation Science**, v.2, n.4, p.404-424, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 384 p.

MACHADO, L. M. **Manejo de Produtos Florestais Não Madeireiros: Um manual com Sugestões para o Manejo Participativo em Comunidades da Amazônia**. 1. Ed. Rio Branco: PESACRE e CIFOR, 2008. 105 p.

MUKERJI, A.K. La importancia de los productos forestales no madereros (PFNM) y las estrategias para el desarrollo sostenible. In: Congreso Forestal Mundial, 11. Antalya, 1997. **Proceedings...** Antalya, FAO, 1997. v. 3, tema 15. p.217-227. Disponível em: <<http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/publi/v3/T15s/1.HTM>>. Acesso em: Agosto de 2010.

MULLER-LANDAU, H. C.; WRIGHT, S. J.; CALDERÓN, O.; HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. Assessing recruitment limitation: concepts, methods and case-studies from a tropical forest. In: Levey, D. J; W. R. Silva; M. Galetti (eds.). **Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation**. CAB International, Wallingford, UK. 2002. p.35-53.

MULLER-LANDAU, H. C.; WRIGHT, S. J.; CALDERÓN, O.; CONDIT, R.; HUBBELL, S. P. Interspecific variation in primary seed dispersal in a tropical forest. **Journal of Ecology**, v.96, n.4, p.653-667, 2008.

NATHAN, R; MULLER-LANDAU, H. C. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. **Trends in Ecology and Evolution**, v.15, n.7, p.278-285, 2000.

NEUMANN, R. P.; HIRSCH, E. **Commercialisation of non-timber forest products: Review and analysis of research**. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research; Rome: FAO, 2000. 176p.

OLIVEIRA, W. L. **Ecologia populacional e extrativismo de frutos de *Caryocar brasiliense* Camb. no Cerrado no Norte de Minas Gerais**. 2009a. 82f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília-DF.

OLIVEIRA, M. E. B. **Características Físicas, Químicas e Compostos Bioativos em Pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) Nativos da Chapada do Araripe-CE**. 2009b. 123f. Tese (Doutorado em Nutrição) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

OLIVEIRA, M. E. B.; GUERRA, N. B.; BARROS, L. M.; ALVES, L. E. **Aspectos agrônômicos e de qualidade do pequi**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 32 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 113), 2008.

OLIVEIRA, M. N. S.; GUSMÃO, E.; LOPES, P. S. N.; SIMÕES, M. O. M.; RIBEIRO, L. M.; DIAS, B. A. S. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP**, v.28, n.3, p.380-386, 2006.

OLIVEIRA, M. L. M.; NUNES-PINHEIRO, D. C. S.; TOMÉ, A. R.; MOTA, E. F.; LIMA-VERDE, I. A.; PINHEIRO, F. G. M.; CAMPELLO, C. C.; MORAIS, S. M. In vivo topical anti-inflammatory and wound healing activities of the fixed oil of *Caryocar coriaceum* Wittm. seeds. **Journal of Ethnopharmacology**, v.129, n.2, p.214-219, 2010.

PERES, C. A.; BAIDER, C.; ZUIDEMA, P. A.; WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; GOMES-SILVA, D. A. P.; SALOMÃO, R. P.; SIMÕES, L. L.; FRANCIOSI, E. R. N.; VALVERDE, F. C.; GRIBEL, R.; SHEPARD JR, G. H.; KANASHIRO, M.; COVENTRY, P.; YU, D. W.; WATKINSON, A. R.; FRECKLETON, R. P. Demographic Threats to the Sustainability of Brazil Nut Exploitation. **Science**, v.302, n.5653, p.2112-2114, 2003.

PIZO, M. A. Padrão de deposição de sementes e sobrevivência de sementes e plântulas de duas espécies de Myrtaceae na Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.3, p.371-377, 2003.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Editora Planta. 328p. 2001.

QUIRINO, G.; LEITE, G. O.; REBELO, L. M.; TOMÉ, A. R.; COSTA, J. G. M.; CARDOSO, A. H.; CAMPOS, A. R. **Healing potential of Pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) fruit pulp oil**. **Phytochemistry Letters**, v.2, p.179-183, 2009.

RABÊLO, M. A. S.; TORRES, M. C. L.; GERALDINE, R. M.; SILVEIRA, M. F. A. Extração, secagem e torrefação da amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.28, n.4, p.868-871, 2008.

RIZZINI, C. T. **Árvores úteis do Brasil – Manual de dendrologia brasileira**. Editora Edgard Blücher LTDA. 296p. São Paulo-SP, 1971.

ROCHA, M. G.; ROCHA, T. C.; AGUIAR, J. L. P.; JUNQUEIRA, N. T. V. Dinâmica da produção extrativista de pequi no Brasil. In: Simpósio nacional cerrado, 9.; Simpósio internacional savanas tropicais, 2. 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa Cerrados, 2008.

SANTOS, A. F.; HILDEBRAND, E.; PACHECO, C. H. P.; PIRES, P. T. L.; ROCHADELLI, R. Produtos Não Madeireiros: conceituação, classificação, valoração e mercados. **Revista Floresta**, v.33, n.2, p.215-224, 2003.

SANTOS, B. A.; MELO, F. P. L.; TABARELLI, M. Seed shadow, seedling recruitment, and spatial distribution of *Buchenavia capitata* (Combretaceae) in a fragment of the Brazilian Atlantic Forest. **Brazilian Journal of Biology**, v.66, n.3, p.883-890, 2006.

SENA JÚNIOR, D. M.; RODRIGUES, F. F. G.; FREIRE, P. T. C.; LIMA, S. G.; COUTINHO, H. D. M.; CARVAJAL, J. C. L.; COSTA, J. G. M. Physicochemical and spectroscopical investigation of Pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) pulp oil. **Grasas y Aceites**, v. 61, n.2, p.191-196, 2010.

SHEPHERD, V. E.; CHAPMAN, C. A.; Dung beetles as secondary seed dispersers: impact on seed predation and germination. **Journal of Tropical Ecology**, v.14, p.199-215, 1998.

SILVA, M. A. P.; MEDEIROS FILHO, S. Emergência de plântulas de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm). **Revista Ciência Agrônômica**, v.37, n.3, p.381-385, 2006a.

- SILVA, M. A. P; MEDEIROS FILHO, S. Morfologia de fruto, semente e plântula de piqui (*Caryocar coriaceum* Wittm.). **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.3, p.320-325, 2006b.
- SILVA, M. G.; TABARELLI, M. Seed dispersal, plant recruitment and spatial distribution of *Bactris acanthocarpa* Martius (Arecaceae) in a remnant of Atlantic forest in northeast Brazil. **Acta Oecologica**, v.22, n.5, p.259–268. 2001.
- SOARES, T. S.; FIELDER, N. S.; SILVA, J. A.; GASPARINI JÚNIOR, A. J. Produtos Florestais Não Madeireiros. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, n.11, periodicidade semestral, ISSN 1678-3867, 2008.
- SOLDATI, G.T.; ALBUQUERQUE, U.P. Non-Timber Forest Products: an overview. **Functional Ecosystems and Communities**, v.2, p.21-31, 2008.
- SOLDATI, G. T.; ALBUQUERQUE, U. P. **Produtos Florestais Não-Madeireiros: uma visão geral**. 2010. In: Albuquerque, U. P.; Hanazaki, N. (Org.). Árvores de valor e o valor das árvores: pontos de conexão. Recife: NUPEEA.
- STEFANELLO D, IVANAUSKAS, N. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, E.; KUNZ, S. H. Síndromes de dispersão de diásporos das espécies de trechos de vegetação ciliar do rio das Pacas, Querência – MT. **Acta Amazônica**, v.40, n.1, p.141-150, 2010.
- TAKAHASHI, F. S. C. **Atributos e tipos funcionais de espécies lenhosas no cerrado**. 2010. 118f. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília-DF.
- TICKTIN, T. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. **Journal of Applied Ecology**, v.41, p.11-21, 2004.
- VAN ANDEL, T. **Produtos florestais não-madeireiros – o valor das plantas selvagens**. Agro dok nº 39, co-edição agromisa e CTA, 2006. 76 p.
- VANTOMME, P. **Production and Trade opportunities for Non-Wood Forest Products, particularly food products for niche markets**. Geneva: Forest Production Division (FAO), 2001. 19 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/forestry/FOP/FOPW/NWFP/nwfp-e.stm>>. Acesso em: Agosto de 2010.
- WANG, B. C; SMITH, T. B. Closing the seed dispersal loop. **Trends in Ecology and Evolution**. v.17, n.8, p.379-385, 2002.
- WILLSON, M; TRAVESET, A. The Ecology of Seed Dispersal. In: Fenner, M. (ed.). **Seeds: The ecology of regeneration in plant communities**. 2. ed. CAB International, Wallingford, UK. 2000. p.85-110.
- ZARDO, R. N. **Efeito do impacto da extração de frutos na demografia do pequi (*Caryocar brasiliense*) no Cerrado do Brasil central**. 2008. 50f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade de Brasília, Distrito Federal.

3. ARTIGO

Impacto do extrativismo sobre as plântulas e os indivíduos jovens de *Caryocar coriaceum* Wittm. (Caryocaraceae) e remoção natural dos diásporos na Floresta Nacional do Araripe – Ceará, Nordeste do Brasil

**Nas normas para publicação em Biodiversity and Conservation
(Anexo 1)**

Título resumido: Impacto do extrativismo sobre plântulas e indivíduos jovens de *Caryocar coriaceum*

Impacto do extrativismo sobre as plântulas e os indivíduos jovens de *Caryocar coriaceum* Wittm. (Caryocaraceae) e remoção natural dos diásporos na Floresta Nacional do Araripe – Ceará, Nordeste do Brasil

Gilney Charll dos Santos, Suelma Ribeiro Silva, Elcida de Lima Araújo & Ulysses Paulino de Albuquerque*

*Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia / Área de Botânica. R. Dom Manoel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife/PE - Brasil. CEP 52171-900 - *upa@db.ufrpe.br

Resumo

Muitas são as transformações de sistemas naturais que estão diretamente relacionadas a atividades humanas. Neste contexto, inúmeras espécies diminuíram rapidamente, algumas até o ponto de extinção, em consequência da coleta desordenada de Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM), da caça predatória e da destruição de hábitat. O pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) é uma espécie que sofre intensa ação extrativista na coleta de seus frutos para fins comerciais e de subsistência. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar os impactos causados pela extração de frutos de *C. coriaceum* sobre as plântulas e indivíduos jovens da espécie e caracterizar a taxa de remoção natural de seus diásporos na Floresta Nacional do Araripe (FLONA-Araripe), sul do Estado do Ceará. O estudo foi realizado em três áreas de 1 ha no interior da FLONA-Araripe, sendo uma área de cerradão, uma de cerrado e outra com trechos de cerradão e predominância de cerrado. Foram estabelecidas em cada área quatro parcelas de 100 m² (10 x 10 m), distante entre 5 a 15 m do tronco e ao redor de 15 indivíduos reprodutivos selecionados aleatoriamente. Antes do pico de safra, todos os indivíduos jovens foram marcados e registrados. No final do pico de frutificação apenas dois indivíduos jovens de *C. coriaceum* sofreram algum tipo de dano, mas nenhuma plântula foi encontrada antes ou depois do pico de frutificação nas três áreas estudadas. Para caracterizar a taxa de remoção natural de diásporos da espécie foram aplicadas categorias de remoção (removido, predado, infestado por inseto e não removido) e estabelecidas quatro parcelas de 25 m² (5 x 5 m) partindo do tronco e ao redor de cada indivíduo de *C. coriaceum* já mencionado anteriormente. Em cada parcela foram agrupados dez diásporos. A remoção natural foi monitorada durante oito semanas consecutivas. Foi constatado que a área correspondente ao cerradão alcançou a maior taxa de remoção natural acumulada (34,82%). Esta mesma área também teve menores taxas de predação e de infestação dos diásporos por

insetos (11,79% e 15,89%, respectivamente). Porém, as médias de remoção não foram diferentes entre as áreas de estudo. Contudo, pode-se concluir que a ação extrativista não causa danos aos indivíduos jovens de *C. coriaceum*, mas a intensa coleta de frutos da espécie na região está comprometendo a germinação e o estabelecimento de plântulas.

Palavras-chave: desenvolvimento sustentável; dispersão; manejo e conservação; pequi; recrutamento.

Abreviações – FLONA-Araripe – Floresta Nacional do Araripe. PFM – Produtos Florestais Não Madeireiros.

Introdução

Os impactos ecológicos decorrentes da extração de Produtos Florestais Não Madeireiros (PFM) dependem, sobretudo, do tipo de recurso utilizado e, dentre tantos, a extração de frutos tem sido considerada menos impactante e mais sustentável se comparada, por exemplo, com a extração de cascas e raízes (Hall e Bawa 1993; Cunningham 2001). Porém, a frequência e intensidade de coleta desses recursos, além de vários outros aspectos do ambiente, biologia e ecologia da espécie devem ser considerados, para que o conjunto dessas considerações garanta a manutenção de espécies exploradas em seu ambiente natural. (Hall e Bawa 1993; Cunningham 2001; Ticktin 2004). Logo, o uso de PFM pode ser altamente insustentável, sugerindo preocupações sobre as consequências ecológicas dessa prática, caso prevaleça uma coleta desordenada que não respeite a ecologia do recurso (Soldati e Albuquerque 2008, 2010).

Vários autores alertaram que a intensa coleta de frutos e sementes, para fins comerciais, tem dificultado o recrutamento de novas plantas na floresta (Peres et al. 2003; Forget e Jansen 2007; Fiedler et al. 2008). Logo, faz-se necessário preservar as plântulas e deixar de explorar parte dos frutos, pois estes são fundamentais para contribuir com a formação da estrutura da população através do processo de dispersão de sementes, que é bastante benéfico para a redução da predação de sementes e mortalidade de plântulas (Howe e Smallwood 1982; Van Andel 2006; Zardo 2008; Oliveira 2009a). No entanto, é imprescindível a existência de frutos, para que as sementes passem pelo processo de dispersão, que tem sido reconhecido como um dos fatores mais importantes para o recrutamento, distribuição espacial e viabilidade a longo prazo das populações (Janzen 1970; Howe 1984; Asquith et al. 1999; Giehl 2007). Logo, a análise do número médio de sementes removidas e/ou dispersadas tem sido feitas de forma quantitativa (Zardo e Henriques 2007; Zardo 2008; Holbrook e Loiselle 2009).

Contudo, a limitação no recrutamento nas fases iniciais do ciclo de vida das plantas, afetando o sucesso de estabelecimento de plântulas, que pode ocorrer devido a um pequeno número de sementes produzidas e/ou dispersas ou mesmo a processos pós-dispersão, pode ser um dos mecanismos mais importantes que controlam a regeneração florestal (Hoffman 2000; Franco 2002; Muller-Landau et al. 2002; Alves e Metzger 2006; Jordano et al. 2006; Oliveira 2009a; Takahaschi 2010). Além disso, a efetividade da dispersão de sementes está associada ao nível de conservação dos ecossistemas (Stefanello et al. 2010).

Alterações na interação entre as plantas e os animais frugívoros que dispersam suas sementes, devido a diversos fatores, dentre eles, a intensa extração de frutos e sementes, podem trazer consequências diversas para ambos, como, por exemplo, a extinção local de algumas árvores tropicais (Cordeiro e Howe 2003; Peres et al. 2003; Jordano et al. 2006).

Encontra-se inserida na Chapada do Araripe, região do Cariri cearense, a Floresta Nacional do Araripe (FLONA-Araripe), uma unidade de conservação de uso sustentável com predomínio de vegetação de cerrado, onde a prática de coleta de PFNM é permitida. Entre as espécies desta floresta, de valor comercial reconhecido, destaca-se *Caryocar coriaceum* Wittm. (pequi) e, ao longo dos anos, os frutos da mesma são coletados após dispersão (Braga 1976; Caldeira Júnior et al. 2007), devido ao valor alimentar e medicinal (Figueiredo et al. 1989; Quirino et al. 2009; Oliveira et al. 2010). Porém, a intensa pressão extrativista que esta espécie sofre, poderá causar uma considerável redução na oferta de frutos ou até mesmo a sua extinção (Silva e Medeiros Filho 2006). Portanto, nossa hipótese é que a acentuada extração dos frutos de *C. coriaceum* (pequi) na FLONA-Araripe compromete a dispersão de seus frutos e o recrutamento das plântulas.

O presente estudo teve como objetivo avaliar os impactos causados pela extração de frutos de *C. coriaceum* sobre as plântulas e indivíduos jovens da espécie e caracterizar a taxa de remoção natural de seus diásporos na FLONA-Araripe.

Especificamente, pretendemos responder as seguintes perguntas: 1) Qual a estimativa da taxa de danos causados às plântulas e indivíduos jovens de *C. coriaceum* na FLONA-Araripe pela ação extrativista? 2) Como se caracteriza a taxa de remoção natural de diásporos de *C. coriaceum* na FLONA-Araripe?

Material e métodos

Área de estudo

O presente estudo foi realizado na Floresta Nacional do Araripe (FLONA-Araripe). Esta floresta localiza-se na Chapada do Araripe, sul do estado do Ceará, entre as latitudes 07°11'42" Sul e 07°28'38" Sul e longitudes 39°13'28" W e 39°36'33" W (Filho et al. 2001) e possui uma área de 38.262,326 ha que abrange parte dos municípios do Crato, Barbalha, Jardim e Santana do Cariri (Lima et al. 1984) (Figura 1).

A Chapada do Araripe é divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios Jaguaribe, São Francisco e Parnaíba (Carvalho et al. 2007). Possui extensão leste – oeste com cerca de 180 km e largura em torno de 70 km em sentido norte – sul (Lima-Verde e Freitas 2002). A alta permeabilidade das rochas sedimentares na Chapada do Araripe limita o escoamento superficial e favorece a elevada percolação de água para alimentar os aquíferos, cuja ressurgência nas encostas da Chapada contribui para a permanência da vegetação (Filho et al. 2001; Carvalho et al. 2007). Tal vegetação apresenta áreas de cerrado, cerradão e Floresta Estacional Semidecidual (Veloso et al. 1991) e, de acordo com Araújo (1998b) ocorre ainda áreas de carrasco, que pode ser confundido com a caatinga pela caducifolia.

Os solos que predominam na Chapada do Araripe são bem desenvolvidos e a classe dominante é a dos Latossolos vermelho-amarelo e vermelho-escuro, com boa profundidade, textura média e argilosa, bem drenados a acentuadamente drenados, muito lixiviados e bastante intemperizados em toda sua profundidade (Accioly et al. 2002).

A região da FLONA-Araripe possui um relevo tabular, com altitudes variando entre 760 e 960 m (Accioly et al. 2002) e um clima tropical quente com maior precipitação pluviométrica entre os meses de janeiro a abril e média de 1100 mm anuais (Leite e Marques 1986 *apud* Filho et al. 2001). As temperaturas podem variar de 15 a 31°C, com média em torno de 23°C e a umidade relativa do ar varia entre 32 e 92%, com média de 62% (Lopes e Silva 1998 *apud* Accioly et al. 2002).

No interior desta floresta foram selecionadas três áreas de intensa coleta de frutos de *C. coriaceum* antes do pico de safra, no início de fevereiro de 2011. Todas as áreas foram indicadas por membros das comunidades locais, que as conhecem bem e há muito tempo coletam os frutos da espécie na região. Segue abaixo a localidade e uma breve descrição de cada uma das três áreas selecionadas para os estudos da estimativa da taxa de danos causados às plântulas e indivíduos jovens de *C. coriacea* pela ação extrativista e a caracterização da taxa de remoção natural de diásporos da espécie em questão.

área 1 – S 7° 23' 58.74" e W 39° 20' 0.18" (927 m de altitude) – É uma área de cerradão ou savana florestada, apresentando áreas areníticas lixiviadas com solos profundos e composição florística bastante repetitiva (Veloso e Strang 1970; Veloso et al. 1991). O cerradão diferencia-se do cerrado por apresentar uma fisionomia florestal e, por outro lado, difere das florestas pela esclerofilia de seus elementos (Filho et al. 2001). Esta é uma área de mata fechada que apresenta um solo úmido com densa serapilheira e uma pequena quantidade de herbáceas.

área 2 – S 7° 23' 50.22" e W 39° 20' 40.44" (925 m de altitude) – É uma área de cerrado, com vegetação xeromorfa, preferencialmente de clima estacional (mais ou menos seis meses secos) sujeito ao fogo anual (Veloso et al. 1991). O Cerrado ocupa cerca de 27,5% da área da FLONA-Araripe (Ribeiro-Silva 2007), sendo uma disjunção encravada no domínio da Caatinga (Costa et al. 2004). Tanto a Área 1 como a Área 2 ficam situadas nas margens da Estrada das Porteiras, que dar acesso ao município de Porteiras-CE. Esta área é tida como uma das mais críticas, no que diz respeito à ocorrência de incêndios (IBAMA 2006), portanto, é uma área perturbada pelo fogo, com uma vegetação mais baixa e plantas em estado de regeneração. Nesta área encontram-se vestígios de rituais sagrados, como oferendas e velas, o que pode facilitar a ocorrência de incêndios (IBAMA 2004).

área 3 – S 7° 24' 25,26" e W 39° 20' 53,10" (924 m de altitude) – Nesta área encontramos trechos de cerrado e cerradão. É conhecida pelas comunidades locais como “Baixa do Cão” ou “Trecho Marcolino”. É uma área bastante acessada para a coleta dos frutos de *C. coriaceum*, pois se localiza nas margens da CE-060, o que possibilita a coleta dos frutos não só por coletores da região, mas também por viajantes que trafegam diariamente por aquela estrada, que liga os municípios de Barbalha e Jardim. Nesta área há registros de incêndios florestais provocados por criadores de gado para degradar as formações vegetais e favorecer a formação de pastagem (IBAMA 2004).

Espécie estudada

Caryocar coriaceum (Caryocaraceae) é popularmente conhecida por pequi e consiste em uma das 20 espécies do gênero que ocorrem na América do Sul (Rabêlo et al. 2008; Rocha et al. 2008; Sena Júnior et al. 2010) e América Central (Oliveira et al. 2010). No Brasil, encontra-se distribuída nos estados de Pernambuco, Ceará, Bahia, Piauí e Goiás, sendo

característica de áreas de cerrado (Lorenzi 1992). No entanto, é na Chapada do Araripe que está concentrada a maior parte de registros para a espécie (Rizzini 1971; Braga 1976; Oliveira et al. 2008). É uma espécie de porte arbóreo com síndrome de dispersão zoocórica (Costa et al. 2004), atingindo até 2 m de diâmetro e entre 12 e 15 m de altura, com ramificações iniciando perto da base (Braga 1976).

Os frutos desta espécie são drupas, geralmente com uma, às vezes até quatro sementes volumosas, protegidas por endocarpo lenhoso, finos espinhos e polpa branco-amarelada (Braga 1976). A floração, frutificação e maturação ocorrem de novembro a abril, com pico de safra entre os meses de janeiro a março (Rizzini 1971; Braga 1976; Costa et al. 2004; Oliveira 2009b). Tais frutos são coletados quando caem, pois quando coletados na árvore apresentam menor qualidade nutritiva (Oliveira et al. 2006; Caldeira Júnior et al. 2007) e não servem para o comércio (Oliveira et al. 2008).

Esta espécie é economicamente explorada pela população local como fonte de óleo, sendo bastante utilizada na culinária da região (Rizzini 1971; Braga 1976; Figueiredo et al. 1989; Gonçalves 2008; Oliveira et al. 2010). É utilizada ainda como cosmético (Quirino et al. 2009) e medicamento tradicional, para combater males como lesões das feridas, dores musculares, reumatismo, infecções bronco-pulmonares, doenças gástricas e inflamatórias (Braga 1976; Agra et al. 2007; Quirino et al. 2009).

Estimativa da taxa de danos causados às plântulas e aos indivíduos jovens

Para estimar a taxa de danos causados às plântulas e indivíduos jovens de *C. coriaceum* foram estabelecidas em cada uma das áreas estudadas uma parcela de 1 ha (50 x 200 m) no interior da FLONA-Araripe, totalizando assim 3 ha estudados.

Em fevereiro de 2011, antes do pico de frutificação do pequi nas três áreas de estudo, foi realizado um censo e todos os indivíduos reprodutivos de *C. coriaceum* foram marcados. Com o auxílio do programa BioEstat 5.0 (Ayres et al. 2007), foram selecionados aleatoriamente 15 indivíduos em cada área. Na área 1 foram encontrados apenas 14 indivíduos reprodutivos de *C. coriaceum*, portanto todos fizeram parte da amostragem.

Foram amostradas quatro parcelas de 100 m² (10 x 10 m) localizadas entre 5 a 15 m do tronco ao redor de cada indivíduo selecionado em cada área de estudo (Lermyte e Forget 2009) (Figura 2), totalizando 176 parcelas de 100 m², sendo 56 na área 1 e 60 em cada uma das demais áreas.

Foram marcados e registrados, quando encontrados nas parcelas, todas as plântulas e indivíduos jovens de *C. coriaceum*. Para marcação e registro, foram consideradas plântulas os

indivíduos que apresentassem caule não lignificado e clorofilado com ou sem cotilédones, e indivíduos jovens os que apresentassem caule com lignificação, podendo apresentar ramificações de ordem primária e/ou secundária (Araújo 1998a).

Após o período de coleta pelos extratores da região, durante o final da safra das três populações de *C. coriaceum*, no fim de maio de 2011, as parcelas de todas as áreas foram visitadas para identificação, quando existente, de plântulas e indivíduos jovens que sofreram algum tipo de dano (esmagado, caule quebrado e caule dobrado).

Caracterização da remoção natural de diásporos

A taxa de remoção natural foi determinada pela observação do número de diásporos de *C. coriaceum* nas mesmas áreas descritas anteriormente. Indivíduos observados efetuando a remoção de diásporos de *C. coriaceum* foram, quando possível, capturados e conduzidos a especialistas da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) para identificação.

Foram utilizados 1760 diásporos, sendo 560 na área 1, 600 na área 2 e 600 na área 3. Do total de diásporos de cada área, metade foi selecionada ao acaso e descascada (retirada do epicarpo e mesocarpo) e a outra metade recebeu, com a utilização de um canivete, alguns cortes (Figura 3A), para minimizar o desejo dos extratores de coletar os diásporos utilizados no experimento e assim favorecer uma maior chance de remoção por animais dispersores.

Partindo do tronco e ao redor da copa de cada árvore selecionada para as análises anteriores, foram demarcadas quatro parcelas de 25 m² (5 x 5 m) (Lermyte e Forget 2009) (Figura 2), totalizando 176 parcelas de 25 m², sendo 56 na área 1 e 60 em cada uma das demais áreas.

Em cada parcela foram agrupados dez diásporos, sendo cinco descascados e cinco danificados (Figura 3B). Seguindo os critérios utilizados por Silva e Tabarelli (2001) foram estabelecidas as seguintes categorias de remoção: (i) removidos (não encontrados sob a copa das árvores), (ii) predados (diásporos esmagados ou roídos), (iii) infestados por insetos (diásporos que apresentavam insetos em sua superfície no momento da observação) e (iv) não removidos (deixados sob a copa das árvores). A remoção natural de diásporos foi observada e registrada semanalmente durante oito semanas consecutivas (abril e maio de 2011). Os resultados obtidos foram submetidos o teste de Kruskal-Wallis (Ayres et al. 2007), para a comparação das médias de remoção das três áreas.

Resultados

Análise da taxa de danos causados às plântulas e aos indivíduos jovens

Ao todo foram encontrados 137 indivíduos de *C. coriaceum* nas três áreas de estudo antes do pico de safra, sendo 102 reprodutivos, nenhuma plântula e 35 jovens. A área 3 apresentou a maior quantidade de indivíduos e a área 3 apresentou maior quantidade de indivíduos reprodutivos (48) seguida da área 2 (40) e a área 1 (14). A área 2 apresentou maior quantidade de indivíduos jovens (17) seguida da área 3 (14) e a área 1 (4).

Após o período de coleta dos frutos pelos extratores (no final da safra) dos 35 indivíduos jovens encontrados antes do pico de frutificação apenas dois sofreram algum tipo de dano (um na área 2, com caule quebrado e outro na área 3, com caule dobrado), o que representou uma taxa de 5,7% do total de indivíduos jovens encontrados nas três áreas de estudo.

Análise da remoção natural de diásporos

As médias das taxas de diásporos removidos, predados, infestados por insetos e não removidos entre as três áreas de estudo não foram diferentes: diásporos removidos ($H = 4.73$; $p = 0.09$), diásporos predados ($H = 1.95$; $p = 0.37$), diásporos infestados por insetos ($H = 1.26$; $p = 0.53$), diásporos não removidos ($H = 4.73$; $p = 0.09$).

A taxa total de diásporos removidos foi de 34,82% (195 diásporos) na área 1, 23,17% (139 diásporos) na área 2 e 31,17% (187 diásporos) na área 3 (Figura 4). As médias (\bar{X}) e desvios padrões (σ) da taxa acumulada de diásporos removidos nas áreas 1, 2 e 3 foram, respectivamente 13.92 ± 4.98 , 9.26 ± 4.86 e 12.46 ± 7.63 .

Na última semana de observação, a maior taxa de diásporos predados foi registrada na área 3 (16,33% ou 98 diásporos) seguida da área 2 (15% ou 90 diásporos) e área 1 (11,79% ou 66 diásporos) (Figura 5). As médias e desvios padrões da taxa acumulada de diásporos predados nas áreas 1, 2 e 3 foram, respectivamente 4.71 ± 1.93 , 6.0 ± 2.42 e 6.53 ± 4.32 .

As taxas de predação de diásporos foram crescentes ao longo do tempo, exceto na área 1, onde apenas na última semana esta taxa sofreu uma pequena queda em relação às três últimas semanas de observação (Figura 5). Isto provavelmente se deu devido à remoção de diásporos, que antes tiveram sido registrados como predados ou infestados por insetos. Observou-se, também na área 1, somente na terceira e quarta semanas de observação, diásporos quebrados e desprovidos da semente, que assim permaneceram até o final das

observações. Em todas as áreas, notadamente nas duas primeiras semanas de monitoramento, foram observados diásporos espalhados e ou com sinais de raspagem da polpa.

A presença de insetos de diferentes espécies nos diásporos agrupados nas áreas de estudo foi bastante variável. O pico de infestação ocorreu na quinta semana de monitoramento em todas as áreas, sendo a área 2 a que apresentou a maior taxa (19% ou 114 diásporos) seguida da área 3 (16,5% ou 99 diásporos) e da área 1 (15,89% ou 89 diásporos) (Figura 6). A taxa de diásporos infestados por insetos no pico de infestação nas áreas 1, 2 e 3 foram, respectivamente 6.35 ± 2.64 , 7.60 ± 4.57 e 6.6 ± 8.02 .

A taxa de diásporos não removidos foi dada pela diferença entre o número total de diásporos agrupados em cada uma das áreas de estudo e a taxa total de diásporos removidos em cada uma dessas áreas. A taxa acumulada de diásporos não removidos nas áreas 1, 2 e 3 foram, respectivamente 26.07 ± 4.98 , 30.73 ± 4.86 e 27.53 ± 7.63 .

Sob a copa e ao redor de quase todos os indivíduos de *C. coriaceum* selecionados foram encontradas escavações, para onde alguns diásporos foram naturalmente levados (Figura 7). A área que apresentou maior quantidade dessas escavações foi a área 1 (28) seguida da área 2 (26) e da área 3 (24). Isto implica que, em relação ao número de parcelas de 25 m² (5 x 5 m) o número de escavações feitas nas áreas 1, 2 e 3 representa, respectivamente 50%, 43,3% e 40% de todas as parcelas demarcadas. Tais buracos foram escavados pelo besouro *Strategus sp.* (Coleoptera, Scarabaeidae), conhecido popularmente no Brasil como “rola-bosta”.

Discussão

Ausência de plântulas e danos causados aos indivíduos jovens

A ação extrativista não causa danos aos indivíduos jovens de *C. coriaceum* nas áreas estudadas, haja vista que quase nenhum indivíduo desta categoria sofreu qualquer tipo de dano, mas a intensa coleta de frutos dessa espécie tem sido o principal fator para a ausência de plântulas nas áreas de estudo, haja vista que a disponibilidade dos mesmos para a dispersão secundária é bastante comprometida, exatamente pelo fato de que quase nenhum fruto é deixado no ambiente para ser removido pela fauna. Porém outros fatores, além do extrativismo, tais como a sazonalidade, o estado de conservação do ambiente, o fogo ou a não remoção de diásporos para locais adequados podem estar contribuindo para a verificada ausência de plântulas na região (Janzen 1970; Chapman e Chapman 1996; Araújo 1998a;

Hoffman 2000; Silva e Tabarelli 2001; Franco 2002; Muller-Landau et al. 2002; Peres et al. 2003; Alves e Metzger 2006; Jordano et al. 2006; Santos et al. 2006; Sri-Ngernyuang et al. 2007; Zardo 2008; Oliveira 2009a; Cavalcanti et al. 2009; Stefanello et al. 2010; Takahaschi 2010).

Em dois hectares de áreas pouco perturbadas de cerrado *stricto sensu* na região central do Brasil, onde o extrativismo do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) é inexistente, foram encontradas 168 plântulas desta espécie, indicando que a população está regenerando localmente, visto que esta população não está sofrendo exploração humana (Zardo 2008). Observando os resultados encontrados no trabalho deste autor, nota-se que a discrepância é muito grande em relação aos resultados que encontramos na FLONA-Araripe. Num estudo etnobotânico feito com extratores de pequi (*C. brasiliense*), que coletam os frutos da espécie na Chapada do “Areião”, Região Norte de Minas Gerais, que possui um cerrado em relevante estado de conservação e abundância alta de pequizeiros, 52% dos extrativistas disseram que é fácil ver plântulas da espécie no campo, enquanto que 29% dos entrevistados afirmaram nunca as terem avistado (Oliveira 2009a). Em uma análise comparativa de 23 populações de *Bertholletia excelsa* na Amazônia brasileira, peruana e boliviana foi constatado que os níveis de extração intensiva de castanha-do-pará ao longo do século passado foram tais, que o recrutamento juvenil é insuficiente para manter as populações a longo prazo (Peres et al. 2003). Os resultados que encontramos na FLONA-Araripe corroboram os resultados apresentados por Peres et al. (2003), visto que aqui a extração do pequi também é tida como intensa.

O longo período de estiagem (de cinco a seis meses) verificado na FLONA-Araripe (IBAMA 2004, 2006) pode, também, estar comprometendo o estabelecimento de plântulas na região. Em área de caatinga nativa foi verificada uma maior predominância de plântulas de *Spondias tuberosa* Arruda durante a estação chuvosa, porém nenhuma conseguiu sobreviver ao período de estiagem (Cavalcanti et al. 2009). A alta mortalidade de plântulas na estação seca também foi constatada por Araújo (1998a). Esta autora sustenta a hipótese de que ao final da estação chuvosa, plântulas ou morrem ou são recrutadas para o estágio juvenil na estação chuvosa subsequente. No cerrado, onde as condições ambientais são estressantes para a sobrevivência e o estabelecimento de plântulas, ao germinarem na estação chuvosa elas devem manter um rápido desenvolvimento inicial para resistir ao extenso período seco subsequente (Hoffman 2000; Franco 2002; Takahaschi 2010).

Nesta floresta, a ocorrência de incêndios está relacionada principalmente à ação humana de diversas formas, sendo a Estrada das Porteiras (onde se encontram localizadas as áreas 1 e 2 do nosso estudo) uma das áreas mais críticas (IBAMA 2006). O Plano de Manejo

desta unidade de conservação enumera os incêndios ocorrentes na FLONA-Araripe como sendo de causas acidentais (ritos religiosos que usam velas ou fogueiras, extrativismo do mel com uso de fogo, fogueiras de caçadores, queimadas agrícolas de propriedades do entorno sem controle) ou intencionais (pecuaristas para produzir pasto, vingança contra o IBAMA pela aplicação da legislação ambiental, degradação da vegetação para não competir com os pequiizeiros, além de mantê-los limpos, evitando acidentes com animais peçonhentos durante a coleta) (IBAMA 2004). No estudo etnobotânico realizado por Oliveira (2009a), em todas as ocasiões foi afirmado que o fogo é frequente no cerrado do Areião e 50% dos entrevistados afirmaram que a passagem dele pode causar a morte das plântulas. Com frequência, o fogo incide sobre algumas áreas da Chapada do “Areião”, devido à ação de criadores de gado, que procuram com esta prática estimular a rebrota de gramíneas para formar novas pastagens na época da seca (Oliveira 2009a). O fogo é um fator que torna o cerrado um ambiente severo para a sobrevivência e o crescimento de plantas lenhosas, causando um aumento geral da taxa de mortalidade (Hoffman 2000).

Além das possíveis causas citadas acima para explicar a ausência de plântulas nas áreas estudadas na FLONA-Araripe, diversas linhas de evidências sugerem que a capacidade de recrutamento das árvores frutíferas tropicais varia em função da distância da árvore-mãe (Janzen 1970; Chapman e Chapman 1996), sendo que a germinação de sementes sob a copa das árvores, devido a não remoção para locais adequados, causa uma mortalidade expressiva das plântulas, reduzindo a probabilidade de sucesso no desenvolvimento e recrutamento das mesmas (Silva e Tabarelli 2001; Santos et al. 2006). Isto pode estar ocorrendo com os diásporos de *C. coriaceum*, que foram enterrados pelo besouro *Strategus sp.* (Coleoptera, Scarabaeidae) sob a copa dos pequiizeiros.

É visto na literatura que os insetos desta família podem ser utilizados como excelentes bioindicadores de modificações ambientais (Davis et al. 2001; Estrada e Coates-Estrada 2002; Davis e Philips 2005; Lewinsohn et al. 2005; Nichols et al. 2007) e encontram-se difundidos em quase todos os ambientes na faixa tropical, incluindo desertos, fazendas, florestas e pastagens (Vaz-De-Mello 2000; Maleque et al. 2009). Além de fezes e carniça, alguns representantes desta família de insetos podem usar frutos em decomposição como recurso alimentar (Vaz-De-Mello 2000; Hernández 2007; Silva et al. 2008; Costa et al. 2009; Maleque et al. 2009; Silva et al. 2010), que pode auxiliar na dispersão de sementes (Shepherd e Chapman 1998; Andresen 2001, 2003), com potenciais efeitos de longo alcance sobre a manutenção ou regeneração da floresta (Andresen 2003). No entanto, estes besouros podem contribuir com o estabelecimento de plântulas, enterrando sementes contidas em fezes de dispersores de *C. coriaceum* ou sementes removidas e deixadas longe da planta-mãe.

Caracterização da remoção natural de diásporos

Foi na área 1 que registramos o maior número de buracos escavados pelo “rola-bosta” (50% do total de parcelas de 25 m²), o que pode ter contribuído para a maior taxa de diásporos não encontrados sob a copa dos pequizeiros nesta área.

Nossos resultados de taxa acumulada de remoção natural de diásporos foram pouco diferentes, para a área 3, dos encontrados em áreas de cerrado pouco perturbadas em excelente estado de conservação na região central do Brasil (Zardo e Henriques 2007; Zardo 2008; Oliveira 2009a). Enquanto que no nosso estudo encontramos na área 3 (predominância de cerrado) 31,17% de diásporos removidos após oito semanas consecutivas de monitoramento, em período semelhante foi encontrada uma taxa de remoção de \cong 36% (Zardo 2008) e \cong 33% (Oliveira 2009a). Ao analisar estes resultados, percebe-se que foi exatamente a área 3 da FLONA-Araripe, que apresentou maior semelhança com os resultados obtidos por Zardo (2008) e Oliveira (2009a) em períodos semelhantes de monitoramento. Zardo (2008) considerou baixa a taxa de remoção natural de diásporos na área que ele estudou, porém se levarmos em consideração o número de diásporos agrupados por este autor chegaremos a mais ou menos 70 diásporos removidos, e no nosso estudo a área onde se observou menor taxa de remoção natural, no mesmo período de monitoramento foi a área 2 (139 diásporos). No entanto, se a nossa amostragem fosse feita com um número de diásporos reduzido, 150 (Oliveira 2009a) ou 200 (Zardo 2008), chegaríamos a taxas de remoção próximas dos 100 % em todas as áreas estudadas no interior da FLONA-Araripe.

Estudos com taxas de remoção natural de diásporos revelam que a maior taxa de remoção ocorre nas primeiras semanas após a dispersão (Forget 1996; Zardo e Henriques 2007; Zardo 2008). Isto também foi observado neste trabalho, e está relacionado com o fato de que diásporos que permanecem sem serem dispersos por muito tempo são sujeitos a predação por organismos tais como fungos, insetos e vertebrados (Janzen 1971; Forget 1996), o que diminui a sua atratividade tanto pela redução do aroma como pelo comprometimento da aparência (Zardo e Henriques 2007; Zardo 2008). Isto pode ser uma indicação de que nos primeiros dias a maioria dos animais utiliza a polpa, por ser mais atrativa, e não a semente (Zardo e Henriques 2007; Zardo 2008).

Para contribuir com uma dispersão de diásporos bem sucedida, medidas de proteção aos dispersores naturais deveriam ser adotadas, uma vez que a caça a estes animais frugívoros têm limitado o sucesso de dispersão e o recrutamento de plântulas (Asquith et al. 1997; Forget e Jansen 2007; Holbrook e Loiselle 2009; Lermyte e Forget 2009), principalmente em áreas

onde a ação extrativista é intensa, pois também é intensificada a caça aos dispersores (Forget e Jansen 2007). Mesmo sendo verificada que a síndrome de dispersão de *C. coriaceum* é zoocórica (Costa et al. 2004), neste estudo não verificamos quem são todos os dispersores naturais de diásporos desta espécie, mas sugerimos que mais estudos sejam realizados, a fim de que eles sejam identificados e, talvez com estes novos trabalhos, perguntas que aqui não foram respondidas possam ser esclarecidas.

Sem manejo adequado, as populações que sofrem intensa pressão do extrativismo sucumbirão a um processo de senescência e colapso demográfico, o que acabará ameaçando a economia extrativista (Peres et al. 2003). Em estudo realizado na região Centro-Oeste do Brasil foi verificado que a população de *C. brasiliense* continua crescendo com valores próximos de 100% de exploração (Zardo 2008). Este autor sugere que a exploração máxima sem causar impacto na fauna deveria ser de 57% da produção total de frutos. Algo diferente foi encontrado por Oliveira (2009a), no Norte de Minas. Segundo este autor, para não haver comprometimento do crescimento populacional de *C. brasiliense* na área estudada não deve ser coletado mais de que 91% dos diásporos disponíveis, mas quando considerado o consumo destes pela fauna o extrativismo não deve exceder a 36,3% do total de frutos.

Impactos negativos são relatados em 66% dos estudos revisados sobre os efeitos ecológicos do extrativismo, mas detectar se tais efeitos são realmente devido ao extrativismo exige desenhos experimentais mais rigorosos (Neumann e Hirsch 2000). O efeito do extrativismo em uma população depende da frequência e intensidade de coleta, das condições ambientais e da capacidade dos indivíduos para sobreviver e reproduzir após os eventos de coleta (Ticktin 2004). Zelar por não destruir as plântulas e deixar de explorar parte dos frutos são medidas necessárias, tendo em vista que estes são utilizados pela fauna, que contribui com a formação da estrutura da população através do processo de dispersão de sementes, de modo que os frutos removidos não são necessariamente predados (Van Andel 2006; Zardo 2008; Oliveira 2009a). Portanto, a coleta comercial de frutos e sementes pode tornar problemático o recrutamento de novas plantas na floresta (Peres et al. 2003; Van Andel 2006; Fiedler et al. 2008; Zardo 2008; Oliveira 2009a), onde é cada vez mais claro que a dispersão de sementes é fundamental para o recrutamento de plântulas (Janzen 1970; Howe 1984; Asquith et al. 1999; Harms et al. 2000).

Conclusões

A ação extrativista não causa danos físicos aos indivíduos jovens de *Caryocar coriaceum* nas áreas estudadas no interior da Floresta Nacional do Araripe - (Ceará, região Nordeste do Brasil), mas a intensa coleta de frutos da espécie na região está comprometendo a germinação e o estabelecimento de plântulas, pois não são deixados frutos para a remoção por parte dos animais dispersores. Isto futuramente poderá levar as populações de *C. coriaceum* estudadas a um estado de senescência, diminuindo ainda mais a quantidade de indivíduos disponíveis e, por consequência, a oferta de frutos, causando extremo prejuízo na economia extrativista da região, comprometendo também aspectos sociais e culturais ligados à coleta do pequi. Esta tendência pode ser estendida para outras espécies de árvores tropicais, onde a ação extrativista é intensa, comprometendo futuramente a densidade populacional das mesmas.

Neste estudo foi verificado que não há diferenças significativas entre a taxa de remoção natural de diásporos e as áreas estudadas, porém mais estudos são necessários para se identificar os reais dispersores da espécie, a fim de que medidas de proteção aos mesmos possam ser adotadas.

Acredita-se que as informações contidas neste trabalho possam vir a auxiliar futuros estudos que possam vir a ocorrer e ainda contribuir para a elaboração de um plano de manejo sustentável na região, que envolva não só a participação de pesquisadores e administradores públicos, mas também as comunidades locais que dependem extremamente da extração do pequi para subsistência e comércio.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) pela autorização concedida para realização deste estudo e pela concessão de alojamento para nossa equipe de campo no interior da Floresta Nacional do Araripe, o que facilitou bastante o desenvolvimento do nosso trabalho; Aos amigos Edvan, Rivaldo, Thiago, Luiz e Gilmário, pelos momentos de descontração e alegria no alojamento e ao Edvan em especial, pelas contribuições em campo; Ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida a E. L. Araújo e U. P. Albuquerque; Aos colegas do Laboratório de Etnobotânica Aplicada (LEA) pela contribuição intelectual e em campo, especialmente Alyson Luiz Santos de Almeida, José Ribamar de Sousa Júnior, Rafael Ricardo Vasconcelos da Silva e

Washington Soares Ferreira Júnior; Aos pesquisadores da UNICAMP pela utilização das parcelas demarcadas.

Referências Bibliográficas

Accioly LJ, Pacheco A, Costa TCC, Lopes OF, Oliveira MAJ (2002) Relações empíricas entre a estrutura da vegetação e dados do sensor TM/LANDSAT. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 6:492-498.

Agra MF, Freitas PF, Barbosa-Filho JM (2007) Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 17:114-140.

Alves LF e Metzger JP (2006) A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. *Biota Neotropica*, 6:1-26.

Andresen E (2001) Effects of dung presence, dung amount and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Micropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*, 78:17:61.

Andresen E (2003) Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography*, 26:87-97.

Araújo EL (1998a) Aspectos da dinâmica populacional em floresta tropical seca (Caatinga), Nordeste do Brasil. 95f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Araújo FS (1998b) Estudos fitogeográficos do carrasco no Nordeste do Brasil. 97f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Asquith NM, Wright SJ, Clauss MJ (1997) Does mammal community composition control recruitment in neotropical forests? evidence from panama. *Ecology*, 78:941-946.

Asquith NM, Terborgh J, Arnold AL, Riveros CM (1999) The fruits the agouti ate: *Hymenaea courbaril* seed fate when its disperser is absent. *Journal of Tropical Ecology*, 15:229-235.

Braga R (1976) Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. 3.ed. Mossoró.

Ayres M, Ayres Júnior M, Ayres DL, Santos AS (2007) BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá.

Caldeira Júnior CF, Rocha SL, Santos WG, De Paula TOM, Santos AM, Araújo CB, Martins ER, LOPES PSN (2007) Ecogeografia e etnobotânica do *Caryocar brasiliensis* no Norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Biociências*, 5:477-479.

Carvalho GMBS, Souza MJN, Santos SM, Almeida MAG, Freitas Filho MR (2007) Compartimentação Geoambiental da Mesorregião do Sul Cearense. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13. (SBSR), Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 3797-3803. CD-ROM; On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. (INPE-16380-PRE/10958).

Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/10.20.16.57>>. Acesso em: julho de 2010

Cavalcanti NB, Resende M, Brito LTL (2009) Regeneração natural e dispersão de sementes do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda.) no sertão de Pernambuco. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, 6:342-357.

Cordeiro NJ e Howe HF (2003) Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 100:14052-14056.

Costa IR, Araújo FS, Lima-Verde LW (2004) Flora e aspectos auto-ecológicos de um enclave de cerrado na chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. Acta bot. bras. 18:759-770.

Costa CMQ, Silva FAB, Farias AI, Moura RC (2009) Diversidade de Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) coletados com armadilha de interceptação de voo no Refúgio Ecológico Charles Darwin, Igarassu-PE, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia, 53:88-94.

Cunningham AB (2001) Opportunities and constraints on sustainable harvest: plant populations. In: A.B. Cunningham. Applied ethnobotany: people, wild plant use and conservation. London: Earthscan Publications Ltd, pp. 144-191

Chapman CA e Chapman LJ (1996) Frugivory and the fate of dispersed and non-dispersed seeds of six african tree species. Journal of Tropical Ecology, 12:491-504.

Davis AJ, Holloway JD, Huijbregts H, Krikken J, Kirk-Spriggs AH, Sutton SL (2001) Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. Journal of Applied Ecology, 38:593-616.

Davis ALV, Philips TK (2005) Effect of Deforestation on a Southwest Ghana Dung Beetle Assemblage (Coleoptera: Scarabaeidae) at the Periphery of Ankasa Conservation Area. Environmental Entomology, 34:1081-1088.

Estrada A e Coates-Estrada R (2002) Dung beetles in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat island at Los Tuxtlas, Mexico. Biodiversity and Conservation, 11:1903-1918.

Fiedler CS, Soares TS, Silva GF (2008) Produtos Florestais Não Madeireiros: Importância e Manejo Sustentável da Floresta. Revista Ciências Exatas e Naturais, 10:263-278.

Figueiredo RW, Maia GR, Figueiredo EAT (1989) Propriedades físico-químicas e composição dos ácidos graxos da fração lipídica da polpa e amêndoa do piqui (*Caryocar coriaceum* Wittm.). Revista Ciência Agrônômica, 20:135-139.

Filho PTA, Silva JAA, Meunier IMJ, Ferreira RLC (2001) Fisionomias da cobertura vegetal da Floresta Nacional do Araripe, estado do Ceará. Revista Brasil florestal, 20:13-21.

Forget P-M. Removal of seeds of *Carapa procera* (Meliaceae) by rodents and their fate in rainforest in French Guiana (1996). Journal of Tropical Ecology, 12:751-761.

Forget P-M e Jansen, PA (2007) Hunting Increases Dispersal Limitation in the Tree *Carapa procera*, a Nontimber Forest Product. Conservation Biology, 21:106-113.

- Franco A (2002) Ecophysiology of woody plants. In: Oliveira, P.; Marquis, R. (Eds.). *Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. New York, Columbia University Press
- Giehl ELH, Athayde EA, Budke JC, Gesing JPA, Einsiger SM, Canto-Dorow TS (2007) Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 21:137-145.
- Gonçalves CU (2008) Os Piquizeiros da Chapada do Araripe. *Revista de Geografia*, 25:88-102.
- Hall P e Bawa K (1993) Methods to assess the impact of extraction of non-timber Tropical Forest products on plant populations. *Economic Botany*, 47:234-247.
- Harms KE, Wright SJ, Calderón O, Hernández A, Herre EA (2000) Pervasive density-dependent recruitment enhances seedling diversity in a tropical forest. *Nature*, 404:493-495.
- Hernández MIM (2007) Besouros Escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae) da Caatinga Paraibana, Brasil. *Oecol. Bras.*, 11:356-364.
- Hoffmann WA (2000) Post-Establishment Seedling Success in the Brazilian Cerrado: A Comparison of Savanna and Forest Species. *Biotropica*, 32:62-69.
- Holbrook KM e Loiselle BA (2009) Dispersal in a Neotropical tree, *Virola flexuosa* (Myristicaceae): Does hunting of large vertebrates limit seed removal? *Ecology*, 90:1449-1455.
- Howe HF (1984) Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biological Conservation*, 30:261-281.
- IBAMA (2004) Plano de Manejo da Floresta Nacional do Araripe. Brasília-DF: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
- IBAMA (2006) Plano Operativo de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais da Floresta Nacional do Araripe-Apodí. Brasília-DF: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
- Janzen DH (1970) Herbivores and the Number of Tree Species in Tropical Forest. *The American Naturalist*, 104:501-528.
- Janzen DH (1971) Seed Predation by Animals. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2:465-492.
- Jordano P, Galetti M, Pizo MA, Silva WR (2006) Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: Rocha, C. F. D; H. G. Bergallo; M. Van Sluys; M. A. S. Alves (Eds.). *Biologia da Conservação: Essências*. São Carlos: Editora Rima.
- Lermyte F e Forget, P-M (2009) Rapid assessment of dispersal failure and seedling recruitment of large-seeded non-timber forest products trees in a tropical rainforest. *Tropical Conservation Science*, 2:404-424.

Lewinsohn TM, Freitas AVL, Prado PI (2005) Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. *Megadiversidade*, 1:62-69.

Lima MF, Lima FAM, Teixeira MMS (1984) Mapeamento e demarcação definitiva da Floresta Nacional Araripe – Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, 15:59-69.

Lima-Verde LW e Freitas, BM (2002) Occurrence and Biogeographic Aspects of *Melipona quinquefasciata* in NE Brazil (HYMENOPTERA, APIDAE). *Braz. J. Biol.*, 62:479-486.

Lorenzi H (1992) Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum.

Maleque MA, Maeto K, Ishii HT (2009) Arthropods as bioindicators of sustainable forest management, with a focus on plantation forests. *Appl. Entomol. Zool.* 44:1–11.

Muller-Landau HC, Wright SJ, Calderón O, Hubbell SP, Foster RB (2002) Assessing recruitment limitation: concepts, methods and case-studies from a tropical forest. In: Levey, D. J; W. R. Silva; M. Galetti (Eds.). *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation*. CAB International, Wallingford, UK.

Neumann RP e Hirsch E (2000) Commercialisation of non-timber forest products: Review and analysis of research. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research; Rome: FAO.

Nichols E, Larsen T, Spector S, Davis AL, Escobar F, Favila M, Vulinec K (2007) Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis, *Biological conservation*, 137:1-19.

Oliveira MNS, Gusmão E, Lopes PSN, Simões MOM, Ribeiro LM, Dias BAS (2006) Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, 28:380-386.

Oliveira MEB, Guerra NB, Barros LM, Alves LE (2008) Aspectos agronômicos e de qualidade do pequi. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 32 p.

Oliveira WL (2009a) Ecologia populacional e extrativismo de frutos de *Caryocar brasiliense* Camb. no Cerrado no Norte de Minas Gerais. 82f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília-DF.

Oliveira MEB (2009b) Características Físicas, Químicas e Compostos Bioativos em Pequis (*Caryocar coriaceum* Wittm.) Nativos da Chapada do Araripe-CE. 123f. Tese (Doutorado em Nutrição). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Oliveira MLM, Nunes-Pinheiro DCS, Tomé AR, Mota E F, Lima-Verde IA, Pinheiro FGM, Campello CC, Morais SM (2010) In vivo topical anti-inflammatory and wound healing activities of the fixed oil of *Caryocar coriaceum* Wittm. seeds. *Journal of Ethnopharmacology*, 129:214-219.

Peres CA, Baider C, Zuidema PA, Wadt LHO, Kainer KA, Gomes-Silva DAP, Salomão RP, Simões LL, Franciosi ERN, Valverde FC, Gribel R, Shepard Jr GH, Kanashiro M, Coventry

P, Yu DW, Watkinson AR, Freckleton RP (2003) Demographic Threats to the Sustainability of Brazil Nut Exploitation. *Science*, 302:2112-2114.

Quirino G, Leite GO, Rebelo LM, Tomé AR, Costa JGM, Cardoso AH (2009) Campos, A. R. Healing potential of Pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) fruit pulp oil. *Phytochemistry Letters*, 2:179-183.

Rabêlo MAS, Torres MCL, Geraldine RM, Silveira MFA (2008) Extração, secagem e torrefação da amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 28:868-871.

Ribeiro-Silva S (2007) Ecologia de População e Aspectos Etnobotânicos de *Dimorphandra gardneriana* Tullasne (Leguminosae) na Chapada do Araripe, Ceará. 105f. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília-DF.

Rizzini CT (1971) Árvores úteis do Brasil – Manual de dendrologia brasileira. Editora Edgard Blücher LTDA. São Paulo-SP. 296p

Rocha MG, Rocha TC, Aguiar JLP, Junqueira NTV (2008) Dinâmica da produção extrativista de pequi no Brasil. In: Simpósio nacional cerrado, 9.; Simpósio internacional savanas tropicais, 2. 2008, Brasília. Anais... Brasília: Embrapa Cerrados.

Santos AF, Hildebrand E, Pacheco CHP, Pires PTL, Rochadelli R (2003) Produtos Não Madeireiros: conceituação, classificação, valoração e mercados. *Revista Floresta*, 33:215-224.

Santos BA, Melo FPL, Tabarelli M (2006) Seed shadow, seedling recruitment, and spatial distribution of *Buchenavia capitata* (Combretaceae) in a fragment of the Brazilian Atlantic Forest. *Brazilian Journal of Biology*, 66:883-890.

Sena Júnior DM, Rodrigues FFG, Freire PTC, Lima SG de, Coutinho HDM, Carvajal JCL, Costa JGM (2010) Physicochemical and spectroscopical investigation of Pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) pulp oil. *Grasas y Aceites*, 61:191-196.

Shepherd VE e Chapman CA (1998) Dung beetles as secondary seed dispersers: impact on seed predation and germination. *Journal of Tropical Ecology*, 14:199-215.

Silva MAP e Medeiros Filho S (2006) Morfologia de fruto, semente e plântula de piqui (*Caryocar coriaceum* Wittm.). *Revista Ciência Agronômica*, 37:320-325.

Silva MG e Tabarelli M (2001) Seed dispersal, plant recruitment and spatial distribution of *Bactris acanthocarpa* Martius (Arecaceae) in a remnant of Atlantic forest in northeast Brazil. *Acta Oecologica*, 22:259–268.

Silva PG, Garcia MAR, Vidal MB (2008) Besouros copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae *stricto sensu*) coletados em ecótono natural de campo e mata em Bagé, RS. *Ciência e Natura*, 30:71-91.

Silva PG, Silva FCG, Garcia MAR, Coelho EB, Martins LA (2010) Importância dos besouros rola-bosta (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) para o município de Bagé, Rio Grande do Sul. *Revista Congrega URCAMP*, ISSN: 1982-2960.

Soldati GT e Albuquerque UP (2008) Non-Timber Forest Products: an overview. *Functional Ecosystems and Communities*, 2:21-31.

Soldati GT e Albuquerque UP (2010) Produtos Florestais Não-Madeireiros: uma visão geral. In: Albuquerque, U. P.; Hanazaki, N. (Org.). *Árvores de valor e o valor das árvores: pontos de conexão*. Recife: NUPEEA.

Sri-Ngernyung K, Kanzaki M, Itoh A (2007) Seed production and dispersal of four Lauraceae species in a tropical lower montane forest, Northern Thailand. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 1:73-87.

Stefanello D, Ivanauskas N M, Martins SV, Silva E, Kunz SH (2010) Síndromes de dispersão de diásporos das espécies de trechos de vegetação ciliar do rio das Pacas, Querência – MT. *Acta Amazônica*, 40:141-150.

Takahashi FSC (2010) Atributos e tipos funcionais de espécies lenhosas no cerrado. 118f. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília-DF.

Ticktin T (2004) The ecological implications of harvesting non-timber forest products. *Journal of Applied Ecology*, 41:11-21.

Van Andel T (2006) Produtos florestais não-madeireiros – o valor das plantas selvagens. *Agrodok* nº 39, co-edição agromisa e CTA.

Vaz-de-Mello FZ (2000) Estado de Conhecimento dos Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. In: Martín-Piera, F.; Morrone, J. J.; Melic, A. (Eds.). **Hacia un proyecto CYTED para el Inventario y estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica**. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa.

Veloso HP, Rangel Filho ALR, Lima JCA (1991) Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

Veloso HP e Strang HE (1970) Alguns aspectos fisionômicos da vegetação do Brasil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 68:9-76.

Zardo RN e Henriques RPB (2007) Remoção de putâmens de pequi em uma área de cerrado stricto sensu. VIII Congresso de Ecologia do Brasil. 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu, MG.

Zardo RN (2008) Efeito do impacto da extração de frutos na demografia do pequi (*Caryocar brasiliense*) no Cerrado do Brasil central. 62f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília-DF.

LEGENDA DAS FIGURAS

Fig. 1- Localização da Floresta Nacional do Araripe, sul do estado do Ceará, Nordeste do Brasil.

Fig. 2- Desenho experimental utilizado para a caracterização da remoção natural de diásporos e danos causados às plântulas e indivíduos jovens em parcelas de 25 m² (5 x 5 m) próximo (< 5 m) e 100 m² (10 x 10 m) distante (> 5 m) do indivíduo reprodutivo de *C. coriaceum* nas três áreas de estudo no interior da Floresta Nacional do Araripe, Ceará, Nordeste do Brasil., respectivamente (Reproduzido de Lermyte e Forget 2009).

Fig. 3- (A) Diásporos de *Caryocar coriaceum* imaturos, ainda na árvore; (B) Diásporos de *C. coriaceum* descascados (C) Diásporos de *C. coriaceum* danificados; (D) Agrupamento e disposição de diásporos de *C. coriaceum* em parcelas de 25 m² nas áreas de estudo no interior da Floresta Nacional do Araripe, Ceará, Nordeste do Brasil (Fotos: Gilney Santos, 2011).

Fig. 4- Taxa acumulada de diásporos de *Caryocar coriaceum* removidos ao longo do tempo, baseado nas médias das remoções nas três áreas de estudo no interior da Floresta Nacional do Araripe, Ceará, Nordeste do Brasil.

Fig. 5- Taxa acumulada de diásporos de *Caryocar coriaceum* predados ao longo do tempo, baseado nas médias das predações nas três áreas de estudo no interior da Floresta Nacional do Araripe, Ceará, Nordeste do Brasil.

Fig. 6- Taxa acumulada de diásporos de *Caryocar coriaceum* infestados por insetos, baseado nas médias de infestação nas três áreas de estudo no interior da Floresta Nacional do Araripe, Ceará, Nordeste do Brasil.

Fig. 7- Escavação feita pelo besouro (Coleóptera, Scarabaeidae) do gênero *Strategus*, encontrada em uma das parcelas de 25 m² (5 x 5 m) sob a copa de um dos indivíduos reprodutivos de *Caryocar coriaceum* no interior da Floresta Nacional do Araripe, Ceará, Nordeste do Brasil (Foto: Gilney Santos, 2011).

Figura 1

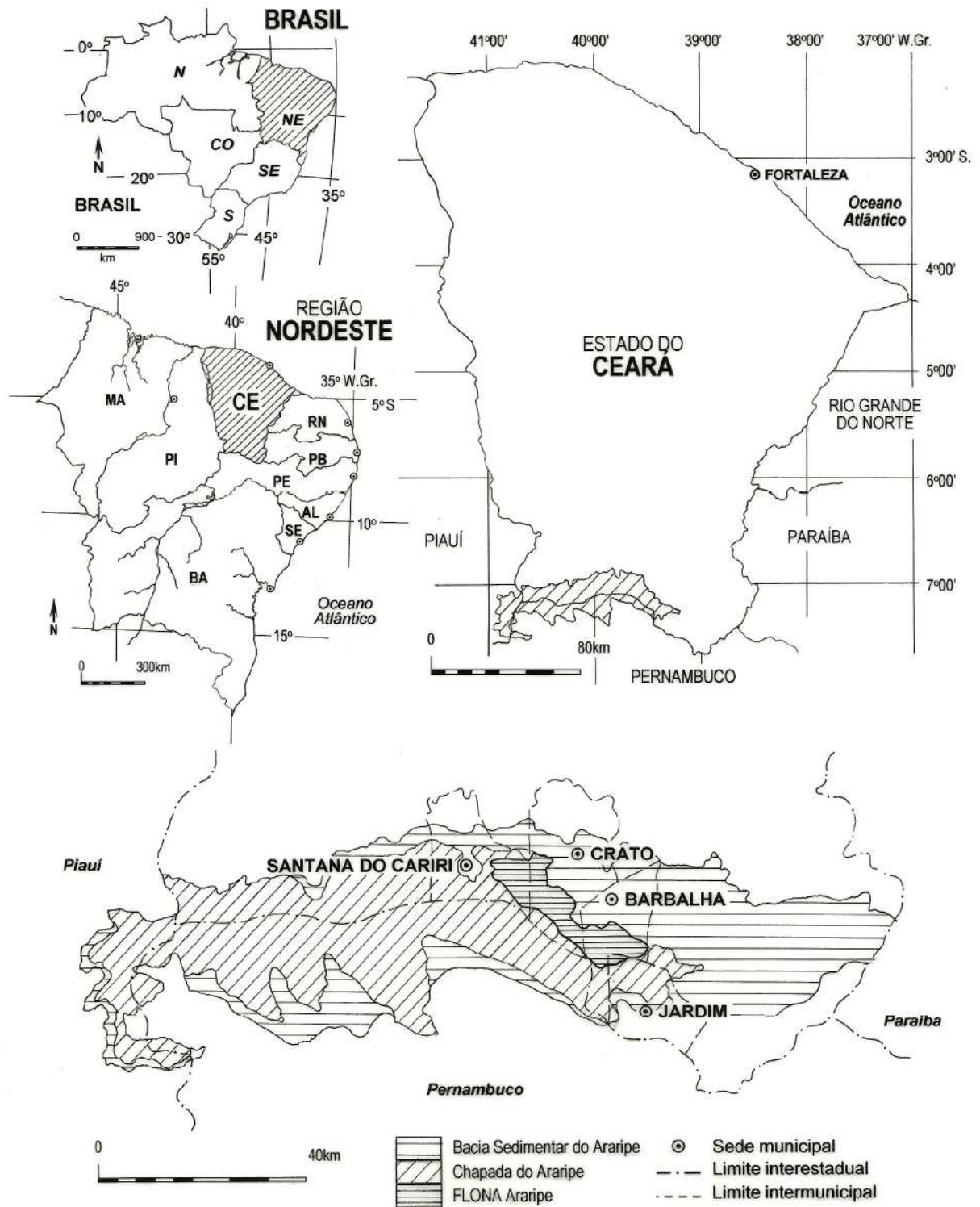


Figura 2

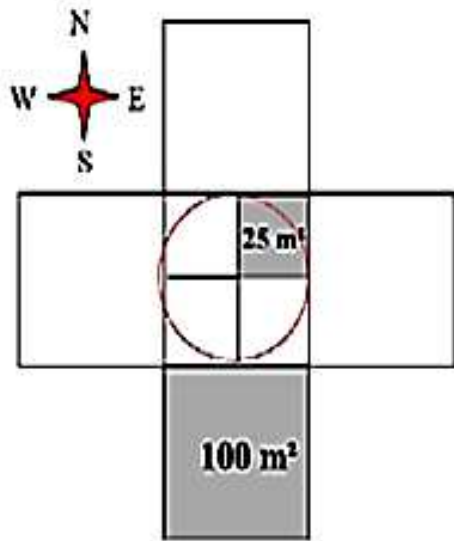


Figura 3

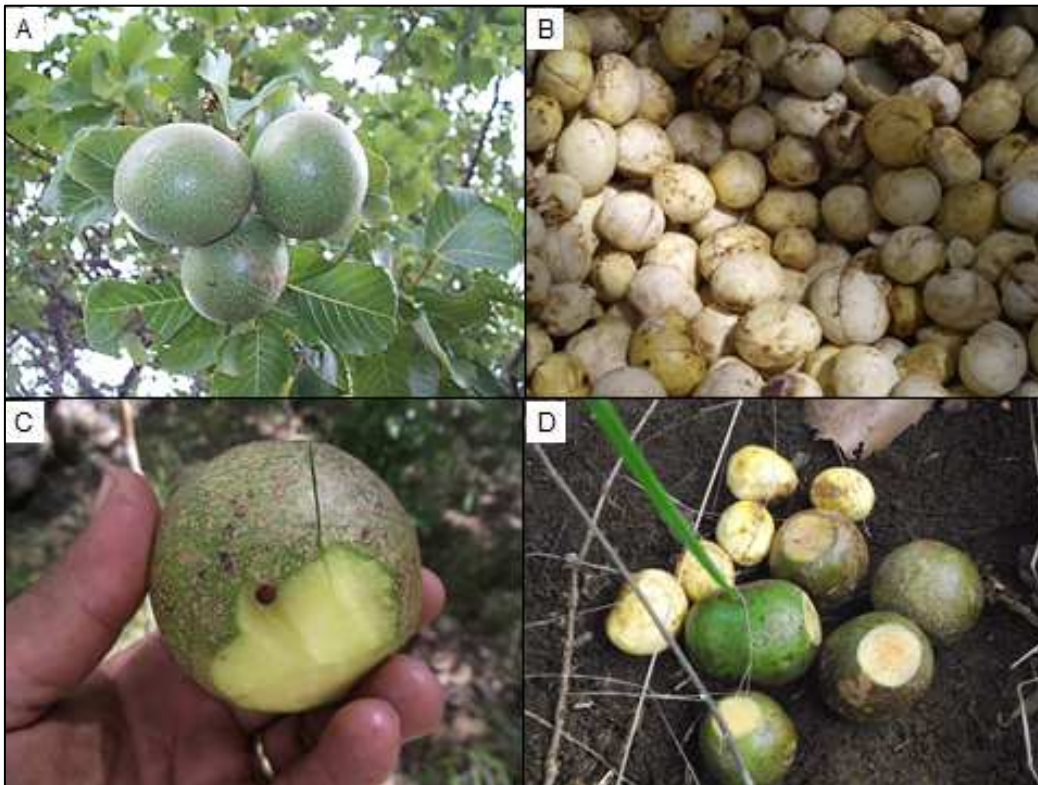


Figura 4

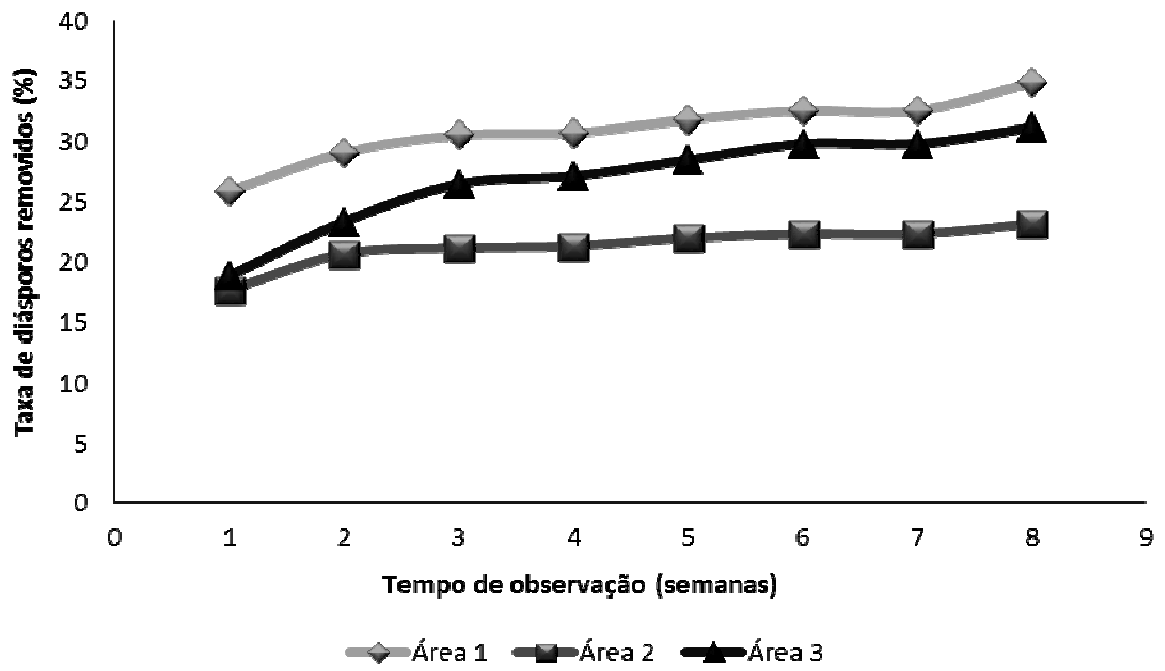


Figura 5

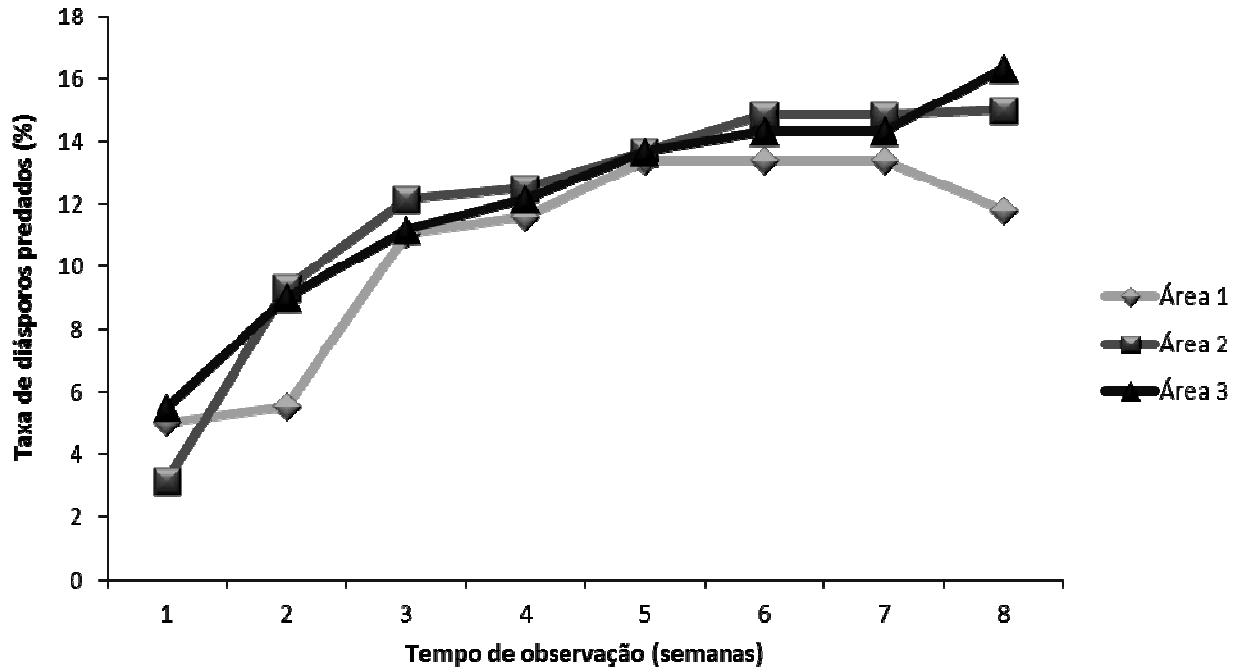


Figura 6

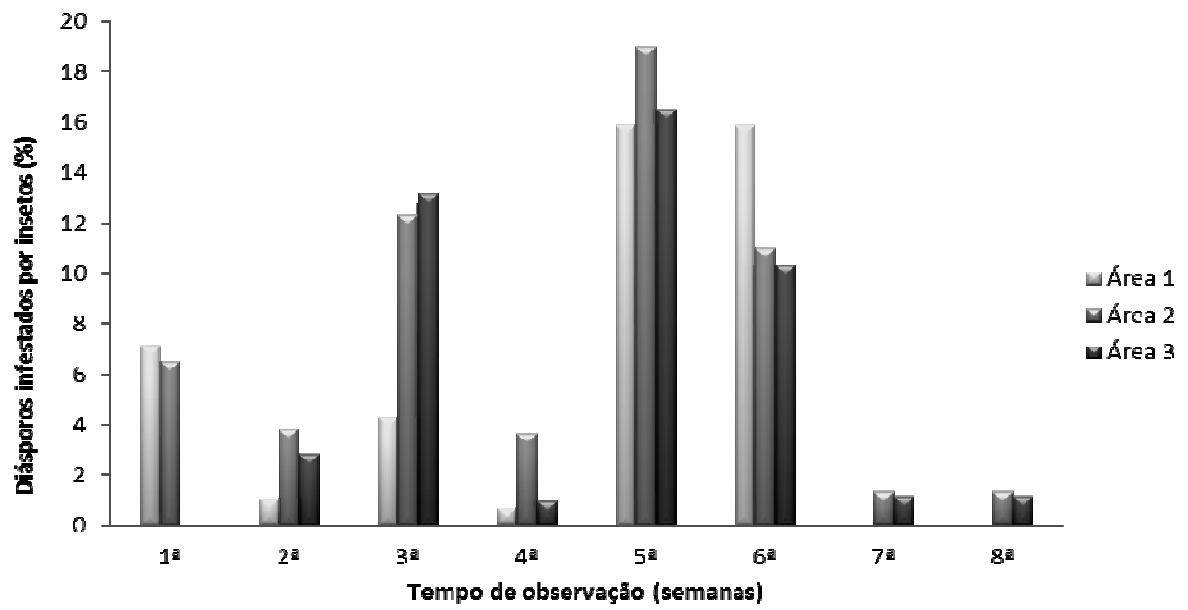


Figura 7



4. ANEXOS

ANEXO 1

Normas para publicação na revista
Biodiversity and Conservation

Aims and scope

Biodiversity and Conservation is an international journal devoted to the publication of articles on all aspects of biological diversity, its description, analysis and conservation, and its controlled rational use by humankind. The scope of Biodiversity and Conservation is wide and multidisciplinary, and embraces all life-forms. Research papers, as well as Editorials, Comments and Research notes, on biodiversity and conservation and contributions which deal with the practicalities of conservation management, economic, social and political issues and with case studies are welcome. The journal provides a forum for examining the conflict between sustainable development and human dependence on biodiversity, in fields such as agriculture, environmental management and biotechnology. The Editors encourage contributions from developing countries in order to realize proper global perspectives on matters of biodiversity and conservation. The journal also publishes Editorials, Comments and Research notes.

Online Manuscript Submission

Springer now offers authors, editors and reviewers of Biodiversity & Conservation the option of using our fully web-enabled online manuscript submission and review system. To keep the review time as short as possible (no postal delays!), we encourage authors to submit manuscripts online to the journal's editorial office. Our online manuscript submission and review system offers authors the option to track the progress of the review process of manuscripts in real time. Manuscripts should be submitted to: <http://bioc.edmgr.com>

The online manuscript submission and review system for Biodiversity & Conservation offers easy and straightforward log-in and submission procedures. This system supports a wide range of submission file formats: for manuscripts - Word, WordPerfect, RTF, TXT and LaTeX; for figures - TIFF, GIF, JPEG, EPS, PPT, and Postscript.

NOTE: By using the online manuscript submission and review system, it is NOT necessary to submit the manuscript also in printout + disk.

In case you encounter any difficulties while submitting your manuscript on line, please get in touch with the responsible Editorial Assistant by clicking on "CONTACT US" from the tool bar.

The journal also publishes Editorials, Comments and Research notes. These types of articles should be submitted to the Journals Editorial Office in the usual way, but authors should clearly indicate that they are Editorials, Comments or Research notes.

Electronic figures

Electronic versions of your figures must be supplied. For vector graphics, EPS is the preferred format. For bitmapped graphics, TIFF is the preferred format. The following resolutions are optimal: line figures - 600 - 1200 dpi; photographs - 300 dpi; screen dumps - leave as is. Colour figures can be submitted in the RGB colour system. Font-related problems can be avoided by using standard fonts such as Times Roman, Courier and Helvetica.

Colour figures

Springer offers two options for reproducing colour illustrations in your article. Please let us know what you prefer: 1) Free online colour. The colour figure will only appear in colour on www.springer.com and not in the printed version of the journal. 2) Online and printed colour.

The colour figures will appear in colour on our website and in the printed version of the journal. The charges are EUR 950/USD 1150 per article.

Language

We appreciate any efforts that you make to ensure that the language is corrected before submission. This will greatly improve the legibility of your paper if English is not your first language.

www.springer.com/authors/jrnlstylefiles

Manuscript Presentation

The journal's language is English. British English or American English spelling and terminology may be used, but either one should be followed consistently throughout the article. Leave adequate margins on all sides to allow reviewers' remarks. Please double-space all material, including notes and references. Quotations of more than 40 words should be set off clearly, either by indenting the left-hand margin or by using a smaller typeface. Use double quotation marks for direct quotations and single quotation marks for quotations within quotations and for words or phrases used in a special sense.

Number the pages consecutively with the first page containing:

running head (shortened title)

title

author(s)

affiliation(s)

full address for correspondence, including telephone and fax number and e-mail address

Abstract

Please provide a short abstract of 100 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Key words

Please provide 5 to 10 key words or short phrases in alphabetical order.

Abbreviations

Abbreviations and their explanations should be collected in a list.

Symbols and units

Please use the recommended SI units.

Nomenclature

The correct names of organisms conforming with the international rules of nomenclature must be used. Descriptions of new taxa should not be submitted unless a specimen has been deposited in a recognized collection and it is designated as a type strain in the paper. Biodiversity and Conservation uses the same conventions for the genetics nomenclature of bacteria, viruses, transposable elements, plasmids and restriction enzymes as the American Society for Microbiology journals.

Figures

All photographs, graphs and diagrams should be referred to as a 'Figure' and they should be numbered consecutively (1, 2, etc.). Multi-part figures ought to be labelled with lower case letters (a, b, etc.). Please insert keys and scale bars directly in the figures. Relatively small text and great variation in text sizes within figures should be avoided as figures are often reduced in size. Figures may be sized to fit approximately within the column(s) of the journal. Provide its approximate location in the margin. Please place the legends in the manuscript after the references.

Tables

Each table should be numbered consecutively (1, 2, etc.). In tables, footnotes are preferable to long explanatory material in either the heading or body of the table. Such explanatory footnotes, identified by superscript letters, should be placed immediately below the table. Please provide a caption (without abbreviations) to each table, refer to the table in the text and note its approximate location in the margin. Finally, please place the tables after the figure legends in the manuscript.

Section headings

First-, second-, third-, and fourth-order headings should be clearly distinguishable but not numbered.

Appendices

Supplementary material should be collected in an Appendix and placed before the Notes and Reference sections.

Notes

Please use endnotes rather than footnotes. Notes should be indicated by consecutive superscript numbers in the text and listed at the end of the article before the References. A source reference note should be indicated by means of an asterisk after the title. This note should be placed at the bottom of the first page.

Cross-referencing

In the text, a reference identified by means of an author's name should be followed by the date of the reference in parentheses and page number(s) where appropriate. When there are more than two authors, only the first author's name should be mentioned, followed by 'et al'. In the event that an author cited has had two or more works published during the same year, the reference, both in the text and in the reference list, should be identified by a lower case letter like 'a' and 'b' after the date to distinguish the works.

Examples:

Winograd (1986, p. 204)
 (Winograd 1986a, b)
 (Winograd 1986; Flores et al. 1988)
 (Bullen and Bennett 1990)

Acknowledgements

Acknowledgements of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the References.

References

1. Journal article:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 341:325–329

2. Inclusion of issue number (optional):

Saunders DS (1976) The biological clock of insects. *Sci Am* 234(2):114–121

3. Journal issue with issue editor:

Smith J (ed) (1998) Rodent genes. *Mod Genomics J* 14(6):126–233

4. Journal issue with no issue editor:

Mod Genomics J (1998) Rodent genes. Mod Genomics J 14(6):126–233

5. Book chapter:

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) The rise of modern genomics, 3rd edn. Wiley, New York

6. Book, authored:

South J, Blass B (2001) The future of modern genomics. Blackwell, London

7. Book, edited:

Smith J, Brown B (eds) (2001) The demise of modern genomics. Blackwell, London

8. Chapter in a book in a series without volume titles:

Schmidt H (1989) Testing results. In: Hutzinger O (ed) Handbook of environmental chemistry, vol 2E. Springer, Berlin Heidelberg New York, p 111

9. Chapter in a book in a series with volume title:

Smith SE (1976) Neuromuscular blocking drugs in man. In: Zaimis E (ed) Neuromuscular junction. Handbook of experimental pharmacology, vol 42. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp593–660

10. Proceedings as a book (in a series and subseries):

Zowghi D et al (1996) A framework for reasoning about requirements in evolution. In: Foo N, Goebel R (eds) PRICAI'96: topics in artificial intelligence. 4th Pacific Rim conference on artificial intelligence, Cairns, August 1996. Lecture notes in computer science (Lecture notes in artificial intelligence), vol 1114. Springer, Berlin Heidelberg New York, p 157

11. Proceedings with an editor (without a publisher):

Aaron M (1999) The future of genomics. In: Williams H (ed) Proceedings of the genomic researchers, Boston, 1999

12. Proceedings without an editor (without a publisher):

Chung S-T, Morris RL (1978) Isolation and characterization of plasmid deoxyribonucleic acid from *Streptomyces fradiae*. In: Abstracts of the 3rd international symposium on the genetics of industrial microorganisms, University of Wisconsin, Madison, 4–9 June 1978

13. Paper presented at a conference:

Chung S-T, Morris RL (1978) Isolation and characterization of plasmid deoxyribonucleic acid from *Streptomyces fradiae*. Paper presented at the 3rd international symposium on the genetics of industrial microorganisms, University of Wisconsin, Madison, 4–9 June 1978

14. Patent:

Name and date of patent are optional Norman LO (1998) Lightning rods. US Patent 4,379,752, 9 Sept 1998

15. Dissertation:

Trent JW (1975) Experimental acute renal failure. Dissertation, University of California

16. Institutional author (book):

International Anatomical Nomenclature Committee (1966) Nomina anatomica. Excerpta Medica, Amsterdam

17. Non-English publication cited in an English publication:

Wolf GH, Lehman P-F (1976) Atlas der Anatomie, vol 4/3, 4th edn. Fischer, Berlin. [NB: Use the language of the primary document, not that of the reference for "vol" etc.!]

18. Non-Latin alphabet publication:

The English translation is optional. Marikhin VY, Myasnikova LP (1977) Nadmolekulyarnaya struktura polimerov (The supramolecular structure of polymers). Khimiya, Leningrad

19. Published and In press articles with or without DOI:

19.1 In press

Wilson M et al (2006) References. In: Wilson M (ed) Style manual. Springer, Berlin Heidelberg New York (in press)

19.2. Article by DOI (with page numbers)

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. J Mol Med 78:74–80. DOI 10.1007/s001090000086

19.3. Article by DOI (before issue publication with page numbers)

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. J Mol Med (in press). DOI 10.1007/s001090000086

19.4. Article in electronic journal by DOI (no paginated version)

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. Dig J Mol Med. DOI 10.1007/s801090000086

20. Internet publication/Online document

Doe J (1999) Title of subordinate document. In: The dictionary of substances and their effects. Royal Society of Chemistry. Available via DIALOG. [http://www.rsc.org/dose/title of subordinate document](http://www.rsc.org/dose/title%20of%20subordinate%20document). Cited 15 Jan 1999

20.1. Online database

Healthwise Knowledgebase (1998) US Pharmacopeia, Rockville. <http://www.healthwise.org>. Cited 21 Sept 1998

Supplementary material/private homepage

Doe J (2000) Title of supplementary material. <http://www.privatehomepage.com>. Cited 22 Feb 2000

University site

Doe J (1999) Title of preprint. <http://www.uni-heidelberg.de/mydata.html>. Cited 25 Dec 1999

FTP site

Doe J (1999) Trivial HTTP, RFC2169. <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc2169.txt>. Cited 12 Nov 1999

Organization site

ISSN International Centre (1999) Global ISSN database. <http://www.issn.org>. Cited 20 Feb 2000

Proofs

Proofs will be sent to the corresponding author. One corrected proof, together with the original, edited manuscript, should be returned to the Publisher within three days of receipt by mail (airmail overseas).

Offprints

Fifty off prints of each article will be provided free of charge. Additional off print scan be ordered by means of an offprint order form supplied with the proofs.

Page charges and colour figures

No page charges are levied on authors or their institutions. Colour figures are published at the author's expense only.

Copyright

Authors will be asked, upon acceptance of an article, to transfer copyright of the article to the Publisher. This will ensure the widest possible dissemination of information under copyright laws.

Permissions

It is the responsibility of the author to obtain written permission for a quotation from unpublished material, or for all quotations in excess of 250 words in one extract or 500 words in total from any work still in copyright, and for the reprinting of figures, tables or poems from unpublished or copyrighted material.

Springer Open Choice

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer now provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer's online platform SpringerLink. To publish via Springer Open Choice, upon acceptance please click on the link below to complete the relevant order form and provide the required payment information. Payment must be received in full before publication or articles will publish as regular subscription-model articles. We regret that Springer Open Choice cannot be ordered for published articles.

www.springer.com/openchoice

Additional information

Additional information can be obtained from:

Biodiversity and Conservation

Springer

P.O. Box 17

3300 AA Dordrecht

The Netherlands

Fax: +31-78-6576254

Internet:

www.springer.com