

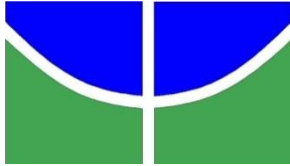
Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Ecologia
Programa de Pós-Graduação em Ecologia

Efeitos dos gradientes ecológicos e antrópicos na estrutura e
densidade populacional de *Caryocar brasiliense* Cambess.
(pequizeiro) no Cerrado do Planalto Central

Aelton Biasi Giroldo

Brasília

2012



Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Ecologia
Programa de Pós-Graduação em Ecologia

Efeitos dos gradientes ecológicos e antrópicos na estrutura e
densidade populacional de *Caryocar brasiliense* Cambess.
(pequizeiro) no Cerrado do Planalto Central

Aelton Biasi Giroldo

Orientador Dr. Aldicir Scariot

Dissertação apresentada ao Departamento
de Ecologia da Universidade de Brasília
como requisito à obtenção do Grau
de Mestre em Ecologia

Brasília, DF

2012



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

Ficha Catalográfica:

Giroldo, Aelton Biasi

Efeitos dos gradientes ecológicos e antrópicos na estrutura e densidade populacional de *Caryocar brasiliense* Cambess. (pequizeiro) no Cerrado do Planalto Central / Aelton Biasi Giroldo. – 2012.

44 f. : il. 210 x 297 mm

Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, 2012.

Orientação: Dr. Aldicir Scariot, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

1. Extrativismo. 2. Pecuária. 3. Raleamento da vegetação. 4. Produto florestal não-madeireiro. 5. Fertilidade do solo. I. Título. II. PGEco/UnB

Referência Bibliográfica:

Giroldo, A. B. 2012. Efeitos dos gradientes ecológicos e antrópicos na estrutura e densidade populacional de *Caryocar brasiliense* Cambess. (pequizeiro) no Cerrado do Planalto Central. Dissertação de Mestrado em Ecologia. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 44 p.

Cessão de direitos:

Autor: Aelton Biasi Giroldo

Título: Efeitos dos gradientes ecológicos e antrópicos na estrutura e densidade populacional de *Caryocar brasiliense* Cambess. (pequizeiro) no Cerrado do Planalto Central

Grau: Mestre

Ano: 2012

Science never stops,
it is always looking for more!

Anderson, D. R. 2008

Agradecimentos:

Começo aqui agradecendo aos meus pais, Antonio e Maria Aparecida que me apoiaram para vinda em Brasília, me deram apoio emocional, financeiro e a base para ser o que sou hoje. Sem vocês as coisas seriam muito mais difíceis, obrigado!

Agradeço ao meu orientador e amigo Aldicir Scariot, primeiramente, por ter aceitado me orientar, e principalmente, por ter me transmitido conhecimentos de vida e acadêmicos, pela paciência quando fui cabeça dura e cometi diversos erros.

Agradeço aos meus irmãos (Márllen e Catiele) pelo amor, conversa e boas risadas. Além de cuidados, apoio financeiro e ensinamentos.

A Natália, minha namorada que com paciência e boas risadas me apoiou na construção deste trabalho. Obrigado pelo amor e carinho, mesmo nos momentos em que estava estressado.

Agradeço ao amigo Dannyel Sá pela paciência, diversas correções, discussões, ajuda em campo e no R, ensinamentos, caronas e festas.

Ao amigo Daniel Vieira pela paciência, pelas pedaladas de domingo, festas e ensinamentos. Com certeza sem os seus diversos questionamentos não teria aprendido tanto.

Aos amigos Nilton (Biscoito), Juarez (Bolacha) pelas lições de vida, pelas conversas, discussões e por toda a ajuda no campo.

Agradeço também a Juliana pela ajuda com as planilhas, pela ajuda em campo, dicas e questionamento.

Agradeço a banca examinadora Dra. Isabel, Dr. Raimundo e Dr. John por terem aceitado o convite de participação, pelas boas sugestões e perguntas.

Ao amiga Isabela (Belinha) pelas conversas, pelas correções ortográficas, pelas partidas de war, pelas festas e ensinamentos.

Ao amigo Washington (Xitão) pelas diversas discussões, ajuda no R e festas.

Ao amigo Victor pelas conversas, discussões e ajuda no campo.

Aos pesquisadores Guarino Coli e Joseane Padilha pela ajuda estatística.

Aos amigos Daniel Oliveira, Rafael (Rastael), Felipe, Pedro Vasconcelos, Gledson (Irmão), Dilmar, Valdeci (Dudu) pela ajuda em campo;

Ao senhor Mendonça, Waldemar (Camarão) e Reinaldo pelas vezes que me levaram e ajudaram no campo;

Ao amigo Sérgio Noronha (Serginho) pelo auxílio na construção de mapas, instruções no GPS e dicas de áreas de estudo;

Aos pesquisadores e técnicos Luciano Bianchetti, Bruno Walter, Marcelo Simon, Glocimar e João (Xebinha) pela identificação das espécies, dicas de áreas de estudo e ensinamentos;

Aos amigos Aninha, Rodrigo, Pamela (Polaca), Samanta, Tatiana, Erika, Helder, Xandão, Luis, Gustavo, Gabriel Penido, Camila, Klécia, Regina, Erica, Lucas, Brisly que juntamente com os acima citados me fizeram dar boas risadas em bares e festas e tornaram a vida em Brasília mais fácil e divertida;

Agradeço ao Carlito e senhor Pedro, João Pagnussat, Salazar, Amaral (*in memoriam*), Alderico por cederem as áreas de estudo para desenvolvimento do trabalho;

A Embrapa Cerrados, Universidade de Brasília, Embrapa Cenargen e IBRAM por permitirem o desenvolvimento do trabalho em determinadas áreas;

Ao senhor Antônio e dona Lúcia de Água Boa – Rio Pardo de Minas, ao senhor Barbosa de Campo Azul, senhor José Antônio Alves e Baianinho de Japonvar, Paixão (Embrapa Cerrados) pelos ensinamentos e lições de vida;

Agradeço a Vanessa (Secretária do PPG) por toda a ajuda prestada durante o curso e principalmente durante a defesa dessa dissertação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos;

A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia pelo apoio logístico;

A toda equipe do PBE que de alguma forma contribuiu para a realização deste trabalho e a todas as demais pessoas que fizeram parte deste trabalho, pois com vocês realizar este trabalho foi mais fácil e divertido.

Meu sincero muito obrigado!

Índice:

| | |
|---|----|
| Resumo: | 1 |
| Abstract: | 2 |
| Introdução Geral: | 3 |
| Material e Métodos: | 9 |
| - Descrição da Espécie: | 9 |
| - Áreas de Estudo: | 10 |
| - Estrutura Populacional: | 13 |
| - Descrição do hábitat: | 15 |
| Aspectos abióticos | 15 |
| Aspectos bióticos: | 15 |
| - Análises: | 16 |
| Estruturas populacionais: | 16 |
| Dados biológicos e construção dos modelos de estágios de vida a priori: | 17 |
| Resultados: | 20 |
| - Descrição dos habitats: | 20 |
| - Estrutura Populacional: | 20 |
| - Estágios de vida e fatores bióticos e abióticos: | 21 |
| Discussão: | 29 |
| - Estrutura populacional: | 29 |
| - Estágios de vida e fatores bióticos: | 30 |
| - Estágios de vida, e fatores abióticos: | 31 |
| Conclusões: | 33 |
| Considerações Finais: | 33 |
| Referências Bibliográficas: | 35 |

Índice de Tabelas:

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Localização e área amostral das populações de <i>C. brasiliense</i> em Brasília e entorno. | 14 |
| Tabela 2. Modelos globais para cada variável dependente. | 18 |
| Tabela 3. Características dos solos e dos habitats em cada população de estudo. | 22 |
| Tabela 4. Densidade de plantas de <i>C. brasiliense</i> por hectare e fitofisionomia predominante em cada área. | 23 |
| Tabela 5. Ajuste do modelo para a equação exponencial negativa ($y = a.e^{-bx}$) e valores do Coeficiente de Assimetria (g_1) para cada população de <i>C. brasiliense</i> . Todos os modelos foram significativos ($p < 0,0001$). | 23 |
| Tabela 6. Comparações entre todos os pares de populações de <i>C. brasiliense</i> . Acima da diagonal principal estão os valores do teste de Kolmogorov-Smirnov e abaixo estão os valores de p, considerado significativo para valores $\leq 0,0045$ (Correção de Bonferroni). | 25 |
| Tabela 7. Melhores modelos ($QAICc$ e $AICc - 2$) e modelos globais (*) para cada estágio de vida de <i>C. brasiliense</i> | 27 |
| Tabela 8. Estimativa dos coeficientes () para as variáveis explanatórias dos modelos ponderados, com erro padrão (EP) incondicional, para a densidade de cada estágio de vida de <i>C. brasiliense</i> | 28 |

Índice de Figuras:

- Figura 1. Flores e frutos de *C. brasiliense* em corte longitudinal, evidenciando os putâmens..... 10
- Figura 2. Precipitação e temperatura média mensal em Brasília - DF. Dados dos últimos 12 anos para precipitação e de 1993 a 2004 para temperatura. Fonte: INMET (2012).
.....**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 3. Localização das onze áreas de estudo de *C. brasiliense* em Goiás e Distrito Federal. Para correspondência entre as siglas e as populações consultar Tabela 1..... 13
- Figura 4. Análise exploratória para verificar colinearidade entre as variáveis de frações granulométricas dos solos das populações de *C. brasiliense*. Abaixo da diagonal principal estão os resultados da Correlação de Pearson, na diagonal principal se encontram histogramas das variáveis e acima da diagonal principal estão os diagramas de dispersão para cada par de variáveis..... 18
- Figura 5. Fertilidade dos solos das áreas com *C. brasiliense* de Brasília e entorno. Para correspondência entre as siglas e populações amostradas consultar tabela 1. pH = acidez ativa, CTC = capacidade de troca catiônica, m = saturação por alumínio e V = saturação de bases..... 19
- Figura 6. Densidade de indivíduos de *C. brasiliense* por estágio de vida em cada área. 24
- Figura 7. Frequência de indivíduos de *C. brasiliense* por classes de diâmetro (pontos) e curvas ajustadas do modelo J reverso (linha contínua) para cada população..... 26

Resumo:

As populações naturais de plantas podem responder aos gradientes ecológicos e antrópicos nos quais estão inseridas. Estas respostas podem ser observadas através do estudo da estrutura das populações, que viabiliza a obtenção de informações de mudanças no recrutamento dos indivíduos ocorrido no passado, e podem ser usadas para fomentar estratégias de manejo e conservação. O pequiheiro (*Caryocar brasiliense*) produz um dos frutos nativos mais explorados do Cerrado e desempenha papel importante na segurança alimentar e geração de renda das populações rurais da região Central do Brasil. Neste sentido, este trabalho avaliou os efeitos dos gradientes ecológicos e antrópicos na estrutura e densidade populacional de pequiheiro. Foram estudadas 11 populações em áreas próximas a Brasília e amostrados um total de 33 ha. Em cada população mediu-se os diâmetros dos indivíduos que foram utilizados na análise das estruturas populacionais, ajuste ao modelo exponencial negativo e para avaliar o estado das estruturas populacionais e relacioná-las ao uso e manejo da terra. Os principais fatores antrópicos e ecológicos que poderiam estar relacionados à densidade em cada estágio de vida foram analisados a partir de modelos lineares generalizados (GLM) utilizando-se a abordagem da inferência múltipla. Todas as populações possuíam muitos indivíduos nas primeiras classes de tamanho e foram ajustadas ao modelo exponencial negativo. O uso da terra e manejo desempenham papéis importantes na manutenção das estruturas populacionais de pequiheiro, as populações mais perturbadas apresentaram menor ajuste ao modelo. O extrativismo e a pecuária não influenciaram os menores estágios de vida nas populações, provavelmente porque estes são realizados em baixa intensidade na região de estudo. O raleamento da vegetação comprometeu a densidade de juvenis, pois os indivíduos de diâmetro médio são cortados, e como *C. brasiliense* tem crescimento lento, o tempo decorrente não foi suficiente para a recuperação e as rebrotas são ainda classificadas como infantis. Adultos e juvenis foram mais abundantes em áreas de solo mais fértil, provavelmente devido ao maior crescimento e sobrevivência nestas áreas. O aumento dos intervalos ou a interrupção das práticas de raleamento da vegetação devem permitir a recuperação da estrutura da população. É possível conciliar múltiplos usos da terra em áreas de vegetação nativa com o uso sustentável e conservação de *C. brasiliense*.

Palavras-chave: extrativismo, pecuária, raleamento da vegetação, produto florestal não-madeireiro, fertilidade do solo.

Abstract:

The natural plant populations may respond to ecological and anthropogenic gradients. These responses can be observed by studying the population structure, which provides information on changes in the recruitment of individuals in the past, and can be used for management and conservation strategies. The pequi (*Caryocar brasiliense*) produces one of the most exploited native fruits in the Cerrado and plays an important role in food security and income for rural populations. Thus, this study evaluated the effects of anthropogenic and ecological gradients in the structure and density of *C. brasiliense*. We studied 11 populations in areas near Brasília, in Central Brazil, and sampled a total of 33 ha. Diameter size class distributions were fitted to the negative exponential model and the life stage of the population assessed to land use and management. Multiple, competing, hypotheses were assessed relating the density of each life stages and the main ecological and anthropogenic factors. All populations had many individuals in the first class and fitted to the negative exponential model. The land use and management play important roles in maintaining the population structure of *C. brasiliense*, with the more disturbed populations having lower fit to the negative exponential model. Fruit harvest and livestock did not influence the smaller life stages, probably because these activities are practiced at low intensity in the study region. Vegetation thinning influenced juvenile density, because individuals with medium diameter are cut and as *C. brasiliense* has slow growth and the time elapsed has not been long enough to resprouts to reach the juvenile life stage, and are still classified as saplings. Adults and juveniles were most abundant in areas of more fertile soil, probably due to higher growth and survival in these areas. Either increasing intervals between thinning events or ceasing this practice should allow the population structure recovery. It is possible to conciliate multiple uses in areas of native vegetation and promote the sustainable use and conservation of *C. brasiliense*.

Keywords: fruit harvest, livestock, vegetation thinning, non-timber forest products, soil fertility.

Introdução Geral:

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro com cerca de 2.000.000 km², ocupando áreas em Goiás, Tocantins, Distrito Federal, Bahia, Ceará, Maranhão, Piauí, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Paraná (Eiten, 1972). A precipitação média é de 1.650 mm anuais, com prevalência do clima Aw e presença de clima Cwa na porção sul do bioma, segundo a classificação de Köppen (Eiten, 1972; Silva *et al.*, 2008). Os solos são ácidos, com baixa fertilidade e alta concentração de alumínio (Eiten, 1972; Goodland & Pollard, 1973; Furley & Ratter, 1988) e juntamente com a disponibilidade de água e frequência de fogo determinam as fitofisionomias do bioma (Medina & Silva, 1990; Kauffman *et al.*, 1994; Miranda *et al.*, 2002).

O Cerrado possui onze tipos de fitofisionomias, distribuídas em formações florestais, savânicas e campestres (Ribeiro & Walter, 2008). O número de espécies conhecidas é semelhante à Amazônia, com 11.384 espécies de angiospermas e 36% de endemismo (Forzza *et al.*, 2010), porém enquanto a Amazônia possui 26,5% de sua área localizada em Unidades de Conservação, o Cerrado possui apenas 8,2% (CNUC/MMA, 2012). As áreas fora de unidades de conservação têm como principais ameaças os desmatamentos para plantio de monoculturas, principalmente soja, milho e cana-de-açúcar, e para a bovinocultura (Ratter *et al.*, 1997; Klink & Machado, 2005; Durigan *et al.*, 2007). Aproximadamente 39% da cobertura natural do bioma foi convertida em áreas urbanas, pastagens cultivadas, culturas agrícolas, reflorestamento e áreas de mineração (Sano *et al.*, 2010).

Tem-se discutido, nas últimas décadas, que a melhor forma de assegurar a manutenção dos ecossistemas tropicais é torná-los economicamente relevantes para as populações de suas proximidades (Neumann & Hirsch, 2000). A relevância dos ecossistemas naturais pode ser aumentada através da utilização dos produtos florestais não-madeireiros (PFNM), os quais são utilizados para subsistência e como complemento de renda para muitas famílias (Arnold & Townson, 1998; Neumann & Hirsch, 2000; Timko *et al.*, 2010).

Os PFNM são definidos como todo material biológico, que não seja madeira ou derivados que podem ser extraídos de ecossistemas naturais, plantações manejadas e serem utilizados para subsistência, serem comercializados ou que tenham um

significado social, cultural ou religioso (Wickens, 1991). Assim, os PFNM podem incluir plantas usadas para alimentos, forragem, combustível, remédios, fibras e bioquímicos, bem como animais para alimento, ornamentação e proteção (Wickens, 1991). O aumento da relevância econômica de um determinado PFNM é acompanhado na maioria dos casos pelo aumento nos níveis de extrativismo (Crook & Clapp, 1998; van Andel & Havinga, 2008), que podem impactar as populações exploradas (Peres *et al.*, 2003; Ticktin, 2004; Schmidt *et al.*, 2011) e a fauna associada à espécie explorada (Moegenburg & Levey, 2003).

Os impactos do extrativismo dependem da história de vida da planta (ervas perene suportam maior intensidade de extrativismo que árvores), do método de coleta (se é realizado quando o indivíduo é jovem ou adulto), da região de coleta (em algumas regiões as plantas crescem mais rápido ou produzem mais devido a maior disponibilidade de recursos), do tipo de uso da terra (algumas espécies possuem taxas de crescimento e produção distintas em florestas secundárias que em florestas primárias, ou em sistemas agroflorestais) (Ticktin, 2004; Schmidt *et al.*, 2011) e da parte da planta que é explorada (a coleta de cascas e folhas, que comprometem a sobrevivência dos indivíduos nas populações, normalmente causa mais impactos as populações que a coleta de frutos) (Ticktin, 2004), entretanto isto não significa que o extrativismo acentuado de frutos possa ser suportado (Peres *et al.*, 2003; Rist *et al.*, 2010).

Para o Cerrado foram listados 110 PFNM (Almeida *et al.*, 1998), destacando-se o babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.), mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.), murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) e pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess.) (Wunder, 1999). O pequi é o PFNM mais comercializado no Cerrado (Afonso & Ângelo, 2009), principalmente nos estados de Minas Gerais e Goiás (Wunder, 1999). A comercialização dos frutos da espécie desempenha papel importante na segurança alimentar e geração de renda das populações rurais. Os frutos do pequi podem ser consumidos *in natura*, a amêndoa pode ser retirada para consumo e para a fabricação de óleo (Araújo, 1995; Oliveira & Scariot, 2010) e durante a época de coleta, principalmente nos meses de novembro a fevereiro, uma família de três pessoas, pode coletar até 60 kg de caroços ao dia e ao final de uma safra a renda com o pequi pode ser equivalente a 5,5% da renda anual (Oliveira & Scariot, 2010). Na Central de Abastecimento do Distrito Federal a caixa de pequi, com aproximadamente 20 kg pode ser vendida por R\$ 20,00 (CEASA, 2011).

Estudos com *C. brasiliense* apontam para taxas de extrativismo sustentável para a espécie que variam de 37%, para uma população em Rio Pardo de Minas, MG (Oliveira, 2009) e 57% em uma população em Brasília, DF (Zardo, 2008). As variações nas taxas de extrativismo devem-se principalmente devido a diferenças nas áreas de estudo e dos métodos de análise utilizados em cada trabalho. A análise de várias populações ao longo de gradientes antrópicos e ecológicos é essencial para o manejo adequado e conservação da espécie. Embora no Cerrado já se tenha estudado os efeitos do extrativismo em outras espécies vegetais (exemplos: Gomes, 1998; Nepomuceno, 2006; Lima, 2008; Magalhães, 2011) e também para o pequi (exemplos: Zardo, 2008; Oliveira, 2009; Oliveira & Scariot, 2010), nenhum deles enfocou ao mesmo tempo os efeitos dos gradientes ecológicos e antrópicos na estrutura das populações. Além disso, a maioria dos estudos foi realizada em uma única população, tornando as considerações dos trabalhos limitadas às áreas de estudo e entorno.

Introdução:

A maneira mais rápida de avaliar o estado de uma população é através dos dados de estrutura populacional (Peters, 1994; Lykke, 1998), que são resultado de forma resumida, do recrutamento, mortalidade e taxa de crescimento ao longo do tempo (Hutchings, 1997; Kelly *et al.*, 2001). Embora não haja uma correlação direta entre a estrutura e as mudanças futuras nas populações, como crescimento e estabilidade (Virillo *et al.*, 2011), e que a estrutura da população de espécies de vida longa deva ser analisada com cautela (Feeley *et al.*, 2007), as incertezas na interpretação dos dados de distribuição de classes de tamanho e estágios de vida de uma população podem ser reduzidas através de análises comparativas de um grande número de populações (Souza, 2007).

A distribuição de classes de tamanho sumariza a idade cronológica dos indivíduos, que representa o tempo desde o seu aparecimento até a data em que estão sendo observados, enquanto que os estágios ontogenéticos são definidos pelo conjunto de características morfológicas e fisiológicas e representariam a função dos indivíduos dentro de uma população (Smirnova *et al.*, 2002). Populações com intensa regeneração geralmente apresentam uma curva de distribuição com muitos indivíduos nas primeiras classes de tamanho e com a forma de um J reverso (Condit *et al.*, 1998).

A curva de J reverso pode ser descrita por modelos matemáticos com a distribuição exponencial negativa. Foi descrita pela primeira vez na biologia por Leak (1965) e pode ser utilizada em qualquer população com crescimento rápido, onde ocorre competição e supressão, mas não haja mortalidade excessiva (Leak, 1965). Ecologicamente, a curva do tipo J reverso, definida pelo modelo exponencial negativo, apresenta taxa de mortalidade constante ao longo das classes ou estágios ontogenéticos (Hett & Loucks, 1976). Esta curva é reconhecida, tradicionalmente, como de populações em estado de equilíbrio ou crescimento, nas quais há uma taxa mais ou menos constante de estabelecimento de plântulas e os indivíduos adultos que morrem são substituídos por indivíduos que crescem das classes de menor tamanho (Peters, 1994). Entretanto, diversos autores encontraram a curva em forma de J para populações que estavam em declínio (Condit *et al.*, 1998; Wright *et al.*, 2003; Virillo *et al.*, 2011).

No Cerrado o declínio das populações naturais é gerado principalmente pelo desmatamento e entrada do gado nos fragmentos remanescentes (Ratter *et al.*, 1997; Pivello, 2005; Durigan *et al.*, 2007). Para a criação de gado normalmente é realizado o manejo da vegetação, caracterizado pelo desmatamento ou desbaste da vegetação, remoção dos indivíduos menores nas comunidades, seguido de queimada para facilitar a ocupação por gramíneas (Pivello & Coutinho, 1996; Klink & Machado, 2005). Essas práticas de manejo alteram a estrutura e a genética das populações (Lacerda *et al.*, 2008; Sebbenn *et al.*, 2008; Jenkins & Webster, 2009), e mesmo o Cerrado possuindo alta resiliência, os desmates estimulam o aumento da cobertura herbácea (Pivello & Coutinho, 1996).

A cobertura herbácea pode aumentar a competição nas camadas superficiais (Riginos & Young, 2007) e reduzir o crescimento e a probabilidade de transição dos indivíduos de uma população de uma classe para outra (Riginos, 2009). A cobertura afeta também a intensidade do fogo no Cerrado, pois durante a queimada são consumidos o estrato rasteiro e ramos mais finos (Castro & Kauffman, 1998; Munhoz & Amaral, 2010). A cobertura herbácea representa 94% do combustível consumido pelo fogo em áreas de Cerrado (Miranda *et al.*, 2002) e indivíduos com diâmetro inferior a cinco centímetros tem probabilidade de mortalidade da parte aérea de 95% em eventos de fogo (Medeiros & Miranda, 2005).

O gado utiliza o Cerrado como fonte de abrigo e para alimentação. As respostas à herbivoria por bovinos variam de acordo com a história de vida das plantas, ocorrendo aumento das espécies anuais e menores e redução das espécies perenes e mais altas (Vargas *et al.*, 2002; Díaz *et al.*, 2007). Além disso, o gado compromete a estrutura das populações (Riginos & Hoffman, 2003; Díaz *et al.*, 2007; Cesa & Paruelo, 2011), através do aumento da compactação dos solos, que dificulta o estabelecimento de indivíduos (Wilson, 1994) e herbivoria dos indivíduos menores (Tobler *et al.*, 2003; Pollock *et al.*, 2005), mesmo quando a bovinocultura é realizada em baixa densidade (Souza *et al.*, 2010).

A densidade e frequência dos indivíduos no Cerrado estão associadas à fertilidade e disponibilidade de água nos solos (Haridasan, 2008), algumas espécies são adaptadas a solos com baixa fertilidade e bem drenados (Eiten, 1972; Furley & Ratter, 1988), e ocorre o adensamento das comunidades em áreas com solos mais férteis e com maior disponibilidade de água (Furley & Ratter, 1988; Ruggiero *et al.*, 2002). A fertilidade do solo pode ser inferida principalmente pela saturação de bases, capacidade

de trocas de cátions (CTC), grau de acidez e saturação por alumínio (Reatto *et al.*, 2008). Os solos do Cerrado possuem elevada acidez, baixa troca catiônica e elevada saturação de alumínio, a qual afeta diretamente as raízes das plantas e indiretamente inibe a captação de cálcio e fósforo (Furley & Ratter, 1988; Furley, 1999). A disponibilidade de nutrientes e água está ligada diretamente com a textura dos solos (Coleman *et al.*, 2004; Rein & Duxbury, 2008), com solos argilosos apresentando maior conteúdo de água e nutrientes que solos arenosos (Jenny, 1980; Gomes *et al.*, 2004).

Além dos fatores edáficos, desmatamento e uso pelo gado, espécies que são utilizadas como produtos florestais não-madeireiros (PFNM) podem ter suas estruturas populacionais alteradas devido a sob exploração. O extrativismo tem como efeitos mais diretos alterações nas taxas de sobrevivência, crescimento e reprodução dos indivíduos coletados (Peters, 1994; Ticktin, 2004). Para o Cerrado, o pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Cambess.) está na lista dos 30 principais PFNM mais importantes. A coleta dos frutos de uma espécie reduz a quantidade de propágulos disponíveis para a germinação e se for persistente pode levar a população impactada gradualmente a extinção (Peters, 1994). Além da coleta de frutos, para *C. brasiliense* foi constatado que pode ocorrer a redução dos indivíduos menores devido a mortalidade dependente da densidade (Collevatti & Hay, 2011), provavelmente porque a dispersão é limitada e a maioria das plântulas se estabelecem abaixo da planta mãe (Collevatti *et al.*, 2003).

Entender quais os fatores ecológicos e antrópicos que afetam a densidade e distribuição de classes e estágios de vida das populações dos PFNM é essencial para fomentar a criação de políticas públicas, e subsidiar o manejo e conservação das espécies. Os objetivos deste estudo foram investigar a importância do tipo de uso da terra e manejo e dos gradientes ecológicos na estrutura populacional e densidade dos estágios ontogenéticos de *C. brasiliense*. Foram avaliadas 11 populações de *C. brasiliense*, pois inferências realizadas com poucas populações a cerca dos efeitos das perturbações antrópicas, tal qual extrativismo, geram conclusões limitadas e pouco robustas (Schmidt *et al.*, 2011). Para tal, foram levantadas as questões: 1. Há evidências de recrutamento entre classes de tamanho em populações de *Caryocar brasiliense* na paisagem? 2. Quais fatores ecológicos e antrópicos estão mais associados à densidade dos estágios ontogenéticos (plântulas, infantes, juvenis e adultos)? Os dados de estrutura populacional foram analisados quanto à assimetria da curva e ao ajuste ao J reverso, e estes foram associados às perturbações e fatores ecológicos de cada área. A abordagem

da inferência múltipla (Burnham & Anderson, 2002) foi utilizada para verificar quais fatores estavam associados à densidade em cada estágio ontogenético.

Material e Métodos:

- Descrição da Espécie:

Caryocaraceae é uma família exclusiva da região Neotropical, com 23 espécies distribuídas em dois gêneros, ocorrendo da Costa Rica ao Paraguai e Paraná, Brasil. No Brasil *Caryocar brasiliense* Cambess. Ocorre desde o planalto central até o Paraná (Prance & Silva, 1973), e pode ser encontrado em cerradão distrófico e mesotrófico, cerrado denso, cerrado, cerrado *strictu sensu* e cerrado ralo (Almeida *et al.*, 1998). A espécie é decídua, a queda de folhas ocorre no início da estação seca e as folhas novas surgem no início da estação chuvosa (Leite *et al.*, 2006).

Os adultos podem atingir até 10 metros de altura, entretando são geralmente menores e com o tronco retorcido. As folhas são trifolioladas, com a lâmina terminal maior que as lâminas laterais, e pubescentes, raramente glabras. Pecíolos de 1 a 10,5 cm de comprimento, com margens das folhas crenadas. As inflorescências são agrupadas em racema, com flores de coloração branco-amarelada, hermafroditas, actinomorfas e com muitos estames (55 a 750) (Figura 1) (Prance & Silva, 1973). A polinização é realizada geralmente por morcegos, havendo autocompatibilidade na polinização, porém há maior produção de frutos quando ocorre fecundação cruzada (Gribel & Hay, 1993).

A produção dos frutos ocorre principalmente entre os meses de outubro e janeiro, podendo ocorrer também em julho e agosto (Oliveira & Scariot, 2010). O fruto é uma drupa, contendo de um a quatro putâmens, podendo conter até seis. O epicarpo é fino, verde ou arroxeadado, enquanto o mesocarpo é amarelado, muito rico em óleo e com odor característico. Os putâmens são envolvidos por tecido carnosos (polpa comestível), de coloração que varia do branco ao amarelo e ao alaranjado (Figura 1). O endocarpo tem textura lenhosa e é recoberto por fibras esclerificadas, estreitamente compactas, e por agulhas da mesma estrutura (Almeida *et al.*, 1998; Lopes *et al.*, 2010).



Figura 1. Flores e frutos de *C. brasiliense* em corte longitudinal, evidenciando os putâmens.

- *Áreas de Estudo:*

- O estudo foi realizado em 11 áreas de cerrado *latu sensu* (Figura 2) (Ribeiro & Walter, 2008), com solos oxissolos distróficos e textura argilosa (Silva *et al.*, 2006), próximas à Brasília. As áreas mais próximas uma da outra distam aproximadamente 2 km e as mais distantes 100 km. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com pluviosidade média 1.469,3 mm ao ano (121,4 mm ao mês) e temperatura média de 22,0 °C (Figura 2) (INMET, 2012).

- A área da Fazenda Alderico (Alderico) está inserida em uma matriz com cultivares (milho e soja) e pastagem cultivada. O fragmento apresenta aproximadamente 168,8 hectares, e se localiza em área de transição cerrado denso para cerrado típico.

- A área da Chácara Amaral (Amaral) está localizada próxima a loteamentos e inserida em uma matriz com presença de pastagem cultivada. A área do fragmento é de aproximadamente 53,5 hectares, o tipo fitofisionômico predominante é cerrado típico e em uma das bordas do fragmento ocorre mata de galeria.



Figura 2. Precipitação e temperatura média mensal em Brasília - DF. Dados dos últimos 12 anos para precipitação e de 1993 a 2004 para temperatura. Fonte: INMET (2012).

- A Fazenda Água Limpa (FAL) foi criada para realização de experimentos e para a conservação da fauna e flora do Cerrado. Pertencente à Universidade de Brasília, faz parte da Área de Proteção Ambiental das Bacias do Gama e Cabeça do Veado, e possui no seu interior a Área Relevante de Interesse Ecológico Capetinga/Taquara. Possui uma área total de 4.340 hectares, 2.100 destes são de área nativa, com cerrado típico como fitofisionomia predominante.

- O Parque Ecológico dos Pequizeiros (Pequizeiro) possui aproximadamente 770,4 hectares. Foi criado em 7 de janeiro de 1999, pela lei nº 2.279, na Região Administrativa de Planaltina, na área da reserva legal do Núcleo Rural Santos Dumont. Tem como objetivos propiciar atividades de pesquisa, recuperar as áreas degradadas, desenvolver o ecoturismo e a educação ambiental. A área possui encostas, com cerrado típico, mata de galeria, e porções mais baixas e planas, onde foram demarcadas as parcelas, com cerrado típico e cerrado ralo.

- O Campus Planaltina do Instituto Federal de Brasília (IFB) foi criado como Escola Agrotécnica Federal de Brasília (EAF), em 1959. A área de estudo constitui um Cerrado em estágio avançado de regeneração, no qual foi realizada a remoção da vegetação com trator e lâmina há aproximadamente seis anos. A finalidade do desmatamento era para plantio de pastagem, entretanto por motivos desconhecidos, o

plantio não foi estabelecido e a área entrou em processo de regeneração natural. A área possui aproximadamente 37 hectares em uma matriz de pastagens cultivadas e cerrado denso (41,8 hectares).

- A Embrapa Cerrados (CPAC) possui uma área experimental de 3.500 hectares, 700 destes constitui área de preservação permanente, onde estão inseridas as parcelas deste estudo. A fitofisionomia é caracterizada por cerrado denso e está em uma matriz envolta por cultivares agrícola.

- A Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAGE) possui 10.500 hectares. Está localizada a aproximadamente 50 km do plano piloto, é uma Unidade de Conservação de proteção integral. As pesquisas científicas e a visitação pública para fins educacionais só podem ser realizadas mediante autorização da Secretária de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do DF (licença para o presente trabalho nº 0391-000063/2011). A estação apresenta áreas com pouca ação antrópica, entretanto possui grandes manchas de capim gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.) devido à intensa ação antrópica do entorno (Silva Júnior & Felfili, 1996). A fitofisionomia predominante da área é o cerrado típico, no qual foram demarcadas as parcelas de estudo.

- A Fazenda Pagnussat (Gaúcho) é uma área destinada ao plantio agrícola, e possui uma reserva de aproximadamente 316,7 hectares. A maior parte da sua vegetação é cerrado típico e uma das bordas do fragmento possui uma vereda.

- A Fazenda Experimental Sucupira (Sucupira) é uma propriedade da União Federal (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA), que cedeu direitos à Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). A Sucupira tem sofrido grande pressão sobre a vegetação e recursos hídricos principalmente devido à acelerada expansão das zonas urbanas adjacentes (Walter & Sampaio, 1998). A área total da Sucupira é de 1.700,1 hectares, e o fragmento onde foi realizado o estudo possui aproximadamente 187,6 hectares.

- A Fazenda Salazar (Salazar) possui uma reserva de 34 hectares e esta inserida em uma matriz com cultivares agrícola (soja e milho principalmente). A fitofisionomia predominante é cerrado típico.

- A Fazenda Carlito (Carlito) possui uma reserva de 53,3 hectares. A área tem características de cerrado denso, entretanto devido ao raleamento da vegetação, com queimada subsequente para a criação de gado, a densidade da vegetação da área foi reduzida.

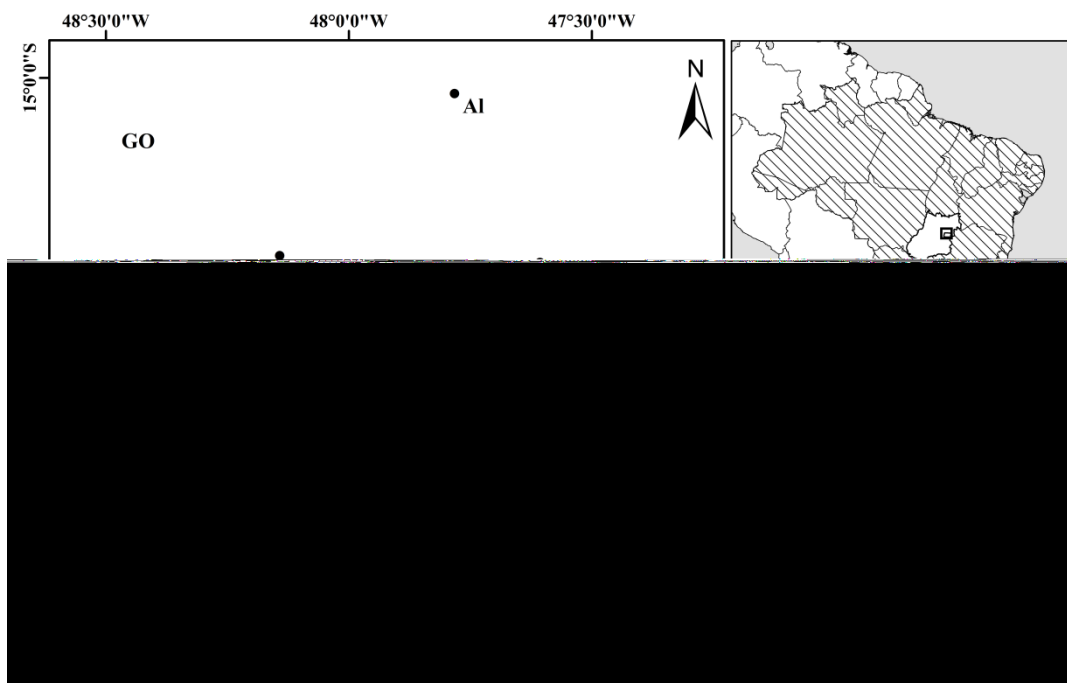


Figura 3. Localização das onze áreas de estudo de *C. brasiliense* em Goiás e Distrito Federal. Para correspondência entre as siglas e as populações consultar Tabela 1.

- *Estrutura Populacional:*

Os parâmetros demográficos das populações (densidade e estrutura por classe) foram amostrados utilizando-se parcelas de 50x100m (0,5 ha), entre os meses de julho e novembro de 2011. Em cada parcela os indivíduos foram marcados com placas numeradas e foram tomadas as medidas de altura com o auxílio de vara telescópica. Indivíduos com diâmetro acima ou igual a cinco centímetros foram mensurados à altura de 30 cm do solo (DA_{30}) e indivíduos com diâmetro inferior a cinco centímetros foram mensurados à altura do solo (DAS). A mensuração do diâmetro foi feita com auxílio de suta e paquímetro. Para indivíduos com mais de um diâmetro, estes foram transformados em área basal, somadas e posteriormente transformadas em um único diâmetro.

Na amostragem populacional buscou-se marcar um número mínimo de indivíduos por área (270 indivíduos), com objetivo de fornecer dados mais robustos

em trabalhos futuros de dinâmica populacional. Por este motivo, em algumas áreas foram estabelecidas oito, seis e quatro parcelas (Tabela 1), perfazendo quatro, três e dois hectares respectivamente.

Tabela 1. Localização e área amostral das populações de *C. brasiliense* em Brasília e entorno.

| Sigla Mapa | População | Coordenada | | Área Amostrada (ha) |
|---------------|------------|-------------|-------------|------------------------|
| | | Longitude | Latitude | |
| Al | Alderico | 47°46'57" O | 15°01'55" S | 2 |
| Am | Amaral | 47°42'26" O | 15°38'33" S | 3 |
| Ca | Carlito | 48°08'32" O | 15°21'56" S | 4 |
| CP | CPAC | 47°44'20" O | 15°35'46" S | 2 |
| ES | ESECAE | 47°36'10" O | 15°33'36" S | 3 |
| FA | FAL | 47°55'49" O | 15°57'29" S | 3 |
| Ga | Gaúcho | 47°36'24" O | 15°22'47" S | 3 |
| IF | IFB | 47°42'27" O | 15°39'27" S | 3 |
| Pe | Pequizeiro | 47°37'53" O | 15°40'33" S | 4 |
| Sa | Salazar | 47°40'55" O | 15°33'29" S | 3 |
| Su | Sucupira | 48°01'20" O | 15°55'50" S | 3 |

Os indivíduos foram classificados em quatro estágios, com significado biológico, mas que não indicam necessariamente a idade dos indivíduos. Foram consideradas plântulas os indivíduos sem rebrota, com diâmetro igual ou inferior a 1,9 cm e altura inferior ou igual a 55 cm, morfometria de plântula de um ano (W. L. Oliveira & A. Scariot, dados não publicados), infantes foram definidos como indivíduos de diâmetro inferior à 5 cm, pois a probabilidade de sobrevivência em eventos de fogo para indivíduos deste diâmetro é inferior a 5% (Medeiros & Miranda, 2005). Foram considerados juvenis indivíduos com diâmetro maior ou igual a 5 cm e menores que 8 cm. Estes indivíduos tem probabilidade de sobrevivência em eventos de fogo maior que 95% e ainda não são capazes de produzir frutos. Indivíduos com diâmetro maior ou igual a 8 cm foram considerados adultos, uma vez que mais de 95% dos indivíduos amostrados que produzem frutos possuem este diâmetro (Santana & Naves, 2003; A. Scariot & A. B. Giroldo, dados não publicados)

- *Descrição do hábitat:*

Aspectos abióticos

Foram coletadas aleatoriamente, em cada área, três amostras de solo de 0 a 30 cm de profundidade. As amostras foram homogeneizadas analisadas quanto à granulometria (argila, areia e silte) e fertilidade (acidez ativa, saturação por bases, saturação por alumínio e capacidade total de troca de cátions) (Reatto *et al.*, 2008).

Aspectos bióticos:

A porcentagem de cobertura do solo foi estimada por meio do método de interceptação de linha (Brower *et al.*, 1998), com uso de uma trena de 50 m de comprimento esticada. Este procedimento foi repetido seis vezes em cada área de estudo, e foi utilizado o percentual médio de cobertura para as análises.

As áreas foram classificadas quanto às seguintes perturbações antrópicas, extrativismo de frutos, utilização por bovinos e raleamento da vegetação, que é uma prática de manejo, na qual o estrato arboreo é reduzido para facilitar o estabelecimento das gramíneas que servem de alimento para o gado. As informações sobre o grau de extrativismo, de presença de gado e de raleamento da vegetação de cada uma das áreas de estudo foram obtidas a partir de entrevistas informais com os proprietários e moradores das proximidades de cada área e as informações fornecidas pelas entrevistas foram averiguadas com observações de campo. Assim em cada área verificou-se se havia ou não coleta de frutos, presença de gado ou de fezes e de cepos (tocos de árvores removidas). Utilizou-se a matriz de Interação adaptada (Leopold *et al.*, 1971) para a criação de um índice para cada uma das perturbações. A matriz foi composta por linhas representando as populações e por colunas representando as perturbações: índice de intensidade de uso pelo gado, raleamento da vegetação e extrativismo de frutos. As interseções entre linhas e colunas foram divididas em quatro quadrículas, as três primeiras representadas por pontuações que avaliam as características das perturbações variando de 0 (ausência da característica de perturbação) à 3 (perturbação muito presente) e a última representada pela soma das pontuações e utilizada para caracterizar da área, conforme esquematizado na matriz abaixo:

| População | Perturbação 1 | | Perturbação n | |
|-----------|---------------|---|---------------|---|
| | 1 | 4 | 1 | 4 |
| | 2 | 3 | 2 | 3 |
| | 1 | 4 | 1 | 4 |
| | 2 | 3 | 2 | 3 |

Campos das quadrículas: 1 – Severidade da perturbação; 2 – Extensão da Perturbação; 3 – Duração da Perturbação; 4 – soma de 1, 2 e 3, e ranque final da área.

- *Análises:*

Estruturas populacionais:

Para verificar se a densidade de indivíduos em cada estágio de vida difere entre populações utilizou-se tabela de contingência, com teste de chi-quadrado. A correlação entre a densidade de plântulas e adultos nas áreas foi verificada pela Correlação de Pearson, as variáveis foram log transformadas para normalização (Zar, 1999). Para verificar a similaridade entre as curvas de distribuição diamétrica das populações utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov, com correção de Bonferoni (Zar, 1999). Além disso, para descrever e comparar cada população foi utilizado o Coeficiente de Assimetria (g_1), que se refere à assimetria da distribuição e pode ser definido pelo terceiro momento da distribuição, dividido pelo cubo do desvio-padrão (Equação 1) (Legendre & Legendre, 1998).

$$\text{Equação 1. } g_1 = \frac{m_3}{m_2^{3/2}} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2)^{3/2}}$$

O coeficiente de assimetria (g_1) com valores menores que zero caracteriza uma curva com longa calda para a esquerda, com a predominância de indivíduos maiores, valores de g_1 maiores que zero caracterizam uma curva com calda longa para a direita e com muitos indivíduos nas primeiras classes de tamanho.

Os valores de assimetria (g_1) foram comparados aos da distribuição normal pelo teste de D'Agostino (D'Agostino, 1970), com correção de Bonferroni (Zar, 1999). Para o ajuste ao modelo de J reverso, as populações foram divididas em classes diâmetros de 1 cm. O modelo de distribuição de classe de tamanho J reverso foi ajustado a partir de um modelo exponencial negativo ($y = a \cdot e^{-bx}$), nesta equação, y representa o percentual de indivíduos em cada classe, x é o ponto médio das classes, a é o intercepto e b é a inclinação da curva, que representa biologicamente a taxa de mortalidade das populações (Hett & Loucks, 1976).

Dados biológicos e construção dos modelos de estágios de vida a priori:

Como o esforço de coleta foi diferente em cada área amostrada, os dados de densidade por estágio de vida foram padronizados por meio da média de indivíduos por hectare. As frações granulométricas (areia, silte e argila) não são independentes e foi utilizado a análise de correlação de Pearson para detectar colinearidade (Figura 4). Quando duas variáveis foram colineares ($r \sim 0,7$) foi mantida apenas a mais fácil de interpretar. Para reduzir o número de variáveis de fertilidade do solo estas foram submetidas à Análise de Componentes Principais (PCA) e os *scores* do primeiro e segundo eixo da PCA foram utilizados como índices resumidos de fertilidade (Figura 5).

A densidade em cada estágio de vida foi analisada com Modelos Lineares Generalizados (GLM). Para plântulas e infantes o ajuste foi realizado com a distribuição quasipoisson e para juvenis e adultos com a distribuição binomial negativa (Crawley, 2007). Foi comparada a densidade de cada estágio de vida, em cada área, utilizando-se as variáveis bióticas (área basal dos pequizeiros adultos, densidade total de pequizeiros, índices de intensidade de uso pelo gado, extrativismo de frutos de pequi, raleamento da vegetação e cobertura dos solos) e abióticas (índices de fertilidade da PCA e areia). Utilizou-se a abordagem da Teoria de Informação (Burnham & Anderson, 2002). A priori foram construídos 128 modelos para plântulas e infantes e 16 para juvenis e adultos. Os modelos possuíam todas as combinações possíveis de variáveis além de cada variável individualmente. O modelo global para cada variável resposta está representado na Tabela 2.

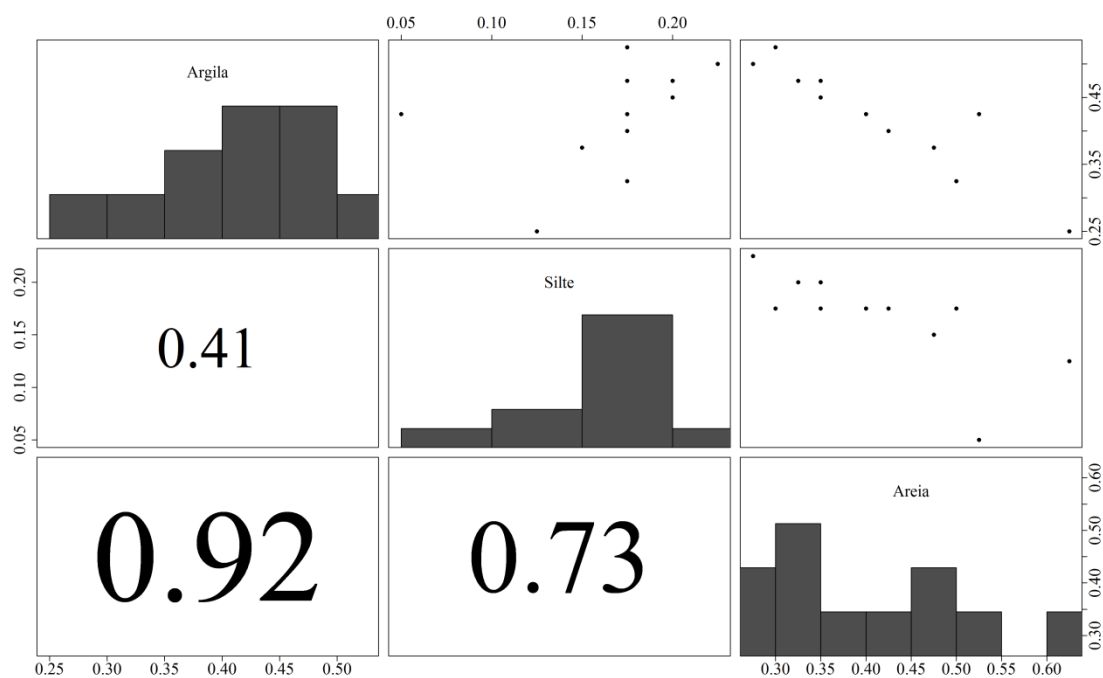


Figura 4. Análise exploratória para verificar colinearidade entre as variáveis de frações granulométricas dos solos das populações de *C. brasiliense*. Abaixo da diagonal principal estão os resultados da Correlação de Pearson, na diagonal principal se encontram histogramas das variáveis e acima da diagonal principal estão os diagramas de dispersão para cada par de variáveis.

Tabela 2. Modelos globais para cada variável dependente.

| Variável dependente | Modelo global |
|------------------------|--|
| Densidade de plântulas | \sim ABA + DT + G + RV + Ex + Ar + CS |
| Densidade de infantes | \sim DT + G + RV + Ar + CS + Fert1 + Fert2 |
| Densidade de juvenis | \sim RV + Fert1 + Fert2 + Ar |
| Densidade de adultos | \sim RV + Fert1 + Fert2 + Ar |

ABA = área basal dos pequizeiros adultos, DT = Densidade total de pequizeiros, G = índice de intensidade de uso pelo gado, RV = índice de raleamento da vegetação, Ex = índice de extrativismo, Ar = Percentual de areia, CS = Cobertura do solo, Fert1 e Fert2 = *Scores* do primeiro e segundo eixo da PCA com variáveis de fertilidade do solo.

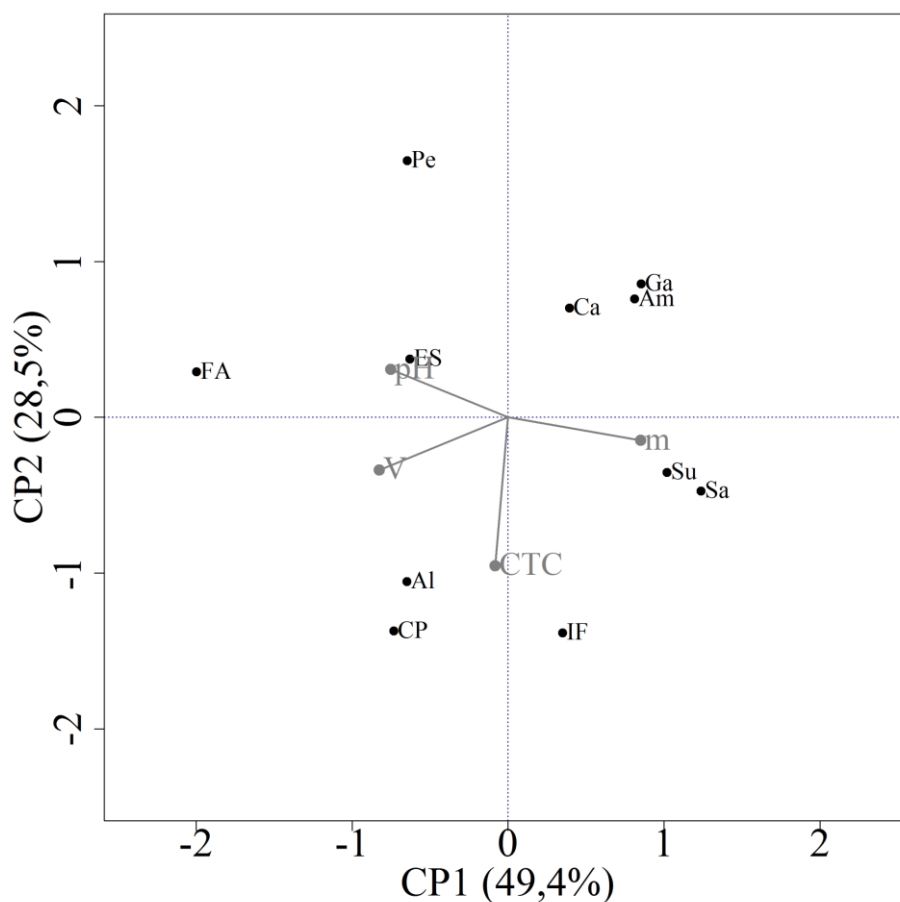


Figura 5. Fertilidade dos solos das áreas com *C. brasiliense* de Brasília e entorno. Para correspondência entre as siglas e populações amostradas consultar tabela 1. pH = acidez ativa, CTC = capacidade de troca catiônica, m = saturação por alumínio e V = saturação de bases.

Os modelos para abundância de plântulas e infantes foram ordenados pelo Quasi-Critério de Informação de Akaike corrigido (QAICc) e o de juvenis e adultos através do Critério de Informação de Akaike corrigido (AICc). Utilizou-se o QAICc e AICc pelo fato da razão entre o número de populações e o número de variáveis explanatórias ser baixa (<40) (Burnham & Anderson, 2002; Johnson & Omland, 2004). Foi calculado para cada modelo o QAICc e AICc e o peso de Akaike (w_i). Modelos com w_i maiores que 90% foram considerados os mais parsimoniosos. No caso de nenhum modelo possuir peso de Akaike maior que 90% foram estimados o modelo ponderado e os coeficientes incondicionais com intervalos de confiança de 95%, utilizando inferência de modelos múltiplos (Burnham & Anderson, 2002; Mazerolle, 2006). Para construção dos modelos ponderados foram utilizados modelos com QAICc e AICc 2 conforme sugerido por Burnham & Anderson (2002). Os modelos

ponderados reduzem as tendências e aumentam a precisão dos modelos (Burnham & Anderson, 2002).

Para verificar a magnitude do efeito de cada variável independente nas variáveis respostas, foi utilizado o intervalo de confiança. Para um intervalo de confiança de 95%, foi concluído que o efeito era diferente de zero se o intervalo de confiança (coeficiente \pm erro padrão) excluía zero (Burnham & Anderson, 2002) utilizando-se o teste z.

Todas as análises foram realizadas no programa R 2.14.2 (R Development Core Team, 2011), e utilizados os pacotes agricolae (Mendiburu, 2010), moments (Komsta & Novomestky, 2011), MuMIn (Barton, 2011) e (Faria & Demetrio, 2011).

Resultados:

- Descrição dos habitats:

A cobertura do solo nas populações variou de 0,29 a 0,93% ($\bar{x} = 0,68 \pm 0,24\%$). Todas as áreas tem solo fortemente ácido ($\bar{x} = 4,5 \pm 0,2$), segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006), com variação de pH entre 4,0 e 4,8. A saturação por bases nas áreas foi baixa ($\bar{x} = 11,6 \pm 2,7\%$). A saturação por alumínio nas áreas variou de 33,6 a 73,9% ($\bar{x} = 58,7 \pm 13,3\%$). A capacidade total de troca de cátions variou de 4,15 a 6,28 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ($\bar{x} = 5,2 \pm 0,7 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$). A descrição dos solos está apresentada na Tabela 3.

- Estrutura Populacional:

A densidade de indivíduos por hectare entre as áreas variou de 63 a 248 ($\bar{x} = 126 \pm 65 \text{ ind/ha}$) (Tabela 4), quando considerado somente indivíduos com DAS₃₀ 5 cm a densidade variou de 16 a 198 indivíduos por hectare. A densidade por estágio de vida foi diferente entre as áreas ($X^2 = 207,66$, $gl = 30$, $p < 0,0001$) (Tabela 4, Figura 6) e não há correlação entre a densidade de plântulas nas parcelas e a densidade de adultos ($r = -0,03$, $p = 0,92$, correlação de Pearson).

As estruturas diamétricas foram semelhantes em apenas oito das 55 combinações pareadas possíveis (Tabela 5), sendo que essas populações eram diferentes quanto aos índices de perturbação (Tabela 3). As populações apresentaram assimetria, com coeficiente entre 0,6 e 3,9 ($\bar{x} = 1,74 \pm 0,91$), com exceção da população Carlito

($z = 2.5498$, $p = 0.011$) ($p = 0,0045$, Correção de Bonferroni), que não diferiu significativamente da distribuição normal.

A distribuição diamétrica das populações ajustou-se ao modelo do J reverso em todos os casos, entretanto em Alderico o ajuste foi de somente 54% (Tabela 5, Figura 7).

- *Estágios de vida e fatores bióticos e abióticos:*

Para a densidade de plântulas foram selecionados três modelos ($QAICc = 2$). O primeiro modelo teve como variável independente intensidade de uso pelo gado (G), o segundo somente o intercepto e o terceiro as variáveis área basal dos pequizeiros adultos e densidade total de pequizeiros. O modelo ponderado obtido não apresentou valores significativamente diferentes de zero para nenhuma das variáveis (Tabela 8), demonstrando que a intensidade de uso pelo gado, área basal dos pequizeiros adultos e densidade total de pequizeiros não estão associados a mudanças na densidade de plântulas.

Para a densidade de infantes, foram selecionados dois modelos ($QAICc = 2$). O primeiro modelo teve como variável preditora o primeiro *score* da PCA (Fert1) e o segundo foi formado pela densidade total de pequizeiros (DT). No modelo ponderado (Tabela 8) nenhuma das variáveis teve coeficiente diferente de zero, não contribuindo para diferenças na densidade de infantes.

Para a densidade de juvenis foram selecionados dois modelos ($AICc = 2$). O modelo com menor $AICc$ teve como variáveis preditoras os dois *scores* da PCA (Fert1 e Fert 2) e o índice de raleamento da vegetação. O modelo com segundo menor $AICc$ foi composto pelas variáveis Fert2 e índice de raleamento da vegetação. O índice de raleamento da vegetação e o segundo *score* da PCA (Fert2), representado por CTC (Figura 5), apresentaram coeficientes significativamente diferentes de zero no modelo ponderado. A abundância de juvenis se relaciona negativamente com o aumento no índice de raleamento da vegetação e positivamente com o aumento da CTC (Tabela 8). O único modelo selecionado para adultos ($AICc = 2$) foi formado pelo segundo *score* da PCA (Fert2) que teve coeficientes diferentes de zero (Tabela 8), indicando que áreas com maior CTC estão associadas a áreas com maior densidade de adultos.

Tabela 3. Características dos solos e dos habitats em cada população de estudo.

| População | Ag¹ | Ar¹ | S¹ | pH | m% | V%³ | CTC | CS | Ex | G | RV |
|------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------------------|------------|-----------|-----------|----------|-----------|
| Alderico | 47,5 | 32,5 | 20,0 | 4,6 | 62,2 | 15 | 5,9 | 54 | 9 | 0 | 0 |
| Amaral | 40,0 | 42,5 | 17,5 | 4,3 | 66,2 | 10 | 4,5 | 86 | 6 | 0 | 0 |
| Carlito | 52,5 | 30,0 | 17,5 | 4,8 | 73,9 | 9 | 5,1 | 64 | 7 | 7 | 9 |
| CPAC | 25,0 | 62,5 | 12,5 | 4,5 | 50,6 | 14 | 6,3 | 37 | 5 | 0 | 0 |
| ESECAE | 42,5 | 52,5 | 5,0 | 4,6 | 51,5 | 13 | 5,0 | 87 | 0 | 0 | 0 |
| FAL | 42,5 | 40,0 | 17,5 | 4,8 | 33,6 | 16 | 5,1 | 78 | 4 | 0 | 0 |
| Gaúcho | 45,0 | 35,0 | 20,0 | 4,4 | 72,3 | 10 | 4,5 | 93 | 5 | 0 | 3 |
| IFB | 32,5 | 50,0 | 17,5 | 4,3 | 64,5 | 12 | 6,2 | 41 | 6 | 8 | 9 |
| Pequizeiro | 37,5 | 47,5 | 15,0 | 4,6 | 40,0 | 11 | 4,1 | 92 | 9 | 0 | 0 |
| Salazar | 50,0 | 27,5 | 22,5 | 4,0 | 70,7 | 11 | 5,1 | 29 | 9 | 7 | 3 |
| Sucupira | 47,5 | 35,0 | 17,5 | 4,3 | 60,6 | 7 | 5,8 | 86 | 5 | 8 | 0 |

Ag = Argila, Ar = Areia, S = Silte, 1 g/kg, pH = Acidez ativa em H₂O, m = Saturação por alumínio, V = Saturação por bases, CTC = Capacidade total de troca de cátions em cmol_c/dm³, CS = Cobertura do Solo em %, Ex = Índice de Extrativismo, G = Índice de intensidade de uso pelo gado, RV = Índice de raleamento da vegetação.

Tabela 4. Densidade de plantas de *C. brasiliense* por hectare e fitofisionomia predominante em cada área.

| População | Fitofisionomia | Densidade | Densidade | Densidade | Densidade | Densidade |
|------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Total | Plântula | Infante | Juvenil | Adulto |
| Alderico | cerrado denso | 248 | 14 | 36 | 58 | 140 |
| Amaral | cerrado típico | 98 | 30 | 23 | 8 | 37 |
| Carlito | cerrado denso | 68 | 11 | 17 | 1 | 39 |
| CPAC | cerrado denso | 222 | 34 | 46 | 62 | 80 |
| ESECAE | cerrado típico | 99 | 12 | 180 | 18 | 51 |
| FAL | cerrado típico | 200 | 42 | 81 | 33 | 44 |
| Gaúcho | cerrado típico | 78 | 29 | 23 | 9 | 17 |
| IFB | cerrado denso | 102 | 14 | 39 | 20 | 29 |
| Pequizeiro | cerrado ralo | 63 | 16 | 30 | 4 | 12 |
| Salazar | cerrado típico | 108 | 18 | 30 | 19 | 40 |
| Sucupira | cerrado típico | 101 | 13 | 22 | 23 | 43 |

Tabela 5. Ajuste do modelo para a equação exponencial negativa ($y = a \cdot e^{-bx}$) e valores do Coeficiente de Assimetria ($g1$) para cada população de *C. brasiliense*. Todos os modelos foram significativos ($p < 0,0001$).

| População | $a \pm E.P.$ | $b \pm E.P.$ | R^2 | $g1$ |
|------------|-------------------|-------------------|-------|------|
| Alderico | $0,072 \pm 0,010$ | $0,060 \pm 0,013$ | 0,54 | 3,9 |
| Amaral | $0,431 \pm 0,038$ | $0,774 \pm 0,090$ | 0,88 | 1,5 |
| Carlito | $0,397 \pm 0,046$ | $0,882 \pm 0,134$ | 0,79 | 0,6 |
| CPAC | $0,111 \pm 0,011$ | $0,102 \pm 0,015$ | 0,77 | 1,2 |
| ESECAE | $0,086 \pm 0,006$ | $0,079 \pm 0,009$ | 0,81 | 1,1 |
| FAL | $0,199 \pm 0,007$ | $0,203 \pm 0,010$ | 0,97 | 1,8 |
| Gaúcho | $0,525 \pm 0,043$ | $0,775 \pm 0,085$ | 0,92 | 2 |
| IFB | $0,160 \pm 0,008$ | $0,167 \pm 0,011$ | 0,94 | 2,2 |
| Pequizeiro | $0,364 \pm 0,016$ | $0,428 \pm 0,026$ | 0,97 | 2,5 |
| Salazar | $0,120 \pm 0,006$ | $0,117 \pm 0,009$ | 0,93 | 1,6 |
| Sucupira | $0,106 \pm 0,011$ | $0,091 \pm 0,015$ | 0,73 | 0,9 |

a = intercepto da equação exponencial negativa, E.P. = Erro Padrão, b = inclinação da reta, R^2 = ajuste ao modelo exponencial negativo

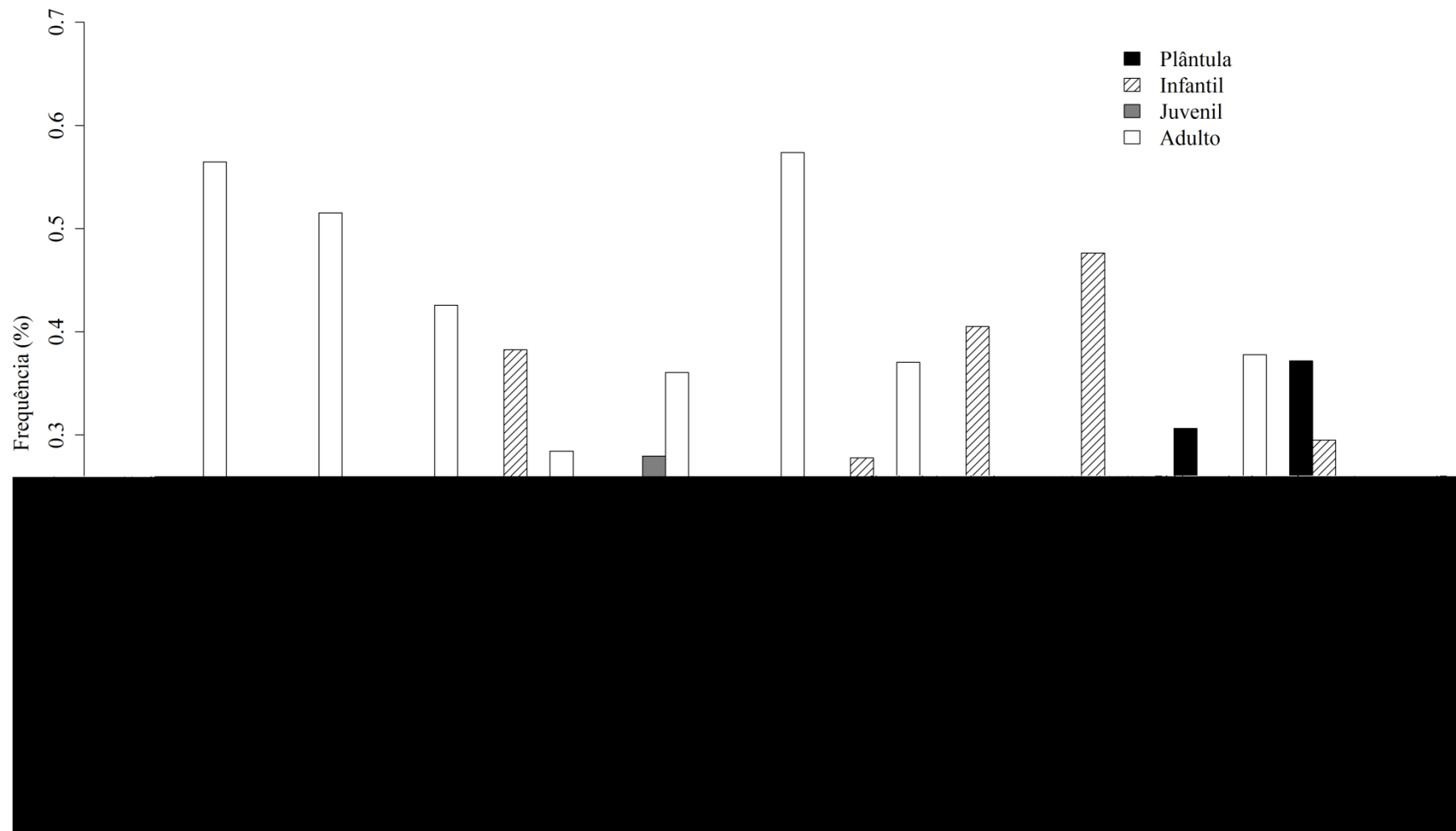


Figura 6. Densidade de indivíduos de *C. brasiliense* por estágio de vida em cada área.

Tabela 6. Comparações entre todos os pares de populações de *C. brasiliense*. Acima da diagonal principal estão os valores do teste de Kolmogorov-Smirnov e abaixo estão os valores de p, considerado significativo para valores $\leq 0,0045$ (Correção de Bonferroni).

| População | Alderico | Amaral | Carlito | CPAC | ESECAE | FAL | Gaúcho | IFB | Pequizeiro | Salazar | Sucupira |
|-------------------|---------------|----------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|-------------|---------------|-------------|
| Alderico | | 0,37 | 0,30 | 0,21 | 0,11 | 0,42 | 0,48 | 0,33 | 0,54 | 0,26 | 0,16 |
| Amaral | < 0,0001 | | 0,26 | 0,23 | 0,29 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,23 | 0,22 | 0,23 |
| Carlito | < 0,0001 | < 0,0001 | | 0,34 | 0,24 | 0,38 | 0,37 | 0,33 | 0,39 | 0,30 | 0,36 |
| CPAC | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | | 0,15 | 0,25 | 0,34 | 0,16 | 0,40 | 0,09 | 0,07 |
| ESECAE | 0,0229 | < 0,0001 | < 0,0001 | 0,0004 | | 0,31 | 0,40 | 0,24 | 0,45 | 0,15 | 0,14 |
| FAL | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | | 0,20 | 0,10 | 0,18 | 0,19 | 0,27 |
| Gaúcho | < 0,0001 | 0,0006 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | | 0,24 | 0,12 | 0,30 | 0,34 |
| IFB | < 0,0001 | 0,0002 | < 0,0001 | 0,0001 | < 0,0001 | 0,0235 | < 0,0001 | | 0,25 | 0,11 | 0,19 |
| Pequizeiro | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | 0,0533 | < 0,0001 | | 0,33 | 0,40 |
| Salazar | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | 0,1261 | 0,0013 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0468 | < 0,0001 | | 0,11 |
| Sucupira | 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | 0,3228 | 0,0075 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | 0,0583 | |

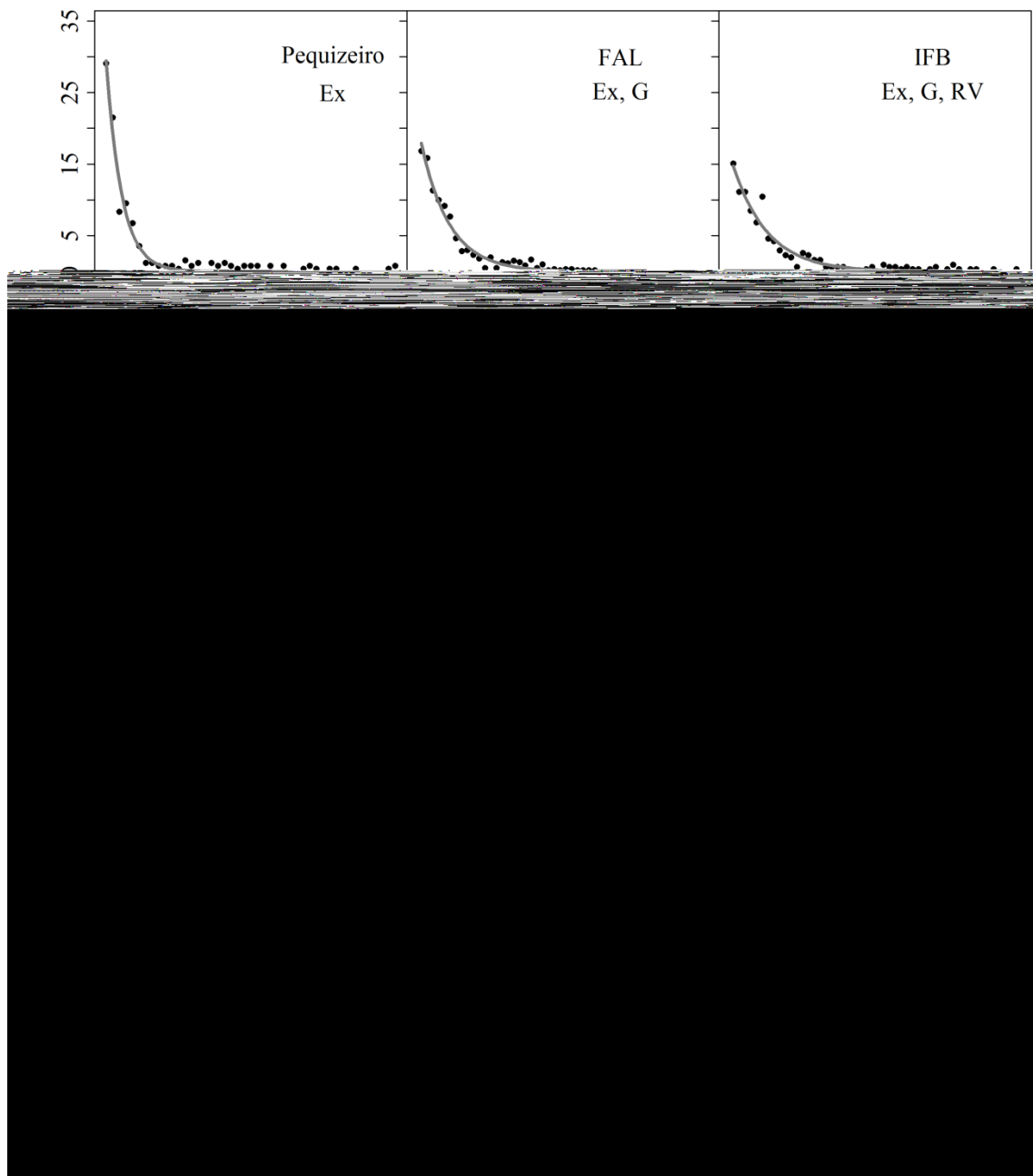


Figura 7. Frequência de indivíduos de *C. brasiliense* por classes de diâmetro (pontos) e curvas ajustadas do modelo J reverso (linha contínua) para cada população com as perturbações: extrativismo (Ex), gado (G) e raleamento da vegetação (RV)

Tabela 7. Melhores modelos (QAIcC e AICc - 2) e modelos globais (*) para cada estágio de vida de *C. brasiliense*.

| Variável dependente | Modelo | k | QAIcC / AICc | Δ QAIcC / Δ AICc | w_i |
|------------------------|--|---|--------------|--------------------------------|-------|
| Densidade de Plântulas | ~ ABA + DT + G + RV + Ex + Ar + CS* | 8 | 200,70 | 74,50 | 0,00 |
| | ~ Gado | 2 | 18,44 | 0,00 | 0,22 |
| | ~ | 1 | 18,90 | 0,46 | 0,18 |
| | ~ ABA + DT | 3 | 20,33 | 1,89 | 0,09 |
| Densidade de Infantes | ~ DT + G + RV + Ar + Fert1 + Fert2 + CS* | 8 | 201,10 | 186,80 | 0,00 |
| | ~ Fert1 | 2 | 14,33 | 0,00 | 0,36 |
| | ~ DT | 2 | 15,95 | 1,62 | 0,16 |
| Densidade de Juvenis | ~ RV + Ar + Fert1 + Fert2* | 5 | 89,78 | 8,77 | 0,01 |
| | ~ Fert1 + Fert2 + RV | 4 | 81,11 | 0,00 | 0,57 |
| | ~ Fert2 + RV | 3 | 81,84 | 0,72 | 0,40 |
| Densidade de Adultos | ~ RV + Ar + Fert1 + Fert2* | 5 | 122,40 | 17,92 | 0,00 |
| | ~ Fert2 | 2 | 104,50 | 0,00 | 0,58 |

ABA = área basal dos pequizeiros adultos, DT = Densidade total, G = índice de intensidade de uso pelo gado, RV = índice de raleamento da vegetação, Ex = índice de extrativismo, Ar = Percentual de areia, CS = Cobertura do solo, Fert1 e Fert2 = *Scores* do primeiro e segundo eixo da PCA com variáveis de fertilidade do solo, k = número de parâmetros em cada modelo, QAIcC = Quasi-Critério de Informação de Akaike corrigido, AICc = Critério de Informação de Akaike corrigido e w_i = peso de Akaike.

Tabela 8. Estimativa dos coeficientes () para as variáveis explanatórias dos modelos ponderados, com erro padrão (EP) incondicional, para a densidade de cada estágio de vida de *C. brasiliense*.

| Variável dependente | Variável Explanatória | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
| | ABA ($\beta + EP$) | DT ($\beta + EP$) | G ($\beta + EP$) | CS ($\beta + EP$) | Fert1 ($\beta + EP$) | Fert2 ($\beta + EP$) | RV ($\beta + EP$) |
| Plântula/ha | -0,09 ± 0,25 | 0,01 ± 0,01 | -0,04 ± 0,05 | | | | |
| Infante/ha | | 0,01 ± 0,01 | | | -0,26 ± 0,20 | | |
| Juvenil/ha | | | | | -0,14 ± 0,14 | -0,78 ± 0,09 | -0,14 ± 0,04 |
| Adulto/ha† | | | | | | -0,50 ± 0,14 | |

† Não há modelo ponderado por existir apenas um modelo com $AICc = 2$. * Coeficientes em negrito diferem de zero e tem efeito na variável resposta. G = Índice de Intensidade de uso pelo gado, CS = Cobertura do solo, Fert1 e Fert 2 = Scores do primeiro e segundo eixo da PCA com variáveis de fertilidade do solo, RV = Índice de raleamento da vegetação.

Discussão:

- Estrutura populacional:

A área com menor densidade de *C. brasiliense* apresentou valor quatro vezes menor (63 ind./ha) que a área com maior densidade (248 ind./ha) ($\bar{x} = 126 \pm 65$ ind/ha). As densidades encontradas estão dentro da variação encontrada em áreas de cerrado *stricto sensu* em Brasília – DF (Oliveira & Scariot, 2010; Zardo & Henriques, 2011), mesmo quando considerados somente indivíduos com $DAS_{30} \geq 5$ cm (Andrade *et al.*, 2002; Assunção & Felfili, 2004).

O uso da terra e manejo pode alterar a estrutura da população reduzindo o número de propágulos através do extrativismo de frutos, mortalidade das plantas ou atraso no crescimento pelo raleamento da vegetação, herbivoria e queimas frequentes. A semelhança entre as estruturas diamétricas entre populações com e sem coleta de frutos (ex., Alderico x ESECAE, $KS = 0,11$, $p = 0,0229$), com e sem gado (ex., Sucupira x CPAC, $KS = 0,07$, $p = 0,3228$) e com e sem raleamento da vegetação (ex., IFB x FAL, $KS = 0,10$, $p = 0,0235$) (Tabela 6) e o grande número de indivíduos nas primeiras classes de tamanho ($gI > 0$) indicam que estruturas populacionais em forma de J reverso podem ser encontradas também em populações perturbadas, entretanto com menor ajuste ao J reverso (Figura 7, Tabela 5). A baixa densidade de indivíduos nas classes iniciais, formadas principalmente por plântulas, é suficiente para gerar assimetria à direita e um menor ajuste ao modelo de J reverso, como observado em Alderico, uma população sob grande pressão de coleta de frutos.

O raleamento da vegetação seguido de queimadas, para promover o crescimento de gramíneas exóticas para o gado, são práticas comuns no manejo de áreas com vegetação nativa no Cerrado. O raleamento reduz a densidade de plantas de tamanho intermediário, e as rebrotas dos tocos destes indivíduos causam o acúmulo de indivíduos nas classes menores. O fogo tem papel importante no Cerrado, podendo afetar a estrutura e dinâmica das populações (Hoffmann *et al.*, 2009). *C. brasiliense* possui capacidade de rebrota (Medeiros & Miranda, 2008), crescimento lento e vida longa (Zardo & Henriques, 2011). Na população Carlito, essas características da espécie, juntamente com tempo decorrido desde o raleamento e queimada da vegetação resultaram em acúmulo de indivíduos nas classes menores e redução dos indivíduos entre três e nove centímetros de diâmetro (Figura 7).

A maioria das populações estudadas exibiu uma distribuição diamétrica em forma de J reverso, indicando que o recrutamento está ocorrendo ao longo das classes de tamanho (Figura 7). Espécies de vida longa com crescimento lento, de baixa fertilidade e baixa mortalidade nas classes iniciais de tamanho tendem a ter estruturas de diâmetro com muitos indivíduos nas classes iniciais (Wright *et al.*, 2003). Populações que possuem tais características, porém com pouco ajuste ao J reverso ou assimetria semelhante à curva normal, não necessariamente indicam populações em declínio (Wright *et al.*, 2003) e as alterações na estrutura diamétrica de uma população podem ser independentes da forma da distribuição inicial (Condit *et al.*, 1998; Wright *et al.*, 2003). A redução esporádica da pressão de extrativismo de frutos poderia ser suficiente para a manutenção de *C. brasiliense*, tal qual sugerido para outras espécies (Peters, 1994; Peres *et al.*, 2003). O aumento dos intervalos ou a interrupção das práticas de raleamento da vegetação devem, eventualmente, permitir que a estrutura da população se recupere.

- *Estágios de vida e fatores bióticos:*

A abundância de plântulas nas populações de pequizeiro não foi associada com a intensidade de extrativismo de frutos, mesmo para a população Alderico, onde a curva de distribuição diamétrica mais se afasta do J reverso. Os impactos do extrativismo dependem da intensidade que este é realizado (Ticktin, 2004). As atividades extrativistas são mais importantes em regiões rurais e periféricas (Gunatilake *et al.*, 1993), como o Distrito Federal é um centro urbano, a intensidade de coleta de frutos silvestres é baixa. Mais de 85% dos frutos de pequi comercializados na Central de Abastecimento do Distrito Federal no ano de 2011 procediam de outros estados (CEASA, 2011). Para a região norte de Minas Gerais, foi encontrado que taxas de coletas superiores a 37% poderiam inviabilizar as populações de *C. brasiliense* em longo prazo, considerando que 57% dos frutos são predados pela fauna (Oliveira, 2009), entretanto para outras espécies já foi constatado que as taxas de extrativismo podem variar entre localidades e no tempo (Ticktin, 2004; Schmidt *et al.*, 2011), assim como variam as taxas de remoção e predação de frutos pela fauna silvestre. Além disso, o efeito do extrativismo de frutos não gera grande impacto nas populações quando comparados ao extrativismo de outras partes das plantas, tais como folhas e cascas (Gaoue & Ticktin, 2007; Stewart, 2009), que afetam diretamente a sobrevivência e reprodução dos indivíduos (Ticktin, 2004).

O recrutamento e o crescimento dos indivíduos em uma população podem ser diretamente afetados pela herbivoria (Tobler *et al.*, 2003; Gómez-Aparicio *et al.*, 2005; Pollock *et al.*, 2005). Em áreas sujeitas a bovinocultura, os impactos dependerão da densidade de animais nas áreas (Pollock *et al.*, 2005). Nos cerrados nativos, a criação de bovinos é extensiva e em baixa densidade (Durigan & Ratter, 2006), e entre os itens da dieta dos bovinos podem ser encontrados folhas de pequizeiros (Macêdo *et al.*, 1978). No entanto, menos de 0,3% da dieta dos bovinos é formada por folhas de *C. brasiliense* (Macêdo *et al.*, 1978), sugerindo um baixo efeito direto da herbivoria pelo gado, embora o impacto do pisoteio e de danos físicos causados pelo gado nas plantas nativas são ainda desconhecidos.

No Cerrado, a criação de gado é, geralmente, precedida pelo desmate, queima e plantio de gramíneas exóticas (Klink & Machado, 2005). Outras formas de manejo são o raleamento da vegetação arbórea, para aumentar a entrada de luz e a ocupação do espaço pelas gramíneas, ou mesmo a liberação do gado nas áreas sem qualquer manejo da vegetação. Nas áreas onde houve raleamento da vegetação já decorreu tempo suficiente para que ocorresse recrutamento de plântulas, visto que adultos não foram cortados, pois fornecem sombra ao gado. A densidade observada de infantes nas áreas estudadas que foram submetidas a raleamento da vegetação deve-se, principalmente, às rebrotas dos tocos de juvenis, visto que *C. brasiliense* tem alta capacidade de rebrota (Medeiros & Miranda, 2005; Medeiros & Miranda, 2008).

A baixa densidade observada de juvenis decorre do corte de indivíduos desse estágio de vida durante o raleamento da vegetação e do lento crescimento da espécie, que a partir de rebrotas demora um longo tempo para atingir o limite de 5 cm de diâmetro (Zardo & Henriques, 2011). Como consequência, devido o tamanho do diâmetro, as rebrotas ainda estão caracterizadas como infantes.

- *Estágios de vida, e fatores abióticos:*

A disponibilidade de água para plantas está diretamente relacionada com a textura dos solos, representada pelas frações granulométricas argila, areia e silte, sendo que solos argilosos e arenosos possuem menor disponibilidade de água que solos intermediários (Medina & Grohmann, 1966). As espécies de Cerrado possuem adaptações ao stress hídrico (Hoffmann *et al.*, 2004), e embora a maioria possua raízes profundas (Hoffmann & Franco, 2003; Hoffmann *et al.*, 2004), as raízes das plântulas

de *C. brasiliense* são fasciculadas e sensíveis à falta de água (Heringer, 1970). A densidade de plântulas e infantes nas áreas estudadas não variou com diferenças na granulometria dos solos, provavelmente porque a germinação ocorre no início do período chuvoso (Oliveira, 2008), quando a água não é um recurso limitante, e as plântulas desenvolvem raízes capazes de retirar água das camadas mais profundas dos solos no período seco (Rawitscher, 1948; Scholz *et al.*, 2002; Oliveira *et al.*, 2005).

Caryocar brasiliense tem distribuição ampla, ocorrendo em 61% do Cerrado (Ratter *et al.*, 2003). A espécie é encontrada em solos distróficos, com saturação de bases inferiores a 50% (Moreno & Schiavini, 2002; Haridasan, 2005), estando bem adaptada aos solos com baixa fertilidade, tais como o do presente estudo ($V = 11,6 \pm 2,7\%$; $CTC = 5,2 \pm 0,7 \text{ cmol}/\text{dm}^3$). A fertilidade dos solos foi associada a densidade de juvenis e adultos, que foram mais abundantes nos solos mais férteis. A maior densidade da espécie foi encontrada em solos com maior CTC, e indivíduos com maior produção de frutos ocorreram em áreas com maior saturação por bases (Santana & Naves, 2003). A adaptação a solos de baixa fertilidade não inviabiliza a resposta das espécies nativas do Cerrado a solos mais férteis (Haridasan, 2008), que respondem com maior crescimento à calagem e adubação (Haridasan, 2000), e poderia gerar a transição mais rápida entre os estágios, favorecendo o acúmulo de indivíduos adultos e juvenis.

A distribuição, frequência e produtividade das espécies nativas podem ser determinadas pela disponibilidade de nutrientes no solo (Haridasan, 2008), que está relacionada à textura e pH destes (Brady, 1979; Cuevas & Medina, 1986). Solos com maior saturação de alumínio e hidrogênio têm maior acidez, enquanto os outros cátions os tornam mais alcalinos. A maior saturação de bases e CTC é encontrada em solos com maior pH (Brady, 1979). Existe uma correlação negativa entre a área basal da comunidade e a saturação de alumínio (Goodland & Pollard, 1973) e em solos menos férteis a vegetação é menos densa (Goodland & Pollard, 1973; Ruggiero *et al.*, 2002), com estrato herbáceo mais desenvolvido, o que aumenta a intensidade do fogo (Kauffman *et al.*, 1994). Em solos menos férteis, além de menor crescimento, os indivíduos estão mais susceptíveis ao fogo intenso, reduzindo a probabilidade de transição de um estágio para o outro (Hoffmann *et al.*, 2009). O retrocesso causado pelo fogo é, provavelmente, mais importante que os nutrientes no solo para indivíduos com diâmetro inferior a cinco centímetros, pois estes são mais susceptíveis ao fogo

(Medeiros & Miranda, 2005), e por este mesmo motivo os infantes provavelmente não foram afetados pela maior disponibilidade de nutrientes.

A criação do gado em baixa densidade, o extrativismo pouco intenso e eventos esporádicos de raleamento da vegetação aparentemente não afetaram o recrutamento das plântulas nas populações estudadas. A germinação no início da estação chuvosa garante tempo suficiente para que as plântulas tenham todo o período de chuvas para se estabelecerem. Indivíduos no estágio infantil são pouco afetados pelo raleamento da vegetação, provavelmente por *C. brasiliense* apresentar capacidade de rebrotar, contribuindo para o aumento de indivíduos neste estágio. Juvenis e adultos foram mais abundantes em solos férteis, sendo que indivíduos jovens são negativamente afetados pelo raleamento da vegetação onde o gado é criado extensivamente. Intervalos curtos e frequentes entre eventos de raleamento da vegetação podem causar lacunas na distribuição de tamanho, com ausência ou baixa densidade de juvenis.

Conclusões:

- Há evidências de recrutamento entre classes de tamanho em populações de *Caryocar brasiliense* na paisagem?

Populações em áreas com maiores perturbações, com muito extrativismo tiveram menos recrutamento nas primeiras classes de tamanho e o raleamento da vegetação criou lacunas na estrutura das populações, provavelmente a interrupção ou o aumento entre os intervalos dos eventos de raleamento da vegetação e de extrativismo possam ser suficientes para a recuperação das populações.

- Quais fatores ecológicos e antrópicos estão mais associados à densidade dos estágios ontogenéticos (plântulas, infantes, juvenis e adultos)?

A densidade de plântulas e infantes não foi associada a nenhum dos fatores explorados no presente estudo. Juvenis e adultos ocorrem em maiores densidades em solos mais férteis, sendo que a densidade de juvenis pode ser afetada pelo raleamento da vegetação.

Considerações Finais:

Os resultados dos estudos sugerem que as populações naturais de *C. brasiliense* não são impactadas pela intensidade de coleta de frutos realizada na região, nem pela

bovinocultura de baixa densidade. Entretanto o raleamento da vegetação modifica a abundância de indivíduos nas populações e depende do tempo decorrido desde a realização e da frequência com que é praticado. No presente estudo o raleamento da vegetação gerou impactos na população de juvenis, que provavelmente foram removidos e não foram substituídos, pois a espécie possui crescimento lento. Os fatores edáficos influenciam a densidade de juvenis e adultos, solos mais férteis possuem maior abundância destes indivíduos. A granulometria dos solos, que influencia a disponibilidade de água e nutrientes, não se relacionou com a abundância de indivíduos nas populações, provavelmente porque as plântulas são indivíduos de até um ano e se estabelecem no início do período chuvoso, quando a água não é mais um recurso limitante.

É possível conciliar o uso múltiplo da terra em áreas com vegetação nativa e ao mesmo tempo promover o uso sustentável e a conservação das populações de *C. brasiliense*. O uso da teoria da informação neste estudo permite que outros fatores além dos que foram relevantes para as populações amostradas possam ser estudados em outras regiões (Burnham & Anderson, 2002; Mazerolle, 2006). Os resultados encontrados indicam que outros efeitos como a abundância de adultos (densidade e área basal) da espécie estudada, gado, desbaste da vegetação, fertilidade do solo podem desempenhar papéis importantes na densidade e estrutura das populações e merecem atenção em outras regiões. Da mesma forma, o efeito do extrativismo também deve ser investigado em populações onde este é realizado intensamente e de forma contínua.

Referências Bibliográficas:

- Afonso, S.R., Ângelo, H., 2009. Mercado dos produtos florestais não-madeireiros do Cerrado brasileiro. *Ciência Florestal* 19, 315-326.
- Almeida, S.P., Proença, C.E.B., Sano, S.M., Ribeiro, J.F., 1998. Cerrado: espécies vegetais úteis. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Ministério da Agricultura e do Abastecimento.
- Andrade, L.A.Z., Felfili, J.M., Violatti, L., 2002. Fitossociologia de uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. *Acta Botanica Brasilica* 16, 225-240.
- Araújo, F., 1995. A review of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) - an economically valuable species of the Central Brazilian Cerrados. *Economic Botany* 49, 40-48.
- Arnold, M., Townson, I., 1998. Assessing the potential of forest product activities to contribute to rural incomes in Africa. *Natural Resource Perspectives*.
- Assunção, S.L., Felfili, J.M., 2004. Fitossociologia de um fragmento de cerrado *sensu stricto* na APA do Paranoá, DF, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18, 903-909.
- Barton, K., 2011. MuMIn: Multi-model inference. In. <http://CRAN.R-project.org/package=MuMIn>, R package version 1.7.2.
- Brady, N.C., 1979. *Natureza e Propriedades dos Solos*. Livraria Freitas Bastos S.A., Rio de Janeiro.
- Brower, J.E., Zar, J.H., von Ende, C.N., 1998. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. McGraw-Hill, Boston.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R., 2002. *Model Selection and Multimodel Inference: a practical information-theoretic approach*. Springer, New York.
- Castro, E.A.d., Kauffman, J.B., 1998. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. *Journal of Tropical Ecology* 14, 263-283.
- CEASA, 2011. Central de Abastecimento do Distrito Federal. In. <http://www.ceasa-df.org.br/>.
- Cesa, A., Paruelo, J.M., 2011. Changes in vegetation structure induced by domestic grazing in Patagonia (Southern Argentina). *Journal of Arid Environments* 75, 1129-1135.

- CNUC/MMA, 2012. Unidades de Conservação por Bioma. In. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação/Ministério do Meio Ambiente.
- Coleman, D.C., Crossley, D.A., Hendrix, P.F., 2004. *Fundamentals of Soil Ecology*. Elsevier Academic Press.
- Collevatti, R.G., Grattapaglia, D., Hay, J.D., 2003. Evidences for multiple maternal lineages of *Caryocar brasiliense* populations in the Brazilian Cerrado based on the analysis of chloroplast DNA sequences and microsatellite haplotype variation. *Molecular Ecology* 12, 105-115.
- Collevatti, R.G., Hay, J.D., 2011. Kin structure and genotype-dependent mortality: a study using the neotropical tree *Caryocar brasiliense*. *Journal of Ecology* 99, 757-763.
- Condit, R., Sukumar, R., Hubbell, Stephen P., Foster, Robin B., 1998. Predicting population trends from size distributions: a direct test in a tropical tree community. *The American Naturalist* 152, 495-509.
- Crawley, M.J., 2007. *The R Book*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, West Sussex.
- Crook, C., Clapp, R.A., 1998. Is market-oriented forest conservation a contradiction in terms? *Environmental Conservation* 25, 131-145.
- Cuevas, E., Medina, E., 1986. Nutrient dynamics within Amazonian Forest ecosystems. I. Nutrient flux in fine litter fall and efficiency of nutrient utilization. *Oecologia* 68, 466-472.
- D'Agostino, R.B., 1970. Transformation to normality of the null distribution of g_1 . *Biometrika* 57, 679-681.
- Díaz, S., Lavorel, S., McIntyre, S.U.E., Falczuk, V., Casanoves, F., Milchunas, D.G., Skarpe, C., Rusch, G., Sternberg, M., Noy-Meir, I., Landsberg, J., Zhang, W.E.I., Clark, H., Campbell, B.D., 2007. Plant trait responses to grazing – a global synthesis. *Global Change Biology* 13, 313-341.
- Durigan, G., Ratter, J.A., 2006. Successional changes in cerrado and cerrado/forest ecotonal vegetation in western São Paulo state, Brazil, 1962–2000. *Edinburgh Journal of Botany* 63, 119-130.
- Durigan, G., Siqueira, M.F., Franco, G.A.D.C., 2007. Threats to the Cerrado remnants of the state of São Paulo, Brazil. *Scientia Agricola* 64, 355-363.
- Eiten, G., 1972. The Cerrado Vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38, 201-341.
- Embrapa, 2006. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. EMBRAPA, Rio de Janeiro.

- Faria, J.C., Demetrio, C.G.B., 2011. bpca: Biplot of multivariate data based on Principal Components Analysis. In. <http://CRAN.R-project.org/package=bpca>, R package version 1.0-10.
- Feeley, K.J., Davies, S.J., Noor, M.N.S., Kassim, A.R., Tan, S., 2007. Do current stem size distributions predict future population changes? An empirical test of intraspecific patterns in tropical trees at two spatial scales. *Journal of Tropical Ecology* 23, 191-198.
- Forzza, R.C., Baumgratz, J.F.A., Bicudo, C.E.M., Carvalho-Junior, A.A., Costa, A., Costa, D.P., Hopkins, M., Leitman, P.M., Lohmann, L.G., Maia, L.C., Martinelli, G., Menezes, M., Morim, M.P., Coelho, M.A.N., Peixoto, A.L., Pirani, J.R., Prado, J., Queiroz, L.P., Souza, V.C., Stehmann, J.R., Sylvestre, L.S., Walter, B.M.T., Zappi, D., 2010. Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil. Andrea Jakobsson Estúdio, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Furley, P.A., 1999. The nature and diversity of neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian Cerrados. *Global Ecology and Biogeography* 8, 223-241.
- Furley, P.A., Ratter, J.A., 1988. Soil resources and plant communities of the Central Brazilian Cerrado and their development. *Journal of Biogeography* 15, 97-108.
- Gaoue, O.G., Ticktin, T., 2007. Patterns of harvesting foliage and bark from the multipurpose tree *Khaya senegalensis* in Benin: Variation across ecological regions and its impacts on population structure. *Biological Conservation* 137, 424-436.
- Gomes, J.B.V., Curi, N., Motta, P.E.F., Ker, J.C., Marques, J.J.G.S.M., Schulze, D.G., 2004. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 28, 137-153.
- Gomes, L.J., 1998. Extrativismo e comercialização da Fava-d'anta (*Dimorphandra* sp): um estudo de caso da região de cerrado de Minas Gerais. In, *Engenharia Florestal*. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, p. 158.
- Gómez-Aparicio, L., Zamora, R., Gómez, J.M., 2005. The regeneration status of the endangered *Acer opalus* subsp. *granatense* throughout its geographical distribution in the Iberian Peninsula. *Biological Conservation* 121, 195-206.
- Goodland, R., Pollard, R., 1973. The Brazilian Cerrado vegetation: a fertility gradient. *Journal of Ecology* 61, 219-224.

- Gribel, R., Hay, J.D., 1993. Pollination ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil Cerrado vegetation. *Journal of Tropical Ecology* 9, 199-211.
- Gunatilake, H.M., Senaratne, D.M.A.H., Abeygunawardena, P., 1993. Role of non-timber forest products in the economy of peripheral communities of Knuckles National Wilderness area of Sri Lanka: a farming systems approach. *Economic Botany* 47, 275-281.
- Haridasan, M., 2000. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 12, 54-64.
- Haridasan, M., 2005. Competição por nutrientes em espécies arbóreas do cerrado. In: Scariot, A., Sousa-Silva, J.C., Felfili, J.M. (Eds.), *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 167-178.
- Haridasan, M., 2008. Nutritional adaptations of native plants of the cerrado biome in acid soils. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 20, 183-195.
- Heringer, E.P., 1970. Pequiizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.). *Brasil Florestal* 1, 28-31.
- Hett, J.M., Loucks, O.L., 1976. Age structure models of Balsam Fir and Eastern Hemlock. *Journal of Ecology* 64, 1029-1044.
- Hoffmann, W.A., Adasme, R., Haridasan, M., Carvalho, M.T., Geiger, E.L., Pereira, M.A.B., Gotsch, S.G., Franco, A.C., 2009. Tree topkill, not mortality, governs the dynamics of savanna-forest boundaries under frequent fire in Central Brazil. *Ecology* 90, 1326-1337.
- Hoffmann, W.A., Franco, A.C., 2003. Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. *Journal of Ecology* 91, 475-484.
- Hoffmann, W.A., Orthen, B., Franco, A.C., 2004. Constraints to seedling success of savanna and forest trees across the savanna-forest boundary. *Oecologia* 140, 252-260.
- Hutchings, M.J., 1997. The structure of plant populations. In: Crawley, M.J. (Ed.), *Plant Ecology*. Blackwell Publishing Ltd., London, pp. 325-358.
- INMET, 2012. Instituto Nacional de Meteorologia. <http://www.inmet.gov.br/>.
- Jenkins, M.A., Webster, C.R., 2009. Spatial patterning and population structure of a common woodland herb, *Trillium erectum*, in primary and post-logging secondary forests. *Forest Ecology and Management* 258, 2569-2577.

- Jenny, H., 1980. *The Soil Resource: origin and behaviour*. Springer-Verlag New York Inc., Berlin.
- Johnson, J.B., Omland, K.S., 2004. Model selection in ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution* 19, 101-108.
- Kauffman, J.B., Cummings, D.L., Ward, D.E., 1994. Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along a vegetation gradient in the Brazilian Cerrado. *Journal of Ecology* 82, 519-531.
- Kelly, C.K., Smith, H.B., Buckley, Y.M., Carter, R., Franco, M., Johnson, W., Jones, T., May, B., Ishiwara, R.P., Pèrez-Jimènez, A., Magallanes, A.S., Steers, H., Waterman, C., 2001. Investigations in commonness and rarity: a comparative analysis of co-occurring, congeneric Mexican trees. *Ecology Letters* 4, 618-627.
- Klink, C.A., Machado, R.B., 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19, 707-713.
- Komsta, L., Novomestky, F., 2011. moments: Moments, cumulants, skewness, kurtosis and related tests. In. <http://CRAN.R-project.org/package=moments>, R package version 0.13.
- Lacerda, A.E.B., Kanashiro, M., Sebbenn, A.M., 2008. Effects of reduced impact logging on genetic diversity and spatial genetic structure of a *Hymenaea courbaril* population in the Brazilian Amazon Forest. *Forest Ecology and Management* 255, 1034-1043.
- Leak, W.B., 1965. The J-shaped probability distribution. *Forest Science* 11, 405-409.
- Legendre, P., Legendre, L., 1998. *Numerical Ecology*. Elsevier Science, Paris.
- Leite, G.L.D., Veloso, R.V.S., Zanuncio, J.C., Fernandes, L.A., Almeida, C.I.M., 2006. Phenology of *Caryocar brasiliense* in the Brazilian Cerrado region. *Forest Ecology and Management* 236, 286-294.
- Leopold, L.B., Clarke, F.E., Hanshaw, B.B., Balsley, J.R., 1971. *A Procedure for Evaluating Environmental Impact*. U.S. Dept. of the Interior, Washington.
- Lima, I.L.P., 2008. Etnobotânica quantitativa de plantas do Cerrado e extrativismo de Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) no norte de Minas Gerais: implicações para o manejo sustentável. In, Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília, Brasília, DF, p. 106.
- Lopes, P.S.N., Pereira, A.V., Pereira, E.B.C., Martins, E.R., Fernandes, R.C., 2010. Pequi. In: Vieira, R.F., Costa, T.S.A., Silva, D., B., Ferreira, F.R., Sano, S.M. (Eds.),

- Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, pp. 247-287.
- Lykke, A.M., 1998. Assessment of species composition change in savanna vegetation by means of woody plants' size class distributions and local information. *Biodiversity and Conservation* 7, 1261-1275.
- Macêdo, G.A.R., Ferreira, M.B., Escuder, C.J., 1978. Dieta de Novilhos em Pastagem Nativa do Cerrado. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Magalhães, R.M., 2011. Obstáculos à exploração do baru (*Dipterix alata* Vog.) no Cerrado goiano: sustentabilidade comprometida. In, Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília, DF, p. 241.
- Mazerolle, M.J., 2006. Improving data analysis in herpetology: using Akaike's Information Criterion (AIC) to assess the strength of biological hypotheses. *Amphibia-Reptilia* 27, 169-180.
- Medeiros, M.B., Miranda, H.S., 2005. Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. *Acta Botanica Brasilica* 19, 493-500.
- Medeiros, M.B., Miranda, H.S., 2008. Post-fire resprouting and mortality in cerrado woody plant species over a three-year period. *Edinburgh Journal of Botany* 65, 53-68.
- Medina, E., Silva, J.F., 1990. Savannas of northern South America: a steady state regulated by water-fire interactions on a background of low nutrient availability. *Journal of Biogeography* 17, 403-413.
- Medina, H.P., Grohmann, F., 1966. Disponibilidade de água em alguns solos sob cerrado. *Bragantia* 25, 65-75.
- Mendiburu, F., 2010. agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. In. <http://CRAN.R-project.org/package=agricolae>, R package version 1.0-9.
- Miranda, H.S., Bustamante, M.M.C., Miranda, A.C., 2002. The fire factor. In: Oliveira, P.S., Marquis, R.J. (Eds.), *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, New York, pp. 51-68.
- Moegenburg, S.M., Levey, D.J., 2003. Do frugivores respond to fruit harvest? An experimental study of short-term responses. *Ecology* 84, 2600-2612.

- Moreno, M.I.C., Schiavini, I., 2002. Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG). *Revista Brasileira de Botânica* 24, 537-544.
- Munhoz, C.B.R., Amaral, A.G., 2010. Efeito do fogo no estrato herbáceo-subarbusivo. In: Miranda, H.S. (Ed.), *Efeitos do regime do fogo sobre a estrutura de comunidades do cerrado: resultados do projeto fogo*. Ibama, Brasília, pp. 93-102.
- Nepomuceno, D.L.M.G., 2006. O extrativismo de baru (*Dipterix alata* Vog) em Pirenópolis (GO) e sua sustentabilidade. In: Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO, p. 96.
- Neumann, R.P., Hirsch, E., 2000. *Commercialisation of Non-Timber Forest Products: Review and Analysis of Research*. Center for International Forestry Research, Bogor, Indonésia.
- Oliveira, P.E.A.M., 2008. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de Cerrado. In: Sano, S.M., Almeida, S.P. (Eds.), *Cerrado: ecologia e flora*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Brasília, pp. 273-290.
- Oliveira, R.S., Bezerra, L., Davidson, E.A., Pinto, F., Klink, C.A., Nepstad, D.C., Moreira, A., 2005. Deep root function in soil water dynamics in cerrado savannas of central Brazil. *Functional Ecology* 19, 574-581.
- Oliveira, W.L., 2009. Ecologia Populacional e Extrativismo de Frutos de *Caryocar brasiliense* Camb. no Cerrado no Norte de Minas Gerais. In: Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília, Brasília, p. 82.
- Oliveira, W.L., Scariot, A., 2010. *Boas Práticas de Manejo para o Extrativismo Sustentável do Pequi*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília.
- 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., Cornejo Valverde, F., Gribel, R., Shepard, G.H., Kanashiro, M., Coventry, P., Yu, D.W., Watkinson, A.R., Freckleton, R.P., 2003. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. *Science* 302, 2112-2114.
- Peters, C.M., 1994. *Sustainable Harvest of Non-Timber Plant Resources in Tropical Moist Forest: an ecological primer*. Biodiversity Support Program, Washington.
- Pivello, V.R., 2005. Manejo de fragmentos de Cerrado: princípios para a conservação da biodiversidade. In: Scariot, A., Sousa-Silva, J.C., Felfili, J.M. (Eds.), *Cerrado:*

- ecologia, biodiversidade e conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 401-413.
- Pivello, V.R., Coutinho, L.M., 1996. A qualitative successional model to assist in the management of Brazilian cerrados. *Forest Ecology and Management* 87, 127-138.
- Pollock, M.L., Milner, J.M., Waterhouse, A., Holland, J.P., Legg, C.J., 2005. Impacts of livestock in regenerating upland birch woodlands in Scotland. *Biological Conservation* 123, 443-452.
- Prance, G.T., Silva, M.F., 1973. Caryocaraceae. *Flora Neotropica* 12, 1-75.
- R Development Core Team, 2011. R: A language and environment for statistical computing. In: R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Ratter, J.A., Bridgewater, S., Ribeiro, J.F., 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany* 60, 57-109.
- Ratter, J.A., Ribeiro, J.F., Bridgewater, S., 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80, 223-230.
- Rawitscher, F., 1948. The water economy of the vegetation of the 'Campos Cerrados' in Southern Brazil. *Journal of Ecology* 36, 237-268.
- Reatto, A., Correia, J.R., Spera, S.T., 2008. Solos do bioma cerrado: aspectos pedológicos. In: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. (Eds.), *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, pp. 47-86.
- Rein, T.A., Duxbury, M., 2008. Modeling the soil organic carbon, texture and mineralogy relations in the profile of oxisols from the Brazilian Cerrado. In: Faleiro, F.G., Farias Neto, A.L. (Eds.), *IX Simpósio Nacional Cerrado e II Simpósio Internacional Savanas Tropicais: menções honrosas*. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, pp. 262-270.
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M., 2008. As principais fitofisionomias de Cerrado. In: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. (Eds.), *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, pp. 151-212.
- Riginos, C., 2009. Grass competition suppresses savanna tree growth across multiple demographic stages. *Ecology* 90, 335-340.
- Riginos, C., Hoffman, M.T., 2003. Changes in population biology of two succulent shrubs along a grazing gradient. *Journal of Applied Ecology* 40, 615-625.

- Riginos, C., Young, T., 2007. Positive and negative effects of grass, cattle, and wild herbivores on *Acacia* saplings in an East African savanna. *Oecologia* 153, 985-995.
- Rist, L., Kaiser-Bunbury, C.N., Fleischer-Dogley, F., Edwards, P., Bunbury, N., Ghazoul, J., 2010. Sustainable harvesting of coco de mer, *Lodoicea maldivica*, in the Vallée de Mai, Seychelles. *Forest Ecology and Management* 260, 2224-2231.
- Ruggiero, P.G.C., Batalha, M.A., Pivello, V.R., Meirelles, S.T., 2002. Soil-vegetation relationships in Cerrado (Brazilian savanna) and Semideciduous Forest, Southeastern Brazil. *Plant Ecology* 160, 1-16.
- Sano, E.E., Rosa, R., Brito, J.L.S., Ferreira, L.G., 2010. Mapeamento do Uso do Solo e Cobertura Vegetal - Bioma Cerrado: ano base 2002. Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidades e Florestas, Brasília, Distrito Federal.
- Santana, J.G., Naves, R.V., 2003. Caracterização de ambientes de Cerrado com alta densidade de pequizeiros (*Caryocar brasiliense* Camb.) na região sudeste do estado de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 33, 1-10.
- Schmidt, I.B., Mandle, L., Ticktin, T., Gaoue, O.G., 2011. What do matrix population models reveal about the sustainability of non-timber forest product harvest? *Journal of Applied Ecology* 48, 815-826.
- Scholz, F.G., Bucci, S.J., Goldstein, G., Meinzer, F.C., Franco, A.C., 2002. Hydraulic redistribution of soil water by neotropical savanna trees. *Tree Physiology* 22, 603-612.
- Sebbenn, A.M., Degen, B., Azevedo, V.C.R., Silva, M.B., Lacerda, A.E.B., Ciampi, A.Y., Kanashiro, M., Carneiro, F.d.S., Thompson, I., Loveless, M.D., 2008. Modelling the long-term impacts of selective logging on genetic diversity and demographic structure of four tropical tree species in the Amazon forest. *Forest Ecology and Management* 254, 335-349.
- Silva, F.A.M., Assad, E.D., Evangelista, B.A., 2008. Caracterização Climática do Bioma Cerrado. In: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. (Eds.), *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, pp. 69-88.
- Silva, J.F., Fariñas, M.R., Felfili, J.M., Klink, C.A., 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography* 33, 536-548.
- Silva Júnior, M.C., Felfili, J.M., 1996. *A Vegetação da Estação Ecológica de Águas Emendadas*. Linha Gráfica Editora, Governo do Distrito Federal, Brasília, DF.

- Smirnova, O.V., Palenova, M.M., Komarov, A.S., 2002. Ontogeny of different life forms of plants and specific features of age and spatial structure of their populations. *Russian Journal of Developmental Biology* 33, 1-10.
- Souza, A.F., 2007. Ecological interpretation of multiple population size structures in trees: the case of *Araucaria angustifolia* in South America. *Austral Ecology* 32, 524-533.
- Souza, I., Souza, A., Pizo, M., Ganade, G., 2010. Using tree population size structures to assess the impacts of cattle grazing and eucalypts plantations in subtropical South America. *Biodiversity and Conservation* 19, 1683-1698.
- Stewart, K., 2009. Effects of bark harvest and other human activity on populations of the African cherry (*Prunus africana*) on Mount Oku, Cameroon. *Forest Ecology and Management* 258, 1121-1128.
- Ticktin, T., 2004. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. *Journal of Applied Ecology* 41, 11-21.
- Timko, J.A., Waeber, P.O., Kozak, R.A., 2010. The socio-economic contribution of non-timber forest products to rural livelihoods in Sub-Saharan Africa: knowledge gaps and new directions. *International Forestry Review* 12, 284-294.
- Tobler, M.W., Cochard, R., Edwards, P.J., 2003. The impact of cattle ranching on large-scale vegetation patterns in a coastal savanna in Tanzania. *Journal of Applied Ecology* 40, 430-444.
- van Andel, T., Havinga, R., 2008. Sustainability aspects of commercial medicinal plant harvesting in Suriname. *Forest Ecology and Management* 256, 1540-1545.
- Vargas, O., Premauer, J., Cárdenas, C.A., 2002. Efecto del pastoreo sobre la estructura de la vegetación en un paramo humedo de Colombia. *Ecotropicos* 15, 35-50.
- Virillo, C.B., Martins, F.R., Tamashiro, J.Y., Santos, F.A.M.d., 2011. Is size structure a good measure of future trends of plant populations? an empirical approach using five woody species from the Cerrado (Brazilian savanna). *Acta Botanica Brasilica* 25, 593-600.
- Walter, B.M., Sampaio, A.B., 1998. A vegetação da Fazenda Sucupira. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF.
- Wickens, G.E., 1991. Management issues for development of non-timber forest products. *Unasylva* 42, 3-8.
- Wilson, H.D., 1994. Regeneration of native forest on Hinewai Reserve, Banks Peninsula. *New Zealand Journal of Botany* 32, 373-383.

- Wright, S.J., Muller-Landau, H.C., Condit, R., Hubbell, S.P., 2003. Gap-dependent recruitment, realized vital rates, and size distributions of tropical trees. *Ecology* 84, 3174-3185.
- Wunder, S., 1999. Value determinants of plant extractivism in Brazil: An Analysis of the Data from the IBGE Agricultural Census. In. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, p. 59.
- Zar, J.H., 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Michigan.
- Zardo, R., 2008. Efeito do Impacto da extração de frutos na demografia do pequi (*Caryocar brasiliense*) no Cerrado do Brasil central. In, Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília, Brasília, p. 50.
- Zardo, R., Henriques, R., 2011. Growth and fruit production of the tree *Caryocar brasiliense* in the Cerrado of central Brazil. *Agroforestry Systems* 82, 15-23.