



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Impactos causados pelo extrativismo, uso da terra e manejo na persistência de populações de
Dipteryx alata Vog. (baru) no Cerrado

JULIANA BENEZ FERREIRA

Orientador: Ph.D Aldicir Scariot

Brasília, DF
Agosto de 2016

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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Impactos causados pelo extrativismo, uso da terra e manejo na persistência de populações de
Dipteryx alata Vog. (baru) no Cerrado

JULIANA BENEZ FERREIRA

Orientador: Ph.D Aldicir Scariot

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília, como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Brasília, DF
Agosto de 2016

Dissertação de Mestrado
JULIANA BENEZ FERREIRA

Impactos causados pelo extrativismo, uso da terra e manejo na persistência de populações de
Dipteryx alata Vog. (baru) no Cerrado

Dissertação aprovada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Banca examinadora:

PhD. Aldicir Scariot
Presidente/Orientador
Depto. de Ecologia – UnB/Embrapa Cenargen

Dr. Eraldo A. T. Matricardi
Membro Titular
Depto. de Engenharia Florestal – UnB

Dr^a Isabel Belloni
Membro Titular
Depto. de Ecologia – UnB

PhD. Marcelo Fragomeni Simon
Membro Titular
Embrapa Cenargen

Brasília, DF
29 de agosto de 2016

A todos os filhos da terra.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço ao meu querido orientador Aldicir Scariot, não só pela orientação, mas por todo o conhecimento que me transmitiu, ao que se refere à academia, e também por lições de vida e experiências que vem me ensinando desde os tempos dos PIBICs. Obrigada pela paciência, pelos puxões de orelha e por todo o incentivo ao longo do caminho. Por me ajudar a crescer, amadurecer e enxergar a vida por diferentes ângulos. E acima de tudo agradeço por você ter sido um pouco orientador, um pouco pai e um pouco amigo.

Ao meu pai Jacinto Ferreira (*in memoriam*) por todos os ensinamentos que me deixou, por ter me incentivado a perseguir meus sonhos, mesmo eu não sabendo ainda quais eles realmente eram. Por ter sido tão carinhoso e ter acreditado tanto em mim. Você foi um exemplo de pai, companheiro, pessoa e profissional, não a toa conquistou tanto e ajudou tanta gente por esse Brasil a fora. Ver seu trabalho e dedicação me fez escolher estar aqui hoje. Você foi um poço de sabedoria e humanidade, e onde quer que esteja sei que tem me guiado.

À minha amada mãe Arlete Benez (*in memoriam*) que foi um exemplo de mulher e mãe, de força e de luta. Com amor e carinho me ensinou que a vida é feita de escolhas e nós escolhemos que caminho trilhar. Ensinou-me os limites da vida e me ajudou a crescer, me deu a mão nas horas difíceis e me deixou ir quando era pra ir. Obrigada pela confiança que sempre teve em mim. Você foi uma guerreira e hoje é meu anjo da guarda.

Aos meus irmãos, Daniela e Maurício e meu cunhado Alexandre, muito obrigada por apoiarem a minha vontade e decisão de ingressar no mestrado. Pelo amor e pelo suporte tanto financeiro quanto emocional e familiar. Sem vocês tudo seria muito diferente e mais difícil.

Ao Rodrigo, meu namorado, que com toda a paciência desse mundo me apoiou e me deu força e suporte para concluir esse trabalho. Obrigada pelas gargalhadas e por todo o amor, companheirismo e compreensão, mesmo nas horas mais difíceis.

Aos meus sobrinhos, Gigi e Pippo, por alegrarem meus dias com suas sapequices e doçura de criança.

Agradeço ao amigo Aelton Giroldo pela ajuda estatística e no R (e que ajuda!!), pelas discussões, questionamentos, risadas e por sua amizade. Tenha certeza que você é parte importante dessa jornada.

Aos queridos amigos e companheiros de campo, Juarez (Juá) e Nilton (Niltinho), agradeço não só pela ajuda imprescindível em campo (não sei o que seria de mim sem vocês!), mas também pelos grandes ensinamentos e lições de vida que me passaram, admiro muito vocês e não tenho como agradecer por todo o carinho e ajuda que vocês me deram em todos esses anos.

Agradeço também a querida Laura Orioli pela ajuda em campo e com as planilhas, pelas dicas e questionamentos.

À todas as demais pessoas que me ajudaram no campo Valdeci (Dudu), Aécio, Natasha, Sr. Adão de Vila de Bom Jesus e Hallyni de Araguapaz.

Agradeço a Josiane (Embrapa Cenargen) por auxiliar na parte estatística.

À Sra. Maura e ao Sr. Antônio de Vila de Bom Jesus por nos acolherem tão bem em sua casa, pelos deliciosos quitutes, pelo carinho e pelas grandes lições de vida que me deram. E também por se aventurarem no campo conosco.

Ao Sr. Sebastião de Vila de Bom Jesus por nos mostrar a região e toda ajuda prestada.

À Sra. Benedita de Alto Paraíso por nos hospedar em sua casa com tanto carinho e atenção.

Agradeço aos proprietários e/ou gerentes das terras, Baianinho, Jamil, Sr. Pedro, Dona Selma, Sra. Benedita, Sr. Benedito, Sr. Emílio, Sr. José Emílio, Sr. José Martins, Sr. Egido, Dona Neusa, Dona Dalcilene, Sr. Eugênio, Sr. Edson, Dona Maria, e todos os demais, por autorizarem a realização do estudo nas suas áreas e cederem informações necessárias para esse trabalho.

À amiga Pamela Moser pelas inúmeras discussões, conversas, desabafos, pela companhia nas disciplinas e estudos extra classe, por todos os trabalhos que realizamos juntas, por estar sempre pronta a ajudar no que for preciso e, principalmente, por ser essa amiga tão querida e companheira.

Aos meus queridos amigos que conheci no mestrado, Thalita, Pedro, Laís, Vinícius e Suélle, por todas as experiências que dividimos ao longo do curso.

A todos os professores do curso de Ecologia que tive o prazer de conhecer e aprender um pouquinho do conhecimento e experiência de vocês.

A todos da equipe do PBE, sem exceções, saibam que de alguma forma todos contribuíram para a realização deste trabalho, pelos ensinamentos, pela companhia diária, pelas risadas, pelas festas e confraternizações, pelos lanches, almoços, conversas fiadas e por todo o carinho que recebi todos esses anos que estive ao lado de vocês. Muito obrigada por me acolherem!!!

À Universidade de Brasília e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia pela oportunidade de realizar um curso tão bem conceituado como esse e por todo o apoio.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento e Pesquisa (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos e pelo apoio financeiro através do projeto “Efeitos de diferentes usos da terra na persistência de populações de *Annona Crassiflora* Mart. (araticum) e de *Dipteryx alata* Vog. (baru) no Cerrado.”.

À Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia pela infraestrutura e apoio logístico.

Aos membros da banca Dr. Eraldo Matricardi, Dra. Isabel Schmidt, Dr. Edison Sujii e Marcelo Fragomeni Simon por terem aceitado o convite e contribuírem para a melhoria desse trabalho.

Àqueles aqui citados e a todos os demais que de alguma forma participaram deste trabalho, meus mais sinceros agradecimentos, sem vocês esse trabalho não seria possível!!

Sumário

Resumo	ix
<i>Palavras-chave</i>	ix
Abstract	x
<i>Keywords</i>	x
Contextualização	11
Introdução	13
Materiais e Métodos	15
<i>Espécie de estudo</i>	15
<i>Áreas de estudo</i>	16
<i>Parâmetros Demográficos</i>	17
<i>Estrutura da paisagem, variáveis ambientais e antropogênicas</i>	20
Análises Estatísticas	20
<i>Estrutura populacional – distribuição de classes diamétricas</i>	18
<i>Triagem das variáveis ambientais e antrópicas</i>	19
<i>Relação entre as variáveis ambientais e antrópicas e a densidade dos estágios de vida</i>	20
Resultados	21
<i>Estrutura populacional – distribuição de classes diamétricas</i>	21
<i>Relação entre as variáveis ambientais e antrópicas e a densidade dos estágios de vida</i>	30
Discussão	31
<i>Estrutura populacional – distribuição de classes diamétricas</i>	31
<i>Relação entre as variáveis ambientais e antrópicas e a densidade dos estágios de vida</i>	33
Conclusão e contribuições para a conservação	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
ANEXO..	42

Índice de Tabelas

Tabela 1. Populações de <i>Dipteryx alata</i> amostradas em 4 mesoregiões brasileiras. “Código” resume os índices de gado (G), manejo (M) e extrativismo (E). DA = densidade de adultos por hectare; DJ = densidade de jovens por hectare; DI = densidade de infantes por hectare; DP = densidade de plântulas por hectare; G = índice de gado; M = índice de manejo; E = índice de extrativismo.	22
Tabela 2. Melhores modelos candidatos ($\Delta AICc < 2$) para explicar a variação na densidade de cada estágio de vida de <i>D. alata</i> . Modelos ranqueados pelo menor valor de AICc.	30
Tabela 3. Estimativas médias (β) das variáveis associadas à densidade de cada estágio de vida de <i>D. alata</i> e seus respectivos Desvios Padrão. As variáveis estão ranqueadas a partir do maior valor de Importância Relativa (IR), que consiste na soma do w_i de cada modelo candidato e m que a variável em questão foi incluída. Estimativas em negrito indicam intervalo de confiança de 95% que exclui 0.	33

Índice de Figuras

- Figura 1.** Localização das 40 populações de *Dipteryx alata* sob diferentes condições de uso e manejo da terra amostradas em Minas Gerais e Goiás. 16
- Figura 2.** Valores do coeficiente de assimetria (skewness) com intervalo de 95% de confiança das 40 populações de *Dipteryx alata* sob diferentes regimes de uso da terra. Linha tracejada representa uma distribuição teórica normal, que representa uma distribuição simétrica, $g_1=0$ 26
- Figura 3.** Estrutura diamétrica, em intervalos de 1 cm, de 40 populações de *D. alata* nas mesorregiões Leste de Goiás, Norte de Goiás, Noroeste de Goiás e Noroeste de Minas Gerais. Linha tracejada indica o ajuste ao modelo exponencial negativo. Populações ordenadas de acordo com o ajuste ao modelo J reverso (R^2), de forma decrescente. Todos os modelos foram significativos, $p<0.001$.
..... 27
- Figura 4.** Frequência relativa de indivíduos por estágios de vida de *Dipteryx alata* em 40 populações sob diferentes regimes de manejo e uso da terra em Goiás e Minas Gerais. 29

Resumo

Mudanças no uso e na cobertura da terra são os principais responsáveis pela reestruturação de paisagens no mundo todo, esse processo é guiado por múltiplos vetores agindo em conjunto. A identificação dos fatores que vem prejudicando a persistência de espécies é importante para o planejamento de ações de manejo e subsídios às políticas de gestão dos recursos naturais, principalmente em áreas sob rápidas mudanças no uso da terra, como é o caso do Cerrado. Neste estudo avaliou-se os impactos do uso da terra, manejo e extrativismo em 40 populações de uma árvore explorada no Cerrado (*Dipteryx alata* Vog., baru). A fim de verificar se está ocorrendo recrutamento contínuo dos indivíduos nas populações, analisou-se o ajuste das distribuições diamétricas das populações estudadas ao modelo exponencial negativo, juntamente com os valores do coeficiente de assimetria. Foram utilizados GLMs, família binomial negativa, que juntamente com a abordagem da teoria da informação possibilitou a escolha de modelos parcimoniosos que associassem a relação entre a densidade dos estágios de vida e os fatores ambientais (densidade de adultos, pH e CTC) e antrópicos (gado, manejo e uso da terra e extrativismo). O uso e manejo da terra afetaram negativamente a estrutura populacional de *Dipteryx alata*. Lacunas no recrutamento e variações na densidade dos estágios de vida estão associadas principalmente ao manejo intensivo da vegetação, o que impede o recrutamento e manutenção dessas populações em longo prazo. Os efeitos negativos do manejo podem ser mitigados com a diminuição da intensidade e frequência de eventos de corte da vegetação, que permitirá a regeneração da população através do estabelecimento e crescimento das plântulas e rebrotas presentes nas áreas. As informações geradas podem auxiliar no planejamento da conservação *in situ* de populações sob manejo e na definição de melhores práticas de manejo e uso sustentável dessa espécie no Cerrado.

Palavras-chave: Produtos florestais não-madeireiros; fatores antrópicos; baru; distribuição diamétrica; Teoria da Informação.

Abstract

Changes in land use and land cover are mainly responsible for the restructuring of landscapes around the world, guided by multiple vectors acting together. The identification of the factors that is hindering the persistence of species is important for planning of management actions and grants to conservation and natural resource management policies, especially in areas under rapid changes in land use and land cover, such as the Cerrado. In this study we assessed the impacts of land use, management and harvest in 40 populations from a tree harvested in the Cerrado (*Dipteryx alata* Vog., Baru). In order to verify if it is occurring continuous recruitment of individuals in the populations we analyzed the adjust of the diameter distributions to the negative exponential model, along with the values of the asymmetry coefficient. Additionally, we used GLMs, negative binomial family, which combined with the information-theoretic approach led the choice of parsimonious models that associate the relationship between the density of life stages and environmental factors (adult density, pH and CEC) and anthropogenic (cattle, management and use of land and harvest). The use and management of land adversely affected the population structure of *Dipteryx alata*. Gaps in recruitment and variations in the density of life stages are associated mainly to the intensive management of vegetation, which prevents the recruitment and maintenance of these populations in the long term. The negative effects of management can be mitigated with decreasing intensity and frequency of vegetation cutting events, which will allow the regeneration of the population through the establishment and growth of seedlings and sprouts present in the areas. The information generated can assist in the planning of in situ populations under management and the definition of best management practices and sustainable use of this species in the Cerrado.

Keywords: Non-timber forest products; antropic factors; baru; diameter distribution; information-theoretic approach.

Contextualização

No Brasil cerca de 29,8 milhões de pessoas habitam áreas rurais (IBGE 2010), sendo em sua maioria agricultores familiares, assentados de reforma agrária e uma diversidade de povos e comunidades tradicionais. Essas pessoas têm como meio de vida a agricultura familiar e a exploração de produtos da biodiversidade para incremento da renda e consumo – alimentos, medicamentos e construção (Packer 2012). Parte de suas rendas é proveniente da coleta de plantas dentro de suas propriedades, áreas comuns e unidades de conservação, o que as tornam economicamente dependentes da biodiversidade e, conseqüentemente, mais vulneráveis à perda dos recursos naturais (Gunatilake *et al.* 1993; Godoy *et al.* 1995; Ticktin 2004). Nesse contexto, a exploração sustentável dos produtos florestais não-madeireiros é essencial não só para a conservação da biodiversidade, mas também dos modos de vida de muitas comunidades rurais (Ticktin 2004), desempenhando um papel fundamental na mitigação da pobreza, contribuindo para a segurança alimentar (FAO 1995) e para a promoção da conservação da biodiversidade e dos serviços ambientais (Ticktin *et al.* 2002; Schneider 2003).

Os produtos da sociobiodiversidade podem contribuir para associar o desenvolvimento econômico sustentável à conservação da diversidade biológica e cultural. Mas para isso é necessário que a exploração e a utilização destes produtos ganhem escala a fim de atender a demanda comercial e sejam economicamente viáveis. No Brasil, existem iniciativas do Governo Federal, sob responsabilidade dos Ministérios do Desenvolvimento Agrário (MDA), do Meio Ambiente (MMA), e do Desenvolvimento Social e Combate a Fome (MDS), para fortalecer as cadeias produtivas e serviços gerados a partir dos recursos da sociobiodiversidade (MMA, MDA e MDS 2009). Com esse objetivo, vem implementando estratégias como a Política de Garantia dos Preços Mínimos da Sociobiodiversidade, que consiste no pagamento de uma subvenção diretamente ao agroextrativista, baseada em preços mínimos pré-estabelecidos; o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO), que visa ampliar e efetivar ações voltadas para a valorização da agrobiodiversidade e dos produtos da sociobiodiversidade, estimulando o conhecimento e as experiências locais de uso, conservação e manejo dos recursos genéticos animais e vegetais, sua comercialização e consumo (MDA 2013); e a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (PNPCT) criada para incentivar o desenvolvimento sustentável e a inclusão produtiva – com o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis – valorizando os recursos naturais, práticas, saberes e tecnologias tradicionais

loais. Além de garantir os direitos sociais, territoriais, econômicas e culturais das comunidades tradicionais (Brasil 2007)

Apesar da implementação de tais políticas estar obtendo relativo sucesso, pouco se sabe dos impactos causados pelo extrativismo e uso da terra nas populações de espécies exploradas (Belcher & Schreckenberg 2007), principalmente em áreas de múltiplos usos onde os efeitos podem ser maximizados pela interação entre as atividades praticadas na área. A falta de conhecimento pode comprometer não só a persistência das populações em longo prazo devido às limitações no recrutamento, crescimento e sobrevivência das plantas, mas também da atividade econômica pelo declínio da capacidade produtiva (Ticktin 2004). A ausência dessas informações pode então comprometer o fortalecimento e viabilidade dessas políticas, principalmente daquelas que têm o potencial de aliar a melhoria da qualidade de vida de comunidades agroextrativistas com a conservação da biodiversidade.

Conhecer os impactos da coleta de frutos e do uso da terra na persistência das populações submetidas a diferentes regimes de exploração em diversas regiões pode contribuir para aprimorar o manejo das espécies, definir parâmetros e metodologias para a exploração, ser usado na capacitação dos agroextrativistas através de melhores práticas de manejo e ainda contribuir no aperfeiçoamento e criação de políticas públicas que observem princípios de sustentabilidade ambiental assegurando a persistência das populações em longo prazo. Estudo realizado com 34 populações de *Caryocar brasiliense* Camb. (Girollo & Scariot 2015), aponta a possibilidade de conciliar múltiplos usos em áreas com cobertura vegetal nativa para promover a conservação e o uso sustentável do pequi, no entanto, também verificou que distúrbios, como o raleamento da vegetação, o gado e o extrativismo, afetam a estrutura populacional desde o nível populacional até o de paisagem. Assim, é de fundamental importância conhecer os impactos causados pelos diferentes usos da terra para que sejam adotadas práticas de manejo e ações adequadas para mitigação desses efeitos, visando à persistência das populações exploradas, em particular, em áreas de múltiplos usos.

Introdução

Mudanças no uso e na cobertura da terra são os principais responsáveis pela reestruturação de paisagens em todo o mundo, afetando também os processos ambientais em diferentes escalas (Lambin *et al.* 1999; Chauchard *et al.* 2007; Ellis & Pontius 2007). Mais especificamente, a expansão de plantios e pastos em detrimento da vegetação natural é a forma mais importante de conversão de ambientes naturais (Lambin & Meyfroidt 2011). O aumento contínuo da demanda mundial por recursos provenientes da terra, juntamente com práticas insustentáveis de manejo tem resultado em um aumento da degradação ambiental, o que, por sua vez, pode afetar a capacidade do sistema de sustentar as necessidades humanas, inclusive a produção de alimentos (Lambin *et al.* 2001; Nellesmann *et al.* 2009).

As alterações na paisagem são guiadas por padrões regionais de múltiplos vetores agindo sinergicamente. A identificação desses fatores e de seus efeitos é um importante passo para o planejamento de ações de manejo e subsídios de políticas visando a conservação e gestão dos recursos naturais (Host *et al.* 1996; Beuchle *et al.* 2015), principalmente em áreas sob rápidas mudanças no uso e cobertura da terra (Nelson & Chomitz 2011), como é o caso do Cerrado (Silva *et al.* 2013).

Nas últimas décadas, houve um aumento significativo da pressão antrópica no Cerrado, que é o segundo bioma mais extenso da América do Sul (Sano *et al.* 2010), ocupando uma área de aproximadamente 203 milhões de hectares (IBGE 2004). Por muito tempo essa região era considerada inadequada para agricultura, em função dos seus solos pobres. No entanto, os avanços tecnológicos, novas técnicas agrícolas, incentivos governamentais e o baixo custo das terras contribuíram para transformar o Cerrado em um local favorável para a expansão da agropecuária (Bickel & Dros 2003), passando assim a sofrer grande pressão antrópica sobre seus recursos vegetais, desencadeada pelo desmatamento e a rápida conversão de suas áreas em agropecuária (Fearnside 2001; Silva *et al.* 2006). Cerca de 50% desse bioma foi desmatado e as áreas que restam estão sujeitas a diferentes níveis de degradação, causadas por pressões comuns a outras savanas, como o extrativismo, agricultura e a criação de gado (Machado *et al.* 2004).

O extrativismo de produtos florestais não madeireiros (PFNMs) pode alterar as taxas vitais dos indivíduos coletados, isto é, sobrevivência, crescimento e reprodução, que podem afetar a estrutura e dinâmica populacional e levar as populações exploradas ao declínio ou extinção (Ticktin 2004). No entanto, seus efeitos vão depender da intensidade e frequência de coleta, dos danos causados à planta durante a prática e da parte da planta coletada.

Normalmente, o extrativismo de frutos e sementes não é prejudicial à nível populacional (Ticktin 2004). Da mesma forma, os tipos de manejo e uso da terra também afetam taxas de sobrevivência, crescimento e reprodução dos indivíduos, e em última análise a persistência das populações.

O estabelecimento de áreas para a criação de gado, por exemplo, requer a abertura de áreas para implantar pastagens, normalmente realizada através do manejo da vegetação, caracterizado pelo desmatamento ou corte seletivo da vegetação e remoção dos indivíduos menores das comunidades (Pivello & Coutinho 1996; Klink & Machado 2005), práticas que podem alterar substancialmente a demografia das populações das plantas remanescentes. Além disso, o pisoteio e a herbivoria podem exercer um impacto importante no recrutamento das populações, uma vez que aumentam a mortalidade de indivíduos menores, principalmente em áreas onde há grande densidade de gado (Sullivan *et al.* 1995; Stern *et al.* 2002; Tobler *et al.* 2003; Courtois *et al.* 2004; Pollock *et al.* 2005).

Ainda, o pastejo aumenta a compactação dos solos e dificulta o estabelecimento de novos indivíduos (Wilson 1994; Martínez & Zinck 2004), alterando desde a estrutura e distribuição da vegetação até ao nível de paisagem (Riginos & Roffman 2003; Tasker & Bradstock 2006).

Cada um desses fatores vai desencadear efeitos diferentes em cada estágio de vida da planta, alterando a estrutura populacional de diversas formas. Daí advém a importância de se conhecer a estrutura populacional de populações sujeitas a diferentes regimes de uso para avaliar quais são as atividades e os fatores que alteram os aspectos demográficos e a persistência dessas populações exploradas (Peters 1994; Ticktin 2004; Gaoue & Ticktin 2007; Schumann *et al.* 2010 e 2011), obtendo assim uma avaliação inicial do estado de conservação dessas populações (Wiegand *et al.* 2000; Bhuyan *et al.* 2003), que pode contribuir para a elaboração de melhores práticas de manejo (Guisan & Zimmermann 2000).

Com o objetivo de avaliar a estado de conservação de populações e identificar os efeitos dos diferentes usos da terra, manejo e extrativismo de frutos no recrutamento e na persistência populacional do *Dipteryx alata* – espécie arbórea nativa do Cerrado amplamente explorada e cujo extrativismo dos frutos é fonte de renda e subsistência de diversas famílias agroextrativistas – foram levantadas duas perguntas: (i) Está ocorrendo recrutamento contínuo dos indivíduos de populações de *D. alata* sujeitas a diferentes regimes de extrativismo, uso da terra e manejo? Espera-se que haja recrutamento contínuo em populações sujeitas a baixos níveis de uso da terra e manejo, com alterações no recrutamento e aumento de lacunas

conforme o grau de intervenção antrópica aumente nas áreas. É esperado também que o extrativismo em qualquer intensidade não afete o recrutamento dos indivíduos, por se tratar de exploração de frutos, produzidos em abundância, em espécie de vida longa; e (ii) Quais são os fatores antrópicos e ambientais mais associados às mudanças nas densidades dos estágios de vida de *D. alata*? E quais seus efeitos? Espera-se que o gado e o manejo apresentem efeito negativo na densidade das plantas, principalmente dos indivíduos menores, decorrente das práticas de manejo utilizadas para promover o crescimento das gramíneas em áreas de pastoreio.

Materiais e Métodos

Espécie de estudo

O baru ou cumaru – *Dipteryx alata* Vog. – é uma espécie arbórea de crescimento lento e vida longa, nativa do Cerrado brasileiro, que ocorre em locais com solos bem drenados e férteis. É abundante nas fitofisionomias de Cerradão e Mata Semidecídua e frequentemente encontrado no Cerrado sentido restrito (Filgueiras & Silva 1975).

Sua floração ocorre de novembro a fevereiro. Os frutos começam a se formar a partir de janeiro, entretanto, frutos maduros são encontrados apenas nos meses de agosto, setembro e outubro (Sano *et al.* 2004). A produção de frutos pode chegar a 5000 unidades por planta, com variação na produção evidenciada entre árvores, entre anos (Ribeiro *et al.* 2000) e entre áreas de ocorrência (Brito 2004). O fruto possui um mesocarpo marrom-claro carnoso, endocarpo lenhoso e com apenas uma semente. O mesocarpo e a amêndoa (semente) são comestíveis e ricas em calorias e sais minerais (Vallilo *et al.* 1990). Na época da seca, o baru é uma das poucas espécies que apresentam frutos com mesocarpo carnoso no Cerrado, sendo muito importante para a alimentação da fauna. Por esse motivo, é muito utilizada como complemento alimentar para o gado nesse período em que a forragem é escassa, o que justifica a frequente presença de indivíduos dessa espécie em pastagens (Ribeiro *et al.* 2000).

O baru tem grande importância econômica e social em função da sua multiplicidade de usos – madeireiro, alimentício, forrageiro, medicinal, oleico e paisagístico (Almeida *et al.* 1998; Ribeiro *et al.* 2000). A exploração e corte da sua madeira de alta qualidade é uma das maiores ameaças à espécie e, juntamente, com o avanço da fronteira agrícola é responsável pelo declínio populacional dos barueiros (Carrazza & D'Ávila 2010). Em contrapartida, o extrativismo dos seus frutos é apontado como uma alternativa à exploração extensiva e sua comercialização é amparada pela Política de Garantia de Preços Mínimos para Produtos da

Sociobiodiversidade (PGPMBio), que estabelece preços mínimos para os produtos da biodiversidade brasileira, auxiliando tanto na sustentabilidade econômica das práticas extrativistas quanto na conservação dos recursos naturais. Nas últimas décadas, a comercialização da amêndoa e seus subprodutos (por exemplo: farinhas, óleos e bebidas alcoólicas) vem ganhando espaço no mercado e complementando a renda de muitas famílias agroextrativistas. O preço do quilo da castanha *in natura* é muito variável, custando em média R\$ 30,00 o quilograma, no entanto, pode chegar a valores bem mais altos ao passo que se avança na cadeia produtiva. A castanha processada e torrada chega a ser vendida no valor de R\$ 70,00 o quilograma em mercados e lojas na cidade. Seu alto valor e sua popularização tem aumentado o número de famílias que tem o extrativismo do baru como sustento, o que confere uma importância econômica e social enorme.

Áreas de estudo

O levantamento da estrutura populacional foi realizado em 40 populações de *D. alata* (Figura 1 e Tabela 1) em áreas de ocorrência da espécie no bioma Cerrado em quatro mesorregiões brasileiras: (i) Noroeste de Minas Gerais; (ii) Leste de Goiás; (iii) Norte de Goiás; e (iv) Noroeste de Goiás.

As populações compreendem diferentes regimes de uso da terra (pastagens de pequeno, médio e grande porte; lavouras; cerrado perturbado e cerrado intacto), que estão submetidas a diferentes intervenções de manejo, tais como o corte seletivo da vegetação, remoção de plantas, gradeamento do solo, dentre outros, e representam um gradiente de exploração de frutos (Tabelas 1 e 2). Para a amostragem de populações não exploradas foram selecionadas reservas e áreas privadas onde o extrativismo de frutos não ocorre ou foi considerado incipiente. Populações próximas umas das outras, apresentavam níveis de perturbação antrópica diferentes e características ambientais – tais como temperatura, umidade e solo – semelhantes.

O clima da região é Aw (Köppen), típico de savana com longo período seco durante o inverno e um verão chuvoso com precipitação menor do que 1400 mm.

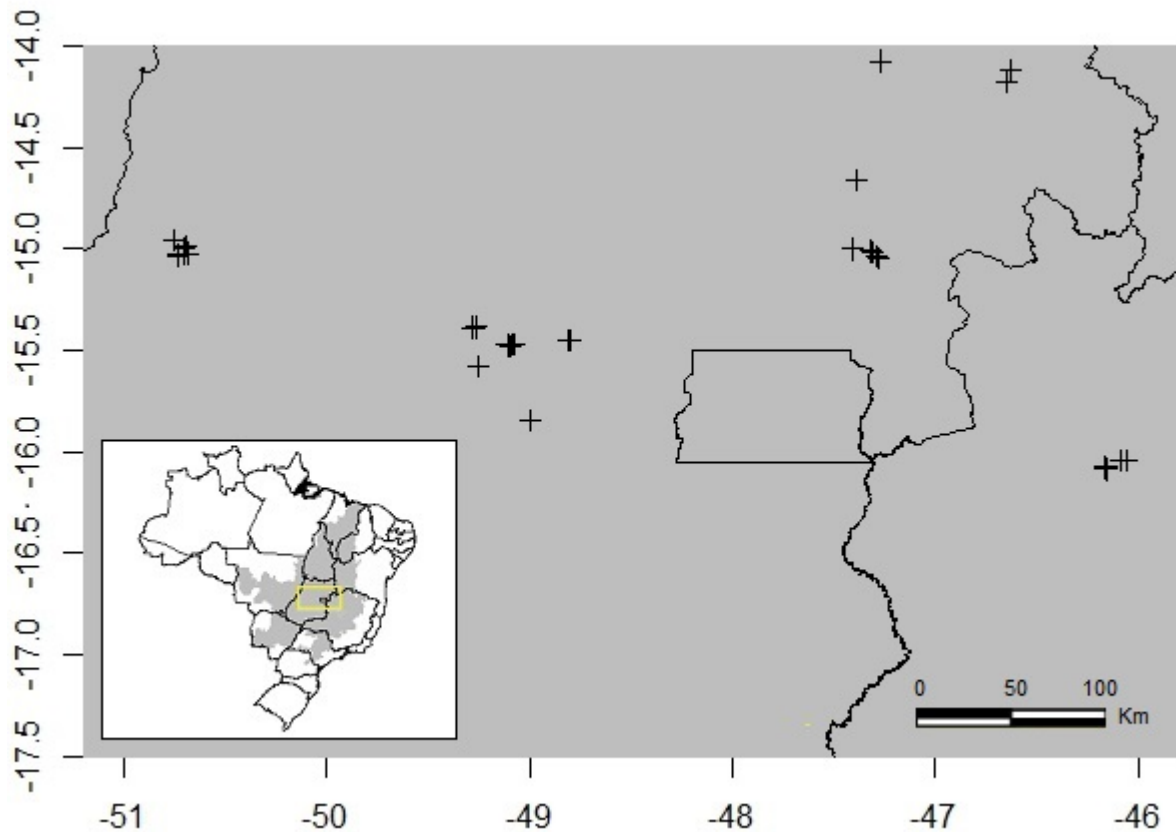


Figura 1. Localização das 40 populações de *Dipteryx alata* amostradas sob diferentes condições de extrativismo, uso e manejo da terra em Minas Gerais e Goiás. As cruzes representam as áreas amostradas.

Parâmetros Demográficos

A estrutura populacional foi estimada geralmente em áreas amostrais de 1,0 hectare (variando de 0,25 a 5,0 ha), para que fossem amostrados no mínimo 300 indivíduos em cada uma das 40 populações amostradas. Em algumas populações essa quantidade de plantas não foi atingida devido à população ocorrer em lavouras ou pastagens com intenso uso e manejo, onde há somente indivíduos adultos e em outras populações a densidade ser naturalmente baixa (Tabela 1). Nestes casos optou-se por amostrar uma área que fosse suficientemente grande para representar a abundância de indivíduos da população.

Parcelas contíguas de 50x50m foram alocadas aleatoriamente nas áreas e todos os indivíduos de *Dipteryx alata* foram amostrados para a coleta de dados de abundância, altura total e diâmetro do caule. Nas áreas onde havia grande quantidade de plântulas e infantes, foram alocadas subparcelas de 10x50, onde todos os indivíduos com altura menor do que 30 cm e/ou diâmetro menor ou igual a 1 cm foram medidos. A altura total foi medida com uma vara telescópica. Os indivíduos com diâmetro do caule ≥ 5 cm (na altura de 30 cm) tiveram

seus diâmetros mensurados à 30 cm do solo (D_{30}), com suta, e os indivíduos com diâmetro <5 cm foram mensurados à altura do solo (D_{solo}), com paquímetro digital. Todos os indivíduos de *D. alata* foram identificados com placas de alumínio numeradas, mapeados e georreferenciados com auxílio de GPS para permitir monitoramento futuro.

As classes de tamanho foram definidas a partir de elementos quantitativos, tais como tamanho, sobrevivência e capacidade de reprodução (produção de frutos) (Gatsuk *et al.* 1980). A determinação dos estágios de tamanho pode ser mais relevante do que a idade cronológica, visto que plantas de diferentes estágios geralmente possuem diferenças nas taxas vitais (sobrevivência, crescimento e reprodução) e exercem diferentes papéis na população (Hutchings 1997; Smirnova *et al.* 2002), além da dificuldade de estimar a idade precisa de indivíduos arbóreos.

Desta forma os indivíduos foram divididos nas quatro classes de tamanho:

- **Plântulas** apresentam diâmetro $\leq 0,5$ cm. Esse classe representa o tamanho máximo para indivíduos nascidos no ano anterior ao da amostragem. Esse valor foi verificado a partir da comparação entre levantamentos da estrutura populacional de algumas áreas em anos subsequentes.
- **Infantes** com diâmetro $> 0,5$ e ≤ 1 cm. Esses indivíduos apresentam baixa taxa de sobrevivência, 31-50% (Brito 2004).
- **Jovens:** indivíduos com diâmetro > 1 e $< 7,4$ cm. Apresentam baixa taxa de mortalidade, porém ainda não possuem capacidade de reprodução (Brito 2004).
- **Adultos:** indivíduos com diâmetro $\geq 7,4$ cm. São potencialmente capazes de reproduzir. Esse valor foi estimado a partir de levantamentos de frutificação realizados nas áreas de estudo, em que o tamanho mínimo de um barueiro capaz de produzir frutos foi de 7,4 cm de diâmetro.

Estrutura da paisagem, variáveis ambientais e antropogênicas

As populações foram caracterizadas a partir do levantamento de dados ambientais de solo e do nível de perturbação antrópica. Para a caracterização do solo, foram coletadas aleatoriamente três amostras de solo de profundidade de 0 a 30 cm em cada área. Essas amostras foram homogeneizadas e analisadas quanto à granulometria e fertilidade (Anexo 1).

A presença de gado, manejo da vegetação e os níveis de extrativismo foram levados em consideração para verificar e avaliar o nível de perturbação antrópica nas áreas. O manejo consiste nas diferentes práticas realizadas pelos donos da terra para a utilização ou

manutenção da área. Isso inclui a limpeza das pastagens – que envolve a retirada sistemática da vegetação arbórea e arbustiva, de uma a duas vezes por ano, o corte seletivo da vegetação, mantendo as espécies de interesse. aragem da terra, gradeamento, reforma de pastagens e correção do solo, dentre outros. Esses dados foram obtidos a partir de observações feitas durante o levantamento da estrutura e de informações obtidas com os trabalhadores e proprietários das áreas amostradas.

Com todas as informações coletadas foi criada uma Matriz de Leopold (Leopold *et al.* 1971) para calcular os índices de cada perturbação – extrativismo de frutos, manejo e uso pelo gado. As linhas horizontais da matriz foram representadas pelas populações e as colunas pelas perturbações. Cada coluna de perturbação é dividida em quatro subcolunas, as três primeiras representam características da perturbação – frequência; intensidade e extensão – onde são atribuídos valores de 0 (menor importância) a 3 (maior importância) para avaliar cada característica, já a última subcoluna é a soma dos valores atribuídos nas três primeiras, representando o valor final do índice da perturbação que foi utilizado para caracterizar cada população. Ao final obteve-se um valor de 0 a 9 de em cada uma das populações, o um gradiente de perturbação, 0 – menos perturbado e 9 mais perturbado. Esses índices sintetizam a magnitude desses fatores ao longo dos anos.

As populações foram nomeadas de acordo com os índices de perturbação, por exemplo, uma população com índice de gado = 8, de manejo = 9 e de extrativismo = 3 foi denominada pelo código G8M9E3. Para distinguir duas ou mais populações que tivessem o mesmo índice para os três fatores acrescentou-se uma letra após o código, por exemplo, G8M9E3a e G8M9E3b, e assim por diante.

Análises estatísticas

Estrutura populacional – distribuição de classes diamétricas

Populações de espécies arbóreas de crescimento lento com tendência ao crescimento, onde haja recrutamento contínuo e alta proporção de indivíduos nas classes menores são tipicamente caracterizadas pelo modelo exponencial negativo, J reverso (Lykke 1998; Schumann *et al.* 2010; Souza *et al.* 2010). Com o intuito de acessar evidências de mudanças no recrutamento das populações submetidas a diferentes usos da terra, calculou-se o ajuste das distribuições diamétricas de cada população ao modelo J reverso, o que nos permite verificar a existência de lacunas na distribuição das classes de tamanho. O ajuste foi obtido a partir da equação $y = ae^{-bx}$, nesta equação, y representa a porcentagem de indivíduos em cada classe

de diâmetro, x é o ponto médio das classes, a é o intercepto e b é a inclinação da curva, que, biologicamente, representa a taxa de mortalidade das populações (Hett & Loucks 1976).

Complementarmente, foi calculado o coeficiente de assimetria (gI) (Souza 2007), que ajuda a prever a direção de mudança na população (crescimento ou declínio). Para isso é calculado a proporção relativa das diferentes classes de tamanho dos indivíduos de *D. alata* em cada população (Legendre & Legendre 1998). Valores de $gI = 0$ indicam uma distribuição simétrica, quando $gI < 0$ há predominância de indivíduos das classes maiores de diâmetros e relativamente poucos indivíduos menores, essas populações tendem a declinar ao longo do tempo, enquanto que valores de $gI > 0$ há predominância de indivíduos menores e poucos indivíduos grandes e as populações tendem a crescer com o tempo. Os valores obtidos foram comparados à assimetria de uma distribuição teórica normal ($gI=0$), para isso foi obtido uma assimetria com 95% de intervalo de confiança, através do método bootstrap, reamostrando os dados 10.000 vezes. Dessa forma, é possível verificar a contribuição das classes menores para a população.

Triagem das variáveis ambientais e antrópicas

Previamente à construção dos modelos, foi realizada uma triagem das variáveis utilizando a análise de correlação de Pearson, para evitar o uso de variáveis colineares de granulometria, fertilidade do solo e fatores antropogênicos. Havendo correlação entre duas variáveis ($r \geq 0.7$), a variável mais fácil de interpretar foi mantida. Dessa maneira, as variáveis utilizadas nos modelos foram índices de manejo, gado e extrativismo, pH, CTC e densidade de indivíduos adultos de *D. alata* por hectare. Os índices de extrativismo, gado e manejo sintetizam os diferentes regimes de uso da terra e manejo a que as populações estão sujeitas. Níveis de pH e CTC resumem o gradiente de fertilidade do solo. A densidade de indivíduos adultos de *D. alata* por hectare foi utilizada apenas nos modelos de densidade de plântulas e infantes, uma vez que a quantidade de indivíduos adultos está correlacionada com a produção de propágulos, e, portanto, às chances de germinação de plântulas. A densidade de cada estágio de vida por hectare foi utilizada como variável resposta.

Relação entre as variáveis ambientais e antrópicas e a densidade dos estágios de vida

Com o intuito de identificar os fatores antrópicos e ambientais que estão mais associados às densidades dos estágios de vida e entender seus respectivos efeitos, foram utilizados modelos lineares generalizados (GLM – Generalized linear model), família

binomial negativa, juntamente com a abordagem da teoria da informação (Burnham & Anderson 2002). Essa abordagem auxilia na escolha de modelos mais parcimoniosos, ou seja, que melhor explicam a informação dos dados e que geram a menor perda de informação ao integrar informações de todos os modelos candidatos para que se possa calcular a importância relativa das múltiplas variáveis e seus efeitos nas densidades dos estágios de vida.

Foram construídos modelos com todas as combinações possíveis de variáveis explanatórias presentes no modelo global. Os modelos foram ranqueados pelo Critério de Informação de Akaike (AICc) (Burnham & Anderson 2002). Esse parâmetro mede a perda de informação dos modelos ao serem usados para explicar determinado padrão. Em seguida, foi calculado o $\Delta AICc$, que é uma medida de variação entre cada modelo em relação ao melhor modelo. Apenas modelos com $\Delta AICc < 2$ foram selecionados. Também foram calculadas as médias dos parâmetros e seus respectivos desvios padrão para cada variável presente nos modelos candidatos. Para estimar a magnitude de evidência de cada modelo foi calculado o peso de Akaike (w_i) modelos com peso de Akaike $> 0,9$ foram considerados os mais parcimoniosos. No entanto, quando nenhum modelo apresentou esse valor, optou-se pelo modelo ponderado, para isso calculou-se a estimativa média dos modelos e os respectivos intervalos de confiança de 95%. Com isso, foi possível fazer inferências com base em um conjunto de melhores modelos e suas variáveis, ao invés de se basear em informações contidas apenas em um único modelo (Burnham & Anderson 2002). A fim de verificar a significância dos efeitos de cada variável presente nos melhores modelos na variável resposta foi utilizado o intervalo de confiança de 95% da estimativa média dos parâmetros dos modelos candidatos ($\Delta AICc < 2$). Quando o intervalo de confiança de 95% excluir zero utilizando o teste z, o efeito da variável foi considerado significativo (Burnham & Anderson 2002). Adicionalmente, foi estimada a importância relativa (IR) de cada variável a partir da soma de w_i dos modelos em que esta variável estava presente. Variáveis com maior IR foram mais importantes para explicar a variação na variável resposta – densidade dos estágios de vida (Burnham & Anderson 2002).

Todas as análises foram realizadas utilizando o programa R, versão 3.2.3 (R Development Core Team 2014), usando os pacotes agricolae (Mendiburu 2010), moments (Komsta & Novomestky 2011), MASS (Venables & Ripley 2002) e MuMIn (Barton 2011).

Resultados

Estrutura populacional – distribuição de classes diamétricas

A densidade total de indivíduos de *D. alata* nas áreas amostradas variou entre 05 e 5940 indivíduos por hectare, sendo que a densidade de indivíduos com diâmetro maior do que 1 cm variou de 4,5 a 908, média = 197,63 e desvio padrão $\pm 682,26$ (Tabela 1). A área com menor densidade de indivíduos está submetida a altos níveis de manejo e gado, caracterizada por uma pastagem de porte industrial, e a com maior densidade é uma pastagem com alta regeneração, formando capoeiras com início de transição para Cerrado, com poucas cabeças de gado e manejo incipiente.

A estrutura das populações variou entre as áreas submetidas a diferentes usos da terra e manejo. Dentre as 40 populações, 11 tiveram índice de assimetria negativo ou igual a 0, das quais 10 estão sujeitas a manejo intensivo e/ou alta densidade de gado (Figura 2). Além disso, sete dessas áreas apresentaram baixo ajuste ($R^2 < 0,7$) ao modelo J reverso (Figura 3). Das sete populações com baixo ajuste ao modelo, seis apresentaram altos índices de manejo e/ou gado, com ausência de indivíduos nas primeiras classes de tamanho. Em populações com altos índices de manejo que tiveram ajuste significativo ($R^2 \geq 0,7$), observou-se uma alta taxa de rebrotas nas classes iniciais, em função do corte frequente, e grandes lacunas nas classes intermediárias de tamanho (Figura 3 e 4) e presença de indivíduos nas classes representadas por adultos.

Áreas de vegetação nativa, com exceção da G4M5E0, apresentaram ajuste significativo ao modelo ($R^2 \geq 0,7$) e índices de assimetria positivos (Figuras 2 e 3), com predominância de indivíduos nas primeiras classes de tamanho. No entanto, áreas com vegetação nativa submetidas à intervenções de manejo apresentaram lacunas em determinadas classes de tamanho, diferente do que ocorre em áreas de vegetação nativa sem manejo. Nestas, assim como em pastagens abandonadas com alta regeneração natural e capoeiras em início de transição para o Cerrado, apresentaram um padrão de distribuição diamétrica consistente com o modelo J reverso, ausência de lacunas e valores de assimetria positivos.

Em mais de 57% (23/40) das populações o percentual de plântulas ($< 0,5$ cm) foi menor ou igual a 50% (Figura 4). Ainda, 40% (16/40) das populações apresentaram lacunas em um ou mais estágios de vida. Não foram encontrados jovens (1 – 7,4 cm) em 35% (14/40) das populações e em 17,5% (7/40) das áreas os infantes (0,5 – 1 cm) estavam ausentes (Figura 4).

Tabela 1. Populações de *Dipteryx alata* amostradas em 4 mesoregiões brasileiras. “Código” resume os índices de gado (G), manejo (M) e extrativismo (E). DA = densidade de adultos por hectare; DJ = densidade de jovens por hectare; DI = densidade de infantes por hectare; DP = densidade de plântulas por hectare; G = índice de gado; M = índice de manejo; E = índice de extrativismo. (continua)

Região	Município	Ambiente	Código	Área amostrada (ha)	Dens/ha	DA	DJ	DI	DP	G	M	E	Coordenadas	
													Latitude	Longitude
Leste de GO	Caxambu	Pastagem pequeno porte	G7M6E9	1	62	12	0	16	34	7	6	9	15°57'54.59" S	49°2'53.426" O
	Formosa	Pastagem médio porte	G9M8E9a	1	27	12	0	0	15	9	8	9	15° 2' 11.753" S	47°17'34.274" O
	PA Vigilância - Formosa	Capoeira com transição para Cerrado	G3M3E7	0,25	5940	320	3960	760	900	3	3	7	15°2'49.236" S	47°16'59.578" O
	PA Vigilância - Formosa	Cerradão com transição Mata seca	G3M5E0	0,5	546	52	0	36	458	3	5	0	15° 0' 34.715"S	47°19'14.959" O
	PA Vigilância - Formosa	Pastagem grande porte	G9M9E5a	1	22	9	0	0	13	9	9	5	15°0'45.385" S	47°18'47.401" O
	PA Boa Esperança - Formosa	Capoeira	G5M5E5	0,25	1208	176	732	308	424	5	5	5	14°59'57.736" S	47°24'30.60" O
	Lagolândia	Cerradão	G4M3E0	1	906	73	65	67	274	4	3	0	15°38'50.395" S	49°2'7.962" O
	Lagolândia	Pastagem com alta regeneração	G4M5E7	0,25	2655	108	332	372	800	4	5	7	15°38'44.884" S	49°2'6.634" O
	Pirenópolis	Pastagem médio porte	G7M9E8	1	716	39	53	166	458	7	9	8	15°50'33.572" S	48°59'40.178" O

Tabela 1. Continuação.

Região	Município	Ambiente	Código	Área amostrada (ha)	Dens/ha	DA	DJ	DI	DP	G	M	E	Coordenadas	
													Latitude	Longitude
Leste de GO	Vila de Bom Jesus	Mata Estacional Semidecídua	G0M0E0a	0,25	1068	40	88	412	528	0	0	0	15°48'01.36" S	49°10'00.74" O
	Vila de Bom Jesus	Mata Estacional Semidecídua	G0M0E0b	0,5	530	102	44	110	274	0	0	0	15°47' S	49°08' O
	Vila de Bom Jesus	Mata Estacional Semidecídua	G0M0E6	0,25	1168	24	272	340	480	0	0	6	15°47'23,11" S	49°09'11.04" O
	Vila de Bom Jesus	Pastagem abandonada	G0M5E9	0,25	1388	16	244	672	456	0	5	9	15°47'34.63" S	49°11'13.78" O
	Vila Propício	Mata Estacional Semidecídua	G6M7E3	1	481	4	2	26	147	6	7	3	15°26' 59.64" S	48°48'32.35" O
	Vila Propício	Pastagem médio porte	G7M7E8	1	342	16	9	43	165	7	7	8	15°26'49.751" S	48°48'18.871" O
Leste de GO - Vão do Paranã	Iaciara	Plantio de milho	G0M9E7	5	43	8,2	0	0	24	0	9	7	14°10'30.148" S	46°38'44.434" O
	Iaciara	Pastagem médio porte	G8M7E0a	1	488	6	32	49	401	8	7	0	14°7'10.229" S	46°37'57.18" O
	São Domingos	Cerradão transição Mata seca	G5M5E0	1	39	11	1	8	19	5	5	0	13°41'2.396" S	46°40'33.064" O
	São Domingos	Pastagem médio porte	G8M7E0b	1	188	7	11	28	142	8	7	0	13°45'35.856" S	46°41'21.833" O
	São Domingos	Pastagem grade porte	G9M9E3	1	17	9	0	1	7	9	9	3	13°42'5.868" S	46°40'21.882" O

Tabela 1. Continuação.

Região	Município	Ambiente	Código	Área amostrada (ha)	Dens/ha	DA	DJ	DI	DP	G	M	E	Coordenadas	
													Latitude	Longitude
Noroeste de GO	Araguapaz	Mata Estacional Semidecídua	G4M5E0	1	65	47	1	4	13	4	5	0	15°1'50.254" S	50°43'54.084" O
	Araguapaz	Mata Estacional Semidecídua	G5M6E0	1	198	27	6	17	148	5	6	0	14°59'9.755" S	50°41'43.778" O
	Araguapaz	Pastagem abandonada	G6M7E0	1	256	14	6	47	189	6	7	0	15°1'14.002" S	50°41'9.474" O
	Araguapaz	Pastagem grande porte	G9M9E0a	1	34	34	0	0	0	9	9	0	15°1'32.228" S	50°44'14.845" O
	Araguapaz	Pastagem grande porte	G9M9E0b	2	5	4,5	0	0,5	0	9	9	0	14°57'6.167" S	50°45'8.258" O
	Araguapaz	Pastagem grande porte	G9M9E0c	1	25	23	0	0	2	9	9	0	14°59'58.024" S	50°42'10.447" O
	PA Sant'Ana - Araguapaz	Pastagem pequeno porte	G7M6E3a	1	12	9	1	1	1	7	6	3	15°1'26.839" S	50°42'25.564" O
	PA Sant'Ana - Araguapaz	Pastagem pequeno porte	G7M6E3b	1	120	14	4	29	73	7	6	3	14°59'6.86" S	50°41'47.789" O
Norte de GO	Alto Paraíso	Cerradão	G4M0E7	0,25	972	20	296	316	340	4	0	7	16°5'7.393" S	46°9'40.068" O
	Alto Paraíso	Pastagem médio porte	G7M7E9	1	166	15	36	43	72	7	7	9	16°2'34.854" S	46°5'22.992" O
	São João da Aliança	Pastagem médio porte	G7M8E9	1	221	8	71	83	59	7	8	9	16°2'42.198" S	46°3'18.623" O
Noroeste de MG	Arinos	Cerradão	G5M0E0	1	265	78	94	59	34	5	0	0	16°4'30.486" S	46°9'41.854" O

Tabela 1. Continuação.

Região	Município	Ambiente	Código	Área amostrada (ha)	Dens/ha	DA	DJ	DI	DP	G	M	E	Coordenadas	
													Latitude	Longitude
Noroeste de MG	Arinos	Pastagem médio porte	G8M7E5	1	98	17	59	15	7	8	7	5	14°4'31.994" S	47°16'22.865" O
	Arinos	Pastagem médio porte	G9M5E5	1	40	15	12	7	6	9	5	5	14°4'22.642" S	47°16'14.768" O
	Arinos	Pastagem grande porte	G9M8E9b	1	44	43	0	1	0	9	8	9	14°39'39.488" S	47°23'29.688" O
	Icaraí de Minas	Plantio de sorgo e milho	G0M9E5	1	16	8	0	0	8	0	9	5	16° 20' 25.717" S	45°1'17.958" O
	Icaraí de Minas	Pastagem médio porte	G9M7E5a	1	80	12	8	33	27	9	7	5	16°17'57.415" S	45°1' 38.226" O
	Icaraí de Minas	Pastagem médio porte	G9M7E5b	1	199	9	5	92	93	9	7	5	16°20'14.87" S	45°1'43.32" O
	Icaraí de Minas	Pastagem grande porte	G9M9E7	1	99	9	0	15	75	9	9	7	16°12'46.728" S	44°53'17.822" O
	São Francisco	Pastagem grande porte	G9M9E5b	1	39	10	1	0	28	9	9	5	16°2'39.311" S	44°57'30.64" O

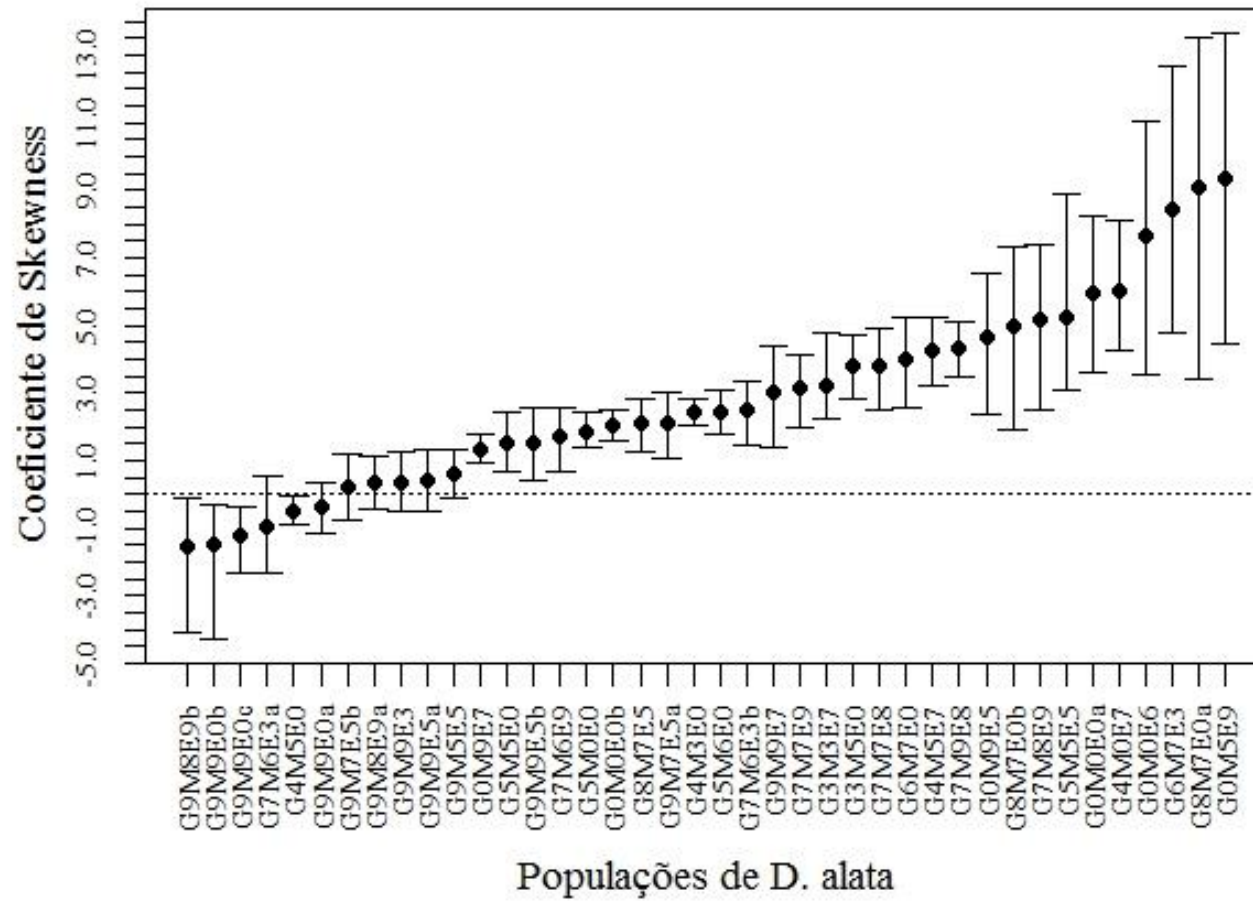


Figura 2. Valores do coeficiente de assimetria (g_1) com intervalo de 95% de confiança das 40 populações de *Dipteryx alata* sob diferentes regimes de uso da terra. A linha tracejada indica uma distribuição teórica normal, que representa uma distribuição simétrica, $g_1=0$.

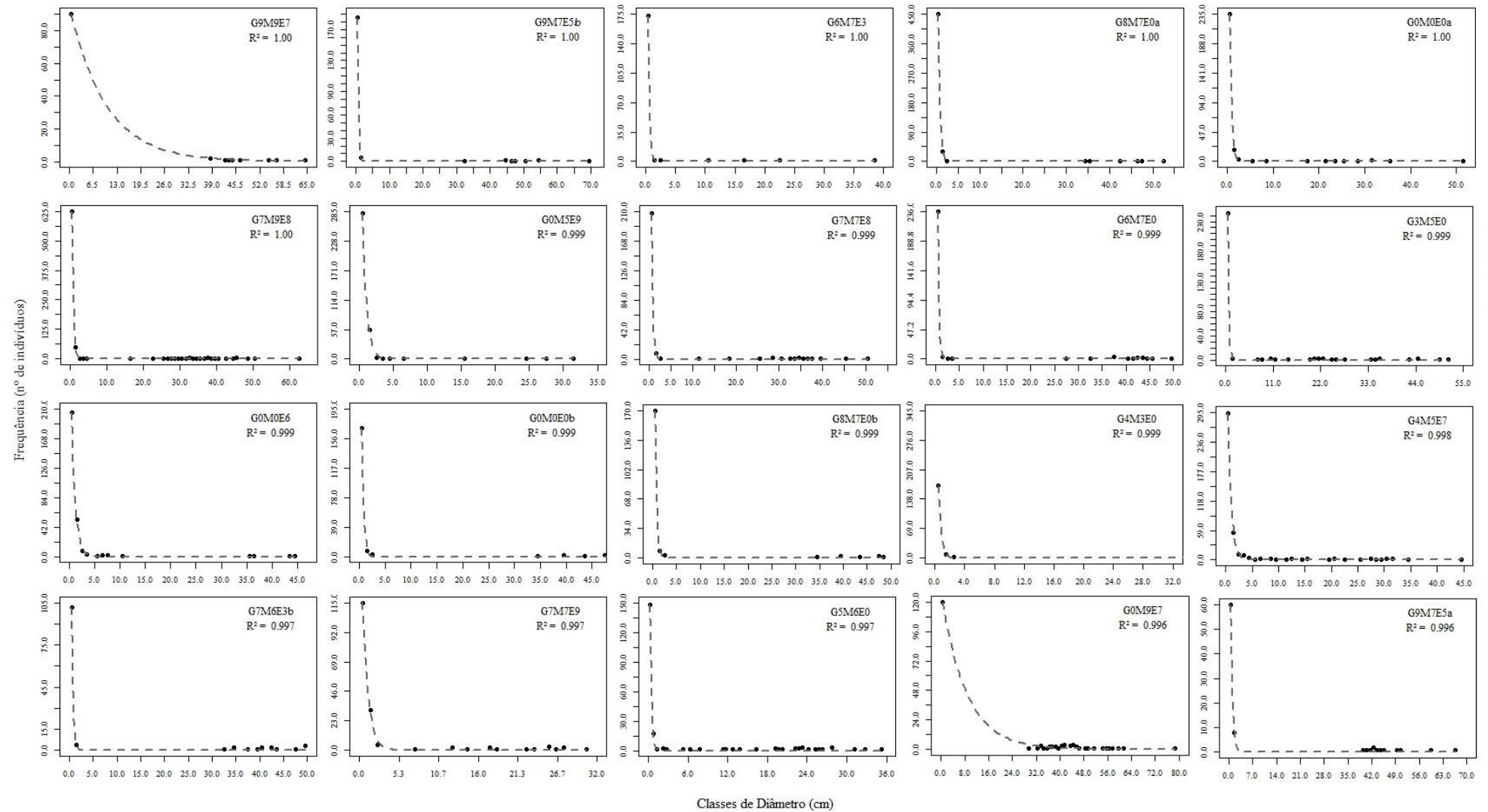


Figura 3. Estrutura diamétrica, em intervalos de 1 cm, de 40 populações de *D. alata* nas mesorregiões Leste de Goiás, Norte de Goiás, Noroeste de Goiás e Noroeste de Minas Gerais. Linha tracejada indica o ajuste ao modelo exponencial negativo. Populações ordenadas de acordo com o ajuste ao modelo J reverso (R^2), de forma decrescente. Todos os modelos foram significativos, $p < 0.001$. (Continua)

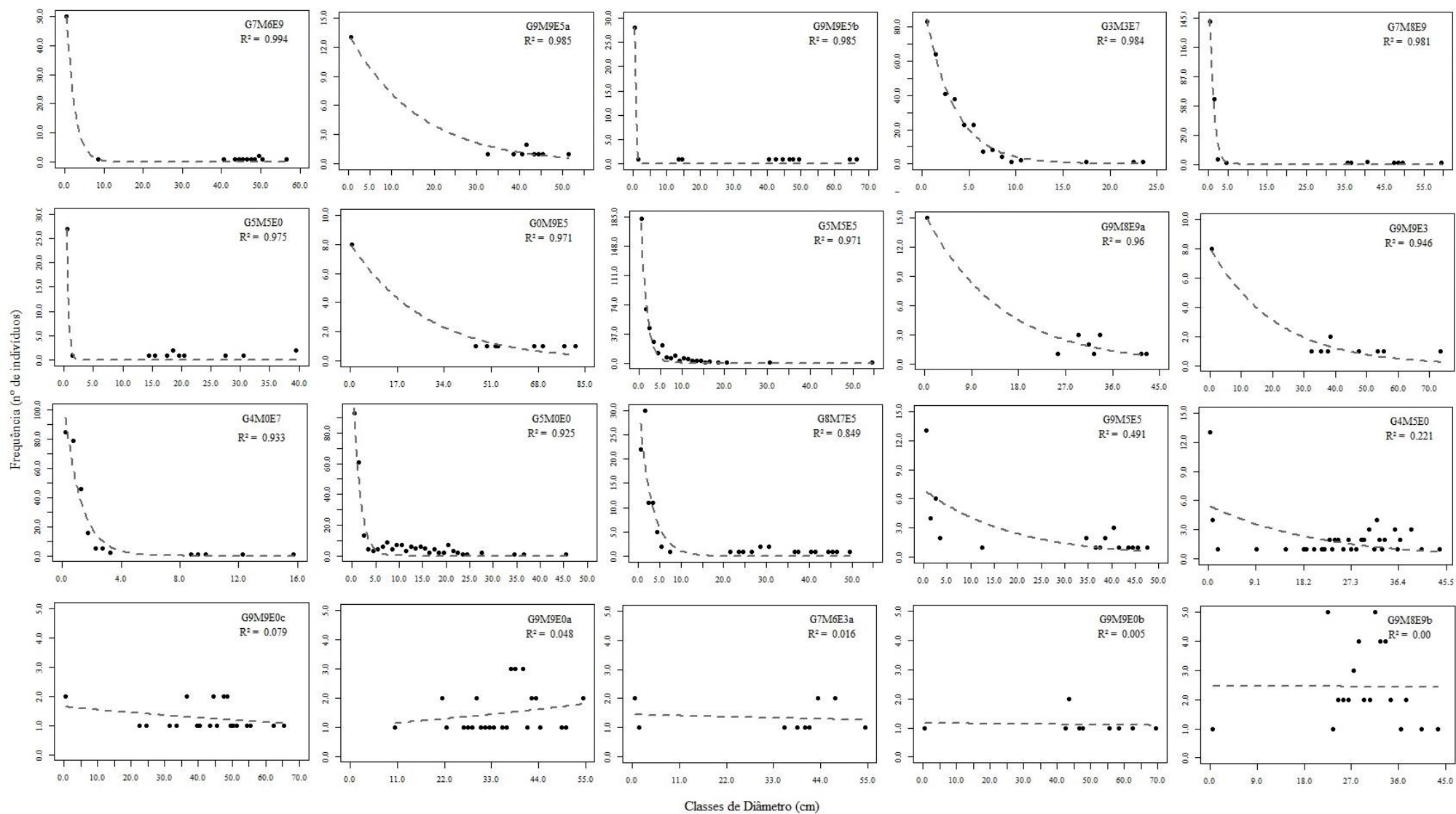


Figura 3. Continuação.

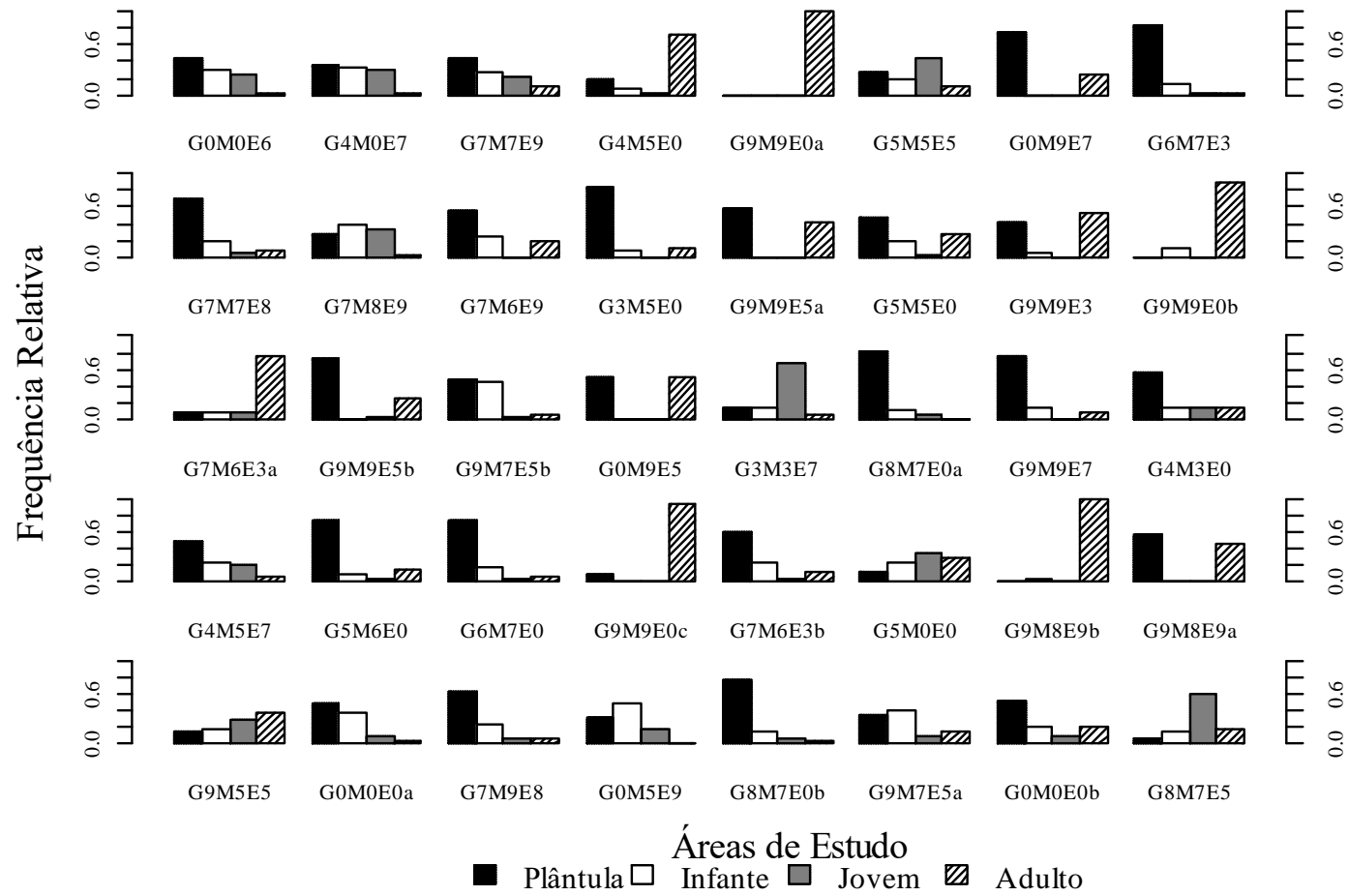


Figura 4. Frequência relativa de indivíduos por estágios de vida de *Dipteryx alata* em 40 populações sob diferentes regimes de manejo e uso da terra em Goiás e Minas Gerais.

Relação entre as variáveis ambientais e antrópicas e a densidade dos estágios de vida

Em todos os estágios de vida, nenhum modelo apresentou w_i acima de 0,9 (Tabela 2), dessa forma as variáveis dos melhores modelos candidatos foram analisadas com relação a sua importância relativa e significância das médias dos parâmetros.

Tabela 2. Melhores modelos candidatos ($\Delta AICc < 2$) para explicar a variação na densidade de cada estágio de vida de *D. alata*. Modelos ranqueados pelo menor valor de AICc.

Modelos	K	Loglik	AICc	$\Delta AICc$	w_i
i. Densidade de Plântulas					
~ – Gado + Adulto	4	-231.163	471.5	0.00	0.292
~ – CTC – Gado + Adulto	5	-230.473	472.7	1.24	0.157
~ Adulto	3	-233.053	472.8	1.30	0.152
~ – Manejo + Adulto	4	-231.830	472.8	1.33	0.150
~ – Gado – pH + Adulto	5	-230.661	473.1	1.62	0.130
~ – Gado	3	-233.297	473.3	1.79	0.119
ii. Densidade de Infantes					
~ Extrativismo – Manejo	4	-192.793	394.7	0.00	0.384
~ Extrativismo – Gado	4	-193.141	395.4	0.70	0.271
~ – CTC + Extrativismo – Manejo	5	-192.164	396.1	1.36	0.194
~ Extrativismo – Gado – Manejo	5	-192.418	396.6	1.87	0.151
iii. Densidade de Jovens					
~ Extrativismo – Manejo – pH	5	-157.724	327.2	0.00	0.72
~ Extrativismo – Gado – Manejo – pH	6	-157.317	329.2	1.97	0.27
iv. Densidade de Adultos					
~ – Gado – pH	4	-169.785	348.7	0.00	0.537
~ – CTC – Gado – pH	5	-169.306	350.4	1.66	0.234
~ Extrativismo – Gado – pH	5	-169.328	350.4	1.71	0.229

Foram selecionados 6 modelos candidatos associados ($\Delta AICc < 2$) à densidade de plântulas, com 5 variáveis e 4 modelos associados à densidade de infantes, com 4 variáveis (Tabelas 2 e 3), mas nenhuma variável nos modelos teve poder explanatório (Tabela 3). Foram encontrados 2 modelos associados à densidade de jovens (Tabela 2). Dentre as 4 variáveis dos modelos, o extrativismo estava associado positivamente e manejo e pH associados negativa

mente à densidade de jovens, enquanto CTC e gado não tiveram associação (Tabela 3). Já nos 3 modelos selecionados (Tabela 2), dentre 4 variáveis, somente acidez ativa do solo (pH) teve associação negativa à densidade de adultos, com gado, CTC e extrativismo não tendo associação significativa (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativas médias (β) das variáveis associadas à densidade de cada estágio de vida de *D. alata* e seus respectivos Desvios Padrão. As variáveis estão ranqueadas a partir do maior valor de Importância Relativa (IR), que consiste na soma do w_i de cada modelo candidato em que a variável em questão foi incluída. Estimativas em negrito indicam intervalo de confiança de 95% que exclui 0.

Variável	B	Desvio Padrão	IR
i. Plântula			
Gado	-0.1260252	0.1050682	0.70
Adulto	0.0007154	0.0004114	0.88
CTC	-0.0208514	0.0639442	0.16
Manejo	-0.0204374	0.0570080	0.15
pH	-0.0884020	0.3085795	0.13
ii. Infantes			
Extrativismo	0.17782	0.07721	1
Manejo	-0.23512	0.16914	0.73
Gado	-0.11205	0.15288	0.42
CTC	-0.03204	0.08435	0.19
iii. Jovens			
Extrativismo	0.454710	0.006688	1
Manejo	-0.463991	0.011194	1
pH	-3.00325	0.85013	1
Gado	-0.04032	0.09070	0.27
iv. Adultos			
Gado	-0.107825	0.040131	1
pH	-1.783947	0.335447	1
CTC	-0.014944	0.040812	0.23
Extrativismo	0.009027	0.024787	0.23

Discussão

Estrutura populacional – distribuição de classes diamétricas

Áreas com vegetação nativa não sujeitas ao manejo e com ausência ou baixo nível de pastoreio apresentaram alto percentual de plântulas de *D. alata* (Tabela 1 e Figura 3 e 4) e ausência de lacunas nas distribuições de classes de tamanho, o que sugere que esteja

ocorrendo recrutamento contínuo entre as classes de tamanho subsequentes. Em oposição, áreas de vegetação nativa sujeitas a intervenções de manejo não apresentaram recrutamento contínuo e lacunas em diferentes estágios de vida foram identificadas. Populações deste tipo com tamanho reduzido por fragmentação ou degradação do habitat e que estão sob contínua ameaça de fatores externos como corte de madeira e gado podem ter elevada probabilidade de extinção (Morris & Doak 2002).

Já áreas com manejo e uso da terra intensivo em sua maioria apresentaram percentual de plântulas reduzido – indicado por meio do coeficiente de assimetria negativo ou igual a zero (figura 2) – que somado as ausências de determinadas classes de tamanho e estágios de vida (figura 3 e 4), apontam problemas no recrutamento ao longo das classes de tamanho, principalmente na transição entre infantes e jovens. Nessas áreas ocorre um grande desmatamento inicial para abertura da área e estabelecimento da pastagem ou do plantio, seguido de frequentes eventos de limpeza para a manutenção da área livre ou com baixa incidência de plantas que não sejam as gramíneas exóticas forrageiras para o gado (Santos & Miziara, 2008). Com isso, essas populações são formadas predominantemente por adultos e um baixo ou nulo percentual de indivíduos nas classes menores. O não recrutamento para as classes seguintes gera uma população estruturalmente desbalanceada que eventualmente poderá desaparecer (Kauffman 1987).

A ocorrência de alta densidade de indivíduos nas primeiras classes de tamanho em algumas áreas submetidas ao manejo intensivo (Figuras 3 e 4) é explicada pelo grande número de rebrotas de corte nesses locais. Nessas áreas a manutenção da pastagem é realizada por máquinas que cortam as plantas a uma determinada altura do chão, assim quando os indivíduos menores atingem esse tamanho entram em um ciclo de corte e rebrota e permanecem nas classes menores por longos períodos, similar ao que pode ocorrer em áreas onde há pastejo pelo gado ou fogo (Sullivan *et al.* 1995; Bond & Keeley 2005). Esse quadro é agravado, quando ocorre a recuperação ou renovação das pastagens, com o intuito de restabelecer a produção de forragem (Aguiar 1999; Macedo *et al.* 2000). Esse processo é caracterizado pela limpeza e aragem mais intensa da terra, correção do solo e a troca da forragem para o gado. Nesse momento, todos os indivíduos que compunham esse “banco de rebrotas” serão eliminados permanentemente, permanecendo apenas os adultos.

A diminuição ou interrupção dos eventos de corte possibilita o estabelecimento e o desenvolvimento dos indivíduos menores, o fechamento das lacunas, a maturação e a regeneração da população (Gullison *et al.* 1996; Chauchard 2005; Giroldo & Scariot 2015).

Esta situação ocorre nas áreas de pastagens que foram abandonadas, onde a vegetação está em processo de reestabelecimento, ou em áreas com baixa frequência e intensidade de corte da vegetação, que mesmo com a presença de gado em baixa densidade apresentaram alto ajuste ao J reverso e valor de assimetria positivo (Figuras 2 e 3). Isso sugere que a regeneração natural dessas áreas é possível, desde que eliminados os fatores que impossibilitam o recrutamento de plantas de *D. alata*, como, por exemplo, o corte intensivo de plantas.

Áreas que apresentam grande número de rebrotas de *D. alata* tendem a se recuperar mais rapidamente do que áreas que dependem unicamente das plântulas provenientes dos frutos. Isso porque as rebrotas possuem um sistema radicular mais desenvolvido do que as plântulas e conseguem se estabelecer melhor (Fraser *et al.* 2004; Klimešová and Klimeš 2003).

Relação entre as variáveis ambientais e antrópicas e a densidade dos estágios de vida

Nenhum fator analisado teve relação significativa com a densidade de plântulas e infantes (Tabela 3).

Embora o gado, de forma geral, vem sendo apontado como um fator importante para a redução do recrutamento de plantas (Hall *et al.* 1992; Stern *et al.* 2002; Gomez-Aparicio *et al.* 2004; Santos & Souza 2007; Souza *et al.* 2010) e seus impactos possam ser provenientes de diversas causas (Wiegand *et al.* 2000; Tobler *et al.* 2003; Courtois *et al.* 2004), não foi detectada sua associação com a densidade de barueiros em qualquer estágio de vida. Apesar de se alimentarem dos frutos de baru, o gado não consome as sementes, apenas roem a polpa externa desses frutos (Ribeiro *et al.* 2000), não prejudicando a regeneração dessa forma, e, além disso o gado age como um agente dispersor dos frutos pela paisagem. A herbivoria, por sua vez, pode afetar diretamente o crescimento e o recrutamento dos indivíduos (Tobler *et al.* 2003; Gómez-Aparicio *et al.* 2005; Pollock *et al.* 2005), principalmente as planta das classes de tamanhos menores, no entanto, os brotos de baru não são um alimento preferencial do gado e , o consumo de plântulas ou infantes ocorre de forma esporádica quando estão camuflados em meio à forragem.

O extrativismo, por sua vez, não afetou a densidade de plântulas. Corroborando com outros trabalhos que também evidenciaram que o extrativismo de frutos normalmente não causa impactos significativos na estrutura de populações, mesmo em áreas sujeitas a altos níveis de extrativismo (Ticktin 2004; Girollo & Scariot 2015). Isso porque os impactos da coleta dependem de uma diversidade de fatores, e ainda, trabalhos tem evidenciado que o

extrativismo de frutos não gera alterações na estrutura ou dinâmica populacional das plantas, diferentemente do extrativismo da casca ou das folhas das árvores, que ao aumentar a mortalidade de indivíduos adultos se torna prejudicial à persistência dessas populações exploradas (Ticktin 2004). Os frutos de baru caem ao chão quando amadurecem e só então são coletados, o que não causa danos à planta mãe. Ainda, dificilmente são coletados todos os frutos, em função da grande quantidade de frutos produzidos por planta reprodutiva e da dispersão dos mesmos pelo gado, dando oportunidade para a germinação de novas plântulas. Já a relação positiva do extrativismo com a densidade de jovens pode ser decorrente do extrativismo se concentrar em áreas onde há maior produção de frutos pelas plantas e em populações mais densas, o que estaria positivamente relacionada com a quantidade potencial de propágulos para regeneração nesses locais.

O manejo das áreas não está associado à densidade de adultos, sendo que todos ou parte dos indivíduos são mantidos quando a vegetação nativa é removida, por fornecerem sombra e frutos, cuja polpa é apreciada pelo gado e devido o alto valor econômico das sementes. Já o manejo prejudica a densidade de jovens, uma vez que essas plantas são cortadas para abertura das áreas para implantação de pastagens e lavouras e, subsequentemente para a manutenção desses sistemas. Por serem maiores, os jovens são facilmente identificados e poucos escapam do corte. Além do corte direto, os jovens também são afetados pelo não recrutamento de indivíduos infantes para os estágios subsequentes, uma vez que esses também são afetados pelo manejo. O manejo das áreas, representado principalmente por eventos frequentes de roçagem em pastagem, reduz o tamanho das plantas, sem necessariamente causar a morte das mesmas, que rebrotam, para serem novamente cortadas nas próximas roçagens, permanecendo no estágio de plântula ou infantes, sem recrutar aos estágios de vida maiores.

Quanto mais frequentes forem os eventos de limpeza e corte da vegetação, menor será a probabilidade de recuperação da população. Além disso, a baixa densidade ou ausência de indivíduos de tamanhos intermediários e o não recrutamento de jovens para o estágio adulto, sugere interrupção no processo de regeneração natural (García *et al.* 1999; Aparício *et al.* 2005). Populações constituídas majoritariamente por adultos se tornam fadadas à extinção (Kauffman 1987), uma vez que indivíduos adultos, mesmo sendo uma espécie de vida longa, podem vir a morrer por causas naturais, por praga, doença ou serem cortadas.

De forma geral, as práticas de manejo realizadas em fazendas com pastagens de porte industrial são mais intensas e prejudiciais à persistência da população do que em áreas onde o

manejo é infrequente ou menos intenso. Como a densidade de gado nessas fazendas é alta, ocorre a remoção quase total da vegetação para o plantio de gramíneas forrageiras, com poucos remanescentes adultos, seguido de corte e limpeza da área muito frequente (Ratter *et al.* 1997). Os proprietários dessas áreas são geralmente dotados de alto capital, utilizam maquinário de alta tecnologia e possuem mão de obra exclusiva para a manutenção dessas pastagens (Klink & Moreira 2002), impedindo o estabelecimento de qualquer espécie do Cerrado. O mesmo ocorre em áreas de lavoura, onde anualmente a área é arada ou gradeada para o plantio das sementes e com isso há retirada de todos os indivíduos regenerantes, que raramente conseguem sair do estágio de plântula nos intervalos entre safras. Nesses tipos de sistema, não há recrutamento entre qualquer classe de tamanho e estágios de vida.

Por outro lado, fazendas de médio e pequeno porte por terem menos capital, mão de obra e tecnologias abrem espaço para a manutenção de um banco de plântulas e rebrotas que caso venha a ter um longo período sem eventos de corte possibilita a regeneração da população, como foi verificado em algumas áreas amostradas em que a supressão da vegetação foi cessada e as atividades de manejo suspensas.

Apesar de ser mais frequente em áreas com solo mais férteis, os barueiros podem ocorrer em alta densidade em solos menos férteis, ácidos e com altas taxas de alumínio (Oliveira-Filho & Martins 1991; Brito 2004), o que pode explicar a relação negativa do pH com a densidade de indivíduos jovens e adultos. A disponibilidade de nutrientes no solo, muitas vezes relacionada ao pH (Cuevas & Medina 1986), pode determinar a distribuição, densidade, crescimento e produtividade de espécies nativas (Haridasan 2008).

Considerações finais e contribuições para o manejo e conservação

O uso e manejo da terra afetaram negativamente a estrutura populacional de *Dipteryx alata*. Lacunas no recrutamento e variações na densidade dos estágios de vida estão associadas principalmente com o manejo intensivo da vegetação (seja para pastagem ou lavoura), o que reduz ou impede o recrutamento e manutenção dessas populações ao longo dos anos. Os efeitos negativos do manejo podem ser mitigados com o aumento da rotação de pastagens e diminuição da intensidade e frequência de eventos de corte da vegetação, o que irá permitir a regeneração da população através do estabelecimento e crescimento das plântulas e rebrotas presentes nas áreas.

O extrativismo não foi prejudicial para o recrutamento das populações, o que sugere alta tolerância da espécie aos níveis atuais de coleta de frutos. Entretanto, essa prática ocorre

majoritariamente em áreas de pastagens, visto que nesses locais o esforço para coleta é menor, em função da maior produção de frutos, facilidade no transporte (Sano *et al.* 2004) e acesso às plantas reprodutivas. Essas áreas estão sujeitas a grande pressão antrópica, com níveis de manejo e uso da terra variando entre médio e alto, os quais não são favoráveis à continuidade das populações de barus em longo prazo. Nesse cenário, o alto retorno financeiro que o extrativismo do baru gera, podendo chegar a R\$ 70,00 o Kg da castanha beneficiada no vendedor final, pode ser um incentivo para que donos de terras permitam o recrutamento de alguns indivíduos possibilitando a manutenção e substituição das árvores reprodutivas, que por consequência podem contribuir para manter as práticas extrativistas ativas e viáveis em longo prazo. Dessa maneira, o extrativismo do baru pode incentivar a elaboração de práticas alternativas que promovam a conservação da espécie dentro desses sistemas de crescente pressão antrópica e múltiplos usos.

É importante ressaltar que o atual sistema de uso e manejo da terra não é favorável à persistência das populações de barueiros. Por isso, é importante que sejam adotadas medidas de facilitação e práticas de manejo que possibilitem a regeneração e recrutamento, mesmo que mínimos, para que futuramente esses indivíduos possam compor o extrato adulto da população. Diferentes formas de proteção física de regenerantes têm sido utilizadas em sistemas silvipastoris, o que inclui cercas de bambu e estacas com espiral de arame farpado, essas técnicas vem apresentando relativo sucesso no aumento da sobrevivência desses indivíduos em pastagens (Carvalho 1998; Montoya *et al.* 2000) e podem ser uma boa alternativa para facilitar o crescimento de alguns indivíduos arbóreos nesses sistemas. Caso não haja nenhuma mudança na forma de uso da terra, árvores como o baru, importantes componentes das pastagens, fonte de sombra e comida para o gado e com grande valor econômico e social, poderão desaparecer da paisagem, ficando restritas a áreas com vegetação nativa, que, por sua vez, estão cada vez mais escassas.

Por fim, vale frisar a complexidade por trás dos padrões populacionais e as múltiplas causas que podem levar uma população ao declínio. O que torna necessário e de suma importância – tanto ecológica quanto econômica e social – a realização de mais pesquisas para identificar os vetores antropogênicos e ambientais e suas inter-relações que podem gerar mudanças na demografia e para entender a forma como afetam a persistência das espécies em ambientes submetidos a múltiplos usos, para que se possa ter maior embasamento e informações mais robustas que auxiliem na elaboração de diretrizes e políticas de manejo e conservação mais adequadas às diferentes realidades e cenários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, A. P. A. 1999. *Manejo de pastagens*. Guaíba: Agropecuária, v. 1.1., 139p.
- Almeida, S. P. de; Proença, C.E.B.; Sano, S.M. & Ribeiro, J.F. 1998. *Cerrado: espécies vegetais úteis*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 464p.
- Anderson D. R. 2008. *Model based inference in the life sciences: A primer on evidence*. New York: Springer.
- Aparicio, L.G.; Zamora, R. & Gomes, 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.
- Barton, K. 2011. MuMIn: multi-model inference. <http://CRAN.R-project.org/package=MuMIn> (R package version 1.7.2).
- Beer, J. H. de & McDermott, M. 1989. *The economic value of nontimber forest products in South East Asia*. The Netherlands Committee for the International Union for Conservation of Nature, Amsterdam, The Netherlands.
- Belcher, B. & Schreckenberg K. 2007. Commercialization of nontimber forest products: a reality check. *Development Policy Review* 25:355–377.
- Beuchle, R.; Grecchi, R. C.; Shimabukuro, Y. E.; Seliger, R.; Eva, H. D.; Sano, E.; & Achard, F. 2015. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. *Appl. Geography*, v. 58, pp.116–127.
- Bhuyan, P.; Khan, M.L. & Tripathi, R.S. 2003. Tree diversity and population structure in undisturbed and human-impacted stands of tropical wet evergreen forest in Arunachal Pradesh, Eastern Himalayas, India. *Biodiversity and Conservation* 12 (8):1753-1773.
- Bickel, U. & Dros, J. M. 2003. The impacts of soybean cultivation on Brazilian ecosystems: three case studies. In: *Report commissioned by the WWF Forest Conversion Initiative*. Washington, DC. p. 33.
- Brasil. 2007. Decreto N° 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm>, acessado em 20 de junho de 2016.
- Bond, W.J. & Keeley, J.E. 2005. Fire as a global ‘herbivore’: the ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends Ecol. Evol.* V. 20, p.387–394.
- Brito, M.A. de. 2004. *Fitossociologia e ecologia de produção de Dipteryx alata Vog. (baru) em área de transição de Cerrado denso/mata estacional, Pirenópolis, Goiás*. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF. 126 f.
- Burnham, K. P. & Anderson D.R.. 2002. *Model Selection and Multimodel Inference: a practical information-theoretic approach*. Springer, New York.
- Carrazza, L.R. & D’Ávila, J.C.C. 2010. *Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto do Baru*. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil.
- Carvalho, M.M. 1998. *Arborização de pastagens cultivadas*. Juiz de Fora, MG: EMBRAPA-Gado de Leite, 37p. (EMBRAPA-Gado de Leite. Documentos, 64).
- Chauchard, S., Carcaillet, C. & Guibal, F. 2007. Patterns of landuse abandonment control tree-recruitment and forest dynamics in Mediterranean mountains. *Ecosystems* 10: 936–948.
- Chomitz, K.M. & Gray, D.A. 1996. Roads, Land Use, and Deforestation: A Spatial Model Applied to Belize. *The World Bank Economic Review*, vol. 10, n. 3, pp. 487-512

- Courtois, D. R., Perryman, B. L. & Hussein H. S.. 2004. Vegetation change after 65 years of grazing and grazing exclusion. *J. Range Manag.* 57:574–582.
- 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.
- Ellis, E., & Pontius, R. 2007. Land-use and land-cover change. In C. J. Cleveland (Ed.), *Encyclopedia of earth*. Washington, D.C.
- FAO, 1995. Non-wood forest products in nutrition. In: *Non-wood Forest Products for Sustainable Forestry*, Yogyakarta, Indonesia. Non-wood Forest Products 3. FAO, Rome.
- Fearnside, P. M. 2001. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. *Environmental Conservation*, v.28, 23–38.
- Filgueiras, T. de S. & Silva, E. 1975. Estudo preliminar do baru (Leg. Faboideae). *Brasil Florestal*, Brasília, DF, v. 6, n.22, p 33–39.
- Fraser, E.C., Lieffers, V.J. & Landhäusser, S.M. 2004. Wounding of aspen roots promotes suckering. *Canadian Journal of Botany* 82, 310–315.
- García, D.; Zamora, R.; Hódar J.A. & Gómez, J.M. 1999. Age structure of *Juniperus communis* L. in the Iberian peninsula: Conservation of remnant populations in Mediterranean mountains. *Biological Conservation* 87:215:220.
- 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. *Biol. Conserv.* 137: 424–436.
- Gatsuk, L.E.; Smirnova, O.V.; Vorontzova, L.I.; Zaugolnova, L.B. & Zhukova, L.A. 1980. Age States of Plants of Various Growth Forms: A Review. *Journal of Ecology*, 68: 675–696.
- Geist, H.J. & Lambin, E.F. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience*, vol. 52, n° 2, p. 143–150.
- Giroldo, A.B. & Scariot, A. 2015. Land use and management affects the demography and conservation of an intensively harvested Cerrado fruit tree species. *Biological Conservation* 191 (2015) 150–158.
- Godoy, R.; Brokaw, N. & Wilkie, D. 1995. The effect of income on the extraction of non-timber tropical forest products: model, hypotheses, and preliminary findings from the Sumu Indians of Nicaragua. *Human Ecology*, 23: 29–52.
- 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. *Biol. Conserv.* 121, 195–206.
- Guisan, A. & Zimmermann, N.E. 2000 Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135 (2-3):147–186.
- Gomez-Aparicio, L., Zamora, R., Gomez, J.M., Hodar, J.A., Castro, J. & Baraza, E. 2004. Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecol Appl* 14:1128–1138
- Gullison, R. E.; Panfil, S. N.; Strouse, J. J. & Hubbell, S. P. 1996. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes Forest, Beni, Bolivia. *Botanical Journal of the Linnean Society* 122: 9–34.
- Gunatilake, H.M.; Senaratne, D.M.A.H. & Abeygunawardena, P. 1993. Role of non-timber forest products in the peripheral communities of knuckles National Wilderness Area of Sri Lanka: a farming systems approach. *Economic Botany*, 47(3): 275–281.
- Hall, L.M.; George, M.R.; McCreary, D.D. & Adams, T.E. 1992. Effects of cattle grazing on blue oak seedling damage and survival. *J. Range Manage* 45:503–506.

- Haridasan, M.. 2000. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. *Rev. Bras. Fisiol. Veg.* 12, 54–64.
- Hett, J.M. & Loucks, O.L. 1976. Age structure models of Balsam Fir and Eastern Hemlock. *Journal of Ecology*, 64, 1029-1044.
- Host, G.E.; Polzer, P.L.; Mladenoff, D.J.; White, M.A. & Crow, T.R. 1996. A quantitative approach to developing regional ecosystem classifications. *Ecological Applications* 6 (2):608-618.
- Hutchings, M.J. 1997. The structure of plant populations. In: Crawley, M. J. (Ed.). *Plant Ecology*. Blackwell Science Ltd. Oxford. p. 325-358.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. *Mapa de Biomas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm>. Acessado em: 01/09/2015.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. *Sinopse do Censo Demográfico 2010*. Disponível em <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>>. Acessado em 08 de maio de 2014.
- Kauffman, J. B. 1987. The status of riparian habitats in Pacific Northwest forests. In: Raedke, K. J., ed. *Streamside management: riparian, wildlife and forestry interactions*. Contrib. 59. Seattle, WA: University of Washington, Institute of Forest Resources: 45-55.
- Klimešová, J. & Klimeš, L. 2003. Resprouting of herbs in disturbed habitats: is it adequately described by Bellingham–Sparrow's model? *Oikos* 103, 225-229.
- Klink, C.A. & Moreira, A.G. 2002. Past and current human occupation, and land use. 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. 69–88.
- 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*. <http://CRAN.R-project.org/package=moments> (R package version 0.13).
- LAMBIN, E.F., *et al.* 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, v.11, p. 261:269.
- LAMBIN, E.F., *et al.* 1999. Land-use and land-cover change (LUCC): Implementation strategy. *IGBP Report*, n. 48, IHDP Report No. 10, Stockholm, Bonn.
- LAMBIN E.F. & Meyfroidt, P. 2011. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *PNAS*, vol. 108, n. 9, pp. 3465-3472.
- Legendre, P. & Legendre, L., 1998. *Numerical Ecology*. 2nd edn. Elsevier Science, Paris.
- 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.
- Lykke AM. 1998. Assessment of species composition change in savanna vegetation by means of woody plants' size class distributions and local information. *Biodivers Conserv.* 7: 1261–1275.;
- Macedo, M. C. M.; Zimmer, A. H. & Kichel, A. N. 2000. *Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 62, Embrapa Gado de Corte, 4 p.
- Machado, R.B.; Ramos Neto, M.B.; Pereira, P.; Caldas, E.; Gonçalves, D.; Santos, N.; Tabor, K. & Steininger, M. 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. *Conservation International do Brasil*, Brasília.

- Martínez, L. J. & Zinck, J. A. Temporal variation of soil compaction and deterioration of soil quality in pasture areas of Colombian Amazonia. *Soil & Tillage Research*, v.75, p.3-17, 2004.
- MDA, 2013. *Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica*.
- MMA; MDA; MDS. 2009. *Plano Nacional para Promoção dos Produtos da Biodiversidade*. MDA, MMA, MDS. Brasília, DF.
- Mendiburu, F. 2010. *Agricolae: statistical procedures for agricultural research*. <http://CRAN.R-project.org/package=agricolae> (R package version 1.0-9).
- Montoya, L.J.; Baggio, A.J.; Soares, A. de O. *Guia prático de arborização de pastagens*. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 15p. (Embrapa Florestas. Documentos, 49).
- Morris, W.F. & Doak, D. 2002. *Quantitative conservation biology: theory and practice of population viability analysis*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Nellemann, C.; Macdevette, M.; Manders, T.; Eickhout, B.; Svihus, B.; Prins, A. G.; *et al.* 2009. The environmental food crisis e the environment's role in averting future food crises. In: *A UNEP rapid response assessment*. Arendal: United Nations Environment Programme, GRID.
- Nelson, A. & Chomitz, K.M. 2011. Effectiveness of strict vs. multiple use protected areas in reducing tropical forest fires: a global analysis using matching methods. *PLoS ONE* 6(8):e22722.
- Oliveira-Filho, A. T. & Martins, F. R. 1991. A comparative study of five cerrado areas in Southern Mato Grosso, Brazil. *Edinburgh Journal of Botany*, v.48, n.3, p.307-332.
- Packer, L.A. 2012. *Biodiversidade como bem comum: direitos dos agricultores, agricultoras e povos e comunidades tradicionais*. Brasília: Terra de Direitos.
- 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. & 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.
- Ratter, J.A.; Ribeiro, J.F. & Bridgewater, S., 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Ann. Bot.* 80, 223-230.
- Ribeiro, J.F. *et al.* 2000. *Baru*. Jaboticabal: Funep. 41 p.
- Sano, S.M.; Ribeiro, J.F.R. & Brito, M.A. de. 2004. *Baru: biologia e uso*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados.
- 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.
- Sano, S.M.; Vivaldi, L.J. & Spehar, C.R. 1999. *Diversidade morfológica de frutos e sementes de baru (Dipteryx alata Vog.)*. Pesquisa agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n.4, p. 513-518.
- Sano, E. E.; Rosa, R.; Brito, J. L. S.; Ferreira, L. G. 2010. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. *Environmental monitoring and assessment*, v. 166, n. 1-4, p. 113-24.
- Santos, F.P. & Miziara, F. 2008. A expansão da Fronteira Agrícola em Goiás: análise da influência das características “naturais” do espaço. In: *Anais do IV Encontro Nacional da Anppas*, Brasília, p. 1-12.

- Santos, S.F. & Souza, A.F. 2007. Estrutura populacional de *Syagrus romanzoffiana* em uma floresta ripícola sujeita ao pastejo pelo gado. *Revista Brasileira de Biociências* 5(Supl. 1):591–593
- Schneider, S. 2003. Teoria social, agricultura familiar e pluritividade. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, v. 18, n 51, 99-192. São Paulo.
- Schumann, K.; Wittig, R.; Thiombiano, A.; Becker, U. & Hahn, K.. 2010. Impact of land-use type and bark- and leaf-harvesting on population structure and fruit production of the baobab tree (*Adansonia digitata* L.) in a semi-arid savanna, West Africa. *Forest Ecology and Management* 260: 2035-2044.
- Schumann, K.; Wittig, R.; Thiombiano, A.; Becker, U. & Hahn, K.. 2011. Impact of land-use type and harvesting on population structure of a non-timber forest product-providing tree in a semi-arid savanna, West Africa. *Biological Conservation* 144:2369-2376.
- Silva, J. F.; Farinas, M. R.; Felfili, J. M. & Klink, C. A. 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography*, v. 33, p. 536-548.
- Silva, E.B. da; Ferreira Jr., L.G.; dos Anjos, A.F. & Miziara, F. 2013. A expansão da fronteira agrícola e a mudança de uso e cobertura da terra no centro-sul de Goiás, entre 1975 e 2010. *Ateliê Geográfico*, v. 7, n. 2.
- 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. *Biodivers. Conserv.* 19, 1683–1698.
- Stern, M.; Quesada, M. & Stoner, K. E. 2002. Changes in composition and structure of a tropical dry forest following intermittent cattle grazing. *Revista de Biologia Tropical* 50: 1021-1034.
- Sullivan, S.; Konstant, T.L. & Cunningham, A.B. 1995. The impact of utilization of palm products on the population structure of the vegetable ivory palm (*Hyphaene petersiana*, Arecaceae) in north-central Namibia. *Econ Bot.* 49: 357–370.
- Tasker, E. M. & Bradstock, R. A. 2006. The influence of cattle grazing practices on forest understorey structure in north-east NSW.. *Austral Ecology*, 31 490-502.
- Ticktin, T. 2004. The Ecological Implications of Harvesting Non-timber Forest Products. *Journal of Applied Ecology* 41: 11-21.
- Ticktin, T.; Nantel, P.; Ramirez, F. & Johns, T.. 2002. Effects of variation on harvest limits for nontimber forest species in Mexico. *Conservation Biology* 16:691–705.
- 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.
- Vallilo, M.I.; Tavares, M. & Aued, S. 1990. Composição química da polpa e da semente do fruto do cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.) – Caracterização do óleo e da semente. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.2, p. 115-125.
- Venables, W.N. & Ripley, B.D. 2002. *Modern Applied Statistics with S. fourth edition*. Springer, New York.
- Wiegand, K.; Ward, D.; Thulke, H.H. & Jeltsch, F. 2000. From snapshot information to long-term population dynamics of *Acacias* by a simulation model. *Plant Ecology* 150 (1-2):97- 11

Wilson, H.D. 1994. Regeneration of native forest on Hinewai Reserve, Banks Peninsula. *New Zealand Journal of Botany* 32, 373-383.

ANEXO

Anexo 1. Análise de granulometria e fertilidade do solo para 40 populações de *Dipteryx alata*.(continua)

Código	Argila	Limo	Areia	pH	P	Ca	Mg	K	Al	HAl	SB	CTC	Sat.Base	Sat.Al	Mat.Org	Car.Org
G0M0E0a	190,00	50,00	760,00	4,50	4,00	1,80	0,70	0,25	0,50	2,50	2,75	5,25	52,38	15,38	12,76	7,40
G0M0E0b	280,00	80,00	640,00	4,20	4,00	0,70	0,50	0,24	1,70	2,60	1,44	4,04	35,64	54,14	12,76	7,40
G0M0E6	190,00	50,00	760,00	4,30	3,40	0,90	0,60	0,30	0,90	3,40	1,80	5,20	34,62	33,33	16,82	9,76
G0M5E9	160,00	50,00	790,00	4,80	6,40	3,70	0,90	0,31	0,20	2,90	4,91	7,81	62,87	3,91	16,82	9,76
G0M9E5	190,00	50,00	760,00	5,20	2,70	1,40	0,40	0,27	0,00	2,00	2,07	5,77	65,34	0,00	25,00	14,50
G0M9E7	280,00	80,00	640,00	5,60	6,00	6,60	1,40	0,51	0,00	2,00	8,51	10,51	80,97	0,00	35,00	20,30
G3M3E7	230,00	70,00	700,00	4,10	0,50	0,40	0,30	0,15	1,20	6,20	0,85	7,05	12,06	58,54	19,00	11,02
G3M5E0	330,00	90,00	580,00	4,10	0,80	0,90	0,40	0,39	1,30	6,60	1,69	8,29	20,39	43,48	23,00	13,34
G4M0E7	340,00	90,00	570,00	4,50	0,10	0,30	0,20	0,09	0,30	3,20	0,59	4,39	27,11	20,13	20,00	11,60
G4M3E0	300,00	80,00	620,00	4,20	2,40	0,50	0,40	0,13	0,90	2,60	1,03	3,63	28,37	46,63	15,08	8,75
G4M5E0	170,00	50,00	780,00	4,20	1,50	0,90	0,60	0,16	1,00	3,80	1,66	5,26	27,76	40,65	16,00	9,28
G4M5E7	340,00	90,00	570,00	4,60	2,70	1,50	0,40	0,14	0,30	1,60	2,04	3,64	56,04	12,82	15,08	8,75
G5M0E0	470,00	110,00	420,00	4,10	1,80	1,50	0,70	0,23	1,50	8,00	2,43	9,53	16,05	49,50	35,00	20,30
G5M5E0	610,00	120,00	270,00	4,40	1,20	2,30	1,20	0,44	0,70	5,20	3,94	9,14	43,11	15,09	29,00	16,82
G5M5E5	240,00	70,00	690,00	4,10	1,80	0,80	0,30	0,25	1,40	6,30	1,35	7,65	17,65	50,91	18,00	10,44
G5M6E0	310,00	80,00	610,00	4,70	0,30	1,40	0,50	0,24	0,20	3,10	2,14	5,24	40,84	8,55	24,00	13,92
G6M7E0	320,00	90,00	590,00	4,90	0,30	1,50	0,60	0,14	0,10	3,20	2,24	5,24	38,93	4,67	22,00	12,76

Anexo 1. Continuação.

Código	Argila	Limo	Areia	pH	P	Ca	Mg	K	Al	HAl	SB	CTC	Sat.Base	Sat.Al	Mat.Org	Car.Org
G6M7E3	370,00	90,00	540,00	5,20	2,10	5,30	1,90	0,23	0,00	2,60	7,43	10,03	74,08	0,00	13,92	8,07
G7M6E3a	300,00	80,00	620,00	4,50	0,30	0,60	0,30	0,29	0,30	3,10	1,19	4,49	30,96	17,75	18,00	10,44
G7M6E3b	340,00	90,00	570,00	4,50	0,50	0,60	0,30	0,15	0,30	3,10	1,05	4,15	25,30	22,22	15,00	8,70
G7M6E9	160,00	50,00	790,00	4,70	3,00	1,40	0,50	0,25	0,30	2,00	2,15	4,15	51,81	12,24	23,20	13,46
G7M7E8	280,00	80,00	640,00	4,40	0,80	0,60	0,40	0,22	0,60	4,20	1,22	5,42	22,51	32,97	22,00	12,76
G7M7E9	400,00	100,00	500,00	3,80	0,50	1,70	1,00	0,21	2,90	8,40	2,91	9,11	7,79	80,33	15,00	8,70
G7M8E9	160,00	50,00	790,00	4,30	3,00	0,80	0,50	0,37	0,80	4,10	1,67	7,17	42,82	20,67	23,00	13,34
G7M9E8	320,00	90,00	590,00	4,30	0,10	0,60	0,20	0,12	1,40	5,50	0,92	6,42	14,33	60,34	23,00	13,34
G8M7E0a	120,00	50,00	830,00	4,30	1,20	1,10	0,20	0,12	0,50	3,80	1,42	5,22	27,20	26,04	16,00	9,28
G8M7E0b	600,00	100,00	300,00	4,50	1,20	2,20	1,00	0,50	0,30	5,00	3,70	8,70	42,53	7,50	25,00	14,50
G8M7E5	370,00	90,00	540,00	4,10	2,10	2,10	0,60	0,20	1,40	6,90	2,90	8,90	22,47	41,18	22,00	12,76
G9M5E5	130,00	50,00	820,00	4,10	2,10	0,70	0,60	0,15	1,40	4,20	1,45	5,25	20,00	57,14	15,00	8,70
G9M7E5a	130,00	50,00	820,00	4,90	2,70	2,30	0,60	0,41	0,10	2,60	3,31	5,71	54,47	3,12	24,00	13,92
G9M7E5b	120,00	50,00	830,00	5,10	5,30	2,90	0,60	0,31	0,00	2,20	3,81	5,41	59,33	0,00	28,00	16,24
G9M8E9a	160,00	50,00	790,00	4,50	1,50	0,90	0,50	0,27	0,70	3,60	1,67	5,27	31,69	29,54	16,00	9,28
G9M8E9b	500,00	110,00	390,00	4,50	0,80	1,30	0,50	0,43	0,30	4,90	2,23	7,53	34,93	10,24	22,00	12,76
G9M9E0a	300,00	80,00	620,00	4,50	0,10	0,70	0,30	0,10	0,30	3,60	1,10	5,20	30,77	15,79	24,00	13,92
G9M9E0b	320,00	90,00	590,00	4,60	0,30	1,10	0,80	0,11	0,20	2,70	2,01	3,81	29,13	15,27	19,00	11,02

Anexo 1. Continuação.

Código	Argila	Limo	Areia	pH	P	Ca	Mg	K	Al	HAl	SB	CTC	Sat.Base	Sat.Al	Mat.Org	Car.Org
G9M9E0c	320,00	90,00	590,00	4,80	0,30	0,80	0,30	0,39	0,10	2,90	1,49	5,39	46,20	3,86	21,00	12,18
G9M9E3	620,00	100,00	280,00	5,00	0,80	4,20	1,90	0,54	0,00	3,70	6,64	10,34	64,22	0,00	27,00	15,66
G9M9E5a	140,00	60,00	800,00	4,70	1,20	1,80	0,50	0,42	0,40	3,90	2,72	6,62	41,09	12,82	23,00	13,34
G9M9E5b	130,00	50,00	820,00	5,00	3,70	2,50	0,50	0,32	0,00	2,20	3,32	5,52	60,14	0,00	19,00	11,02
G9M9E7	90,00	40,00	870,00	4,90	1,80	2,50	0,50	0,26	0,10	1,90	3,26	3,96	52,02	4,63	17,00	9,86