



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Efeitos de uso de terra e manejo em populações de
Annona crassiflora Mart. no Cerrado

LAURA DE SALES ORIOLI

Brasília, DF
Fevereiro de 2017

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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Efeitos de uso de terra e manejo em populações de
Annona crassiflora Mart. no Cerrado

LAURA DE SALES ORIOLI

Orientador: PhD 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
Fevereiro de 2017

Dissertação de Mestrado
LAURA DE SALES ORIOLI

Efeitos de uso de terra e manejo em populações de
Annona crassiflora Mart. 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
PPG Ecologia – UnB
Embrapa Cenargen

Dr.^a Isabel B. Schmidt
Membro titular
PPG Ecologia – UnB

Dr. Daniel Luis M. Vieira
Membro titular
Embrapa Cenargen

Dr.^a Heloisa Miranda
Membro suplente
PPG Ecologia – UnB

“Conselhos me davam? Mesmo só o igual ao que pudesse dar o cajueiro-anão e o araticum, que – consoante o senhor escrito apontará – sobejam nesses campos.”

Grande Sertão: Veredas
João Guimarães Rosa

Essa faísca de fogo para queimar as mazelas da ambição humana,
dedico à mãe Gaia e aos seus bons frutos.

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço meu irmão Bruno e minha cunhada Bianca, por me apresentarem o quadradinho quando eu já pensava em me meter no Cerrado, mas não sabia como. E à família que me deram aqui, com a alegria de ser tia da Alice, e às queridas Bárbara, Sol e Heliete, que me adotaram.

Aos meus pais, Luiz Carlos e Maria Luiza, que mesmo em tempos difíceis nunca deixaram de me apoiar, e sempre fizeram com que o sentido da minha vida fizesse sentido nas suas também. Gratidão por toda paciência e amor.

Também ao meu irmão Guilherme e minha cunhada Letícia, por toda compreensão e amizade, pelos perrengues resolvidos em telefonemas desesperados de “saudades”, e pelo apoio à família que de longe eu não pude dar.

À dona Maricota, por sempre me receber com abraços confortáveis e com meus pratos preferidos em casa.

À Dolly que, enquanto estive neste plano, também sempre me recebeu com todo amor de um rabinho abanando.

Às grandes famílias Sales e Orioli, apesar de não ser muito presente, sei que sempre torcem por mim, e tenham certeza de que é importante e faz diferença.

Às amigas que perduram pelos biomas, e que mesmo distantes carregam sempre comigo: Juliana, Larissa, Flávio, Jone, Renata, Lucas, Renato, Daniel e João.

Às pessoas lindas que Brasília me trouxe, Tâmilis, Bel, Bianca, Talita, Artur, Gustavo, Max, Marina, Letícia, por todos os momentos compartilhados.

Também aos companheiros do PPG da ecologia por toda parceria neste processo.

Menção especial para as duas que aturaram muito do meu choro, mas também proporcionaram os melhores dos meus risos, Monique e Marília.

Ao Jardim de Luz, seus moradores – humanos, bichos e plantas – principalmente aos que me aturaram na mesma casa, Daniel, Gustavo, Haruin e Lairton, pelas amizades sinceras que nasceram dessa convivência.

Aos amigos que a gente nem entende como foram parar em nossas vidas. Eduardo e Letícia parceiros de jornada, Bosco por todos os bons versos e prosas, Alberto mestre de tantos ensinamentos, e Salomão pelos cantos no tom de quem se é.

À todas as pessoas que dividiram um pouco de suas experiências de vida e sabedoria, tanto para minha vida, como para construção desse trabalho: Aelton, Juliana, Pâmela, Gisele, Vitor, Bruno, Sérgio, Gabi, Daniel, Isabel, Luisa, Joseane e Mike.

Ao Nilton e Juarez, pelo trabalho de campo e por aturarem meus maus humores com paciência, e à todos que colaboraram neste trabalho e nos receberam em suas casas.

À todas as pessoas entrevistadas – extrativistas e comerciantes de araticum, pois abriram um pouco de suas vidas e passaram a ser parte importante da minha.

Ao meu orientador Aldicir, por abrir as portas do Cerrado para mim. Gratidão pela confiança, orientação, por todos os puxões de orelha e conselhos.

À banca examinadora, por aceitar colaborar para a melhoria deste trabalho.

Ao Programa de Pós Graduação em Ecologia da UNB pela formação, à CAPES pela bolsa concedida, e à Embrapa Cenargen pela infraestrutura.

Ao Cerrado, ao qual não há palavras para agradecer tamanha abundância e boniteza. Quando crescer, quero ser como você.

À todos os pés de araticum e seus frutos deliciosos, vocês são as estrelas deste trabalho. Um amor desses não se explica, se saboreia e se planta.

Sumário

Resumo	1
Abstract.....	2
Introdução.....	3
Material e métodos	5
<i>Annona crassiflora</i>	5
Coleta de dados	7
Análise de dados	12
Resultados.....	14
Discussão	23
Considerações Finais	25
Bibliografia.....	27
Anexo	35

Lista de figuras

Figura 1. Frutos na planta de <i>Annona crassiflora</i>	7
Figura 2. Localização das populações de <i>Annona crassiflora</i> estudadas.	8
Figura 3. Indivíduos de <i>Annona crassiflora</i> - a) plântula, b) infante, c) jovem, d) adulto.	13
Figura 4. Coeficiente de assimetria (g1) por população de <i>Annona crassiflora</i>	15
Figura 5. NMDS entre coeficiente de assimetria (g1), intervalo de confiança (IC) e índices de raleamento da vegetação arbórea, gado e extrativismo de frutos das populações de <i>Annona crassiflora</i>	16
Figura 6. Modelo exponencial negativo para populações de <i>Annona crassiflora</i>	17
Figura 7. Frequência relativa por classe de tamanho em populações de <i>Annona crassiflora</i>	19

Lista de tabelas

Tabela 1. Populações de <i>Annona crassiflora</i> estudadas.....	10
Tabela 2. Densidade de indivíduos de <i>Annona crassiflora</i> por ambiente.	15
Tabela 3. Modelos selecionados ($\Delta AICc < 2$) por estágio de vida de <i>Annona crassiflora</i>	21
Tabela 4. Modelo ponderado por estágio de vida de <i>Annona crassiflora</i>	22

Resumo

O Cerrado é um bioma com diversas espécies com potencial de utilização, e destas a *Annona crassiflora* Mart., ou araticum, é uma espécie arbórea com frutos destinados principalmente à alimentação por comunidades tradicionais. Para incentivar o uso e extrativismo sustentável da espécie, o objetivo deste trabalho foi conhecer o estado de conservação de suas populações. Para tanto, foi avaliada estrutura populacional e os fatores de influência nas densidades dos estágios de vida, definidos como plântulas, infantes, jovens e adultos, em 40 populações de *A. crassiflora* em diversos estados de conservação, sendo 29 em áreas de cerrado primário e de 11 em áreas convertidas para pastagem. As variações no ambiente foram representadas através de características do solo de teor de argila e soma de bases trocáveis, cobertura vegetal e altitude, e as intervenções antrópicas através de índices de extrativismo, presença de gado e raleamento de vegetação arbórea. A espécie apresentou populações tendendo a distribuição simétrica de indivíduos ao longo das classes de diâmetro, mas com maiores quantidades de indivíduos menores em áreas de cerrado. Áreas de pastagem apresentaram, em média, 47% menos indivíduos que em áreas de cerrado, com mais lacunas de indivíduos nas classes de diâmetro. Em geral as populações têm poucos indivíduos nas menores classes de diâmetro, indicando rápida passagem do estágio de plântula, e uma alta permanência nas classes subsequentes de tamanho. As densidades populacionais de todas as classes de tamanho foram associadas negativamente à soma de bases trocáveis do solo e altitude, e positivamente ao extrativismo de frutos. Plântulas e infantes foram associadas negativamente ao raleamento de vegetação arbórea e presença de gado, enquanto para jovens e adultos não houve essa relação. Os efeitos do raleamento e do gado podem ser amenizados reduzindo a frequência e intensidade destas atividades e com plantio de novos indivíduos, o extrativismo não é prejudicial e deve ser incentivado principalmente em áreas de pastagem que conectam remanescentes de áreas naturais.

Palavras-chave: Produto florestal não madeireiro, araticum, extrativismo, gado, ecologia populacional.

Abstract

The Cerrado biome harbors many useful plant species. Among these, *Annona crassiflora* Mart, known as araticum, is a tree with fruits used for human feeding, mainly by traditional communities. To encourage its sustainable use and harvest, the objective of this work was to know the conservation status of its populations. Therefore, it was evaluated the population structure and the environmental and anthropic variables associated to the life stage densities, defined as seedlings, infants, juvenile and adults. For this, we studied 40 populations of *A. crassiflora* in different conservation conditions, being 29 in primary cerrado and 11 in areas converted to pasture. Soil characteristics of clay content and sum of exchangeable bases, plant cover and altitude represented environment variable, while indexes of extractivism, cattle and vegetation thinning represented anthropic interventions. Most populations showed symmetric distribution of the individuals, but there were more individual of smaller classes in cerrado areas. Pasture areas had on average 47% less plants then in the cerrado, and it presented more gaps through the diameter classes. In general, populations have low densities of individuals at the smaller diameter classes, indicating rapid passage of the seedling stage to subsequent stages, in which permanence is longer. All size classes plant density were negatively associated with sum of exchangeable bases and altitude, and positively with fruit harvest. Seedlings and infants associated negatively with vegetation thinning and cattle index, whereas juveniles and adults did not present the same relation. Reducing frequency and intensity of vegetation thinning and cattle may increase seedling recruitment to higher life stages as well as by planting new individual. As fruit harvest is not harmful, it may be promoted, principally in pasture areas that connect cerrado remnants.

Key-words: Non-timber forest product, araticum, extractivism, cattle, population ecology.

Introdução

A crescente pressão antrópica em áreas naturais tem levado ao aumento do desmatamento e degradação ambiental, e conseqüentemente a perda da biodiversidade e de serviços ambientais (Zhao et al. 2013, Marques et al. 2016, López-Angarita et al. 2016). O Cerrado, com área original de 2 milhões de km² (IBGE 2004), vem sofrendo intensa e rápida mudança no uso do solo nas últimas décadas. Metade da superfície foi convertida em agricultura e pastagem (Silva et al. 2006, Sano et al. 2010), resultando em uma paisagem fragmentada, com diferentes níveis de perturbação e suscetível às atividades antrópicas (Somanathan & Borges 2000, Chacoff et al. 2004, Mayor et al. 2015), como passagem de fogo, limpeza da área para gado e remoção de madeira e outros produtos.

Esse bioma apresenta mais de 12 mil espécies vegetais (Mendonça et al. 2008), e muitas plantas são utilizadas por comunidades rurais para fins madeireiros e não madeireiros (Souza & Felfili 2005, Moreira & Guarim-Neto 2009, Lima et al. 2012, Tunholi et al. 2013). Estes, os produtos florestais não madeireiros (PFNM), são importantes para a segurança alimentar, no tratamento de doenças e como fonte de renda (Neumann & Hirsch 2000, Timko et al. 2010, Bharucha & Pretty 2010). O uso da biodiversidade nativa de uma região pode ser uma forma eficaz de assegurar a manutenção dos ecossistemas sem a remoção completa de sua vegetação, ao torná-la economicamente relevante por meio de seus produtos e serviços para as populações e organizações comunitárias de suas proximidades (Neumann & Hirsch 2000, Cunningham 2001, Schneider 2003).

Para que o objetivo da conservação atrelada ao uso da biodiversidade seja atingido, deve-se atender à demanda por produtos da biodiversidade sem comprometer a disponibilidade futura dos produtos e a persistência das populações explorada (Ticktin 2004, Chen et al. 2016). Deve-se então, primeiramente, conhecer as populações das espécies, quais características ambientais estão associadas à sua ocorrência e abundância, e como o uso e atividades antrópicas nessas áreas influenciam essas características (Peres et al. 2003, Groenendijk et al. 2011, Varghese et al. 2015). Estes fatores influenciam o histórico de vida da espécie, o que pode alterar as taxas de natalidade, sobrevivência e reprodução de plantas, e afetar a estrutura e dinâmica populacional natural das espécies (Ticktin 2004, Schmidt et al. 2011), e em última análise a persistência das populações.

O estudo do estado de conservação de áreas naturais e de populações de ocorrência natural em um bioma pode ser realizado através da análise da estrutura populacional de uma espécie (Peters 1994, Lykke 1998). Para tanto, avalia-se a quantidade de indivíduos (densidades) em intervalos contínuos de classes de tamanho, que representam como uma população está distribuída em um ambiente de forma cronológica, e a classificação em estágios de vida, os quais representam a função dos grupos de indivíduos em uma população (Smirnova et al. 2002). Populações consideradas em equilíbrio são comumente associadas ao padrão de distribuição J-reverso, nas quais há acúmulo de indivíduos menores e maior permanência de indivíduos maiores, que ao morrerem são substituídos pelos indivíduos menores que estão em desenvolvimento (Peters 1994). Este estudo consiste em uma forma de avaliação rápida, através de análises comparativas entre populações da mesma espécie que ocorrem em áreas com diferentes características (Peters 1994, Souza 2007).

No caso do Cerrado, há um mosaico de fitofisionomias distribuídas ao longo de variações edafoclimáticas (Ribeiro & Walter 2008, Silva et al. 2013). As variações naturais do solo de composições granulométrica e química são relacionadas ao teor de umidade e fertilidade, características que afetam desde a germinação e estabelecimento de plântulas (Sales et al. 2013, Simão et al. 2013), e conseqüentemente de padrões de distribuição de espécies (Ribeiro & Kolb 2016) até o desenvolvimento de todos os estágios de vida (Haridasan 2008, Copeland et al. 2012). Adicionalmente, a altitude, que se relaciona ao clima de cada região pode afetar o padrão de distribuição de espécies (Giménez-Benavides et al. 2007, Matías & Jump 2015).

Em áreas antropizadas, o raleamento da vegetação arbórea é uma prática comum e altera as relações de competição em uma comunidade (Vieira et al. 2006, Matsushita et al. 2016, Ndegwa et al. 2016). Essa prática é realizada tanto para aproveitamento de espécies madeireiras, como para aumentar a biomassa de gramíneas, nativas ou exóticas, para o gado, sendo que este ainda interfere na ciclagem de nutrientes de um ambiente, a composição da vegetação e sua produtividade (Cesa & Paruelo 2011, Lezama et al. 2014, Wang & Wesche 2016). Os animais se alimentam da regeneração natural e pisoteiam os estratos mais baixos da vegetação, podendo causar mortalidade de plântulas e alterar características do solo, aumentando a compactação, e comprometendo o estabelecimento de novos indivíduos (Martínez & Zinck 2004, Pollock et al. 2005).

A parte da planta explorada também pode afetar a estrutura da população (Ticktin 2004). Por exemplo, em espécies do Cerrado, a exploração de látex de *Himatanthus*

drasticuse folhas de *Butia purpurascens* alterou as suas taxas populacionais e reprodutivas (Baldauf et al. 2014, Baldauf et al. 2015, Guilherme et al. 2015). Entretanto, o extrativismo de frutos não afetou as estruturas, populacionais de *Butia capitata*, *Hancornia speciosa*, *Caryocar brasiliense* e *Dipteryx alata*, uma vez que não afetou diretamente as plantas exploradas e não inviabilizou o recrutamento de novos indivíduos com a remoção de sementes com os frutos (Silva 2012, Lima et al. 2013, Giroldo & Scariot 2015, Ferreira 2016).

O conhecimento das estruturas das populações em diferentes situações de uso da terra submetidas à distintas variações ambientais e intensidades de intervenções antrópicas é importante para compreender como populações estão reagindo aos distúrbios e se poderão persistir localmente e na paisagem. A *Annona crassiflora* Mart. é uma árvore nativa do Cerrado cujo os frutos são comumente utilizados para consumo e geração de renda. Com ampla distribuição no bioma, ocorre em diferentes condições ambientais, de uso de terra e manejo. Com isso, o objetivo deste trabalho foi conhecer o estado de conservação das populações de *A. crassiflora* e relacionar a densidade às variáveis ambientais e às influências antrópicas. Para tanto, foram feitas as seguintes perguntas: (i) Como é a distribuição de classes de tamanho de populações de *A. crassiflora* submetidas a diferentes fatores ambientais e antrópicos? e (ii) Quais fatores ecológicos e antrópicos se relacionam às densidades dos estágios de vida de *A. crassiflora*? Espera-se que áreas com menor intensidade de ações antrópicas de extrativismo, raleamento de vegetação arbórea e gado apresentem maior densidade de plantas menores que em populações de áreas não submetidas ou pouco submetidas a esses impactos. Além disso, espera-se que a atividade de raleamento e presença de gado sejam os principais fatores relacionados às menores quantidades de plantas, em todos os estágios de vida.

Material e métodos

Annona crassiflora

A família Annonaceae é composta de aproximadamente 2,4 mil espécies em 108 gêneros (Rainer & Chatrou 2006), em que o gênero *Annona* apresenta espécies tradicionalmente usadas para alimentação (Mass 1983).

No Brasil, a *Annona crassiflora* é uma espécie frutífera nativa do Cerrado, popularmente conhecida como araticum, cabeçudo, cascudo, cabeça de negro, panã, e

outros. É uma das espécies arbóreas de maior ocorrência no bioma (Brigdewater et al. 2004), distribuindo-se pelos estados da Bahia, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná, São Paulo e Tocantins (Flora do Brasil 2016).

As populações ocorrem principalmente em latossolos, com maiores densidades em solos menos férteis e com menores concentrações de ferro, mas com plantas de maiores diâmetros em solos mais férteis (Mesquita et al. 2007). A taxa de sobrevivência de mudas plantadas em campo é de 22% nos primeiros anos (Sano & Fonseca 2003). Plantas adultas alcançam de 4 a 8m de altura, e de 20 a 30 cm de diâmetro (Lorenzzi 2002) com crescimento anual médio de diâmetro estimado entre 0,32 a 0,56 cm (Martins et al. 2015).

A floração ocorre entre setembro e novembro (Cavalcante et al. 2009), e a polinização é, em geral, realizada por besouros (Gottsberger 1999). A frutificação se inicia em seguida, com maturação dos frutos entre os meses de fevereiro e abril (Cavalcante et al. 2009). Diversos animais se alimentam desses como anta, tatu, veado catingueiro entre outros mamíferos, gralha do campo, e outras aves e também insetos, sendo estes importantes para a dispersão (Golin et al. 2011). A espécie produz grande quantidade de sementes por frutos, as quais apresentam dormência morfofisiológica (Silva et al. 2007), e sementes e frutos de *A. crassiflora* são muito predados e consumidos por insetos (Braga Filho et al. 2007, Leite et al. 2012).

Os frutos são comumente empregados na alimentação humana *in natura* ou no preparo de doces e bebidas, sendo muito apreciados e facilmente comercializáveis (Almeida et al. 1998, Soares et al. 2009). A industrialização é favorecida pela quantidade de sólidos solúveis da polpa, e a possibilidade de seu congelamento sem redução na qualidade (Cohen et al. 2010, Damiani et al. 2013). Extratos de frutos, folhas, sementes, casca e raízes apresentam interesse medicinal para tratamento, controle de vetores de doenças humanas, como por exemplo doenças venéreas, leishmaniose e chagas (Silva et al. 2001, Mesquita et al. 2005, Rodrigues et al. 2006, Omena et al. 2007, Santos & Sant'Ana 2001, Pimenta et al. 2014), e para controle de plantas invasoras, pragas e doenças no campo, como *Brachiaria brizantha* e *Euphorbia heterophylla* em cultivos de soja (Inoue et al. 2010, Machado et al. 2015, Turchen et al. 2014).



Figura 1. Frutos na planta de *Annona crassiflora*.

Coleta de dados

O levantamento da estrutura populacional de *A. crassiflora* foi realizado entre fevereiro e maio de 2016 em 40 áreas (referidas como populações), sendo 29 em áreas de cerrado e 11 em áreas convertidas para pastagem, onde foram alocadas parcelas de 1 ha, de 100 x 100 m ou 50 x 200 m conforme a extensão da área amostrada (Tabela 1, Figura 2). Estas regiões apresentam o clima tropical Aw com inverno seco, segundo Köppen (Alvares et al. 2013). A seleção de áreas amostradas considerou diferentes tipos de uso do solo e estado de conservação em áreas de ocorrência natural da espécie em que foi observada a presença de indivíduos maiores, de fácil observação. Embora algumas áreas amostradas possam ter alta probabilidade de fluxo gênico entre si, o termo população foi utilizado para definir áreas com diferentes características ambientais, uso de terra e de manejo.

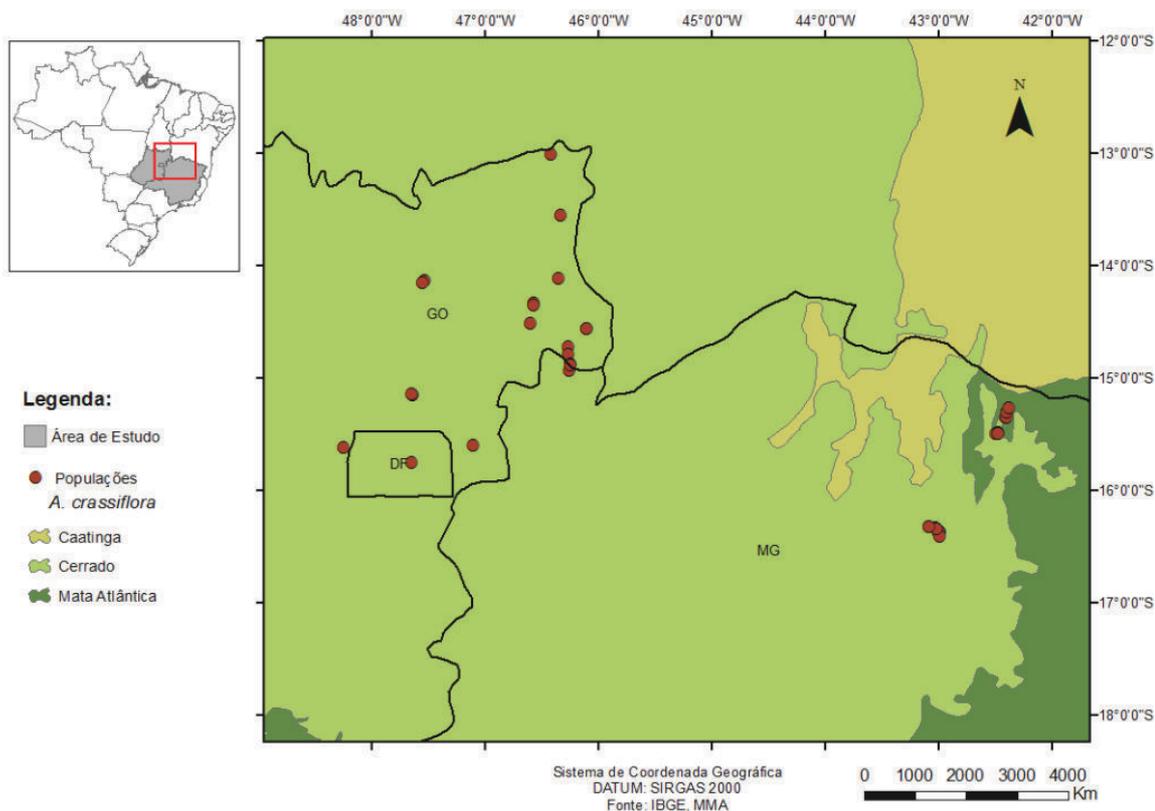


Figura 2. Localização das populações de *Annona crassiflora* estudadas.

Para todos os indivíduos da espécie em cada parcela foram coletados dados de altura, com vara telescópica ou vara métrica, e diâmetro, com suta ou paquímetro. Caules com bases distantes no mínimo 30 cm foram tratados como indivíduos diferentes. Indivíduos com diâmetro a 30 cm do solo (DA_{30}) maior que 5 cm foram mensurados à essa altura, com DA_{30} menor que 5 cm, mensurados à altura do solo (DAS). Todos os indivíduos foram numerados com placas de alumínio, e georreferenciados para monitoramento futuro. O total de adultos com parte aérea morta por área amostrada foi contabilizado, uma vez que eram de fácil identificação e foi observado grandes quantidades destes em algumas áreas. Como a madeira da espécie é de rápida decomposição e não é planta de grande porte, possivelmente somente indivíduos de adultos e jovens mortos foram contabilizadas.

Amostras de solo foram coletadas a 30 cm de profundidade em três pontos aleatórios de cada área, homogêneas e levadas para análise laboratorial físico-química. A cobertura do solo foi estimada através do método de interceptação de linha (Brower et al. 1998), e em cada área foram amostrados 120 m, obtendo-se a porcentagem de solo coberto pelo estrato vegetal. Informações sobre ocorrência de fogo foram

levantadas através de imagens de satélite ao longo de 10 anos, porém como houve baixa ocorrência, os dados não foram utilizados nas análises.

O histórico de uso e as peculiaridades locais sobre raleamento de vegetação arbórea, presença de gado e extrativismo de frutos nas áreas, foram obtidas através de entrevistas informais e observações de campo (Tab. 1). Considerou-se como raleamento da vegetação as atividades de remoção de indivíduos do estrato arbóreo, a qual pode variar de nenhuma remoção até a remoção completa destes indivíduos para constituição de pastagem. O impacto do gado em determinada área foi considerado a partir da quantidade de gado, e o tempo de permanência deste no mesmo local. O extrativismo foi quantificado considerando a quantidade de frutos de *A. crassiflora* removidos por extrativistas em relação ao total produzido na área. Estas características foram sumarizadas em matriz de Leopold adaptada, considerando a intensidade e frequência que cada atividade ocorre, variando em escala crescente de 0 a 3 (Leopold et al. 1971). Por serem áreas amostrais pequenas, foi considerado que o impacto ocorreu por toda extensão da parcela. Com isso, o índice final para cada atividade foi a soma dos valores atribuídos à intensidade e frequência, variando de 0 (nenhuma perturbação) a 6 (muita perturbação). A identificação das áreas foi feita a partir da letra inicial do tipo de perturbação seguido do respectivo índice, por exemplo, uma área com índice de raleamento 6, gado 6 e extrativismo 0, teve a identificação como R6G6E0. Áreas com mesmo código foram diferenciadas por letras junto ao código.

Tabela 1. Populações de *Annona crassiflora* estudadas. Código: índices de raleamento (R), extrativismo (E) e gado (G). Ambiente: cerrado (C) e pasto (P). Altitude (m), densidade (indivíduos/ha), argila (g/Kg), soma de bases (cmol/dm³) e cobertura (%).

Código	UF	Local	Ambiente	Latitude	Longitude	Altitude	Fogo	Densidade					Solo		
								Plantulas	Infântes	Jovens	Adultos	Mortas	Argila	Soma de bases	Cobertura
R0G2E0a	GO	Simolândia	C	-14,3364	-46,5735	547	0	5	19	4	28	6	225	0,329	77,83
R0G2E0b	MG	Montezuma	P	-15,3049	-42,3958	1039	0	0	2	2	10	0	375	0,381	86,95
R0G2E0c	MG	Montezuma	P	-15,3539	-42,4113	1077	1	2	2	18	3	0	250	0,222	60,56
R0G2E2	MG	Rio Pardo de Minas	C	-15,4917	-42,4888	1026	0	0	2	6	23	0	200	0,192	51,62
R0G2E3a	MG	Rio Pardo de Minas	C	-15,4902	-42,4737	992	0	1	1	11	19	2	225	0,224	46,92
R0G2E3b	MG	Montezuma	C	-15,2692	-42,3776	986	2	1	1	14	8	2	425	0,424	70,53
R0G2E3c	MG	Rio Pardo de Minas	C	-15,4902	-42,4741	1001	0	1	3	9	21	3	225	0,298	56,45
R0G2E4	MG	Grão Mogol	C	-16,3217	-43,0813	900	1	7	37	29	48	3	525	0,289	80,42
R0G2E6	GO	Alto Paraíso	C	-14,1293	-47,5338	1286	0	0	7	15	50	1	275	0,241	85,63
R0G3E4	MG	Grão Mogol	C	-16,4058	-42,9899	878	2	1	4	3	26	6	450	0,270	70,9
R0G4E2	GO	Sítio d'Abadia	C	-14,8795	-46,2429	835	0	10	15	12	34	2	200	0,186	62,32
R0G4E5	GO	Cabeceiras	C	-15,6027	-47,1068	976	0	4	21	37	83	26	500	0,175	52,27
R2G0E4	GO	São Gabriel	C	-15,1439	-47,6487	1061	0	7	22	8	23	1	475	0,146	74,07
R2G2E2a	GO	Mambai	C	-14,5643	-46,1036	739	0	3	5	7	6	0	150	1,160	40,79
R2G2E2b	GO	Terra Ronca	C	-13,5520	-46,3290	759	0	2	8	8	51	10	225	0,849	64,66
R2G2E2c	MG	Rio Pardo de Minas	C	-15,4955	-42,4929	1006	0	2	0	5	11	0	225	0,204	51,14
R2G2E3a	MG	Rio Pardo de Minas	C	-15,4887	-42,4728	971	0	0	4	13	13	0	175	0,195	46,28
R2G2E3b	MG	Montezuma	C	-15,3500	-42,3995	1008	0	0	15	8	12	1	400	0,210	78,58
R2G2E5	MG	Grão Mogol	C	-16,3230	-43,0822	891	2	7	57	37	45	3	500	0,288	70,48
R2G3E2	MG	Grão Mogol	C	-16,3673	-42,9930	878	0	1	0	4	21	13	375	0,475	50,42

Tabela 1. (Continuação) Populações de *Annona crassiflora* estudadas. Código: índices de raleamento (R), extrativismo (E) e gado (G). Ambiente: cerrado (C) e pasto (P). Altitude (m), densidade (indivíduos/ha), argila (g/Kg), soma de bases (cmol/dm³) e cobertura (%).

Código	UF	Local	Ambiente	Latitude	Longitude	Altitude	Fogo	Densidade					Solo		
								Plantulas	Infântes	Jovens	Adultos	Mortas	Argila	Soma de bases	Cobertura
R2G5E4	GO	Campos Belos	C	-13,0143	-46,4198	747	0	0	13	25	73	3	175	0,756	52,57
R3G0E2	GO	Posse	C	-14,1176	-46,3529	839	0	3	23	11	25	2	125	0,288	94,13
R3G2E0	GO	Alvorada do Norte	C	-14,5176	-46,6006	515	0	9	13	16	50	2	175	0,226	31,74
R3G2E2	MG	Formoso	C	-14,9307	-46,2596	885	1	1	8	24	67	3	225	0,182	63,96
R3G3E3	DF	Rajadinha	C	-15,7552	-47,6443	959	0	0	6	14	44	0	500	0,177	66,39
R4G0E0	MG	Grão Mogol	C	-16,3325	-43,0266	884	1	1	34	39	34	1	500	0,299	85,9
R4G2E2	MG	Grão Mogol	C	-16,3436	-43,0216	897	0	2	13	27	3	4	400	0,454	95,39
R4G2E3	MG	Montezuma	C	-15,3060	-42,3959	1031	0	1	3	10	12	1	375	0,217	85,7
R4G3E2	MG	Grão Mogol	C	-16,3458	-43,0167	908	0	1	17	56	112	13	425	0,211	61,98
R5G4E5	GO	Sítio d'Abadia	C	-14,7946	-46,2698	815	4	5	22	9	53	0	150	0,171	75,24
R5G5E5	GO	São Gabriel	C	-15,1521	-47,6357	1107	0	0	22	25	98	4	500	0,192	83,93
R6G4E0a	MG	Grão Mogol	P	-16,3673	-42,9930	861	0	1	1	1	18	2	375	1,122	56,62
R6G4E0b	GO	Simolândia	P	-14,3496	-46,5698	550	0	0	5	0	15	0	250	1,239	85,35
R6G4E6	DF	Colônia	P	-15,6197	-48,2483	1161	1	0	2	14	58	0	275	0,423	93,88
R6G5E2a	MG	Grão Mogol	P	-16,3667	-42,9932	885	0	0	1	0	14	0	375	0,549	44,07
R6G5E2b	MG	Grão Mogol	P	-16,3634	-42,9946	872	0	0	1	1	22	0	450	1,639	49,32
R6G5E5	GO	Sítio d'Abadia	P	-14,8825	-46,2447	807	0	0	1	2	25	0	200	0,431	99,83
R6G6E2a	GO	Mambai	P	-14,5632	-46,1058	683	0	0	0	0	22	0	175	1,482	90,19
R6G6E2b	GO	Sítio d'Abadia	P	-14,7281	-46,2654	772	0	0	4	2	50	0	175	0,648	94,58
R6G6E6	GO	Alto Paraíso	P	-14,1489	-47,5540	1271	0	0	3	9	55	0	275	0,205	96,88

Análise de dados

Visto que populações arbóreas em áreas naturais tendem a apresentar maiores quantidades de indivíduos pequenos que de indivíduos maiores, para avaliar esta tendência na populações de *A. crassiflora* foram calculados o coeficiente de assimetria (g_1) (Souza 2007), e o ajuste da distribuição de classes de tamanho ao modelo exponencial negativo (Hett & Loucks 1976).

O cálculo de g_1 indica a assimetria na distribuição de tamanho da população, sendo que $g_1 > 0$ indica acúmulo de indivíduos menores, $g_1 = 0$ população simétrica, e $g_1 < 0$ acúmulo de indivíduos maiores. Os valores foram comparados com uma distribuição normal teórica, na qual $g_1 = 0$, e valores de intervalo de confiança foram calculados por bootstrap, reamostrado 1000 vezes (Legendre & Legendre 1998).

Complementarmente, foi realizada análise de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS), por distância euclidiana (Legendre & Legendre 1998), com os valores de g_1 obtidos para cada população, e seus respectivos índices de raleamento, extrativismo e gado. Esta análise possibilitou inferir a relação entre os coeficientes obtidos (g_1) e seus intervalos de confiança, com as atividades antrópicas que ocorrem em cada área.

Para análise do ajuste de distribuição de classes de tamanho ao modelo de exponencial negativo (J-reverso), que pode auxiliar na identificação de recrutamento contínuo ou gargalos no recrutamento de indivíduos para classes de tamanho maiores, foram utilizadas as medidas de diâmetro, uma vez que houve alta correlação deste com a altura (menor $r^2=0,8266$). O ajuste ao modelo exponencial negativo é calculado a partir da equação (Hett & Loucks 1976):

$$y = ae^{-bx}$$

Em que:

y = % de indivíduos/classe

x = ponto médio de cada classe

a = intercepto

b= inclinação da curva – representando a mortalidade das populações

Para avaliar a associação dos fatores antrópicos, ambientais e ecológicos, às densidades de cada estágio de vida da estrutura populacional, foram utilizados modelos

lineares generalizados (GLM), família binomial negativa, e com a abordagem da teoria da informação (Burnham & Anderson 2002).

Os indivíduos foram classificados em quatro estágios de vida: plântulas, infantes, jovens e adultos. Plântulas são indivíduos com $DAS \leq 0,7$ cm (Figura 3.a), pois este foi o maior valor encontrado em literatura referente ao desenvolvimento de plântulas de *A. crassiflora* da germinação até um ano (Cavalcante et al. 2008), e valores maiores são improváveis de serem encontrados para plântulas em condições de campo. Infantes são os indivíduos com diâmetro entre $0,7 \text{ cm} < DAS$ e $DA_{30} \leq 5$ cm (Figura 3.b), sendo este limite definido pela alta probabilidade ($> 95\%$) da parte aérea de plantas até este diâmetro morrerem com a passagem de fogo no Cerrado (Medeiros & Miranda 2005). Como jovens foram classificados os indivíduos de $5 \text{ cm} < DA_{30} < 10$ cm (Figura 3.c), faixa de tamanho na qual as plantas são mais resistentes ao fogo, e com baixa probabilidade de serem reprodutivas (A. Scariot, dados não publicados). Adultos são indivíduos com $DA_{30} \geq 10$ cm (Figura 3.d), tamanho apresentado por mais de 99% dos indivíduos reprodutivos de *A. crassiflora* (A. Scariot, dados não publicados)

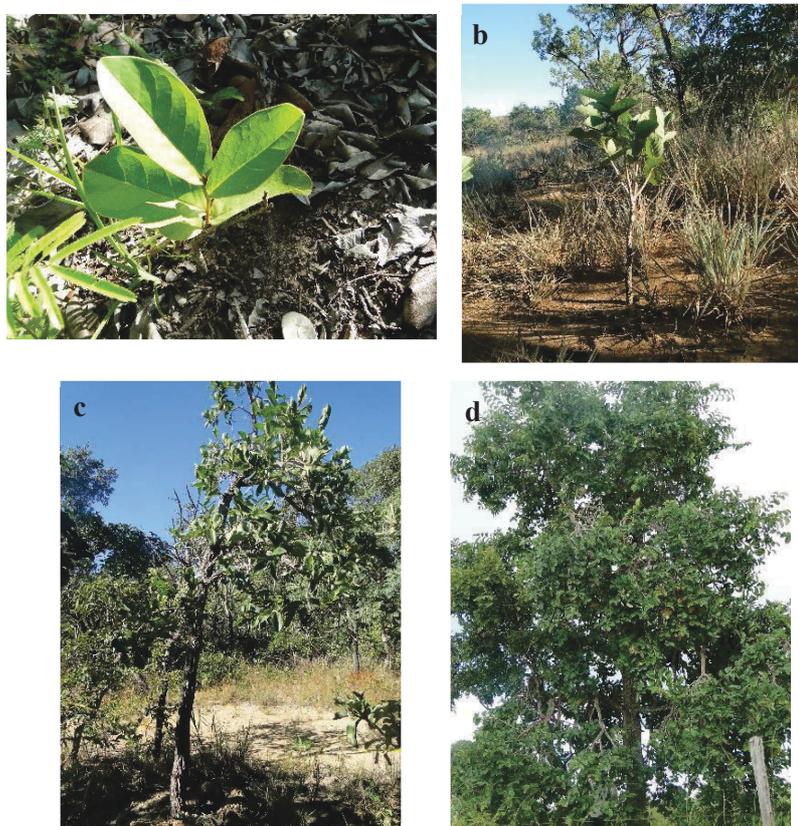


Figura 3. Indivíduos de *Annona crassiflora* - a) plântula, b) infante, c) jovem, d) adulto.

Através de matriz de correlação de Pearson (Rodgers & Nicewander 1988) foi verificada a colinearidade das variáveis de propriedades físicas e químicas de solo (Anexo 1) e selecionadas as variáveis teor de argila e soma de bases trocáveis, que são de fácil interpretação, na representação desse conjunto de dados. O total de adultos pode ter relação ao número de plântulas e infantes, por isso foram utilizados nos modelos destes estágios de vida. Em todos os modelos foram utilizados os dados de solo, altitude, cobertura do solo e os índices de raleamento, extrativismo e gado.

Os modelos foram construídos com as combinações das variáveis e ranqueados pelo Critério de Informação de Akaike (AICc). Para estimar a magnitude de evidência de cada modelo, foi calculado o peso de Akaike (w_i), e considerados mais parcimoniosos os modelos com $w_i > 0,9$. Quando nenhum w_i obteve este valor, foram selecionados modelos com $\Delta AICc < 2$. Com as variáveis dos modelos selecionados, foi gerado um modelo ponderado através da média e intervalos de confiança de 95%. A significância e a importância relativa (IR) das variáveis foram avaliadas, respectivamente, através de teste z, e pela soma de w_i dos modelos em que a variável estava presente, sendo que quanto maior os valores de IR maior a importância da variável (Burnham & Anderson 2002). Os resíduos do modelo ponderado foram testados para verificação de autocorrelação espacial através do teste I de Moran (Legendre & Legendre 1998).

As análises foram realizadas no programa R 3.3.0, com os pacotes mass (Venables & Ripley 2002) moments (Komsta & Novomestky 2011), mumin (Barton 2011) e vegan (Oksanen et al. 2016).

Resultados

A densidade populacional total de *A. crassiflora* variou de 14 a 186 indivíduos por hectare (ind/ha). Nas 29 áreas de cerrado a densidade média \pm desvio padrão foi 71 ± 46 ind/ha e 33 ± 22 ind/ha nas 11 áreas convertidas em pastagens, o que representa 49% a menos de indivíduos em áreas de pastagem. Também, áreas de cerrado apresentaram em média maiores quantidade de indivíduos de plântulas, infantes e jovens em relação ao total de adultos do que em áreas de pastagem (Tabela 2). A densidade de indivíduos mortos de *A. crassiflora* variou de 1,5 a 10,5% em relação ao total de jovens e adultos, sendo principalmente em áreas de cerrado

Tabela 2. Densidade de indivíduos de *Annona crassiflora* por ambiente (média ± desvio padrão/ha).

Classe de tamanho	Cerrado		Pastagem	
	Densidade	D./Adultos (%)	Densidade	D./Adultos (%)
Plântulas	2,6 ± 2,9	6,90	0,3 ± 0,6	1,13
Infantes	13,6 ± 13,0	36,07	2,0 ± 1,5	7,55
Jovens	16,8 ± 12,9	44,56	4,4 ± 6,3	16,60
Adultos	37,7 ± 27,8	-	26,5 ± 18,9	-
Densidade total	70,6 ± 45,6	-	33,3 ± 21,6	-

Os valores de g_1 variaram de -1,30 a 1,15. Cinco populações apresentaram $g_1 \pm$ intervalo de confiança (IC) abaixo de zero, sendo apenas uma destas áreas de cerrado, configurando populações com acúmulo de indivíduos maiores, enquanto 10 populações apresentaram $g_1 \pm$ IC acima de zero, sendo todas estas áreas de cerrado, com acúmulo de indivíduos menores (Figura 4).

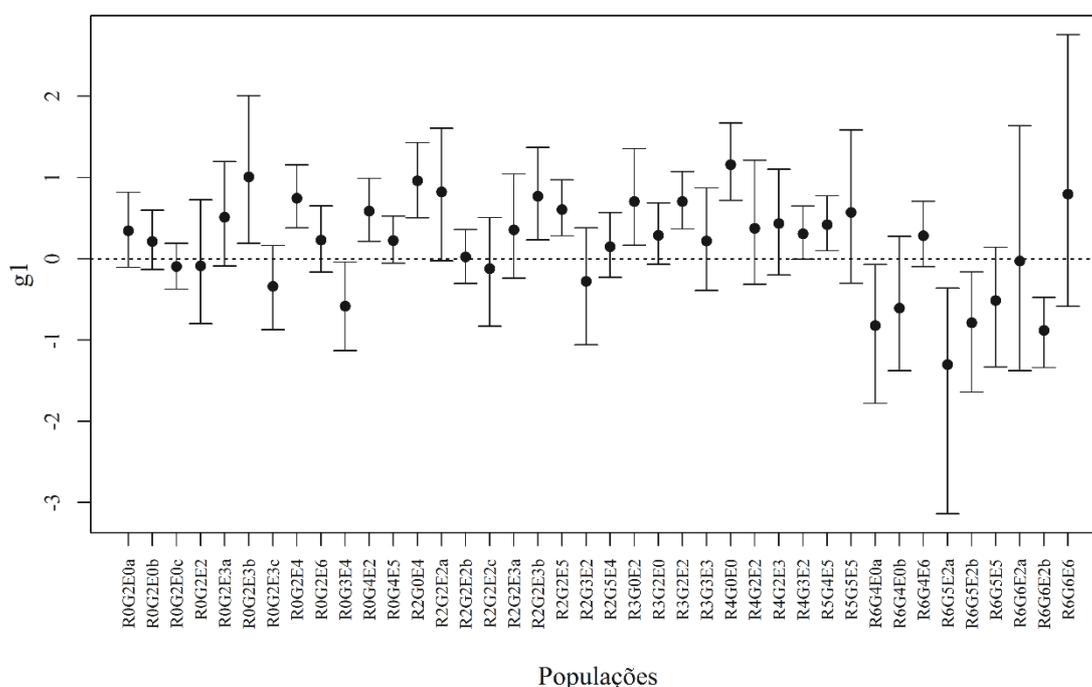


Figura 4. Coeficiente de assimetria (g_1) por população de *Annona crassiflora*.

Os valores de g_1 apresentaram variação inversa ao raleamento de vegetação lenhosa e presença de gado, sofrendo pequena influência positiva do extrativismo. Áreas de cerrado com maiores índices de raleamento da vegetação e de gado apresentaram valores de g_1 mais baixos, similar às pastagens com menores índices de raleamento e de gado. Os intervalos de confiança foram, em geral, maiores em áreas de pastagem, uma vez que há maiores lacunas de indivíduos nas classes de tamanho (Figura 5).

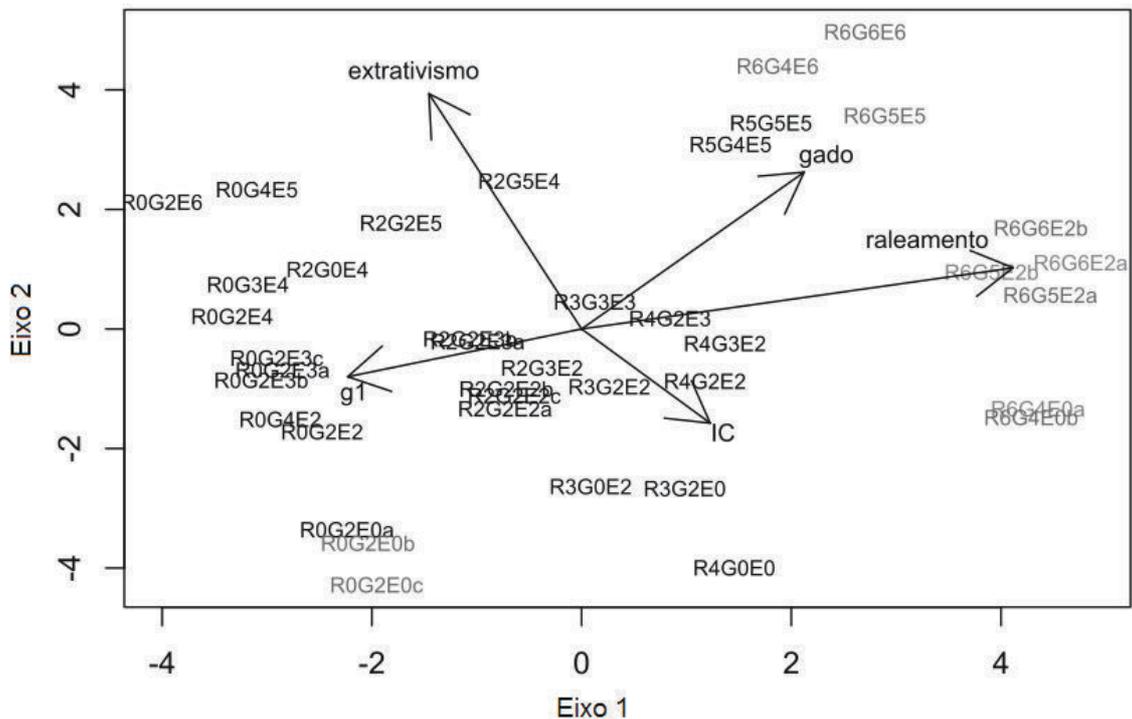


Figura 5. NMDS entre coeficiente de assimetria (g1), intervalo de confiança (IC) e índices de raleamento da vegetação arbórea, gado e extrativismo de frutos das populações de *Annona crassiflora*. Em preto áreas de cerrado e em cinza áreas de pastagem.

Em todas as áreas o ajuste ao modelo exponencial negativo J-reverso foi baixo ($r^2 < 0,7$). Os maiores ajustes foram nas áreas R0G2E4 ($r^2 = 0,64$), R0G4E2 ($r^2 = 0,54$), R2G2E5 ($r^2 = 0,54$) e R3G0E2 ($r^2 = 0,52$), onde não há raleamento da vegetação e gado, ou os índices são baixos (Figura 6).

A distribuição de indivíduos nas classes de tamanho indica maiores proporções de indivíduos jovens e adultos em todas as populações, resultando em baixos ajustes ao modelo J-reverso, mesmo em populações de áreas mais conservadas. Porém, nas populações em áreas de cerrado houve maiores quantidades de plântulas e infantes e menores lacunas nas classes de tamanho em relação às áreas de pastagem (Figura 7).

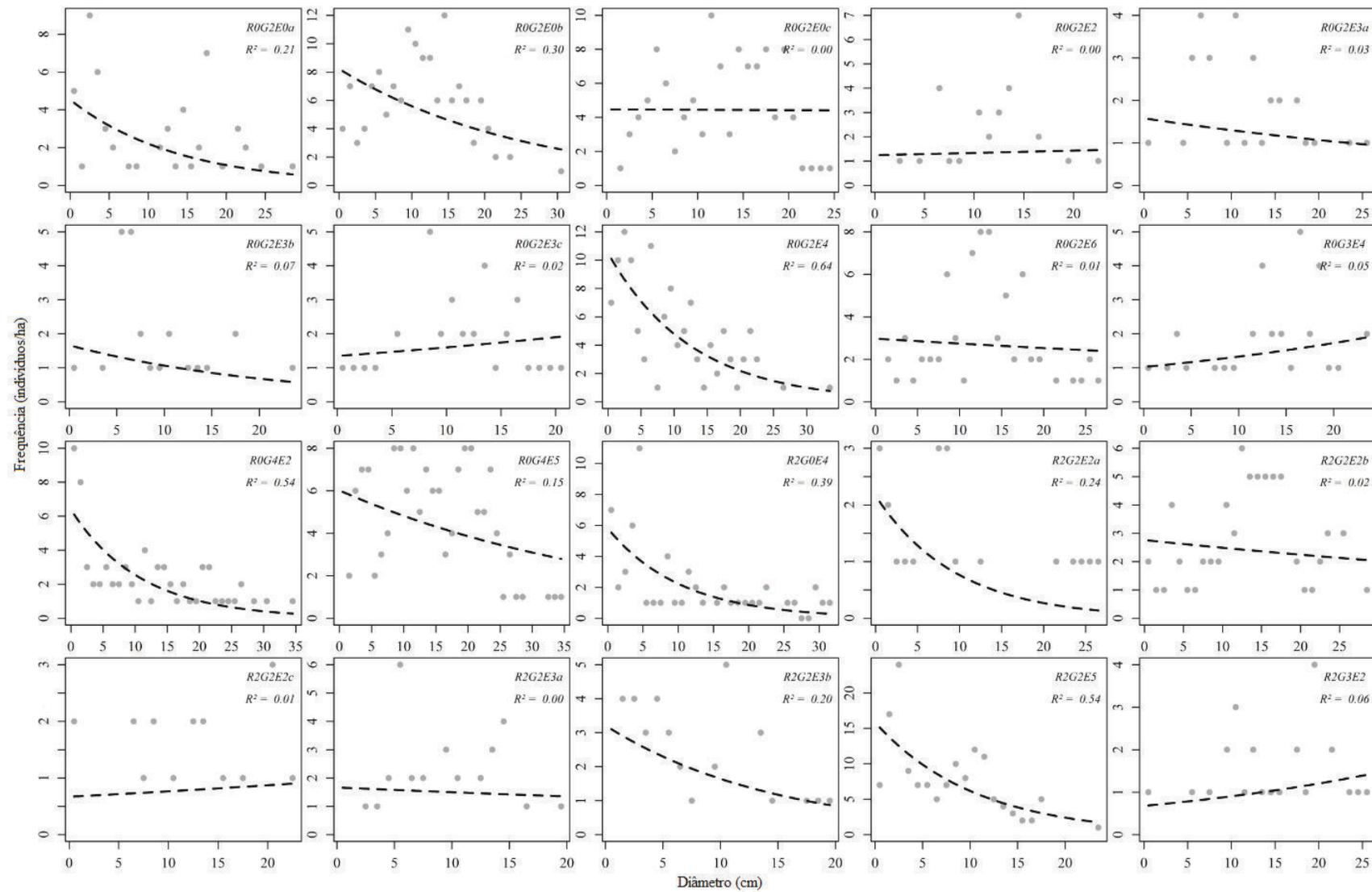


Figura 6. Modelo exponencial negativo para populações de *Annona crassiflora*.

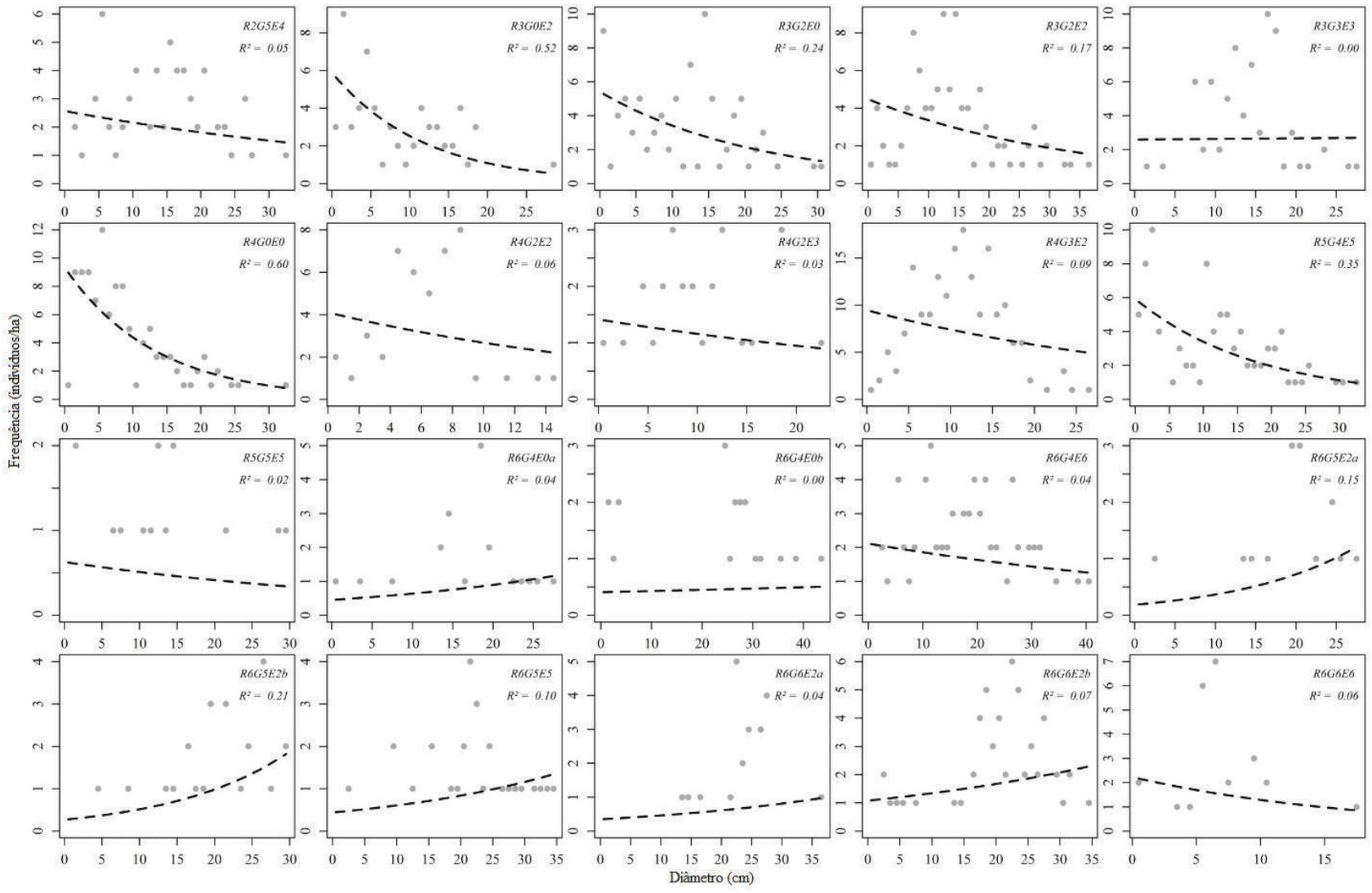


Figura 6. (Continuação) Modelo exponencial negativo para populações de *Annona crassiflora*.

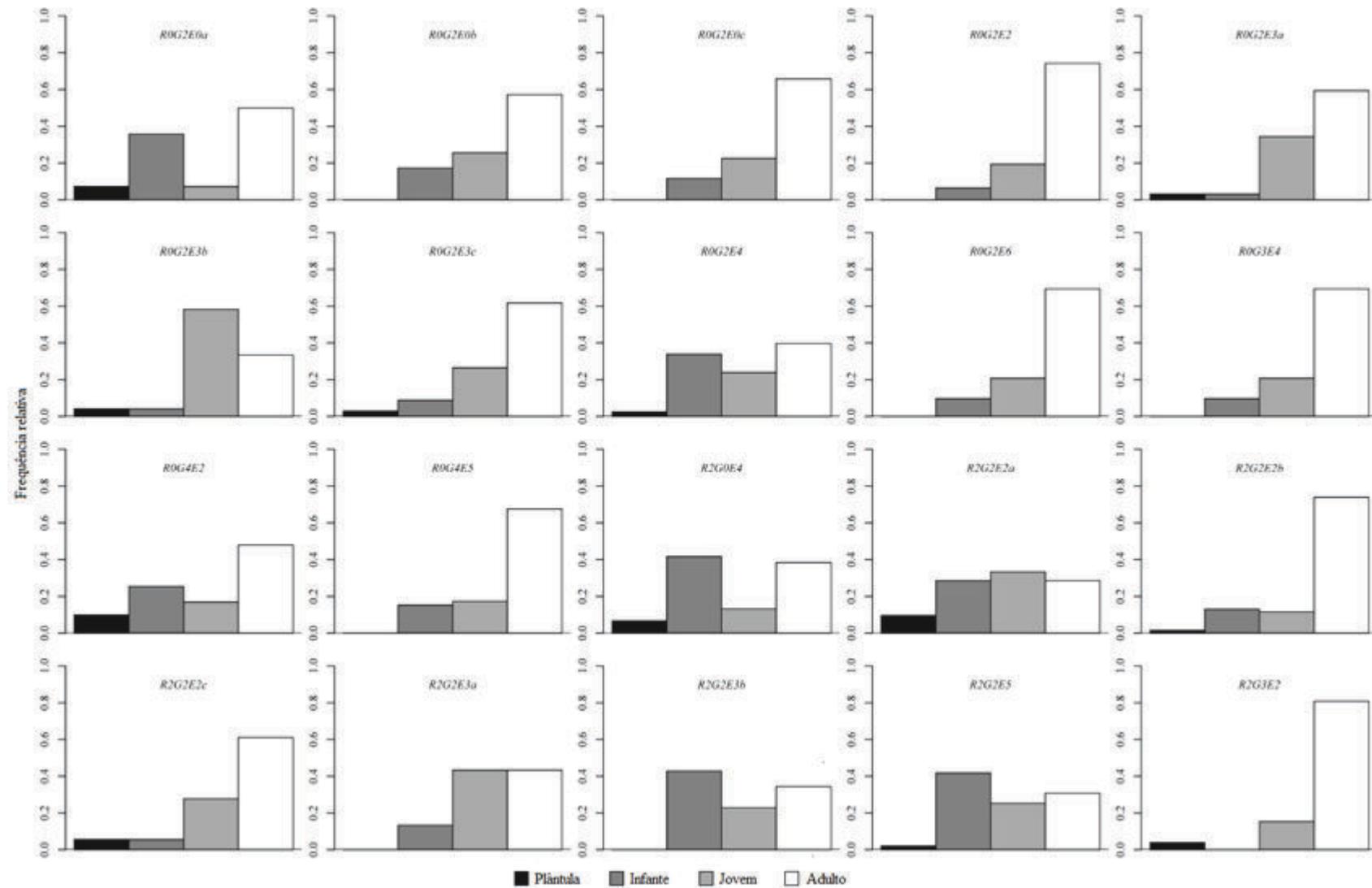


Figura 7. Frequência relativa por classe de tamanho em populações de *Annona crassiflora*.

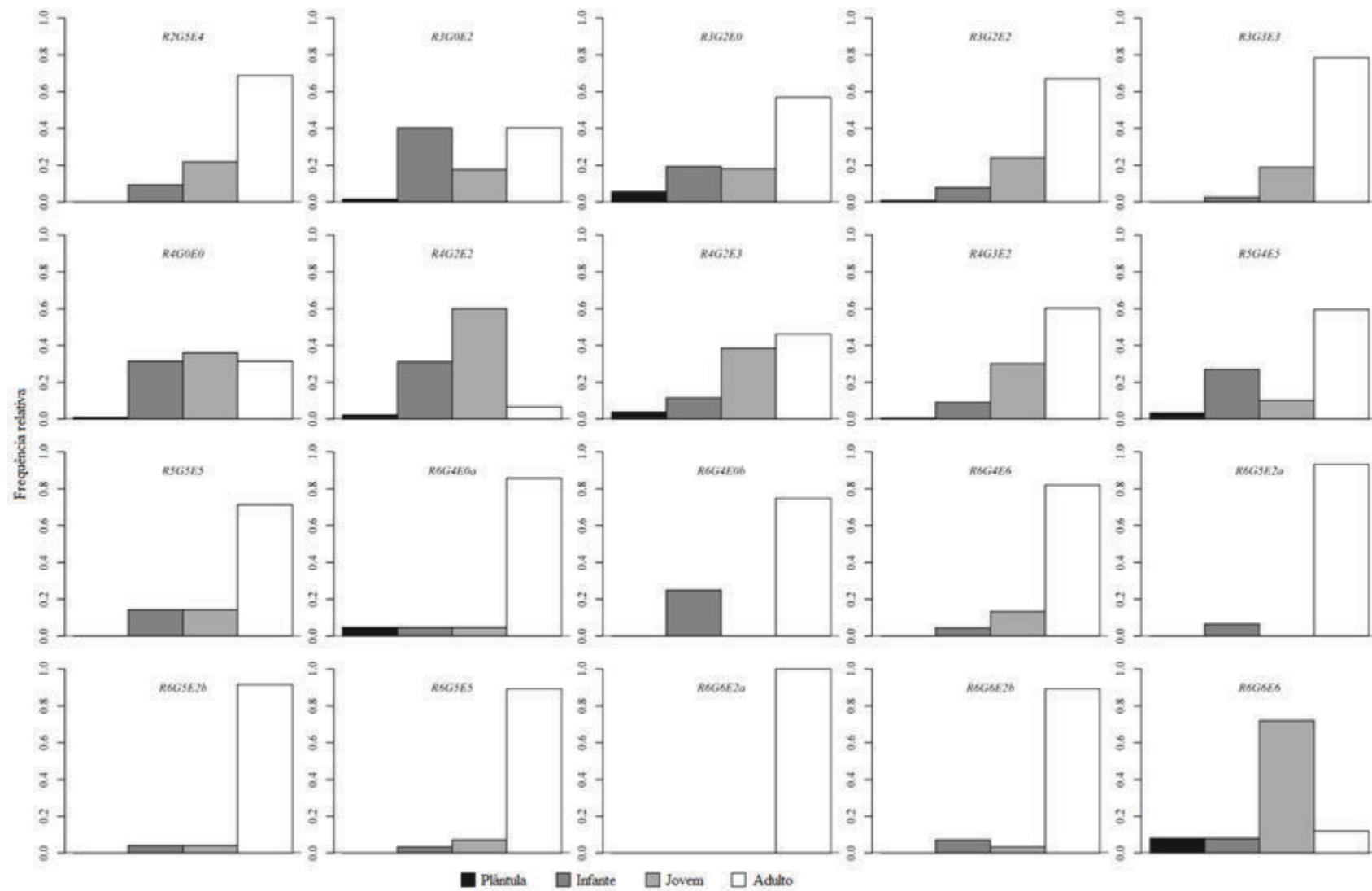


Figura 7. (Continuação) Frequência relativa por classe de tamanho em populações de *Annona crassiflora*.

Na análise por densidade de estágios de vida, nenhum modelo apresentou $w_i > 0,9$, portanto foram selecionados os modelos com $\Delta AICc < 2$ para avaliação pela importância relativa e significância das médias dos parâmetros. Foram selecionados três modelos para densidade de plântulas, quatro modelos para infantes, quatro para jovens, 11 para adultos, e dois para densidade total (Tabela 3).

Tabela 3. Modelos selecionados ($\Delta AICc < 2$) por estágio de vida de *Annona crassiflora*. Os sinais (+) e (-) indicam o tipo de relação entre a densidade de cada estágio de vida e as variáveis altitude (Alt), cobertura do solo (Cob), extrativismo (Ext), presença de gado (Gado), raleamento de vegetação arbórea (Ral), soma de bases (SB), teor de argila (Arg), total de indivíduos adultos de *A. crassiflora* (Adu).

Modelo	k	AICc	$\Delta AICc$	w_i
Plântulas ~				
-Alt, +Ext, -Gado, -Ral, -SB	7	140,4	0,00	0,267
-Alt, -Gado, -Ral, -SB	6	141,9	1,49	0,127
-Alt, +Ext, -Gado, -Ral	6	142,2	1,76	0,111
Infantes ~				
-Alt, +Adu, +Arg, +Cob, +Ext, -Gado, -SB	9	246,7	0,00	0,279
-Alt, +Adu, +Arg, +Cob, +Extr, -Gado	8	247,8	1,15	0,157
-Alt, +Adu, +Cob, +Extr, -Gado	7	248,4	1,76	0,116
-Alt, +Adu, +Cob, +Extr, -Gado, -SB	8	248,4	1,76	0,115
Jovens ~				
+Arg, -SB	4	283,0	0,00	0,216
-SB	3	283,5	0,51	0,168
+Arg, -Cob, -SB	5	284,3	1,31	0,112
-Alt, +Arg, -SB	5	285,0	1,98	0,081
Adultos ~				
-Alt, +Ext, +Ral, -SB	6	355,3	0,00	0,117
-Alt, +Ext, +Gado, -SB	6	335,8	0,46	0,093
+Gado, -SB	4	356,0	0,74	0,081
-Alt, +Ext, -SB	5	356,0	0,75	0,080
-Alt, +Ext	4	356,2	0,93	0,073
-Alt, +Arg, +Ext, +Gado, -SB	7	356,8	1,54	0,054
-Alt, +Arg, +Ext, +Ral, -SB	7	356,9	1,62	0,052
+Ext	3	357,2	1,87	0,046
-Alt, +Ext, +Gado, +Ral, -SB	7	357,2	1,88	0,046
-Alt, +Arg, +Ext	5	357,2	1,94	0,044
-Alt, +Arg, +Ext, -SB	6	357,3	1,97	0,044
Densidade total ~				
-Alt, +Arg, +Ext, -SB	6	386,9	0,00	0,399
-Alt, +Arg, +Ext, +Ral, -SB	7	388,7	1,72	0,167

No modelo ponderado, a densidade de plântulas foi relacionada negativamente às variáveis de altitude, gado, raleamento da vegetação e soma de bases, e positivamente apenas ao extrativismo, sendo altitude, raleamento e gado as de maior importância, e altitude de maior significância. Para infantes, as variáveis relacionadas negativamente foram altitude, presença de gado e soma de bases, e positivamente o total de adultos,

argila, cobertura do solo e extrativismo, sendo as mais importantes, total de adultos, altitude, cobertura, e índice de extrativismo e de gado, em que as duas primeiras foram as mais significativas. A densidade de jovens foi relacionada negativamente à altitude, argila e soma de bases, e positivamente à argila. Destas, soma de bases foi a mais importante e significativa para o modelo ponderado. A densidade de adultos apresentou relação negativa à altitude e soma de bases, e relação positiva à argila, extrativismo, gado e raleamento de vegetação. Altitude e extrativismo foram as variáveis de maior importância relativa, e o extrativismo de mais significativo. No modelo de densidade total, houve relação negativa à altitude e soma de bases, e positiva à argila, extrativismo e raleamento. Neste modelo, as variáveis ambientais teor de argila, altitude e soma de bases, e a variável antrópica extrativismo são as mais importantes, e destas, as três últimas as mais significativas (Tabela 4).

Tabela 4. Modelo ponderado por estágio de vida de *Annona crassiflora*. Valores de β , DP e IR representam, respectivamente, coeficiente, desvio padrão e importância relativa de cada variável. Sinais (+) e (-) em β indicam o tipo de relação entre as densidades e as variáveis. Significância: *** (0), ** (0,001), * (0,05) e + (0,1).

Estágio de vida	Variável	β	DP	IR
Plântulas				
	Altitude ***	-0,9354	0,2418	0,505
	Extrativismo *	0,5064	0,2453	0,378
	Gado *	-0,5079	0,2505	0,505
	Raleamento *	-0,5235	0,2337	0,505
	Soma de bases *	-0,6085	0,2995	0,394
Infântes				
	Adultos ***	0,5591	0,1416	0,667
	Altitude ***	-0,7300	0,1687	0,667
	Argila *	0,2579	0,1123	0,436
	Cobertura*	0,3196	0,1219	0,667
	Extrativismo **	0,4576	0,1596	0,667
	Gado ***	-0,6888	0,1640	0,667
	Soma de bases +	-0,3479	0,1769	0,394
Jovens				
	Altitude	-0,1284	0,1525	0,081
	Argila +	0,2444	0,1348	0,409
	Cobertura	-0,1610	0,1345	0,112
	Soma de bases ***	-0,6502	0,1635	0,577
Adultos				
	Argila	0,1324	0,1058	0,194
	Altitude *	-0,3218	0,1347	0,603
	Extrativismo **	0,4101	0,1406	0,649
	Gado +	0,2388	0,1388	0,274
	Raleamento +	0,2008	0,1179	0,215
	Soma de bases *	-0,2829	0,1336	0,567
Densidade total				
	Altitude ***	-0,3972	0,1094	0,566
	Argila *	0,2088	0,0866	0,566
	Extrativismo ***	0,3564	0,0995	0,566
	Raleamento	0,1045	0,0933	0,167
	Soma de bases ***	-0,3725	0,1003	0,566

Discussão

As populações de *A. crassiflora* em áreas de cerrado, mesmo com diversos níveis de perturbação, tendem a ter maiores quantidades de indivíduos dos tamanhos menores que nas populações em áreas de pastagens. Porém, em nenhuma população ocorreu majoritariamente a presença de indivíduos menores, não se adequando ao modelo de distribuição populacional J-reverso.

Este padrão pode ser decorrente dos diversos gargalos no recrutamento de plântulas. Frutos de *A. crassiflora* sofrem alta predação por insetos, que pode danificar 69% das sementes (Braga Filho et al. 2007), e as sementes viáveis tem dormência morfofisiológica, limitando suas taxas de germinação em campo (Silva et al. 2007) quando germinam tem baixa taxa de sobrevivência nos primeiros anos (Sano & Fonseca 2003). Em contrapartida, os frutos produzem grande quantidade de sementes (Braga Filho et al. 2007), o que contribui para um recrutamento mínimo e a variabilidade genética das populações. Complementarmente, plantas rebrotam e reproduzem vegetativamente por meio de raízes (Souza & Soares 1983). No Cerrado, esta estratégia permite o desenvolvimento mais rápido de plantas e confere maior resistência a distúrbios que às plântulas (Hoffmann 1998), favorecendo a sobrevivência e o acúmulo de indivíduos nas classes maiores de tamanho.

A quantidade de indivíduos menores foi inversamente proporcional ao raleamento da vegetação e ao gado nas áreas. Áreas de cerrado com os maiores valores de g_1 , apresentaram baixos níveis de raleamento ($R \leq 3$). O raleamento em menor intensidade pode ter favorecido a emergência de *A. crassiflora*, tanto pela abertura do dossel e redução de competição (Vieira et al. 2006, Matsushita et al. 2016, Ndegwa et al. 2016), como pela capacidade de rebrota dos tocos dos caules cortados. Em pequenas propriedades rurais, geralmente os proprietários não removem as plantas de espécies das quais extraem produtos de importância socioeconômica, como madeira, medicamento, foragem e alimentação (Lima et al 2016). Porém, em áreas de pastagem com alta densidade de gado, comum em propriedades rurais com maior capital e tecnologia, a atividade de raleamento é mais frequente e intensa (Girollo e Scariot 2015). Embora seja relatado por agricultores que o gado não consuma frutos e plântulas de *A. crassiflora*, ele pode pisotear as plantas menores e compactar o solo (Martínez & Zinck 2004, Pollock et al. 2005). O raleamento frequente e a alta densidade de gado podem impedir a regeneração, gerando lacunas nas

classes de tamanho. A persistência dessas atividades pode levar à extinção local das populações da espécie nessas propriedades.

A relação negativa do raleamento da vegetação e do gado às densidades de plântulas e de infantes destaca a importância do manejo e uso da terra no recrutamento e, conseqüentemente, na estrutura populacional. Essas atividades também afetam de forma indireta as populações, pois o aumento da fragmentação e a diminuição da qualidade dos fragmentos podem torná-los mais suscetíveis a pragas e doenças, e afetar populações animais silvestres, comprometendo assim a polinização e a dispersão de propágulos, processos essenciais para o recrutamento nas menores classes de tamanho (Somanathan & Borges 2000, Chacoff et al. 2004, Mayor et al. 2015). Esta relação não foi observada para indivíduos jovens e adultos, isto porque, segundo agricultores, a espécie não apresenta madeira de qualidade para construção civil ou energético, não sendo removida para esses fins, e é mantida em pastagens por apresentar frutos utilizados na alimentação humana e por fornecer sombreamento ao gado.

O extrativismo como atualmente praticado não teve relação negativa com o recrutamento nas populações, similar ao encontrado para outras espécies do Cerrado, como para a palmeira *Butia capitata* (Silva 2012), e as árvores *Caryocar brasiliense* (Giroldo & Scariot 2015), *Dipteryx alata* (Ferreira 2016) e *Hancornia speciosa* (Lima et al 2013). Os efeitos do extrativismo não devem, de fato, ser relevantes uma vez que, muitos frutos são deixados em campo por terem parte da polpa danificadas por larvas de insetos, conhecidas como brocas, muito comuns e que inviabilizam seu consumo por populações humanas (Leite et al. 2012), mas cujas sementes podem contribuir para a regeneração.

Nas populações estudadas, as densidades dos estágios de vida de *A. crassiflora* tendem a diminuir com o aumento da altitude, diferente do observado em populações em Goiás, onde foram encontradas menores densidades em menores altitudes (Mesquita et al. 2007). A densidade em todos os estágios de vida tende a diminuir com o aumento da fertilidade do solo, como o esperado para espécies de Cerrado mais adaptadas a este tipo de ambiente (Silva et al. 2013). Este resultado também foi encontrado em populações no Goiás, mas apesar de demonstrar a relação negativa entre densidade e fertilidade, há uma relação positiva entre área basal e fertilidade (Mesquita et al. 2007), sugerindo um trade-off da espécie entre densidade e tamanho dos indivíduos.

A relação positiva de densidade de adultos à de infantes, mas não à de plântulas, pode ser decorrente da rápida passagem do estágio de plântulas para infantes e maior

tempo de permanência dos indivíduos nos estágios maiores,, considerando o baixo incremento anual médio do diâmetro em *A. crassiflora*, estimado entre 0,32 a 0,56 cm (Martins et al. 2015), e o grande intervalo de diâmetro da classe, que representa maior tempo de permanência na mesma.

Tem sido observado para frutíferas do Cerrado a distribuição populacional seguindo o padrão J-reverso (Silva 2012, Lima et al. 2013, Giroldo & Scariot 2015, Ferreira 2016). Porém, apesar de relevante para a biologia populacional de determinadas espécies, esse não é um fenômeno geral entre comunidades, estágios de vida ou formas de vida (Hyatt et al. 2003). Algumas espécies apresentam estratégias diferenciadas como reprodução vegetativa, rebrota e denso-dependência, que influenciam a dinâmica de suas populações, principalmente em condições de competição por recursos e distúrbios como fogo e que favorecem o acúmulo de indivíduos em maiores classes de tamanho (Souza & Soares 1983, Hoffmann 1998, Moreno 2009, Sea 2012, Clarke et al. 2013, Salazar & Goldstein 2014).

Os resultados associados podem indicar uma estratégia particular à espécie *A. crassiflora*. A manutenção populacional seria diferenciada do padrão de espécies arbóreas que apresentam alta regeneração natural, com substituição de indivíduos mais velhos por indivíduos oriundos de reprodução seminal. Ao invés disso, a manutenção das populações de *A. crassiflora* seria principalmente através da reprodução vegetativa por raiz e rebrota, habitualmente observadas em ambientes sob influência constante de fogo, como forma de reestabelecimento da população pós-distúrbio (Hoffmann 1998, Clarke et al. 2013, Salazar & Goldstein 2014). Também, indivíduos senescentes podem rebrotar com fuste de crescimento e alcance da capacidade reprodutiva mais rápido que de uma planta oriunda de semente, com tem sido sugerido para plantas do Cerrado, e observado em espécies arbóreas como *Hymenaea stignocarpa* (Hoffmann 1998, Moreno 2009).

Considerações Finais

As populações de *A. crassiflora*, mesmo em áreas em bom estado de conservação, têm poucas plântulas e infantes. Em áreas de cerrado, em geral, não houve lacunas de recrutamento de indivíduos nas classes de tamanho, indicando recrutamento contínuo.

Em áreas de pastagem, onde as populações têm baixa ou nula quantidade de plantas pequenas, a persistência das populações é ameaçada pela presença do gado e em função da manutenção das pastagens, pelo raleamento da vegetação arbórea, que

frequentemente remove a regeneração. Mesmo que a espécie apresente a estratégia de rebrota de toco e reprodução por raiz, indivíduos regenerantes só conseguirão crescer caso sejam poupados ou as atividades de gradeamento, roçagem ou outras técnicas de raleamento sejam menos frequentes. Se os regenerantes da espécie não forem removidos pelas atividades antrópicas e, em populações de áreas muito degradadas for feito o enriquecimento, é possível assegurar a permanência ou restauração das populações mesmo em pastagens. No entanto, em pastagens a persistirem as práticas atuais de manejo, principalmente em propriedades com maior capital e tecnologia, onde os eventos de roçagem do estrato herbáceo-arbustivo são frequentes, as populações de *A. crassiflora* estarão condenadas ao desaparecimento local.

Apesar de seus diversos usos, a *A. crassiflora* ainda não é tão explorada quanto, por exemplo, espécies como *Caryocar brasiliense* ou *Dipteryx alata*. Além disso, muitos frutos são deixados em campo, devido ao ataque de brocas, e muitas áreas são pouco ou nada coletadas. Portanto, o extrativismo de frutos praticado atualmente não é uma barreira ao recrutamento e à persistência dessas populações, e pode ser um importante aliado na conservação. Uma vez que extrativistas tenham conhecimento sobre os efeitos da prática do extrativismo de frutos, estarão conscientes da importância da manutenção de áreas e do uso técnicas de manejo adequadas, para uma cadeia produtiva mais eficiente e sustentável. É indispensável então, conhecer os extrativistas, seu conhecimento da espécie, e a cadeia produtiva da mesma, para que práticas adequadas de extrativismo sejam elaboradas e disseminadas. Finalmente, o incentivo ao extrativismo associado à manutenção de populações em pastagens por meio da redução das atividades raleamento e gado e por enriquecimento é interessante, pois as plantas nestas áreas permitem a conectividade entre remanescentes de cerrado, compõe o banco genético *in situ* e facilitam o fluxo gênico.

Bibliografia

- Almeida, S. P., Proença, C. E. B., Sano, S. M. e 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.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22:711-728.
- Baldauf, C., Corrêa, C. E., Ferreira, R. C., Santos, F. A. M. 2015. Assessing the effects of natural and anthropogenic drives on the demography of *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae): Implications for sustainable management. *Forest Ecology and Management* 354:177-184.
- Baldauf, C., Silva, A. S., Sfair, J. C., Ferreira, R., Santos, F. A. M. 2014. Harvesting increases reproductive activity in *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel (Apocynaceae), a non-timber forest product of the Brazilian savanna. *Biotropica* 46:341-349.
- Barton, K. 2011. MuMIn: multi-model inference. <http://CRAN.Rproject.org/package=MuMIn> (R package version 1.7.2)
- Bharucha, Z. & Pretty, J. The roles and values of wild foods in agricultural systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365:2913-2926.
- Braga Filho, J. R., Naves, R. V., Veloso, V. R. S., Chaves, L. J., Nascimento, J. L. e Aguiar, A. V. 2009. Produção de frutos e caracterização de ambientes de ocorrência de plantas nativas de araticum no cerrado de Goiás. *Revista Brasileira de Fruticultura* 31:461-473.
- Braga Filho, J. R., Veloso, V. R. S., Naves, R. V., Nascimento, J. L., Chaves, L. J. 2007. Insect damage on araticum fruit seeds (*Annona crassiflora* Mart., 1841) in the cerrado of Goiás state. *Bioscience Journal* 23:21-28.
- Brigdewater, S., Ratter, J. A. e Ribeiro, J. F. 2004. Biogeographic patterns, β -diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. *Biodiversity and Conservation* 13:2295-2318.
- 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.
- Cavalcante, T. R. M., Naves, R.V. Franceschinelli, E. V., Silva, R. P. 2009. Polinização e formação de frutos em araticum. *Bragantia* 68:13-21.
- Cavalcante, T. R. M., Naves, R.V., Seraphin, J. C., Carvalho, G. D. 2008. Diferentes ambientes e substratos na formação de mudas de araticum. *Revista Brasileira de Fruticultura* 30:235-240.
- 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.

- Chacoff, N. P., Morales, J. M., Vaquera, M. P. 2004. Efectos de la fragmentación sobre la aborción y depredación de semillas em el Chaco Serrano. *Biotropica* 36:109-117.
- Chen, S. L., Yu, H., Luo, H. M., Wu, Q., Li, C. F., Steinmetz, A. 2016. Conservation and sustainable use of medicinal plants: problems, progress, and prospects. *Chinese Medicine* 11:37.
- Clarke, P. J., Lawes, M. J., Midgley, J. J. Lamont, B. B., Ojeda, F., Burrows, G. E., Enright, N. J., Knox, K. J. E. 2013. Resprouting as a key functional trait: how buds, protection and resources drive persistence after fire. *New Phytologist* 197:19-35.
- Cohen, K. O. Sano, S. M. Silva, J. C. S. e Melo, J. T. 2010. *Avaliação das características físicas e físico-químicas dos frutos de araticum procedentes de Cabeceiras, GO*. Embrapa Cerrados, Planaltina – DF.
- Copeland, S. M., Bruna, E. M., Silva, L. V. B., Mack, M. C., Vasconcelos, H. L. 2012. Short-term effects of the elevated precipitation and nitrogen on soil fertility and plant growth in a Neotropical savanna. *Ecosphere* 3:31.
- Cunningham, A. 2001. *Applied Ethnobotany: People, Wild Plant Use & Conservation*.
- Damiani, C., Silva, F. A., Lage, M. E., Pereira, D. E. P., Becker, F. S., Vilas Boas, V. B. 2013. Stability of frozen marolo pulp during storage. *Food Science and Technology* 33:713-721.
- Flora do Brasil. Annona in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB117092>.
- Ferreira, J. B. 2016. *Impactos causados pelo extrativismo, uso da terra e manejo na persistência de populações de Dipteryx alata Vog. (baru) no Cerrado*. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, DF.
- Giménez-Benavides, L., Escudero, A., Iriondo, J. M. 2007. Local Adaption enhances seedling recruitment along an altitudinal gradiente in a high mountain Mediterranean plant. *Annals of Botany* 99:723-734.
- 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* 191:150-158.
- Golin, V., Santos-Filho, M., Pereira, M. J. B. 2011. Dispersal and predation of araticum in the Cerrado of Mato Grosso, Brasil. *Ciência Rural* 41:101-107.
- Gottsberger, G. 1999. Pollination and evolution in Neotropical Annonaceae. *Plant Species Biology* 14:143-152.
- Groenendijk, P. Eshete, A., Sterck, F. J., Zuidema, P. A. e Bongers F. 2011. Limitations to sustainable frankincense production: blocked regeneration, high adult mortality and declining populations. *Journal of Applied Ecology* 49:164-173.

- Guilherme, F. A. G., Vasconcelos, E. I., Coelho, C. P., Ressel, K., Batista, N. T. F., Souza, L. F., Vegetative and reproductive phenology of *Butia pirpurascens* Glassman (Arecaceae) under the effects of leaf harvesting. *Brazilian Journal of Biology* 75:77-85.
- Haridasan, M. 2008. Nutritional adaptations of native plants of the Cerrado biome in acid soils. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 20:183-195.
- 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. 1998. Post-burn reproduction of woody plants in a Neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. *Journal of Applied Ecology* 35:422-433.
- Hoffmann, W. A., Haridasan, M. 2008. The invasive grass, *Melinis minutiflora*, inhibits tree regeneration in a Neotropical savanna. *Austral Ecology* 33:29-36.
- Hyatt, L. A., Rosenberg, M. S., Howard, T. G., Bole, G., Fang, W., Anastasia, J., Brown, K., Grella, R., Hinman, K., Kurdziel, J. P., Gurevitch J. 2003. The distance dependence prediction of the Janzen-Connell hypothesis: a meta-analysis. *Oikos* 103:590-602.
- Inoue, M. H., Santana, D. C., Souza Filho, A. P. S., Possamai, A. C. S., Silva, L. E., Pereira, M. J. B., Pereira, K. M. 2010. Allelopathic potencial of *Annona crassiflora*: effects on weeds. *Planta Daninha* 28:489-498.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. *Mapa de biomas e vegetação*. IBGE. <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>
- 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)
- Legendre, P. & Legendre, L., 1998. *Numerical Ecology*. Elsevier Science, Paris.
- Leite, G. L. D., Souza, M. F., Souza, P. N. S., Fonseca, M. M., Zanuncio, J. C. 2012. The bagging of *Annona crassiflora* fruits to control fruit borers. *Acta Scientiarum* 34:253-257.
- 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.
- Lezama, F., Baeza, S., Altesor, A., Cesa, A., Chaneton, E. J., Paruelo, J. M. 2014. Variation of grazing-induced vegetation changes across a large-scale productivity gradient. *Journal of Vegetation Science* 25:8-21.
- Lima, I. L. P., Scariot, A., Giroldo, A. B. 2013. Sustainable harvest of mangaba (*Hancornia speciosa*) fruits in northern Minas Gerais, Brazil. *Economic Botany* 67:1-10.
- Lima, I. L. P., Scariot, A., Giroldo, A. B. 2016. Impacts of the implementation of silvopastoral systems on biodiversity of native plants in a traditional community in the Brazilian Savanna. *Agroforest Systems* 1-10.

- Lima, I. L. P., Scariot, A., Medeiros, M. B., Sevilha, A. C. 2012. Diversidade e uso de plantas do Cerrado em comunidade de Geraizeiros no norte do estado de Minas Gerais, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 26:675-684.
- Lopez-Angarita, J., Roberts, C. M., Tilley, A., Hawkins, J. P., Cooke, R. G. 2016. Mangroves and people: Lessons from a history of use and abuse in four Latin American countries. *Forest Ecology and Management* 368:151-162.
- Lorenzzi, H. 2002. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Plantarum 2:25. Nova Odessa, São Paulo.
- 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.
- Machado, A. R. T., Ferreira, S. R., Medeiros, F. S., Fujiwara, R. T., Souza Filho, J. D., Pimenta, L. P. S. 2015. Nematicidal activity of *Annona crassiflora* leaf extract on *Caenorhabditis elegans*. *Parasites & Vectors* 8:113.
- Marques, A. A. B., Schneider, M., Peres, C. A. 2016. Human population and socioeconomic modulator of conservation performance in 788 Amazonian and Atlantic Forest reserves. *PeerJ* 4:28.
- Martínez, L. J., Zinck, J. A. 2004. Temporal variation of soil compaction and deterioration of soil quality in pasture areas of Colombian Amazonia. *Soil & Tillage Research* 75:3-17.
- Martins, L. P., Mattos, P. P., Braz, E. M., Canetti, A. 2015. Crescimento de *Annona crassiflora* no bioma Cerrado, Formosa, GO. *Comunicado Técnico* 360:1-5.
- Mass, P. J. M. 1983. *Project Systematics of Annonaceae*. Unesco – Flora Neotropica.
- Matías, L., Jump, A. S. 2015. Asymmetric changes of growth and reproductive investment herald altitudinal and latitudinal range shifts of two woody species. *Global Change Biology* 21:882-896.
- Matsushita, M., Setsuko, S., Tamaki, I., Nakagawa, M., Nishimura, N., Tomaru, N. 2016. Thinning operations increase the demographic performance of the rare subtree species *Magnolia stellata* in a suburban forest landscape. *Landscape and Ecological Engineering* 12:179-186.
- Mayor, P., Pérez-Peña, P., Bowler, M., Puertas, P. E., Kirkland, M., Bodmer, R. 2015. Effects of selective logging on large mammal populations in a remote indigenous territory in the northern Peruvian Amazon. *Ecology and Society* 20:36.
- 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* 10:493-500.
- Mendonça, R. C., Felfili, J. M., Walter, B. M. T., Silva Júnior, M. C., Rezende, A. V., Figueira, J. S., Nogueira, P. E. 2008. Flora vascular do Cerrado: um “checklist” com 11430 espécies. In: Sano, S. M., Almeida, S. P., Ribeiro, J. F. *Cerrado: ambiente e flora*.

- Mesquita, M. A. M, Navez, R. V., Souza, E. R. B., Bernardes, T. G., Silva, L. B. 2007. Caracterização de ambientes com alta ocorrência natural de araticum (*Annona crassiflora* Mart.) no estado de Goiás. *Revista Brasileira de Fruticultura* 29:15-19.
- Mesquita, M. L., Desrivot, J., Bories, C., Fournet, A., Paula, J. E., Philippe, G., Espindola, L. S. 2005. Antileishmanial and trypanocidal activity of Brazilian Cerrado plants. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 100:783-787.
- Moreira, L. D., Guarim-Neto, G. 2009. Usos múltiplos de plantas do Cerrado: um estudo etnobotânico na comunidade Sítio Pindura, Rosário Oeste, Mato Grosso, Brasil. *Polibotânica* 27:159-190.
- Moreno, M.A. 2009. Estrutura genética e diversidade clonal de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stignocarpa* Mart. ex Hayne) em duas populações no Cerrado do Estado de São Paulo. 115p. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP, Piracicaba.
- Munhoz, C. B. R., Amaral, A. G., 2010. Efeito do fogo no estrato herbáceo-subarbustivo. In: Miranda, H. S. *Efeitos do regime do fogo sobre a estrutura de comunidades do cerrado: resultados do projeto fogo*.
- Ndegwa, G. M., Nehren, U., Gruninger, F., Iiyama, M., Anhuf, D. 2016. Charcoal production through selective logging leads to degradation of dry woodland: a case study from Mitomo District, Kenya. *Journal of Arid Land* 8:618-631.
- Neumann, R. P., Hirsch, E. 2000. *Commercialisation of Non-Timber Forest Products: Review and Analysis of Research*. Center for International Forestry Research, Bogor, Indonésia.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlenn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E., Wagner, H. 2016. Package 'vegan'. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf>
- Omena, M. C., Navarro, D. M. A. F., Paula, J. E., Luna, J. S., Lima, M. R. F., Sant'Ana, A. E. G. 2007. Larvicidal activities against *Aedes aegypti* of some Brazilian medicinal plants. *Bioresource Technology* 98:2549-2556.
- Peres, C. A., Baider, C., Zuidema, P. A., Wadt, L. H. O., Kainer, K. A., Gomes-Silva, D. A. P., Salomão, R. P., Simões, L. L., Franciosi, E. R. N., Valverde, F. C., Gribel, R., Shepard Jr, G. H. S., 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.
- Pimenta, L. P., Garcia, G. M., Gonçalves, S. G. V., Dionísio, B. L., Braga, E. M., Mosqueira, V. C. F. 2014. In vivo antimalarial efficacy of acetogenins, alkaloids and flavonoids enriched fractions from *Annona crassiflora* Mart. *Natural Product Research* 28:1254-1259.

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.

Rainer, H., Chatrou, L. W. 2006. AnnonBase: world species list of Annonaceae – version 1.1. <http://www.annonaceae.org>. Acesso: 16 dez. 2016.

Ribeiro, J. F., Walter, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. Pp. 89-166. In: S. M. Sano e S. P. Almeida (eds.), *Cerrado: ambiente e flora*. EMBRAPA - CPAC, Planaltina, DF.

Ribeiro, J. W., Kolb, R. M. 2016. Distinct germination responses may contribute to the distribution pattern of two *Moquiniastrum* species in diferente phytophysionomies from the Brazilian savanna. *Flora* 223:159-166.

Riginos, C. 2009. Grass competition suppresses savanna tree growth across multiple demographic stages. *Ecology* 90:335-340.

Rodgers, J. L., Nicewander, W. A. 1988. Thirteen ways to look at the correlation coefficient. *The American Statistical* 42:59-66.

Rodrigues, A. M. S., Paula, J. E., Degallier, N., Molez, J. F., Espíndola, L. S. 2006. Larvicidal activity of some Cerrado plant extracts against *Aedes aegypti*. *Journal of the American Mosquito Control Association* 22:314-317.

Salazar, A., Goldstein, G. 2014. Effects of fire on seedling diversity and plant reproduction (sexual vs. vegetative) in Neotropical Savanna differing in tree density. *Biotropica* 42:139-147.

Sales, N. M., Pérez-García, F. Silveira, F. A. O. 2013. Consistent variation in seed germination across an environmental gradient in a Neotropical Savanna. *South African Journal of Botany* 87:129-133.

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. *Environmental Monitoring and Assessment* 166:113-24.

Sano, S. M., Fonseca, C. E. L. 2003. Taxa de sobrevivência e frutificação de espécies nativas do Cerrado. *Boletim de pesquisa e desenvolvimento* 83:1-20.

Santos, A. F., Sant'Ana, A. E. G. 2001. Molluscicidal properties of some species of *Annona*. *Phytomedicine* 8:115-120.

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.

Schneider, S. 2003. Teoria social, agricultura familiar e pluritividade. *Revista Brasileira de Ciências Sociais* 18:99-192.

Sea, W. B. 2012. Self-thinning and tree competition in Savannas. *Biotropica* 44:189-196.

- Silva, C. R., Hoffman, W. A., Rossatto, D. R., Haridasan, M., Franco, A. C., Horwath, W. R. 2013. Can savanas become forests? A coupled analysis of nutriente stocks and fire thresholds in central Brazil. *Plant Soil* 373:829-842.
- Silva, D. S. P. 2012. *Estado de conservação e abundância de coquinho-azedo (Butia capitata (Mart.) Becc.) em gradientes ambientais e antrópicos*. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, DF.
- Silva, E. A. A., Melo, D. L. B., Davide, A. C., Bode, N., Abreu, G., Faria, J. M. R., Hilhorst, H. W. M. 2007. Germination ecophysiology of *Annona crassiflora* seeds. *Annals of Botany* 99:823-830.
- 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* 33:536-548.
- Silva, M. V., Costa, T. R., Costa, M. R., Ferreira, E. C., Fernandes, O. F. L., Santos, S. C., Lião, L. M., Ferri, P. H., Paula, J. R., Ferreira, H. D. Silva, M. R. R. 2001. Growth inhibition effect on Brazilian Cerrado plant extracts on *Candida* species. *Pharmaceutical Biology* 39:138-141.
- Simão, E., Nakamura, A. T., Takaki, M. 2013. Germination of *Styrax camporum* Pohl. seeds in the response to substrate types, moisture contents and the seed morphology. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences* 85:295-306.
- Soares, F. P., Paiva, R., Nogueira, R. C., Stein, V. C., Santana, J. R. F. 2009. Marolo: uma frutífera nativa do cerrado. *Boletim Técnico Lavras* 82:1-17.
- Somanathan, H., Borges, R. M. 2000. Influence of exploitation on population structure, spatial distribution and reproductive success of dioecious species in a fragmented cloud forest in India. *Biological Conservation* 94:243-256.
- 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, C. D., Felfili, J. M. 2006. The utilization of medicinal plants in the region of Alto Paraíso of Goiás, GO, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 20:135-142.
- Souza, M. H. A.O., Soares, J. J. 1983. Brotamento de espécies arbustivas e arbóreas posteriormente a uma queimada, num cerradão. In: *Anais do III Seminário Regional de Ecologia*.
- Smirnova, O. V., Palenova, M. M., Komarov, A. S. 2002. Ontogeny of a different life forms of plants and specific features of age and spatial structure of their populations. *Russian Journal of Developmental Biology* 33:1-10.
- Ticktin, T. 2004. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. *Journal Applied of 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.

- Tunholi, V. P., Ramos, M. A., Scariot, A. 2013. Availability and use of woody plants in an agrarian reform settlement in the cerrado of the state of Goiás, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 27:604-612.
- Turchen, L. M., Golin, V., Butnatiu, A. R., Pereira, M. J. B. 2014. Selectivity of *Annona* (Annonaceae) extract on egg parasitoid *Trissolcus urich* (Hymenoptera: Platygasteridae). *Revista Colombiana de Entomología* 40:176-180.
- Venables, W. N., Ripley, B. D. 2002. *Modern Applied Statistics with S*. Springer, New York.
- Varghese, A., Ticktin, T., Mandle, L., Nath, S. 2015. Assessing the effects of multiple stressors on the recruitment of fruit harvested trees in a tropical dry forest, Western Ghats, India. *Plos One* 10:1-17.
- Vieira, D. L. M., Scariot, A., Holl, K. D. 2006. Effects of habitat, cattle grazing and selective logging on seedling survival and growth in dry forests of Central Brazil. *Biotropica* 39:269-274.
- Wang, Y., Wesche, k. 2016. Vegetation and soil responses to livestock grazing in Central Asia grasslands: a review of Chinese literature. *Biodiversity and Conservation* 25:2401-2420.
- Zhao, G. J., Um, X. M., Wen, Z. M. 2013. Soil erosion, conservation, and eco-environment changes in the Loess Plateau of China. *Land Degradation & Development* 24:499-510.

Anexo

Anexo 1. Matriz de correlação das variáveis físicas e químicas de solo das populações de *Annona crassiflora*.

	Argila	Areia	Silte	pH H ₂ O	pH KCl	P	Ca	Mg	K	Na	Al	Acidez	Soma de bases	CTC	V%	M%	Saturação de Na	C orgânico	Matéria orgânica
Argila	1,000	-0,984	0,780	-0,254	-0,301	0,073	-0,213	-0,115	-0,005	0,548	0,473	0,711	-0,139	0,693	-0,328	0,491	-0,310	-0,391	-0,391
Areia	-0,984	1,000	-0,880	0,262	0,285	-0,040	0,210	0,151	0,034	-0,465	-0,506	-0,673	0,158	-0,648	0,331	-0,506	0,339	0,327	0,327
Silte	0,780	-0,880	1,000	-0,242	-0,197	-0,054	-0,170	-0,221	-0,106	0,169	0,510	0,463	-0,184	0,426	-0,286	0,461	-0,359	-0,104	-0,104
pH H ₂ O	-0,254	0,262	-0,242	1,000	0,651	0,418	0,547	0,709	0,558	0,039	-0,319	-0,343	0,661	-0,176	0,712	-0,781	0,238	-0,052	-0,052
pH KCl	-0,301	0,285	-0,197	0,651	1,000	0,400	0,425	0,496	0,503	-0,080	-0,293	-0,375	0,512	-0,248	0,615	-0,637	0,206	-0,015	-0,015
P	0,073	-0,040	-0,054	0,418	0,400	1,000	0,567	0,676	0,782	0,234	-0,013	-0,038	0,724	0,154	0,655	-0,462	0,016	-0,085	-0,085
Ca	-0,213	0,210	-0,170	0,547	0,425	0,567	1,000	0,778	0,570	-0,006	-0,006	-0,250	0,928	-0,009	0,906	-0,726	-0,019	-0,056	-0,056
Mg	-0,115	0,151	-0,221	0,709	0,496	0,676	0,778	1,000	0,745	0,157	-0,207	-0,252	0,928	-0,012	0,890	-0,817	0,134	-0,170	-0,170
K	-0,005	0,034	-0,106	0,558	0,503	0,782	0,570	0,745	1,000	0,220	-0,047	-0,101	0,804	0,110	0,731	-0,543	0,073	-0,137	-0,137
Na	0,548	-0,465	0,169	0,039	-0,080	0,234	-0,006	0,157	0,220	1,000	0,380	0,586	0,126	0,635	-0,037	0,154	0,262	-0,386	-0,386
Al	0,473	-0,506	0,510	-0,319	-0,293	-0,013	-0,006	-0,207	-0,047	0,380	1,000	0,656	-0,071	0,654	-0,226	0,535	-0,369	-0,007	-0,007
Acidez	0,711	-0,673	0,463	-0,343	-0,375	-0,038	-0,250	-0,252	-0,101	0,586	0,656	1,000	-0,226	0,966	-0,456	0,634	-0,549	-0,351	-0,351
Soma de bases	-0,139	0,158	-0,184	0,661	0,512	0,724	0,928	0,928	0,804	0,126	-0,071	-0,226	1,000	0,035	0,954	-0,783	0,057	-0,128	-0,128
CTC	0,693	-0,648	0,426	-0,176	-0,248	0,154	-0,009	-0,012	0,110	0,635	0,654	0,966	0,035	1,000	-0,214	0,442	-0,548	-0,395	-0,395
V%	-0,328	0,331	-0,286	0,712	0,615	0,655	0,906	0,890	0,731	-0,037	-0,226	-0,456	0,954	-0,214	1,000	-0,883	0,199	0,026	0,026
M%	0,491	-0,506	0,461	-0,781	-0,637	-0,462	-0,726	-0,817	-0,543	0,154	0,535	0,634	-0,783	0,442	-0,883	1,000	-0,346	0,004	0,004
Saturação de Na	-0,310	0,339	-0,359	0,238	0,206	0,016	-0,019	0,134	0,073	0,262	-0,369	-0,549	0,057	-0,548	0,199	-0,346	1,000	0,149	0,149
C orgânico	-0,391	0,327	-0,104	-0,052	-0,015	-0,085	-0,056	-0,170	-0,137	-0,386	-0,007	-0,351	-0,128	-0,395	0,026	0,004	0,149	1,000	1,000
Matéria orgânica	-0,391	0,327	-0,104	-0,052	-0,015	-0,085	-0,056	-0,170	-0,137	-0,386	-0,007	-0,351	-0,128	-0,395	0,026	0,004	0,149	1,000	1,000