



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

ECOLOGIA POPULACIONAL E EXTRATIVISMO DE FRUTOS DE *CARYOCAR
BRASILIENSE* CAMB. NO CERRADO NO NORTE DE MINAS GERAIS

Washington Luis de Oliveira

Orientador: Dr. Aldicir Scariot

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

Brasília-DF, 2009

WASHINGTON LUIS DE OLIVEIRA

Ecologia populacional e extrativismo de frutos de *Caryocar brasiliense* Camb.
no Cerrado no Norte de Minas Gerais

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:

Dr. Aldicir Scariot
Orientador – Embrapa-Cenargen/PNUD

Dr. João Roberto Correia
Titular – Embrapa Cerrados

Dr. Raimundo P. B. Henriques
Titular – Universidade de Brasília

Dr. John Du Vall Hay
Suplente – Universidade de Brasília

Brasília-DF, 29 de maio de 2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Oliveira, Washington Luis de

Ecologia populacional e extrativismo de frutos de *Caryocar brasiliense* Camb. no Cerrado no Norte de Minas Gerais / Washington Luis de Oliveira. – Brasília: UnB / Departamento de Ecologia, 2009.

v, 82f. : il. ; 210 x 297 mm.

Orientador: Aldicir Scariot.

Dissertação (mestrado) – UnB / Departamento de Ecologia, 2009

Referências bibliográficas: f. 73-82

1. Cerrado. 2. Produtos florestais não madeireiros. 3. Manejo sustentável. 4. Etnobotânica. 5. Ecologia de Populações – Dissertação. I. Scariot, Aldicir. II. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília,. III. Título

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

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

CESSÃO DE DIREITOS

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Washington Luis de Oliveira

Dedicado às Mães,

À minha querida mãe

À mãe do meu filho

Às mães dos Gerais

Às mães gerais

À mãe Terra

À mãe árvore...

...e seus frutos

Agradecimentos

À Deus.

À minha querida família, Abel, Nilda, Symone, Ricardo, Fernando, Marcelo e Naraina pelo apoio incondicional e compreensão em todos os momentos.

Às crianças, pela alegria e esperança, em especial à meu amado filho Abel.

Ao Aldicir Scariot, pela orientação, paciência, apoio e confiança que ofereceu durante toda a caminhada.

À equipe do Laboratório de Ecologia e Conservação por todo apoio, discussões e contribuições para realização deste trabalho, em especial à Isabela, amiga do mestrado, do curso de biologia e da vida.

Ao Marcelo Brillhante pela paciência, operacionalização do projeto, apoio logístico e revisão do trabalho.

Ao Anderson pelas contribuições ao trabalho e alegria no campo.

À Sérgio Noronha pela instrução e auxílio com os mapas.

Aos que participaram da equipe de campo: Isabela, Dna. Lúcia, Laura, Priscila, Dani, Di, Vitor, Jair, Juarez, Nílton, Sr. Antônio, Sr. Cido, Zé Eli, Valdivino e Zé Luiz.

Ao amigo Igor, pela luta em comum e apoio em Montes Claros.

À equipe da Embrapa Cerrados, em especial ao João Roberto por zelar pela ética e sensibilidade no trabalho com a comunidade.

Aos colegas e amigos do mestrado, pela convivência e momentos de descontração, em especial, à Isabela, Zuca, Morgana, Karen, Alex, Pedrão, Pedrinho, Rodrigo, Tamiel, Fernando, Rafael e Vitor. Aos funcionários Fábio, Oriodes e Thais por todo o auxílio. Aos professores do Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília, em especial ao John pelo suporte e à Mercedes pelo excelente exemplo como professora.

À Comunidade Água Boa 2, Sindicato dos Trabalhadores Rurais e ao CAA (Centro de Agricultura do Norte de Minas).

Ao Programa Pesco (Pesquisas Ecosociais no Cerrado) e à equipe do IEB (Instituto Internacional de Educação do Brasil) pela dotação financeira à pesquisa.

À Capes pela bolsa concedida;

À Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, através do Programa Biodiversidade Brasil-Itália, que possibilitou a realização de viagens de campo, recursos e apoio logístico.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	2
LISTA DE FIGURAS	3
RESUMO	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO GERAL.....	8
<i>Localização da Área de Estudo.....</i>	<i>10</i>
CAPÍTULO 1	
ECOLOGIA DE POPULAÇÃO E EXTRATIVISMO SUSTENTÁVEL DOS FRUTOS DE <i>CARYOCAR BRASILIENSE</i> CAMB. NO NORTE DE MINAS GERAIS	14
INTRODUÇÃO	15
MATERIAL E MÉTODOS	16
<i>Descrição da espécie.....</i>	<i>16</i>
<i>Estrutura Populacional.....</i>	<i>21</i>
<i>Produtividade de frutos.....</i>	<i>23</i>
<i>Dinâmica populacional.....</i>	<i>25</i>
RESULTADOS.....	27
<i>Densidade e distribuição espacial.....</i>	<i>28</i>
<i>Produção de Frutos.....</i>	<i>35</i>
<i>Dinâmica Populacional.....</i>	<i>39</i>
DISCUSSÃO.....	44
CAPÍTULO 2	
EXTRATIVISMO DO PEQUI NO NORTE DE MINAS: ESTUDO DE CASO NA COMUNIDADE DE ÁGUA BOA 2, RIO PARDO DE MINAS, MG	50
INTRODUÇÃO	51
MATERIAL E MÉTODOS	52
<i>Área de estudo.....</i>	<i>52</i>
<i>Entrevistas semi-estruturadas.....</i>	<i>54</i>
RESULTADOS.....	56
<i>Perfil sócio-econômico.....</i>	<i>56</i>
<i>Potencial produtivo máximo sustentável do Areião.....</i>	<i>63</i>
DISCUSSÃO.....	66
CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
CONTRIBUIÇÕES PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL	69
ETNOECOLOGIA	70
NOVAS QUESTÕES E RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS	70
ANEXO	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.1. Relação dos critérios de inclusão para definição dos estágios de vida com base no tamanho dos indivíduos de *C. brasiliense* amostrados; (d_{as}) é o diâmetro na altura do solo e (d_{30}) é o diâmetro a 30 cm do solo..... 22
- Tabela 1.2. Estimativas das taxas anuais para os parâmetros de dinâmica populacional (sobrevivência, mortalidade, transição de classe e regressão de classe), incremento diamétrico anual e recrutas por indivíduo adulto de *C. brasiliense*. Os dados foram obtidos em inventários nas fisionomias de Cerrado Ralo, Cerrado Típico e nos Reunidos em julho de 2007 e 2008..... 40
- Tabela 1.3. Matriz de transição calculada a partir dos parâmetros demográficos observados entre os anos de 2007-2008 na população de *C. brasiliense* na Chapada do Areião, Rio Pardo de Minas, MG..... 40
- Tabela 2.1. Estimativas do retorno econômico.ha⁻¹, nas áreas de cerrado sentido restrito (ralo, típico e denso) na chapada do Areião, considerando a comercialização de diferentes produtos (putâmens, amêndoas e o óleo da polpa engarrafado) na feira de Rio Pardo de Minas, MG em 2008. O óleo da amêndoa não é vendido na feira, mas comercializado diretamente com o consumidor, sob encomenda. Dois cenários de extrativismo são simulados, um considera o regime de 91% de exploração dos frutos (9% permanece para regeneração da população) e outro, que inclui o consumo de frutos pela fauna(estimado em 54,7%) caracterizando um cenário de manejo sustentável (regime máximo de coleta limitado a 36,3% do total de frutos)..... 64
- Tabela 2.2. Relação entre o potencial ecológico para produção dos frutos na Chapada do Areião, considerando a estimativa de extrativismo sustentável (coleta máxima de 36,3% do total de frutos, Capítulo 1), e o valor de mercado dos produtos e partes dos frutos de pequi (*C. brasiliense*). O retorno econômico potencial do Areião é representado como rendimento bruto para cada produto..... 65

LISTA DE FIGURAS

- Figura A. Mapa de vegetação do estado de Minas Gerais e representação da Região Norte de Minas, nesta, o município de Rio Pardo de Minas. Adaptado: Zoneamento Agroclimático de Minas Gerais – SEA -1980. 11
- Figura B. Mapa de localização da área de estudo no Município de Rio Pardo de Minas, norte de Minas Gerais, e alguns dos principais municípios produtores de pequi na Região Norte de Minas Gerais (Adaptado de IBGE, 2007). 12
- Figura C. Mapa de localização da cidade de Rio Pardo de Minas, MG e das comunidades de geraizeiros Água Boa 2 e Riacho de Areia. As comunidades usam os recursos da chapada do Areião de forma diferenciada. A Comunidade Água Boa 2 utiliza o Areião para o extrativismo de frutos nativos e a do Riacho de Areia principalmente para criação de gado, mas também fazem coleta de frutos. Fonte da imagem: INPE, data: 03/09/2005. CBERS-2, Câmara CCD1XS, CENA-167/113, Composição RGB - 423. A curva de nível de 900m de altitude fornece uma idéia dos limites geográficos da chapada (topografia e hidrografia extraídos de imagem SRTM/NASA, SD-23-Z-D, data: 01/08/2005). 13
- Figura 1.1. Distribuição espacial de *Caryocar brasiliense* em 185 localidades em levantamentos realizados no Cerrado sentido amplo (Fonte: Ratter et al., 2003, adaptado de Aquino et al., 2008), e em 47 pontos de coleta registrado em herbários (ferramenta de busca: Species Link, <<http://splink.cria.org.br>>). 17
- Figura 1.2. Fruto de *Caryocar brasiliense* Camb.: epicarpo coriáceo verde (EC), mesocarpo externo (ME), putâmens (PT), mesocarpo interno (MI), endocarpo lenhoso e espinhoso (EE), amêndoa ou semente (A). 17
- Figura 1.3. Precipitação total mensal (mm), umidade relativa (%), temperatura média mensal (°C) de janeiro a dezembro de 2008. Fonte: Estação Automática do INMET em Rio Pardo de Minas à aproximadamente 20 km da área de estudo. 18
- Figura 1.4. Localização da Chapada do Areião, no Município de Rio Pardo de Minas, MG. As vertentes da chapada formam importantes nascentes do Ribeirão Água Boa e alguns tributários na bacia do Rio Pardo. A chapada possui cerca de 5000 hectares e o polígono no centro ilustra a área núcleo onde foi feito o estudo sobre a ecologia populacional de *C. brasiliense*. São ilustradas as principais trilhas de acesso a partir da Comunidade Água Boa 2. A elevação e hidrografia foram extraídas da imagem SRTM/NASA, SD-23-z-d, data: 01/08/2005. 19
- Figura 1.5. Matriz de transição (M) com valores de fecundidade (F_{ij}), probabilidades de sobrevivência e permanência no mesmo estágio (S_{ij}), probabilidades de sobrevivência e transição para o próximo estágio de vida (P_{ij}) e probabilidades de retrocesso para um estágio de vida menor (R_{ij}). Vetor coluna N(t) com o tamanho populacional de cada estágio de vida. (b) Diagrama esquemático com as possibilidades de transições entre os estágios de vida de *C. brasiliense*. 26
- Figura 1.6. Aproximação dos tipos fitofisionômicos na área núcleo da Chapada do Areião, Município de Rio Pardo de Minas, MG. Localização das parcelas permanentes para inventário da população de *Caryocar brasiliense* nos diferentes tipos vegetação e nos “Reunidos”, classe da paisagem assim denominada por extrativistas locais. 28
- Figura 1.7. Densidade de *C. brasiliense* (indivíduos.ha⁻¹), agrupados em estágios de vida nas diferentes fitofisionomias, nos Reunidos e ponderado para a Chapada do Areião, Rio Pardo de Minas, MG. Letras diferentes acima das barras para o estágio adulto denotam diferenças significativas (F_{5,192}=5,68; p<0,001); ns=diferenças não significativas entre áreas. 29
- Figura 1.8. Diagramas box-plot de medianas e valores médios das variáveis diâmetro de caule (a), altura (b) e área da copa (c) dos indivíduos de *C. brasiliense* amostrados (n=541), em diferentes áreas na Chapada do Areião, Rio Pardo de Minas, MG. Letras diferentes acima das barras de erro padrão, indicam diferenças significativas pelo método LSD_(.05), ou diferenças mínimas significativas (F_{4,1503}=6,07; p<0,001). No box-plot são indicadas a mediana (linha horizontal), o intervalo interquartilico (barra), a amplitude de valores não outliers (linha vertical), os outliers (pontos) e os valores extremos (asteriscos). 31

- Figura 1.9. Diagramas box-plot de medianas e valores médios das variáveis diâmetro de caule (a), altura (b) e área da copa (c) dos indivíduos adultos de *C. brasiliense* (diâmetro ≥ 10 cm, $n=272$), amostrados em diferentes áreas na Chapada do Areião, Rio Pardo de Minas, MG. Letras diferentes acima das barras de erro padrão, indicam diferenças significativas de altura média pelo método $LSD_{(0,05)}$, ou diferenças mínimas significativas ($F_{4,743}=3,78$; $p<0,01$). No box-plot são indicadas a mediana (linha horizontal), o intervalo interquartílico (barra), a amplitude de valores não outliers (linha vertical), os outliers (pontos) e os valores extremos (asteriscos)..... 32
- Figura 1.10. Distribuição de densidade dos indivíduos em classes de diâmetro do caule (a) e altura (b) para indivíduos de *C. brasiliense* amostrados em três fitofisionomias, Cerrado Ralo, Cerrado Típico e Cerrado Denso, em 2008, na Chapada do Areião, Rio Pardo de Minas, MG. As áreas denominadas ‘Reunidos’ são locais onde os extrativistas relatam uma maior densidade de árvores adultas. O Cerrado Típico SR abrange as áreas de Cerrado Típico adjacentes aos Reunidos. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as distribuições (Kolmogorov-Smirnov, duas amostras, $p<0,05$; χ^2 , $p<0,05$). Os valores no eixo X representam os pontos médios das classes de tamanho..... 34
- Figura 1.11. Regressão polinomial quadrática (a) entre a área da copa e o diâmetro do caule (d_{30}) de indivíduos adultos de *C. brasiliense*, na Chapada do Areião, Rio Pardo de Minas, MG ($F_{2,259}=351,9$; $p<0,0001$; $r^2=0,73$; $n=262$; equação: $y=-1,2+0,09x+0,07x^2$; (b) diagrama entre os valores de área da copa preditos pela equação e os resíduos com relação aos valores observados. 36
- Figura 1.12. Regressão linear simples (a) entre a área da copa e a produção de frutos de *C. brasiliense*, na Chapada do Areião, Rio Pardo de Minas, MG ($F_{1,94}=75,3$; $p<0,0001$; $r^2=0,44$; $n=96$), equação: $y=6,1+1,6x$; (b) Representação dos valores preditos e dos resíduos em relação aos valores observados. Os resíduos fornecem uma idéia do erro de estimação ou o que não é explicado pelo modelo. 37
- Figura 1.13. Produtividade de frutos.ind-1 (média \pm erro padrão) em classes de diâmetro de caule (d_{30}), dos indivíduos adultos de *C. brasiliense*, na Chapada do Areião em Rio Pardo de Minas, MG. (a) safra de 2007, $n=100$; (b) safra de 2008, $n=127$. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas entre a produção média de frutos.ind-1 nas classes de diâmetro (Kruskal-Wallis $H= 46,2-54,8$; $p<0,0001$; Student-Newman-Keuls $p<0,05$ em 2007, $n=99$ e $p<0,01$ em 2008, $n=122$). A regressão linear foi ajustada entre os valores de diâmetro médio de cada classe e a média de frutos em 2007 ($F_{1,3}=27,9$; $p=0,01$; $r^2=0,87$; $n=5$; equação: $y= -64,0+6,4x$) e 2008 ($F_{1,3}=14,7$; $p<0,05$; $r^2=0,77$; $n=5$; equação: $y= -40,8+4,9x$). 38
- Figura 1.14. Consumo percentual acumulado dos putâmens de *C. brasiliense* removidos pela fauna ($n=150$) na Chapada do Areião, Rio Pardo de Minas, MG..... 39
- Figura 1.15. Simulações do efeito de diferentes intensidades de extrativismo dos frutos na taxa intrínseca de crescimento populacional (λ) de *C. brasiliense*. O crescimento populacional é positivo ou estável ($\lambda \geq 1$) em regimes de extrativismo com a retirada de no máximo 91% dos frutos..... 41
- Figura 1.16. Distribuições da freqüência de indivíduos nos estágios de vida; As letras diferentes indicam diferenças significativas entre a distribuição observada e a distribuição estável predita pelas matrizes ($\chi^2=46,7-57,9$ gl=3, $p<0,0001$). 41
- Figura 1.17. Soma dos valores de elasticidade: (a) para quatro processos demográficos, sobrevivência com permanência no estágio (S), progressão (P), fecundidade (F) e retrocesso (R); (b) elasticidade para cada estágio de vida (infante, jovem, pré-adulto e adulto) de *C. brasiliense*, calculados a partir de matriz de transição para os anos 2007-2008. As simulações dos diferentes regimes de extrativismo dos frutos (0-91%) foram feitas através de alterações na estimativa da fecundidade máxima potencial. A análise de elasticidade para os processos demográficos e estágios de vida de *C. brasiliense* no Areião, foi feita a partir da fecundidade observada em campo..... 42
- Figura 1.18. Projeções para o crescimento populacional no tempo futuro calculadas a partir da dinâmica populacional de *C. brasiliense*, na Chapada do Areião, entre 2007 e 2008; (a) projeção feita a partir da matriz de transição com o parâmetro fecundidade estimado (potencial

- reprodutivo máximo de um adulto), considerando o regime de extrativismo sustentável (91% de retirada dos frutos), que não compromete o crescimento populacional ($\lambda=1$); (b) projeção feita a partir de matriz de transição considerando o parâmetro fecundidade como a taxa anual de regeneração observada em campo (novas plântulas.ind adulto⁻¹); (c, d, e) cenários feitos a partir da matriz considerando a fecundidade observada em campo, mas com sucessivos aumentos (2, 5 e 10%) na mortalidade anual dos indivíduos adultos. 44
- Figura 2.1. Mapa de localização da comunidade tradicional de Água Boa 2, no Município de Rio Pardo de Minas. A comunidade está estabelecida nas terras baixas ao longo dos afluentes do Ribeirão Água Boa. No mapa estão representadas as casas visitadas, principais estradas e trilhas de acesso à Chapada do “Areião”, onde fazem o extrativismo de pequi. 53
- Figura 2.2. Calendário sazonal das principais atividades agroextrativistas, incluindo o período de maturação dos frutos de frutíferas nativas utilizadas (*C. brasiliense*, *Annona crassiflora* Mart, *Hancornia speciosa* Gómez) e o trabalho agrícola na comunidade Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG. Adaptado de Correia (2005). A área sombreada sobre os meses representa a estação chuvosa. 56
- Figura 2.3. Diagrama ilustrando os principais subprodutos e usos dos frutos de pequi (*C. brasiliense*), citados e conhecidos pelos agroextrativistas da comunidade de Água Boa 2, Rio Pardo de Minas. 58
- Figura 2.4. Categorias das dificuldades mais citadas pelos extrativistas (n=22) na coleta dos frutos e produção do óleo da polpa (mesocarpo interno) de pequi na comunidade Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG. As categorias são definidas como, transporte (falta de tração animal), acessos (estradas e trilhas precárias e distantes), equipamentos (panelas e vasilhas para cozimento e recipientes para separar o mesocarpo interno do endocarpo espinhoso). 59
- Figura 2.5. Período de ocorrência dos eventos fenológicos de pequizeiros (*C. brasiliense*) e incidência de queimadas na Chapada do Areião, segundo a percepção dos agroextrativistas (n=22) da Comunidade Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG. A área sombreada representa a estação chuvosa. 60
- Figura 2.6. Rendimento de óleo da polpa (mesocarpo interno) de pequi (*Caryocar brasiliense*) per capita, em cada expedição de coleta, em relação ao modo de coleta e transporte dos frutos (à pé, tração animal simples, carro de boi ou com o grupo extrativista) na comunidade de Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG. Letras diferentes acima das barras de erro denotam diferenças significativas pelo teste de LSD, com $\alpha=0,05$ ($F_{3,31}=6,09$; $p<0,01$). 61
- Figura 2.7. Diagrama ilustrando as etapas do extrativismo e da cadeia produtiva do pequi (*C. brasiliense*), durante a safra de 2008, na comunidade de Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG. O tempo médio gasto pelos extrativistas (intervalo de confiança 95%, n=15) e o retorno econômico dos produtos, são representados nas etapas de processamento do óleo da polpa (mesocarpo interno). As informações referentes às etapas de extração do óleo da amêndoa foram obtidas de um único informante. 62

RESUMO

Apesar do grande interesse no uso de produtos florestais não madeireiros (PFNM), os efeitos do extrativismo sobre as espécies exploradas são pouco conhecidos. Informações sobre aspectos ecológicos, sociais e econômicos dos PFNM, são essenciais para determinar o potencial para o extrativismo sustentável, que seja rentável, a partir de um sistema manejado. O estudo teve como objetivo caracterizar a ecologia populacional e aspectos etnobotânicos do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), uma árvore com ampla distribuição pelo bioma Cerrado, com frutos que constituem um importante recurso alimentar para comunidades rurais. A demografia de uma população de *C. brasiliense* foi estudada no Cerrado sentido restrito, em uma área conhecida localmente como Chapada do Areião, onde ocorre o extrativismo de frutos para produção de óleo. A atividade extrativista e a cadeia produtiva dos frutos de pequi foram caracterizadas na Comunidade Água Boa 2, no Município de Rio Pardo de Minas, Região Norte de Minas Gerais. As taxas de recrutamento, crescimento e sobrevivência dos indivíduos, classificados por tamanho, foram obtidas para o intervalo de um ano, entre 2007 e 2008. A produção média de frutos por indivíduo ($118 \pm 10,9$; $n=100$ e $99,8 \pm 8,7$; $n=127$) não variou entre as duas safras ($t=1,40$; $p=0,164$), assim como não houve diferença significativa na produtividade entre os subtipos de Cerrado Ralo, Típico e Denso ($F_{3,119}=0,48$; $p=0,70$). Entretanto, a densidade de indivíduos reprodutivos por hectare foi significativamente maior com o adensamento das fitofisionomias, sendo de $118,0$ indivíduos. ha^{-1} no Cerrado Denso, $36,0$ indivíduos ha^{-1} no Cerrado Típico e $5,7$ indivíduos. ha^{-1} no Cerrado Ralo ($F_{5,192}=5,68$; $p<0,001$). A germinação em campo é lenta e pouco expressiva, somente 1,65% dos putâmens germinados após 314 dias de plantio, sendo que o consumo de putâmens pela fauna foi estimado em 54,7%. A taxa de crescimento populacional ($\lambda=0,997$) indica decréscimo da população, que parece ocorrer em função do baixo recrutamento e lento crescimento das plantas. Simulações com modelos matriciais indicam que o extrativismo de 91% dos frutos não compromete o crescimento populacional, mas considerando-se o consumo de frutos pela fauna local, o extrativismo não deve exceder a 36,3% do total. Durante uma média de 15 a 26 dias, nos meses de janeiro e fevereiro, os extrativistas fazem a coleta de frutos para o processamento do óleo de pequi, com rendimento total médio de R\$ 446,60 por família, apenas com a venda do óleo, o que representa 11% da receita familiar anual. O retorno econômico com a comercialização do óleo da polpa do pequi é estimado em R\$ 42,00 por família, por cada lote de putâmens processados em dois dias de trabalho. Considerando o potencial de extrativismo sustentável (coleta limitada a 36,3% dos frutos) e a densidade natural das plantas nas áreas de coleta, com a comercialização do óleo de pequi, o rendimento econômico médio por hectare é estimado em R\$ 26,80. O presente trabalho indica o potencial ecológico e econômico para o extrativismo sustentável de *C. brasiliense* na Chapada do Areião e levanta informações que podem ser utilizadas para formulação de um plano de manejo específico. As estratégias conservação devem considerar o limitado crescimento populacional e a alta sensibilidade da população de pequizeiros à mortalidade dos indivíduos reprodutivos.

Palavras-chave: pequi, produtos florestais não madeireiros, manejo sustentável, economia botânica, etnobotânica, cadeia produtiva.

ABSTRACT

Despite considerable interest in the sustainable use of non-timber products, the effects of harvesting on population ecology of exploited species are poorly known. Ecological and socioeconomic data are essential to identify the potential of non-timber forest products for sustainable harvesting and profitable extraction in a managed system. The main objective of this study is to characterize the population ecology and ethnobotanical aspects of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), a tree with wide distribution by the Cerrado biome and its fruits are an important food resource for rural communities. The demographics of a population of *C. brasiliense* was studied in an area of Cerrado sensu stricto, known locally as the Chapada do Areião, subject to the extraction of fruit for oil production. We studied the harvesting activity, production chain and economic returns obtained with the oil obtained from pequi fruit in the Água Boa 2 traditional community village, in Rio Pardo de Minas, in the North of Minas Gerais. Recruitment, growth and survival rates of individuals classified by size, were obtained for the years 2007 and 2008. The average fruit yield per individual (118 ± 10.9 , $n=100$ and 99.8 ± 8.7 , $n=127$) did not vary between the two fruiting seasons ($t=1.40$, $p=0.164$), as well as between the vegetation subtypes ($F_{3,119}=0.48$, $p=0.70$). However, the density of reproductive individuals per hectare significantly increased as vegetation density increased, with 118.0 individuals.ha⁻¹ in dense, 36.0 individuals.ha⁻¹ in typical and 5.7 individuals.ha⁻¹ in the sparse cerrado ($F_{5,192}=5.68$, $p<0.001$). Germination in the field is slow, and as low as 1.65% after 314 days of sowing, with consumption of putâmens by wildlife estimated at 54.7%. The rate of population growth ($\lambda=0.997$) suggest population decline, probably due to low population recruitment and slow tree growth. Simulations with matrix models indicate that the harvesting of 91% of the fruit does not affect population growth, but considering the consumption by the local fauna, fruit harvest must not exceed 36.3% of the total fruit production. The economic return to the commercialization of oil from pequi pulp is estimated at R\$ 42.00 per family, in each batch of stones who is processed in two days. During an average of 15 to 26 days, in months of January and February, the activities are geared to the extractivism and pequi oil production, and generate a total income of R\$ 446.60 per family, only with the sale of oil, represented in 11% of annual family income. Considering the estimate of the potential for sustainable harvesting of pequi, with the collection limited to 36.3% of fruits, and the natural tree densities it is possible to have a mean net value of R\$ 28.00/ ha with commercialization of oil from the pulp. This study indicates the ecological and economic potentials for sustainable extraction of *C. brasiliense* in the Chapada do Areião and raises information that can be used to formulate a management plan specific to the species. Strategies for conservation must consider limited population growth and the high sensitivity to the mortality of reproductive individuals.

Keywords: pequi, non-timber forest products, sustainable management, ethnobotany, economic botany, supply chain.

Ecologia Populacional e Extrativismo de Frutos de *Caryocar brasiliense* Camb. no Cerrado no Norte de Minas Gerais

INTRODUÇÃO GERAL

Potencial dos produtos florestais não madeireiros do Cerrado

As alarmantes taxas de desmatamento dos ecossistemas tropicais florestais implicam na busca por novas formas de uso da terra, que sejam lucrativas e ao mesmo tempo garantam a manutenção da biodiversidade e funções ecossistêmicas. O extrativismo sustentável de produtos florestais não madeireiros (PFNM) tem sido apontado como forma de integrar o desenvolvimento econômico e conservação da natureza (García-Fernández, *et al.*, 2008). O desenvolvimento regional é estimulado através da comercialização de produtos elaborados a partir da riqueza de matérias-primas extraídas da natureza. Adicionalmente, tem sido sugerido que o enriquecimento das áreas com espécies nativas multifuncionais, pode aumentar o potencial econômico-produtivo de um hectare de vegetação nativa, em relação às práticas de uso baseadas no desmatamento (Ricker, *et al.*, 1999; Aquino, *et al.*, 2008b; Junqueira, *et al.*, 2008).

Na década de 90, proliferaram iniciativas de uso sustentável da biodiversidade pelas comunidades tradicionais em reservas de extrativismo, sobretudo na Amazônia (Fearnside, 1989; Wadt, *et al.*, 2008). O extrativismo torna-se um instrumento para o desenvolvimento sustentável, principalmente quando o conhecimento ecológico é integrado aos saberes tradicionais, com mudanças nas atitudes dos atores sociais em relação ao manejo e conservação dos recursos naturais (Hartshorn, 1995). Esta estratégia foi estendida para diversas florestas tropicais em todo o mundo e vem ganhando destaque no Cerrado brasileiro.

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ocupando um quinto do território nacional, localizado no planalto central. A riqueza de espécies é muito elevada, com centenas de caráter endêmico (Eiten, 1972) e uma flora vascular com mais de 11.000 espécies (Ribeiro & Walter, 2008), a mais rica dentre as savanas do mundo (Klink & Machado, 2005). Entretanto, apenas 2,2% do Cerrado se encontram legalmente protegido (Klink & Machado, 2005).

A elevada biodiversidade está sob ameaça, sendo que muitas espécies correm riscos de extinção em consequência de atividades antrópicas como monoculturas, carvoejamento, pecuária e queimadas (Ratter, *et al.*, 1997). A taxa média de desmatamento entre 1985 e 2002, decorrente dessas atividades, foi estimada em 1,1% ao ano (Machado, *et al.*, 2004). As atividades antrópicas já converteram praticamente metade das áreas nativas e a despeito dos

danos sócio-ambientais decorrentes, são praticadas devido ao retorno econômico a curto prazo. Este conjunto de características colocou o bioma na lista dos *hotspots* mundiais (áreas com elevada diversidade, sob alto risco), onde os esforços conservacionistas devem ser direcionados (Myers, *et al.*, 2000),

Em virtude dessas ameaças ao bioma, tem sido crescente o interesse acerca do potencial ecológico e econômico para o uso sustentável de PFTM provenientes da biodiversidade do Cerrado (Silva, 2006; Aquino, *et al.*, 2007; Carvalho, 2007a; Afonso, 2008; Almeida, *et al.*, 2008; Lima, 2008; Schmidt, *et al.*, 2008; Silva, 2008; Zardo, 2008). O conhecimento sobre aspectos ecológicos dos produtos não madeireiros do cerrado vem aumentando, bem como as iniciativas de comunidades organizadas para processamento e comercialização desses produtos, dinamizando economias regionais (Oliveira, 2006b; Carvalho, 2007a; Afonso, 2008; Gulias, *et al.*, 2008).

Aspectos ecológicos e questões de manejo

Em um sistema de exploração comercial de PFTM, a questão ecológica central é sobre o quanto de recurso pode ser explorado sem afetar a capacidade de regeneração ou degradar o ecossistema (Schmidt, *et al.*, 2007; Ghimire, *et al.*, 2008; Jensen & Meilby, 2008; Sampaio, *et al.*, 2008; Wadt, *et al.*, 2008). As atuais pesquisas ecológicas com interesse nos PFTM, com potencial comercial, são aplicações recentes do princípio de produtividade máxima sustentável no manejo florestal (Neumann & Hirsch, 2000). A integração entre informações ecológicas e econômicas pode ser uma ferramenta útil na identificação de parâmetros chave que podem ser manipulados em um sistema de manejo para aumentar a renda e a sustentabilidade do extrativismo (Schulze, *et al.*, 1994).

No presente estudo, foi analisado o potencial de extrativismo sustentável do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb., Caryocaraceae) e sua cadeia produtiva extrativista, verificando a receita gerada pela comercialização. O pequi é um dos principais produtos não madeireiros do Cerrado, ocorrendo em abundância por praticamente todo o bioma, com frutos apreciados e comercializados tanto no meio rural, quanto nas cidades grandes (Araujo, 1995). No capítulo 1, serão avaliados parâmetros demográficos de uma população e, através de matrizes populacionais será estimada a taxa máxima de coleta de frutos que não afeta a persistência da população a longo prazo. Neste capítulo também é discutido o papel da fauna, através do consumo de frutos, outro fator considerado na análise e definição do extrativismo sustentável. No capítulo 2, serão caracterizadas as práticas de coleta dos frutos, usos e beneficiamento em uma comunidade tradicional de agroextrativistas e discutido o potencial ecológico e

econômico da cadeia produtiva do pequi, considerando um cenário de extrativismo sustentável.

Espera-se com este estudo contribuir para a elaboração de práticas de manejo sustentável, que assegurem a persistência da população de pequi explorada, e para a identificação das limitações existentes à exploração econômica dos frutos de pequi na região.

Localização da Área de Estudo

A Região Norte de Minas forma um ecótono de transição entre dois grandes biomas brasileiros, a Caatinga e o Cerrado (Figura A). É formada por planaltos sedimentares, com quatro unidades geomorfológicas que merecem destaque, o planalto do São Francisco, a Serra do Espinhaço, a depressão Sãofranciscana e o setor do Rio Pardo (SEBRAE-MG, 2003). A Serra do Espinhaço é localizada na parte sul e central da região, estendendo-se até a fronteira com a Bahia, sendo divisor de águas entre as bacias do São Francisco, Rio Pardo e Jequitinhonha. O estudo de caracterização etnoecológica do pequi foi realizado no Município de Rio Pardo de Minas (15°36'37"S, 42°32'23"O), que fica a leste da Serra do Espinhaço (Figura B).

No município existe um número significativo de “geraizeiros”, um povo com cultura e formas singulares de apropriação da natureza. A maior parte das propriedades possui 50 ha, evidenciando o predomínio da agricultura familiar. Entre as atividades produtivas destacam-se o plantio de lavouras diversificadas, associados à criação de gado em áreas de solta nas chapadas, aves e suínos, além da fabricação de rapadura, artesanato com palha de licuri e argila. O cerrado é estratégico no modo de produção extrativista dos geraizeiros, fornecendo forragem para o gado, caça, madeira, lenha, frutos, folhas, mel e medicamentos (Correia, *et al.*, 2008). A vegetação nativa vem sendo suprimida pela demanda humana de desenvolvimento econômico, seja pela produção silvo-industrial, principalmente pelas monoculturas de eucaliptos, ou pela atividade de extração indiscriminada de madeira nativa para fabricação de carvão-vegetal. (IBGE, 2007; Toledo, 2007).

A atividade extrativista do pequi foi investigada na Comunidade Água Boa 2, situada a 18 km da sede do município. A comunidade utiliza os recursos do “Areião”, uma chapada de aproximadamente 5.000 hectares, com um Cerrado sentido restrito em relevante estado de conservação e alta abundância de pequizeiros. A Chapada do Areião é uma área estratégica para as comunidades tradicionais locais, que dependem das águas e nascentes formadas nas vertentes da chapada (Figura C).

Mapa de Vegetação do Estado de Minas Gerais

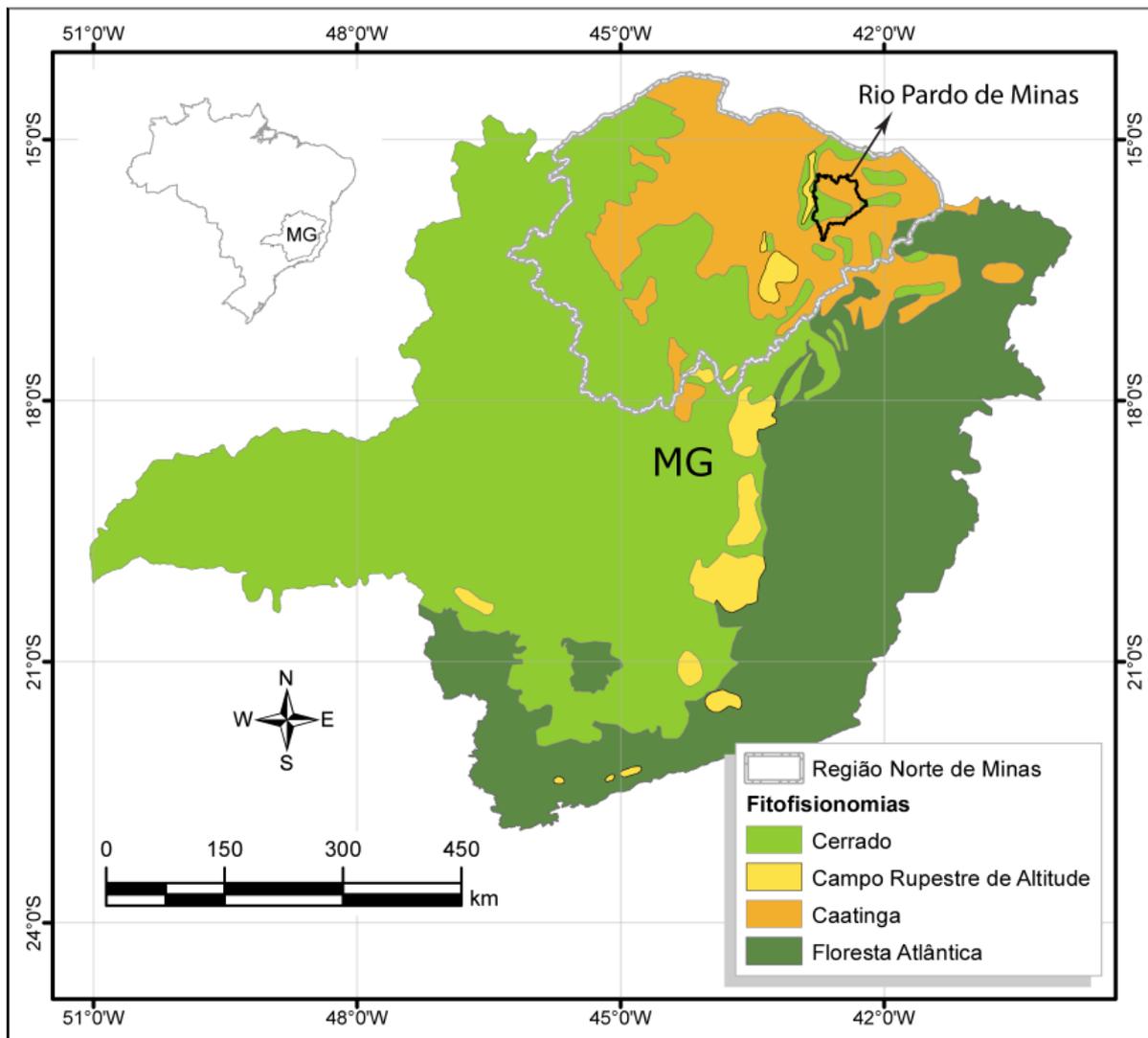


Figura A. Mapa de vegetação do estado de Minas Gerais e representação da Região Norte de Minas, nesta, o município de Rio Pardo de Minas. Adaptado: Zoneamento Agroclimático de Minas Gerais – SEA -1980.

Mapa de Localização

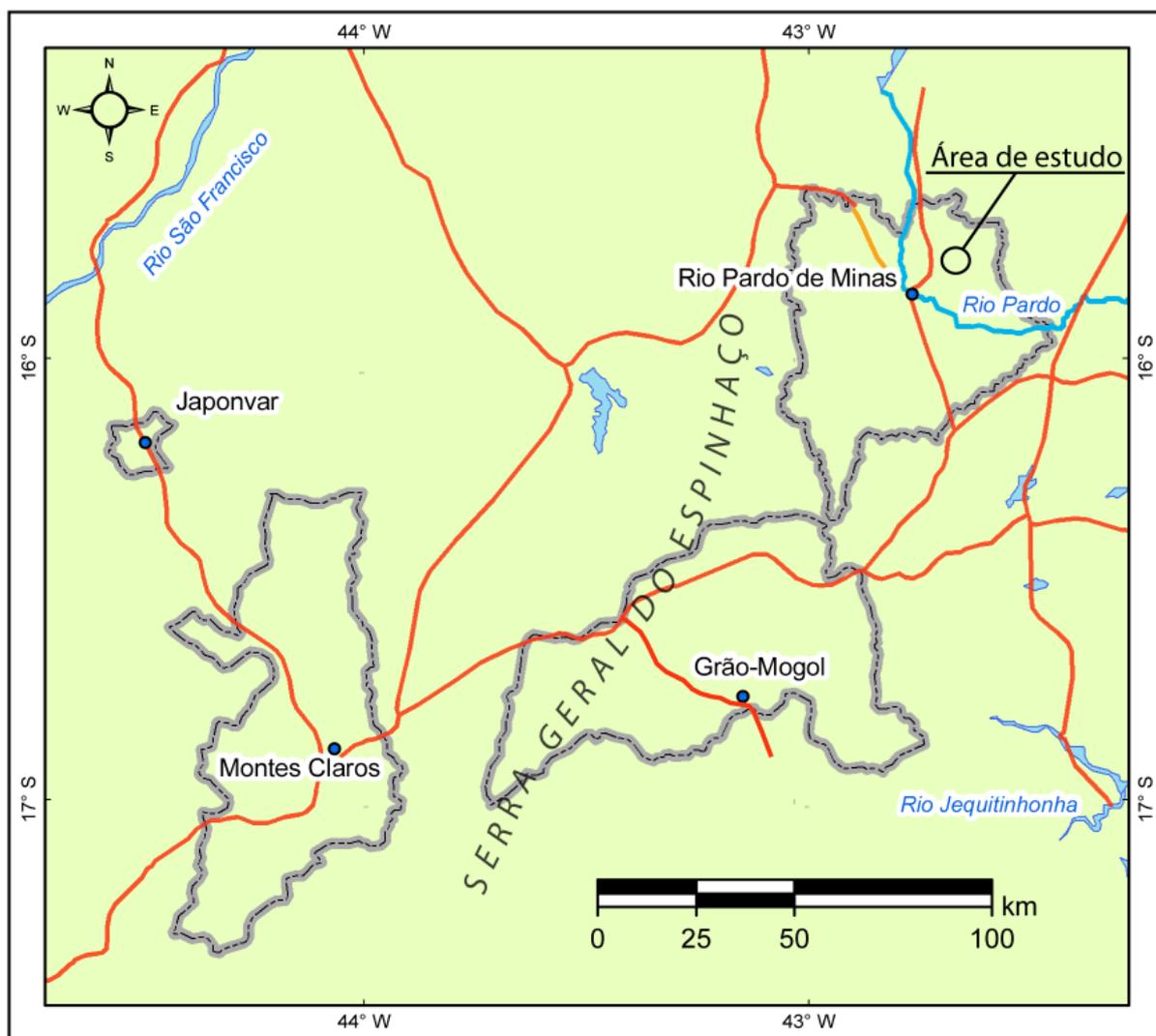


Figura B. Mapa de localização da área de estudo no Município de Rio Pardo de Minas, norte de Minas Gerais, e alguns dos principais municípios produtores de pequi na Região Norte de Minas Gerais (Adaptado de IBGE, 2007).

Mapa de localização - Rio Pardo de Minas, MG

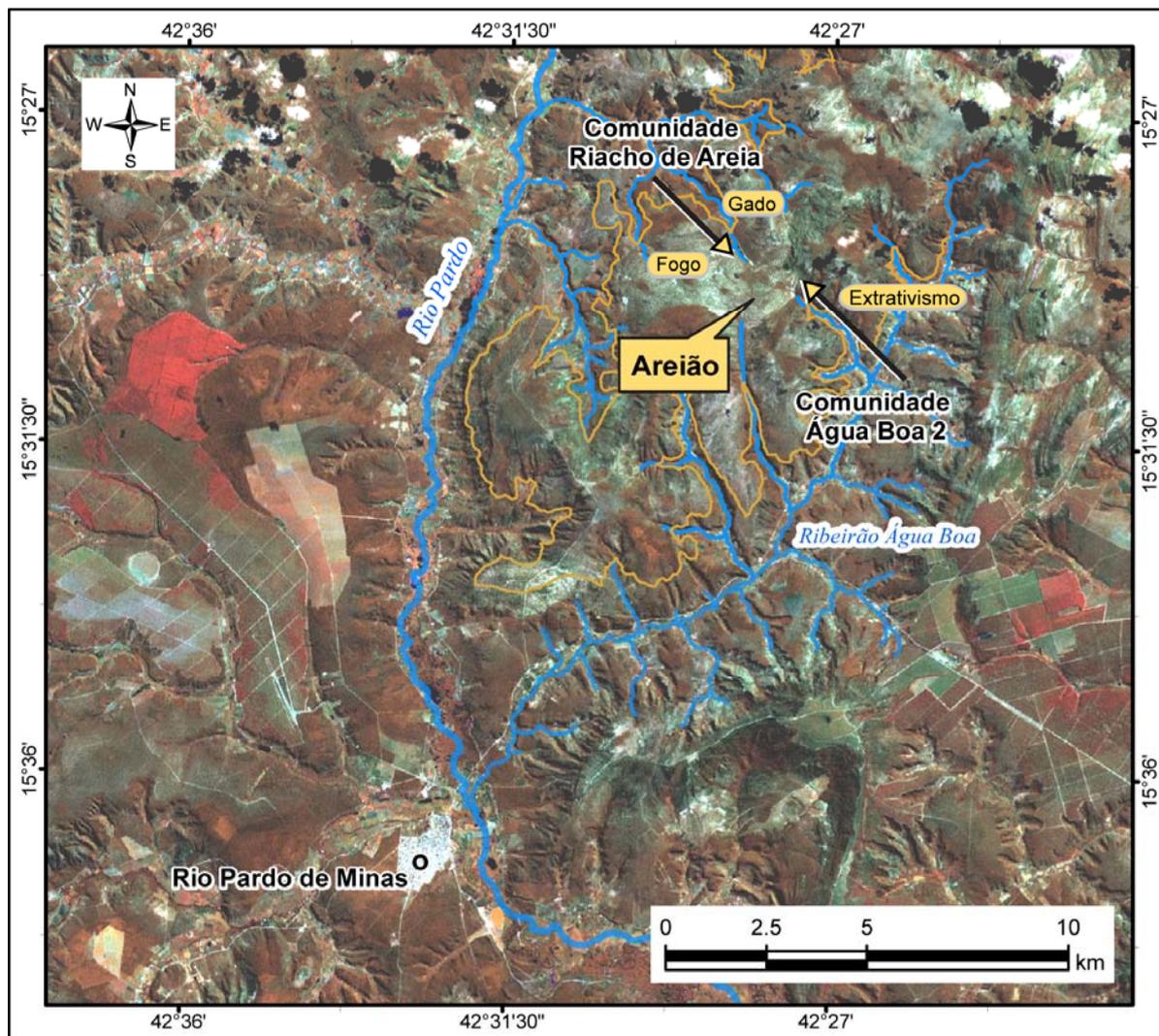
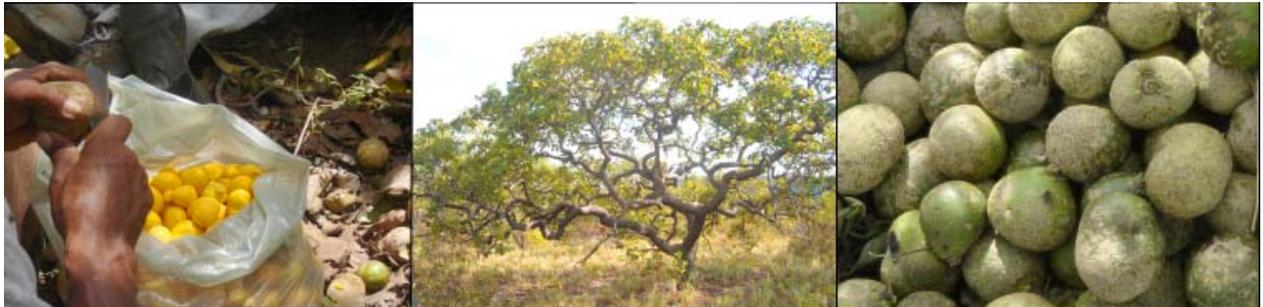


Figura C. Mapa de localização da cidade de Rio Pardo de Minas, MG e das comunidades de geraizeiros Água Boa 2 e Riacho de Areia. As comunidades usam os recursos da chapada do Areião de forma diferenciada. A Comunidade Água Boa 2 utiliza o Areião para o extrativismo de frutos nativos e a do Riacho de Areia principalmente para criação de gado, mas também fazem coleta de frutos. Fonte da imagem: INPE, data: 03/09/2005. CBERS-2, Câmara CCD1XS, CENA-167/113, Composição RGB - 423. A curva de nível de 900m de altitude fornece uma idéia dos limites geográficos da chapada (topografia e hidrografia extraídos de imagem SRTM/NASA, SD-23-Z-D, data: 01/08/2005).

CAPÍTULO 1

Ecologia de população e extrativismo sustentável dos frutos de *Caryocar brasiliense* Camb. no Norte de Minas Gerais



INTRODUÇÃO

Os produtos florestais não madeireiros (PFNM) ganharam destaque nas últimas décadas em função do paradigma de manejo sustentável da floresta, onde a exploração racional e a valoração desses produtos constituem estratégias de conservação e desenvolvimento sustentável (Godoy & Bawa, 1993; Peters, 1994; Ticktin, 2004; García-Fernández, *et al.*, 2008). Além disso, a criação de Reservas Extrativistas (RESEX) na Amazônia reforçou a ideia de que as comunidades locais podem exercer um papel estratégico no uso sustentável da floresta (Fearnside, 1989; Wadt, *et al.*, 2008).

No bioma Cerrado, o protagonismo das comunidades tradicionais envolvidas com o agroextrativismo também vem ganhando expressão, o que se reflete na crescente comercialização de produtos não madeireiros do cerrado (Carvalho, 2007a; Afonso, 2008). O número de estudos acerca do potencial extrativista das espécies nativas do Cerrado, também vêm aumentando, com enfoques diversificados, entre aspectos sociais, econômicos e ecológicos (Araujo, 1994; Carvalho, 2007a; Schmidt, *et al.*, 2007; Aquino, *et al.*, 2008b; Lima, 2008; Silva, 2008).

Em contraponto ao potencial da biodiversidade, o Cerrado está ameaçado por práticas de uso predatórias como a extração de madeira para carvão e expansão agropecuária, com uma área desmatada estimada em 54,9% da área original, até o ano de 2002 (Machado, *et al.*, 2004). Este quadro, em conjunto com a crescente demanda comercial dos frutos (Afonso, 2008; Rocha, *et al.*, 2008), pode provocar perda de variabilidade genética (Collevatti, *et al.*, 2001; Melo-Júnior, *et al.*, 2004; Fernandes, 2008) ou levar a um declínio populacional com a diminuição da regeneração natural (Zardo, 2008).

O pequi, *Caryocar brasiliense* Camb. destaca-se, dentre as frutíferas, como uma árvore de múltiplas utilidades e notável importância para as pessoas de baixa renda no meio rural (Araujo, 1994; Chévez Pozo, *et al.*, 1997; Oliveira, 2006b). As principais partes utilizadas são os frutos obtidos através do extrativismo feito por comunidades rurais que vivem próximas aos remanescentes de cerrado. A madeira é de qualidade e também muito utilizada para cercas e mourões e muitas árvores são abatidas pela atividade carvoeira ilegal, prática comum na Região Norte de Minas Gerais (Dayrell, 1998).

Apesar dos trabalhos existentes na literatura (Araujo, 1994; Santana & Naves, 2003; Zardo, 2008), a dinâmica populacional de *C. brasiliense* não está completamente elucidada, principalmente em populações sob o extrativismo (Aquino, *et al.*, 2008b). A compreensão de como os parâmetros demográficos são afetados pela retirada de frutos é de fundamental importância para planejar e efetivar o manejo racional ou sustentável (Ticktin, 2004).

O atual desafio à pesquisa é desenvolver práticas agroextrativistas, que assegurem a eficiência social, produtiva e econômica e ao mesmo tempo mantenham, em longo prazo, os recursos naturais e a biodiversidade (Aquino, *et al.*, 2008a).

O presente estudo investigou a ecologia populacional de *C. brasiliense* na Chapada do Areião, Município de Rio Pardo de Minas-MG, uma área utilizada por comunidades tradicionais locais para o extrativismo de frutos, coleta de lenha e criação extensiva de gado. O trabalho foi orientado pelas seguintes questões:

- i. Existem diferenças na estrutura populacional e produtividade entre as áreas no Areião?
- ii. A taxa de crescimento populacional é positiva?
- iii. Qual quantidade de frutos pode ser colhida sem prejuízos para a população explorada e que garanta o consumo da fauna?

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da espécie

Caryocar brasiliense Camb. (Caryocaraceae) é uma árvore típica do bioma Cerrado (Figura 1.1), cujo gênero tem ampla distribuição geográfica na América do Sul (Prance & Silva, 1973). A espécie ocorre com destaque ecológico, sendo muito comum nas fitofisionomias de Parque de Cerrado, Campo Sujo, Cerrado sentido restrito e Cerradão Distrófico (Felfili & Jr, 1993; Ratter, *et al.*, 2001; Ratter, *et al.*, 2003; Ribeiro & Walter, 2008). A espécie é tolerante ao alumínio (Medeiros & Haridasan, 1985), havendo indícios de que o fator mais limitante para o desenvolvimento das plantas não são os nutrientes, mas a disponibilidade hídrica (Salviano, *et al.*, 2002).

É uma espécie decídua, com queda de folhas no início da estação seca, voltando a produzi-las no início da estação chuvosa. Sua floração normalmente ocorre de junho a janeiro e frutifica de outubro a março (Leite, *et al.*, 2006). É uma planta melífera com flores grandes e vistosas, de cor branco-amarelada, reunidas em inflorescências terminais paniculadas. A planta é monóica e auto-compatível, mas o sistema de polinização cruzada, realizado principalmente por morcegos, é responsável pela maior parte dos frutos produzidos (Prance & Silva, 1973; Gribel & Hay, 1993). O fruto é uma drupa de aproximadamente 12 cm de diâmetro e 100g, com uma casca constituída pelo exocarpo de coloração verde e o mesocarpo externo (Figura 1.2).

Distribuição espacial de *Caryocar brasiliense*

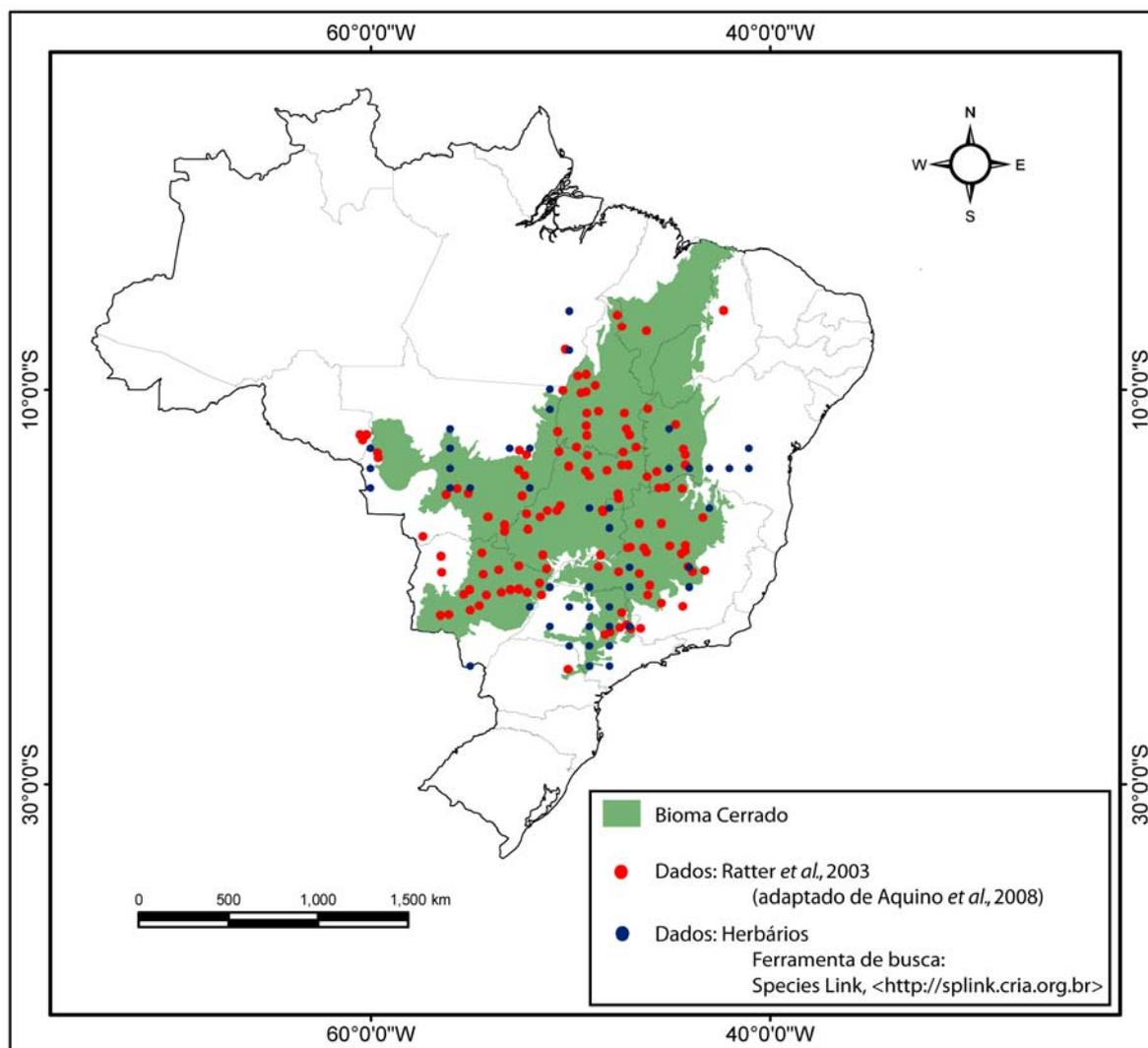


Figura 1.1. Distribuição espacial de *Caryocar brasiliense* em 185 localidades em levantamentos realizados no Cerrado sentido amplo (Fonte: Ratter et al., 2003, adaptado de Aquino et al., 2008), e em 47 pontos de coleta registrado em herbários (ferramenta de busca: Species Link, <<http://splink.cria.org.br>>).

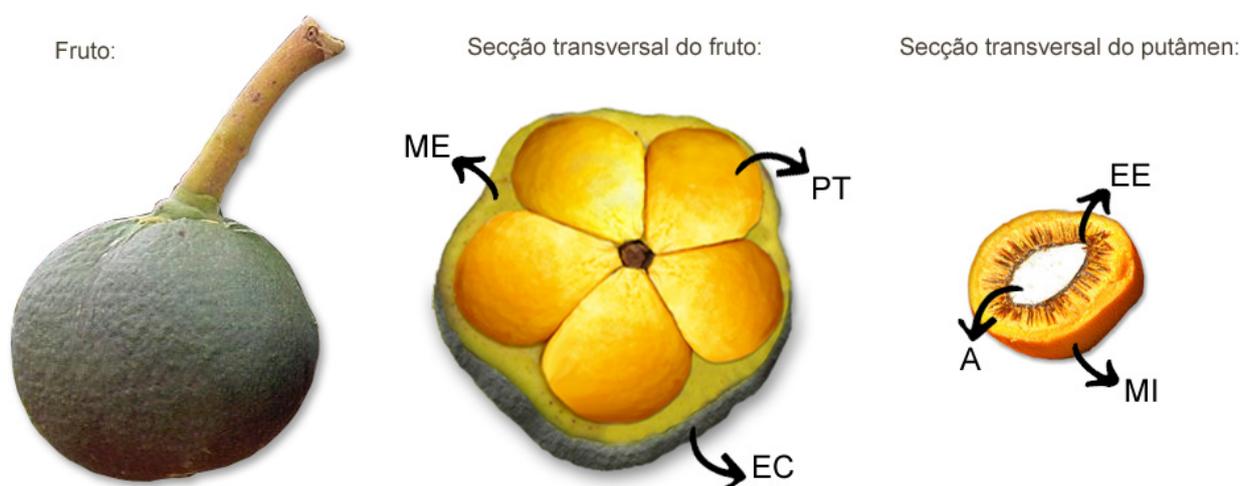


Figura 1.2. Fruto de *Caryocar brasiliense* Camb.: epicarpo coriáceo verde (EC), mesocarpio externo (ME), putâmens (PT), mesocarpio interno (MI), endocarpio lenhoso e espinhoso (EE), amêndoa ou semente (A).

O putâmen é constituído pelo mesocarpo interno, de coloração amarelada, facilmente separado do mesocarpo externo quando maduro, pesa 25g, possui formato reniforme e constitui a porção amplamente aproveitada para consumo humano, com elevados teores de óleos, proteínas e carotenóides (Oliveira, *et al.*, 2006). O endocarpo é espinhoso e faz a proteção da semente ou amêndoa, que é comestível e revestida por um fino tegumento. Tipicamente, são formados três a quatro pirênios, mas em geral três são abortados e apenas um possui semente viável (Vera, *et al.*, 2007). As sementes são reniformes do tipo hipocotilar e cotilédones pouco desenvolvidos (Montoro, 2008). Larvas de *Carmenta* sp. (Lepidoptera: Sesiidae) atacam e destroem o interior dos putâmens tornando-os impróprios para consumo humano, podendo provocar danos superiores a 50% da produção de frutos (Lopes, *et al.*, 2003). A dispersão é zoocórica e as emas (*Rhea americana*), galhas (*Cyanocorax crostatellus*) e cotias (*Dasyprocta sp.*), são os principais consumidores e atuam como possíveis dispersores (Gribel, 1986).

Área de Estudo

Este estudo foi realizado na Chapada do “Areião” (15°29’21”S e 42°28’10”O), cerca de 20 quilômetros da cidade de Rio Pardo de Minas, na Região Norte de Minas Gerais. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen e a pluviosidade em 2008 foi de 764,8 mm (Figura 1.3).

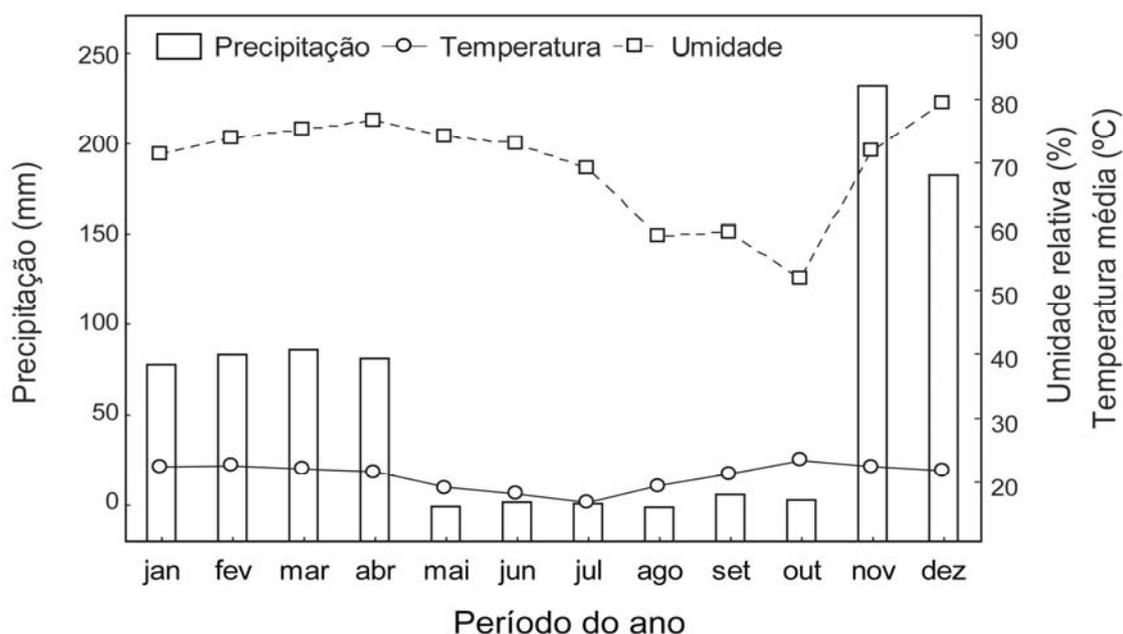


Figura 1.3. Precipitação total mensal (mm), umidade relativa (%), temperatura média mensal (°C) de janeiro a dezembro de 2008. Fonte: Estação Automática do INMET em Rio Pardo de Minas à aproximadamente 20 km da área de estudo.

Com uma altitude média de 925 m e aproximadamente 5000 mil hectares, essa chapada possui vertentes que formam importantes afluentes da micro bacia do Ribeirão Água Boa, uma sub-bacia do Rio Pardo, sendo uma área estratégica para a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos locais (Figura 1.4).

Mapa de localização - Chapada do Areião

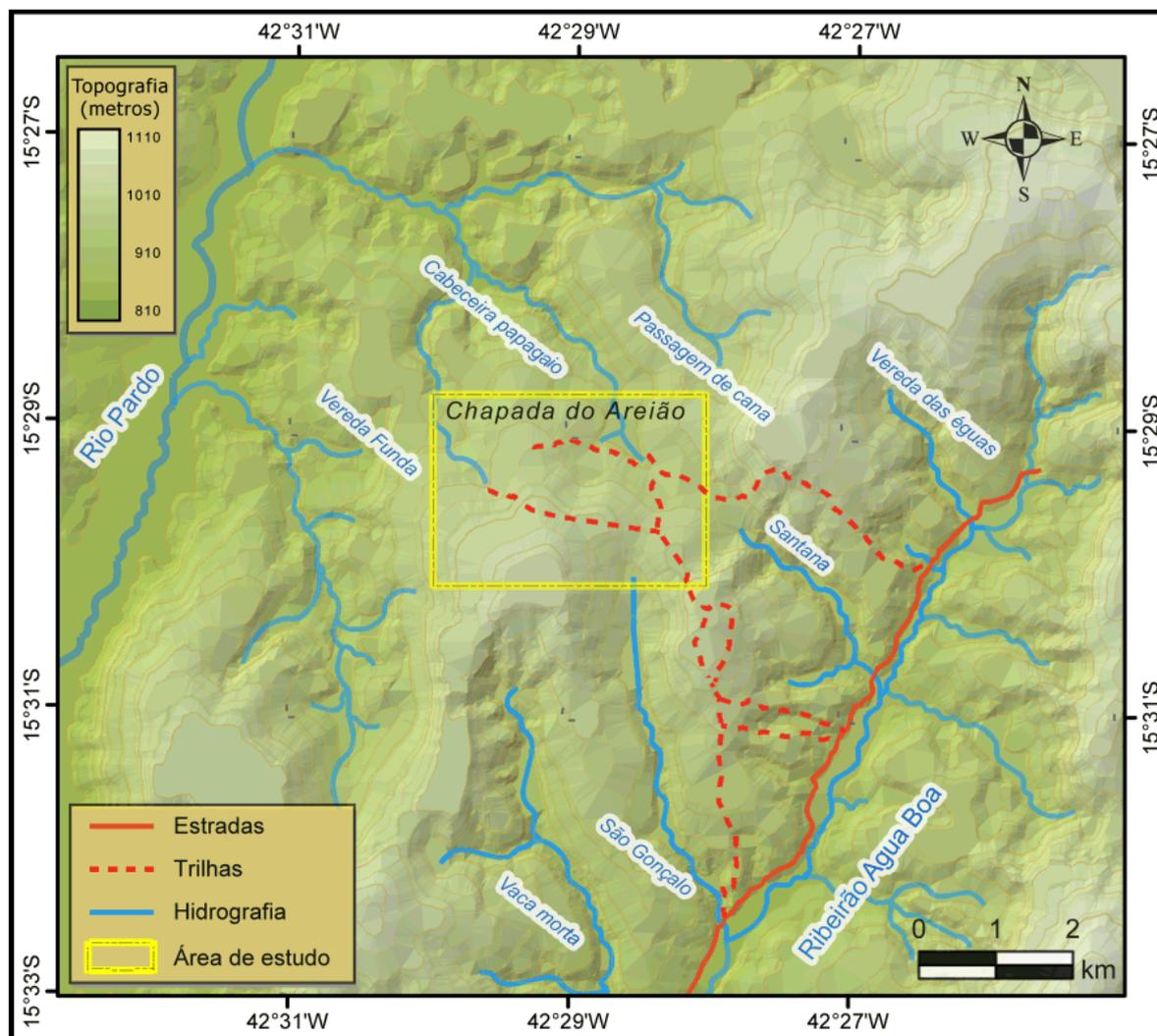


Figura 1.4. Localização da Chapada do Areião, no Município de Rio Pardo de Minas, MG. As vertentes da chapada formam importantes nascentes do Ribeirão Água Boa e alguns tributários na bacia do Rio Pardo. A chapada possui cerca de 5000 hectares e o polígono no centro ilustra a área núcleo onde foi feito o estudo sobre a ecologia populacional de *C. brasiliense*. São ilustradas as principais trilhas de acesso a partir da Comunidade Água Boa 2. A elevação e hidrografia foram extraídas da imagem SRTM/NASA, SD-23-z-d, data: 01/08/2005.

O solo predominante no Areião é Neossolo Quartzarênico (Correia, 2005). Na porção inicial da microbacia do Ribeirão Água Boa, está estabelecida a comunidade tradicional de Água Boa 2. Os moradores coletam lenha, frutos nativos e outras matérias-primas da Chapada do Areião, como descrito no Capítulo 2. As espécies frutíferas nativas exploradas são *Hancornia speciosa* Gómez (mangaba), *Hymenaea stignocarpa* Mart. Ex Hayne (jatobá),

Eugenia dysenterica DC. (cagaita) e *Annona crassiflora* Mart (araticum) e *Peritassa campestris* (Cambess) A. C. Sm (rufão).

As espécies com maior índice de valor de importância na Chapada do Areião são *Caryocar brasiliense*, *Pouteria ramiflora*, *Machaerium acutifolium*, *Eugenia dysenterica*, *Kielmeyera coriacea*, *Qualea parviflora*, *Hancornia speciosa*, *Hymenaea stignocarpa*, *Byrsonima coccolobifolia* (Lima, 2008). Na região é comum a presença de um tipo fitofisionômico de transição entre o Cerrado e a Caatinga, conhecido localmente como “Carrasco” (Correia, 2005; Toledo, 2007). Trata-se de uma vegetação arbóreo-arbustiva com plantas densamente ramificadas sob substrato arenoso (Pirani, *et al.*, 2003).

Os cerrados na área núcleo do Areião estão bem conservados, mas a chapada é circundada por paisagens alteradas, principalmente por extensos plantios de eucaliptos. Outras áreas de cerrado próximas à chapada, bem como alguns carrascos, são utilizados para extração de madeira usada na atividade de carvoejamento (Correia, 2005). No lado oposto da chapada está situada a comunidade de Riacho de Areia, que também utiliza o Areião, principalmente para criação de gado em regime aberto e para coleta de frutos. Com frequência, o fogo incide sobre algumas áreas, devido à ação dos criadores, que buscam estimular a rebrota de gramíneas para formar novas pastagens na época da seca.

Classificação da vegetação

Na análise exploratória sobre a vegetação do Areião foram utilizadas imagens obtidas a partir de cenas dos sensores CBERS e LANDSAT, observações de campo, trilhas guiadas, caminhadas exploratórias e amostragem qualitativa de características ambientais nas parcelas. Também foi testada uma classificação supervisionada pelo software ENVI, usando o algoritmo Support Vector Machine – SVM, que associa classes de atributos a padrões de pixels na imagem.

Na Chapada do Areião o cerrado sentido restrito apresenta variações, ou subdivisões fitofisionômicas distintas que foram identificadas como os sub-tipos Denso, Típico e Ralo. Dentro do Cerrado Típico os extrativistas locais reconhecem áreas onde o *C. brasiliense* ocorre agregado e em grande densidade, sendo essas áreas denominadas de “Reunidos”. Os Reunidos foram demarcados com GPS modelo Garmim Gmap76, com auxílio do extrativista mais experiente da comunidade. O mapa final de aproximação da vegetação e dos Reunidos foi feito em escala 1:20.000, associando os resultados obtidos pela classificação supervisionada e as informações coletadas em campo.

Estrutura Populacional

Em um ambiente SIG (Arcgis 9.x com a extensão Hawharth Tools), foi demarcada uma grade com unidades de 20x50 metros sobre o Cerrado sentido restrito na área núcleo do Areião. Para a amostragem populacional foram sorteadas 37 unidades, correspondendo às parcelas instaladas em julho de 2007. Posteriormente foram sorteadas e amostradas mais 33 parcelas em dezembro do mesmo ano, com objetivo de aumentar o esforço amostral devido ao baixo número de indivíduos encontrados durante o primeiro levantamento. Em julho de 2008 foi realizada a reamostragem nas parcelas, totalizando 7 hectares. As parcelas são permanentes, demarcadas com barras de ferro, com eixo maior orientado para o norte e georreferenciadas com GPS.

O diâmetro do caule, a altura total e a área de projeção de copa foram os parâmetros avaliados para caracterizar a estrutura populacional. Os indivíduos com diâmetros maiores que 5 cm foram mensurados à altura de 30 cm do solo (d_{30}) e os indivíduos com $d_{30} < 5$ cm foram mensurados na altura do solo (d_{as}). No caso de indivíduos com rebrotas ou caules bifurcados acima de 30 cm do solo o maior diâmetro foi considerado nas análises. Os caules separados desde o solo foram considerados como caules de um mesmo indivíduo se na altura do solo estivessem separados pela distância de até 30 cm; caso a distância fosse maior, foram considerados como indivíduos distintos (Eiten & Sambuichi, 1996). A altura total foi medida do solo ao ápice da copa com auxílio de uma vara telescópica. A área de projeção de copa foi estimada pela área de uma elipse, que foi calculada a partir dos eixos de projeção mensurados no solo com trenas.

A sondagem exploratória do conjunto de dados foi realizada com diagrama box-plot, que possibilita uma comparação intuitiva entre tendências centrais, variabilidade e simetria dos dados (Sokal & Rohlf, 1995). Nos indivíduos bifurcados ou com rebrotas foi considerado apenas o maior diâmetro para composição das classes. A distribuição por classes de tamanho foi comparada com um modelo de J invertido, ou distribuição exponencial negativa, padrão frequentemente associado a populações estáveis ou autoregenerativas (Rubin, *et al.*, 2006), sendo utilizado o teste de aderência Kolmogorov-Smirnov e χ^2 para uma amostra ($\alpha=0,05$). As médias dos parâmetros populacionais foram comparadas entre os subtipos fitofisionômicos do Cerrado sentido restrito presentes no Areião e os Reunidos, através de análise de variância (ANOVA). Foi testada a hipótese de que nas áreas reconhecidas como Reunidos há maior densidade de indivíduos em relação ao cerrado adjacente. Análises de correlação e regressão foram feitas para caracterizar relações estatísticas entre os parâmetros biométricos avaliados (Quinn & Keough, 2002).

Estágios de vida

A população foi dividida em quatro estágios de vida, infantes ($das < 2,8$ cm), jovens ($das \geq 2,8$ e $d_{30} < 7$ cm), pré-adultos ($d_{30} \geq 7$ e < 10 cm) e adultos ($d_{30} \geq 10$ cm). Para a definição dos estágios foram considerados elementos qualitativos e quantitativos em relação ao tamanho, à capacidade de produzir sementes e o balanço entre estruturas vivas e mortas (Gatsuk, *et al.*, 1980). Esses critérios foram adotados para maximizar diferenças nas taxas demográficas entre os estágios de vida, com significado biológico, entretanto não representam necessariamente a idade das árvores (Tabela 1.1).

Tabela 1.1. Relação dos critérios de inclusão para definição dos estágios de vida com base no tamanho dos indivíduos de *C. brasiliense* amostrados; (das) é o diâmetro na altura do solo e (d_{30}) é o diâmetro a 30 cm do solo.

Estágio	Diâmetro	Características
<i>Infantes</i>	$(das) < 2,8$ cm	Alto risco de mortalidade: 75% das rebrotas mortas* possuem menos de 2,8 cm de diâmetro; 90% das plantas com altura < 1 m**;
<i>Jovens</i>	$(das) \geq 2,8$ cm e $(d_{30}) < 7$ cm	90% das rebrotas mortas possuem menos de 7 cm de diâmetro;
<i>Pré-adultos</i>	7 cm $\leq (d_{30}) < 10$ cm	Reprodução precoce e rara, de baixa intensidade (2 frutos/indivíduo);
<i>Adultos</i>	$(d_{30}) \geq 10$ cm	Indivíduos reprodutivos.

* Do total de 541 indivíduos inventariados na população em 2008, 182 indivíduos (34%) apresentavam rebrotas ou pelo menos dois caules. O número total de rebrotas ou caules bifurcados nesses indivíduos foi de 766, sendo 625 vivos (82%) e 141 mortos (18%), principalmente devido ao fogo.

** Considerando resultados de susceptibilidade a danos devido ao fogo em comunidades de plantas lenhosas no cerrado (Miranda, *et al.*, 2002; Medeiros & Miranda, 2008).

A altura do estrato gramíneo-herbáceo e a variação de diâmetro das rebrotas mortas nas parcelas inventariadas em 2008 foram utilizadas para definir o estágio de infante. Indivíduos com diâmetros menores que 2,8 cm (das), representam mais de 75% das rebrotas mortas, e correspondem a 90% das plantas com altura inferior a 1 m. Indivíduos com altura total igual ou inferior ao estrato gramíneo-herbáceo (1 m) têm maiores riscos de injúria e mortalidade, pois estão em contato com a maior parte do material combustível durante uma queimada (Miranda, *et al.*, 2002; Medeiros & Miranda, 2008). Jovens são indivíduos com diâmetros acima do limite superior para classe de infantes e abaixo do limite inferior da classe

de pré-adultos. Esses indivíduos, com diâmetros menores que 7 cm, representam 90% do total de rebrotas mortas. Pré-adultos são indivíduos que estão próximos à fase reprodutiva, sendo que eventualmente algumas plantas neste estágio podem reproduzir. Este estágio foi definido a partir da observação dos diâmetros (d_{30}) de três indivíduos reproduzindo na população, dois com 7 cm e um com 8,9 cm, mas todos com apenas dois frutos. Adultos são aqueles indivíduos que têm reprodução consistente, com diâmetro $d_{30} \geq 10$ cm.

Em cada estágio de vida as médias dos parâmetros populacionais (diâmetro do caule, altura e área da copa), foram comparadas entre os Reunidos e os subtipos fitofisionômicos, Ralo, Típico e Denso por meio de análise de variância (ANOVA), com teste de diferença mínima significativa (LSD) para as comparações múltiplas (Zar, 1999). A análise apresenta robustez a desvios de normalidade em dados com número de amostra grande ($n > 30$) e que apresentem variâncias homogêneas, sendo esta condição verificada por meio do teste de Hartley F (Sokal & Rohlf, 1995).

Densidade e Distribuição Espacial

A partir da abundância de indivíduos nas parcelas e as estimativas das áreas dos subtipos fitofisionômicos, foram calculadas as densidades de indivíduos.ha⁻¹ para o Cerrado Ralo, Típico e Denso, bem como para os Reunidos e uma ponderação para o Areião. A abundância dos indivíduos nas parcelas foi usada para estimar a estrutura espacial da população através de comparações com as Distribuições de Poisson e Binomial Negativa (Sokal & Rohlf, 1995). A distribuição de Poisson assume que os indivíduos são distribuídos aleatoriamente e o Índice de Dispersão foi utilizado para verificar o tipo de distribuição espacial. Segundo a definição, os indivíduos são distribuídos aleatoriamente quando a variância (s^2) é igual à média (\bar{x}), ou $s^2/\bar{x}=1$. Se existe tendência para agregação, então $s^2/\bar{x} > 1$ e se existe a tendência para regularidade, então, $s^2/\bar{x} < 1$. O teste t ($\alpha=0,05$) foi utilizado para verificar diferenças significativas entre o Índice de Dispersão e o esperado para o padrão aleatório. A hipótese sobre o padrão agregado foi testada pela comparação das frequências observadas com o esperado para uma distribuição binomial negativa, com significância estatística obtida pelo teste de χ^2 (Brower, *et al.*, 1990; Krebs, 1999).

Produtividade de frutos

A produtividade foi avaliada pela contagem visual do total de frutos em 100 indivíduos adultos, escolhidos aleatoriamente no Cerrado sentido restrito, assegurando a inclusão de indivíduos em diferentes classes de tamanho. As observações foram realizadas em 2007 e 2008, no início do mês de dezembro, período em que ainda não há extrativismo, e os

frutos estão bem desenvolvidos, visíveis na copa das árvores, mas ainda não maduros o suficiente para caírem no chão. Para facilitar a contagem dos frutos, a copa foi dividida em quatro quadrantes, com auxílio de uma bússola e duas trenas esticadas no solo, orientadas de acordo com os pontos cardeais, com o vértice próximo ao tronco da árvore. Todas as árvores foram marcadas com placas de alumínio numeradas e georeferenciadas com GPS. Para complementar a amostragem, em dezembro de 2008 foram marcados e avaliados mais 27 indivíduos adultos frutificando no Cerrado Ralo. Em cada indivíduo foi medido o diâmetro (d_{30}), altura e área da copa, parâmetros que foram relacionados com a produção de frutos através de regressão linear múltipla.

A produtividade entre os anos foi comparada pelo teste-t ($\alpha=0,05$) para amostras pareadas, testando-se a hipótese de que há diferença entre a produção de um ano para o outro, observação feita pelos agroextrativistas e segundo a literatura (Heringer, 1970; Zardo, 2008). A produção de frutos também foi comparada entre as fitofisionomias de cerrado (ANOVA). O teste não paramétrico (Kruskal Wallis) foi utilizado apenas quando os dados, mesmo depois de transformados, não apresentaram normalidade e homocedasticidade.

O percentual de adultos frutificando na população foi estimado em dezembro de 2007, através de uma transeção de 500 m de comprimento, com 10 m para cada lado, onde foi registrado o estado reprodutivo das árvores com diâmetro do caule (d_{30}) acima de 10 cm. Esse valor foi estipulado a partir do menor diâmetro de um adulto reprodutivo observado dentre os indivíduos amostrados para avaliação da produtividade.

Como descrito no *Capítulo 2*, foram acompanhadas duas expedições de coleta de frutos no Areião. Nestas ocasiões foi quantificado o número de putâmens por fruto, o número de frutos sadios e número de frutos com sinais de predação.

Germinação predação e remoção de putâmens *in situ*

As taxas de germinação e de remoção de putâmens pela fauna foram avaliadas *in situ*, sendo alocados 15 blocos a distâncias médias de 15m, com dois tratamentos cada, dispostos de maneira casualizada sobre o terreno. A germinação foi avaliada em todos os blocos através do plantio de dez putâmens enterrados a três centímetros de profundidade. O consumo pela fauna foi estimado a partir da remoção dos putâmens expostos no solo, 10 por bloco.

A predação e remoção de frutos foram avaliadas diariamente até o quinto dia, a partir de então foi quinzenal e conduzida por uma pessoa da comunidade que recebeu treinamento. O experimento foi instalado no limite da Chapada do Areião, em uma área particular cercada e mais próxima à comunidade tradicional, para evitar a presença do gado e facilitar o acompanhamento. Foram utilizados frutos maduros, coletados no Areião no final de janeiro

de 2008. As análises dos dados foram feitas de forma independente para germinação e consumo da fauna. O teste de Kruskal-Wallis ($\alpha=0,05$) foi usado para análise de variância dos dados não paramétricos de remoção e predação.

Dinâmica populacional

Uma matriz de transição anual foi estruturada em estágios de vida representando classes de tamanho (Lefkovitch, 1965) e utilizada na análise do crescimento populacional de *C. brasiliense* no Areião. A matriz foi construída com os parâmetros demográficos obtidos nos inventários de julho 2007/2008 em 3,7 ha na chapada. A contribuição dos indivíduos reprodutivos para o estágio de infante (F, fecundidade), foi calculada como a proporção entre o número de novos indivíduos regenerantes observados no segundo inventário e o número de indivíduos adultos do primeiro inventário. Foi registrada a proporção de indivíduos que sobreviveram e permaneceram no mesmo estágio (S, permanência), a proporção que sobreviveu e progrediu para um estágio maior (P, progressão) e proporção que sobreviveu, mas com diminuição de tamanho para um estágio menor (R, retrocesso).

A taxa anual de sobrevivência em cada estágio de vida foi calculada como a proporção do número de indivíduos do primeiro inventário, presentes no segundo. Como nenhum indivíduo no estágio de pré-adulto morreu durante o período em análise, a mortalidade neste estágio foi estimada através da equação que descreve a taxa de mortalidade de plantas de cerrado em função do diâmetro (Henriques & Hoffmann):

$$Mortalidade\ anual(\%) = \frac{2,455}{1 + e^{\frac{x-139,881}{-58,644}}}$$

onde, x é o diâmetro basal (mm), sendo utilizado o valor médio de tamanho para o estágio pré-adulto, de 8,45 cm.

O incremento individual de diâmetro de caule foi estimado pela diferença entre os valores observados no segundo e no primeiro levantamento populacional e obtida a média anual para cada estágio. As medidas negativas foram consideradas como zero, pois possivelmente resultam da perda de casca e/ou erros de medições. Os valores de progressão (P) foram calculados como o produto entre a probabilidade de sobrevivência anual e a taxa de incremento.ano⁻¹, dividido pela amplitude de tamanho do estágio. Enquanto a sobrevivência com permanência na classe (S) é a diferença entre a sobrevivência anual e o valor de (P) (Zuidema & Boot, 2002). O retrocesso (R) foi calculado como a razão entre o número de indivíduos de um determinado estágio (i) que foi observado em um estágio menor, no segundo inventário, e o número de indivíduos amostrados dentro do estágio i, no primeiro inventário.

A matriz quadrada (M) possui os valores de fecundidade (F) de adultos e pré-adultos no canto superior direito, os valores de sobrevivência com permanência na classe (S) na diagonal principal, os valores de progressão (P) na subdiagonal e os valores de retrocesso (R) na diagonal acima da principal (Figura 1.5). Cada coluna da matriz representa um estágio de vida no tempo t e cada linha representa estágio no tempo $t + 1$. Todos os outros campos na matriz são iguais a zero porque outras transições não são possíveis.

a)

		Estágios de vida (tempo t)			
(tempo t+1)		Infante	Jovem	Pré-adulto	Adulto
Infante	(	S_{11}	R_{12}	F_{13}	F_{14}
Jovem	)	P_{21}	S_{22}	R_{23}	0
Pré-adulto	)	0	P_{32}	S_{33}	R_{34}
Adulto	)	0	0	P_{43}	S_{44}

$$N_{(t)} = \begin{pmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \\ n_4 \end{pmatrix}$$

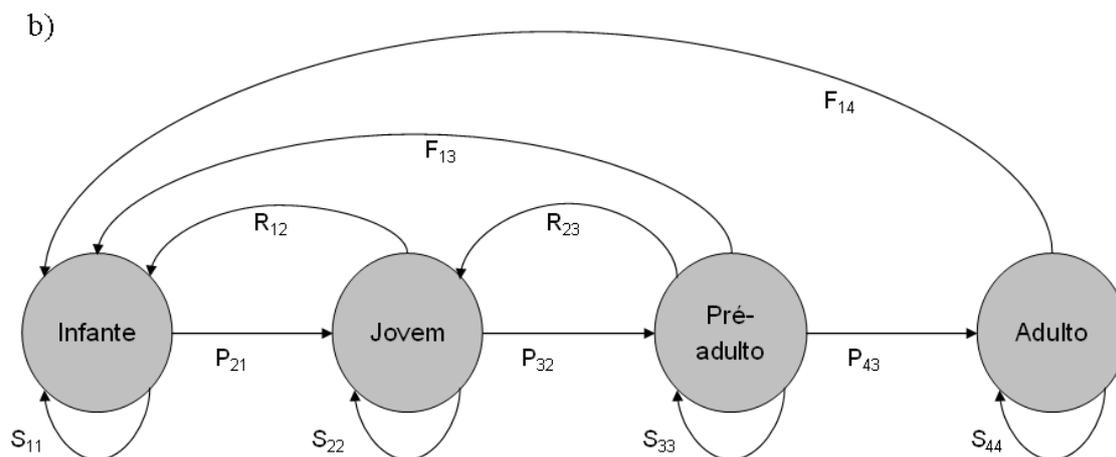


Figura 1.5. Matriz de transição (M) com valores de fecundidade (F_{ij}), probabilidades de sobrevivência e permanência no mesmo estágio (S_{ij}), probabilidades de sobrevivência e transição para o próximo estágio de vida (P_{ij}) e probabilidades de retrocesso para um estágio de vida menor (R_{ij}). Vetor coluna $N(t)$ com o tamanho populacional de cada estágio de vida. (b) Diagrama esquemático com as possibilidades de transições entre os estágios de vida de *C. brasiliense*.

A estrutura da população no tempo t é representada pela abundância dos indivíduos em cada estágio nas linhas de um vetor $n_{(t)}$, com uma única coluna. O produto da matriz de transição (M) pelo vetor populacional $n_{(t)}$ fornece a projeção da estrutura populacional para o tempo futuro, $n_{(t+1)}$. Uma propriedade dessa matriz é que quando multiplicada várias vezes a partir da distribuição populacional inicial (n_t), a abundância dos indivíduos em cada estágio tende a aumentar em uma taxa constante, que representa o auto valor dominante da matriz (λ). Este valor também é chamado de taxa de crescimento populacional e, é uma medida do balanço entre sobrevivência e reprodução. Foram feitas análises de elasticidade para caracterizar a contribuição relativa de cada elemento da matriz ao λ (Caswell, 1989).

As análises matriciais foram processadas em Excel com a extensão PopTools 3.0 (Hood, 2008). Todos os testes estatísticos foram feitos com auxílio dos pacotes estatísticos BioStat 5.0 (Ayres, *et al.*, 2007) e Statistica versão 6.0 (StatSoft, 2001). As médias são seguidas pelo intervalo de \pm um erro padrão.

Análise de sustentabilidade do extrativismo

O efeito do extrativismo dos frutos foi simulado por progressivas diminuições no parâmetro de fecundidade (F), avaliando-se o impacto na taxa de crescimento da população (λ). Neste caso, foi estimada a fecundidade máxima potencial de acordo com a proporção de indivíduos adultos reproduzindo, a quantidade média de putâmens produzidos por indivíduo (número médio de frutos por indivíduo, multiplicado pelo número médio de putâmens por fruto) e a taxa de germinação. A taxa de germinação foi estimada em função das taxas de predação das sementes (Lepidoptera) e da proporção de putâmens que germinam em condições naturais. Quanto maior o extrativismo de frutos, menor vai ser a quantidade de putâmens disponíveis para germinação acarretando menor fecundidade para a população explorada.

Através das simulações de diferentes regimes de extrativismo, pode-se estimar a quantidade máxima de extrativismo que não compromete o crescimento populacional, que pode ser positivo ($\lambda > 1$), negativo ($\lambda < 1$), ou estável ($\lambda = 1$). O percentual máximo de extrativismo de frutos foi subtraído da estimativa do percentual acumulado de consumo dos frutos pela fauna, que foi obtida no experimento realizado em condições naturais.

RESULTADOS

Mapa de aproximação da vegetação

A partir das análises das imagens de satélite, observações em campo e informações qualitativas nas parcelas, verificou-se que o cerrado sentido restrito se divide em três subtipos, Cerrado Ralo (95,1 ha), Cerrado Típico (487,2 ha) e Cerrado Denso (41 ha), totalizando 623,3 hectares (Figura 1.6). Os Reunidos (61,8 ha) ocorrem como manchas inseridas na vegetação de Cerrado Típico, que para efeito de comparação será representado de duas formas distintas. O “Cerrado Típico”, definido por características estritamente ecológicas, abrange também a área dos Reunidos, o outro é “Cerrado Típico-SR” (SR=sem Reunidos), que representa o Cerrado Típico excluindo-se os Reunidos e possui área de 425,4 ha.

Localização das parcelas nas fitofisionomias de cerrado no Areião

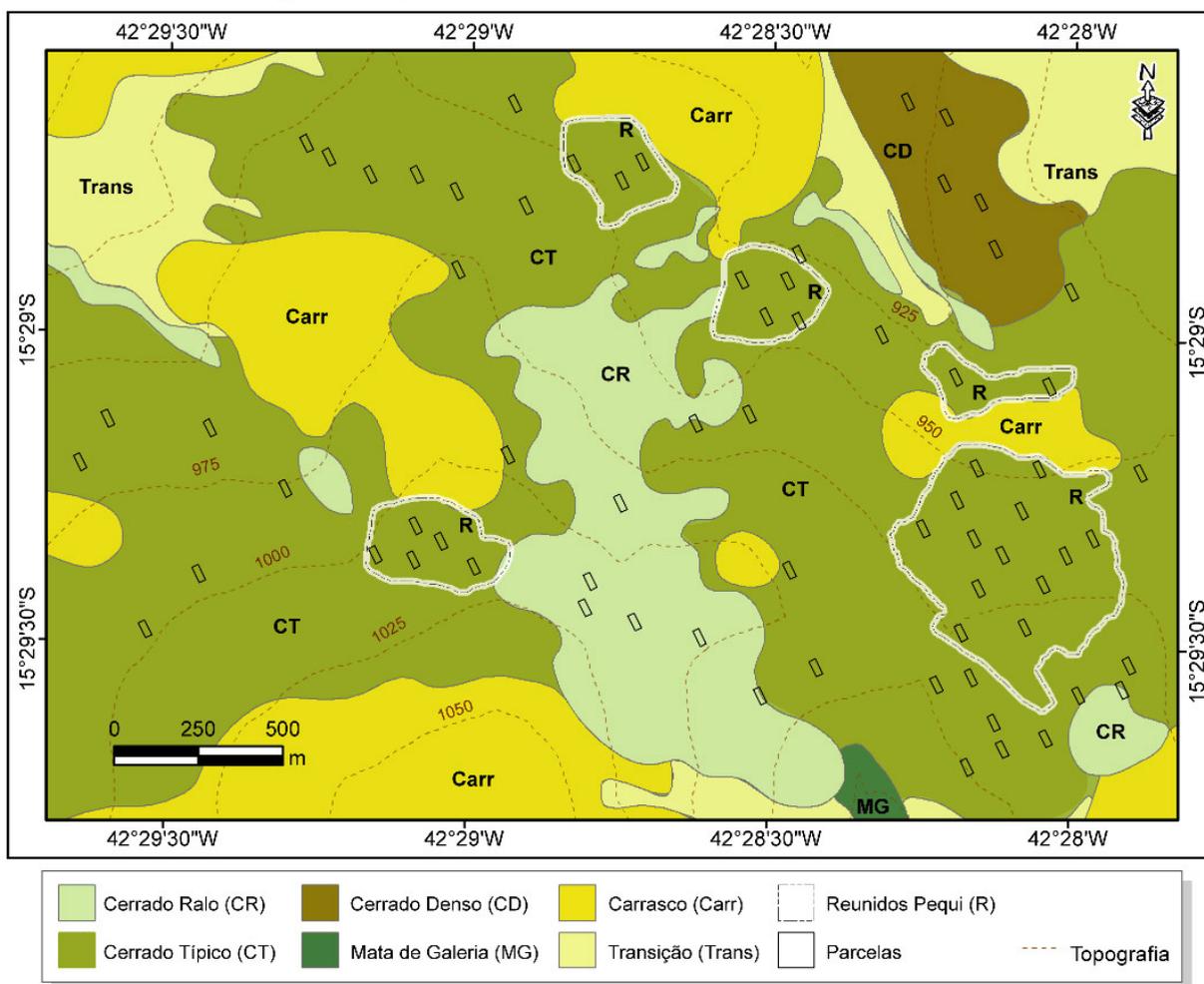


Figura 1.6. Aproximação dos tipos fitofisionômicos na área núcleo da Chapada do Areião, Município de Rio Pardo de Minas, MG. Localização das parcelas permanentes para inventário da população de *Caryocar brasiliense* nos diferentes tipos vegetação e nos “Reunidos”, classe da paisagem assim denominada por extrativistas locais.

Nos inventários de 2007 foram amostrados 119 indivíduos infantis, 88 jovens, 39 pré-adultos, 269 adultos, totalizando 515 indivíduos em 7,0 hectares. No inventário de 2008 foram amostrados 165 indivíduos infantis, 69 jovens, 35 pré-adultos e 272 adultos, totalizando 541 indivíduos.

Densidade e distribuição espacial

Nas áreas de estudo nenhuma diferença significativa foi encontrada entre a densidade dos indivíduos infantis ($F_{5,192}=0,84$; $p=0,52$), jovens ($F_{4,186}=1,21$; $p=0,31$) e pré-adultos ($F_{5,192}=0,95$; $p=0,55$). No geral, a densidade de indivíduos adultos de *C. brasiliense* aumenta com o adensamento da fitofisionomia (Figura 1.7).

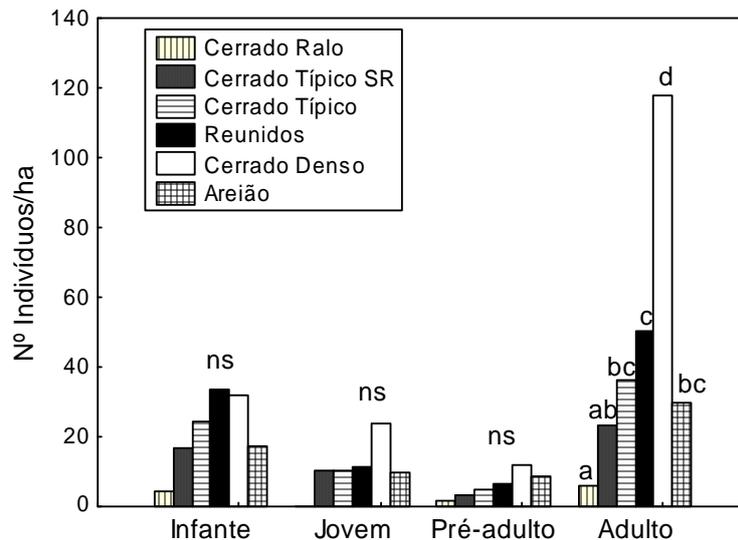


Figura 1.7. Densidade de *C. brasiliense* (indivíduos.ha⁻¹), agrupados em estágios de vida nas diferentes fitofisionomias, nos Reunidos e ponderado para a Chapada do Areião, Rio Pardo de Minas, MG. Letras diferentes acima das barras para o estágio adulto denotam diferenças significativas ($F_{5,192}=5,68$; $p<0,001$); ns=diferenças não significativas entre áreas.

Os Reunidos possuem o dobro da densidade de adultos (50,4 ind.ha⁻¹), em relação ao Cerrado Típico-SR (23,5 ind.ha⁻¹), confirmando a percepção dos extrativistas de que nas áreas denominadas de Reunidos, os pequizeiros são mais abundantes que no Cerrado Típico adjacente. Contudo, no Cerrado Denso a densidade foi maior (118,0 ind.ha⁻¹), de 2 a 20 vezes em relação às outras áreas, de acordo com o método de diferenças mínimas significativas-LSD ($F_{5,192}=5,68$; $p<0,001$).

A distribuição é agrupada ($ID>1$) para os infantes ($\chi^2=13,4-543,4$; $p=0,01-00001$), jovens ($\chi^2=49,2-101,6$; $p=0,01-001$), pré-adultos ($\chi^2=53,8-112,9$; $p=0,01-001$) e adultos ($\chi^2=23,5-277,5$; $p=0,001-00001$). Há exceção no Cerrado Ralo, onde infantes e adultos possuem distribuição aleatória ($ID=1$, $\chi^2=4-7,7$; $p=0,68-0,81$), assim como jovens e pré-adultos no Cerrado Denso ($\chi^2=2,2-5,7$; $p=0,71-0,22$). Indivíduos nos estágios infantes, jovens e pré-adultos possuem maior agregação nos Reunidos e os indivíduos adultos são mais agregados no Cerrado Denso.

Parâmetros populacionais: diâmetro, altura e área da copa

Os dados de diâmetro, altura e área da copa foram analisados em cada fitofisionomia e nos Reunidos (Figura 1.8). No Cerrado Ralo foram amostrados apenas sete indivíduos (2 infantes, nenhum jovem, 1 pré-adulto e 4 adultos), o que impede inferências estatísticas sobre a área.

Em relação ao diâmetro, a população no Cerrado Denso possui maior frequência de indivíduos com diâmetros superiores à mediana. Nas demais áreas, a distribuição também é assimétrica, contudo com maiores frequências de diâmetros abaixo dos valores medianos (Figura 1.8 a). Não houve diferença dos diâmetros médios entre as áreas ($F_{4,1503}=1,68$; $p=0,15$).

Os dados de altura são simétricos, o que indica aproximação da distribuição normal (Figura 1.8 b). As alturas médias foram significativamente diferentes entre as áreas ($F_{4,1503}=6,07$; $p<0,001$). Segundo as comparações múltiplas (diferenças mínimas significativas, $LSD_{.05}$), os indivíduos nos Reunidos possuem maior altura média que aqueles no Cerrado Típico-SR, mas o Cerrado Denso possui indivíduos com a maior média de altura entre todas as áreas. Em todas as fisionomias os dados de área da copa são assimétricos (Figura 1.8 c), com maior concentração de valores abaixo das medianas, não havendo diferenças significativas entre as médias ($F_{4,1394}=0,36$; $p=0,84$).

Para compreender as características morfométricas do estágio reprodutivo, os dados de biometria dos indivíduos adultos foram analisados e não houve diferença significativa dos diâmetros médios entre as áreas em estudo ($F_{4,737}=0,37$; $p=0,83$). A simetria dos dados de diâmetro é equilibrada em todas as áreas com exceção no Cerrado Denso, com maior frequência de valores nos diâmetros abaixo de 20 cm (Figura 1.9 a).

O Cerrado Denso possui indivíduos adultos com maior altura média comparado ao Cerrado Típico-SR (LSD , $p<0,01$) e Cerrado Típico ($p<0,05$), mas não houve diferença significativa em relação aos Reunidos. Os valores de altura são simétricos em todas as áreas, com tendência a distribuição normal, com exceção no Cerrado Denso, onde predominam indivíduos de altura acima de 6 m. A altura foi o único parâmetro de crescimento analisado que apresentou diferenças entre as médias das áreas (Figura 1.9 b).

A área da copa dos indivíduos adultos é marcadamente assimétrica no Cerrado Denso, com maior frequência de valores abaixo da mediana (Figura 1.9 c). Não foram detectadas diferenças nos valores médios de área da copa entre as áreas amostradas ($F_{4,742}=0,46$; $p=0,76$).

População

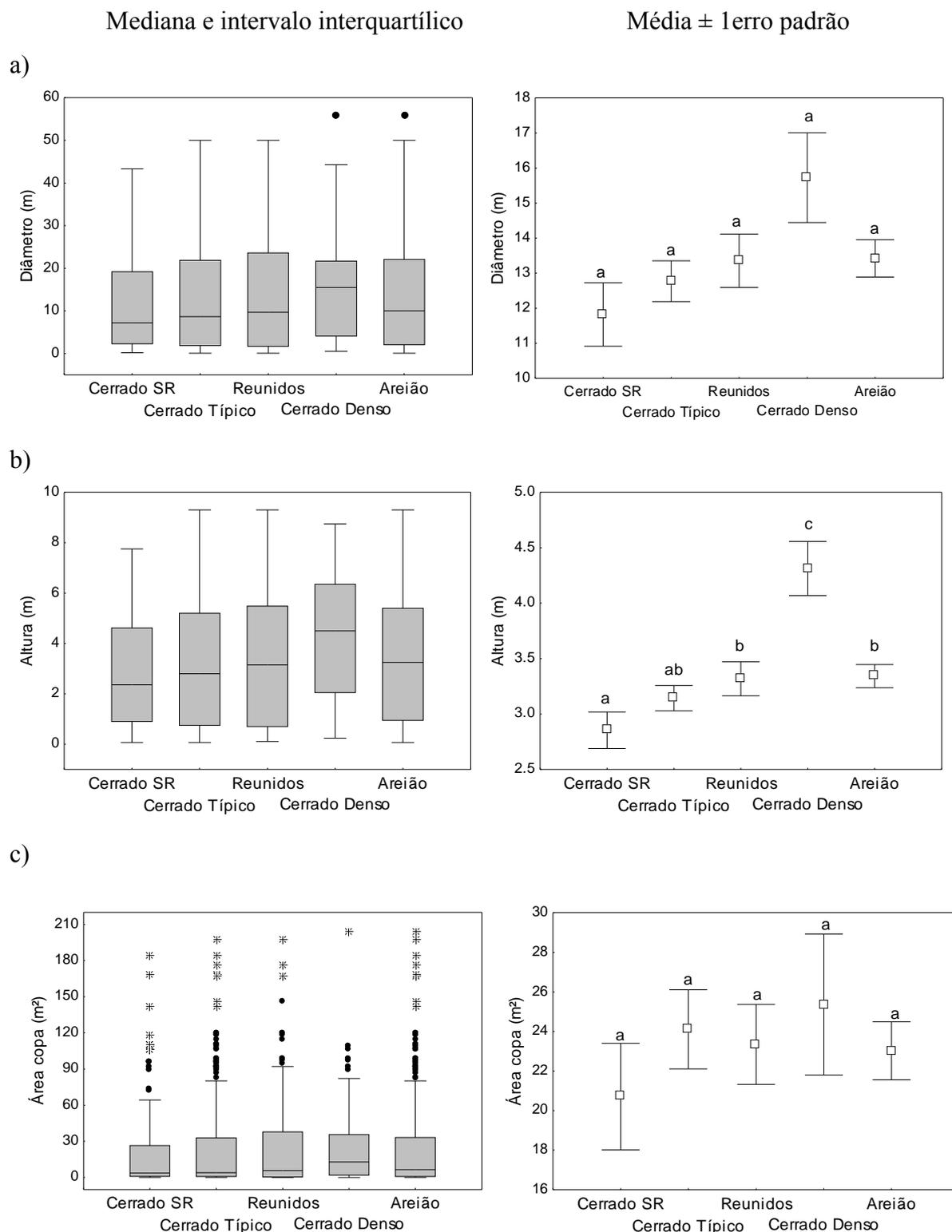


Figura 1.8. Diagramas box-plot de medianas e valores médios das variáveis diâmetro de caule (a), altura (b) e área da copa (c) dos indivíduos de *C. brasiliense* amostrados (n=541), em diferentes áreas na Chapada do Areião, Rio Pardo de Minas, MG. Letras diferentes acima das barras de erro padrão, indicam diferenças significativas pelo método $LSD_{(0,05)}$, ou diferenças mínimas significativas ($F_{4,1503}=6,07$; $p<0,001$). No box-plot são indicadas a mediana (linha horizontal), o intervalo interquartilico (barra), a amplitude de valores não outliers (linha vertical), os outliers (pontos) e os valores extremos (asteriscos).

Adultos, ≥ 10 cm (d_{30})

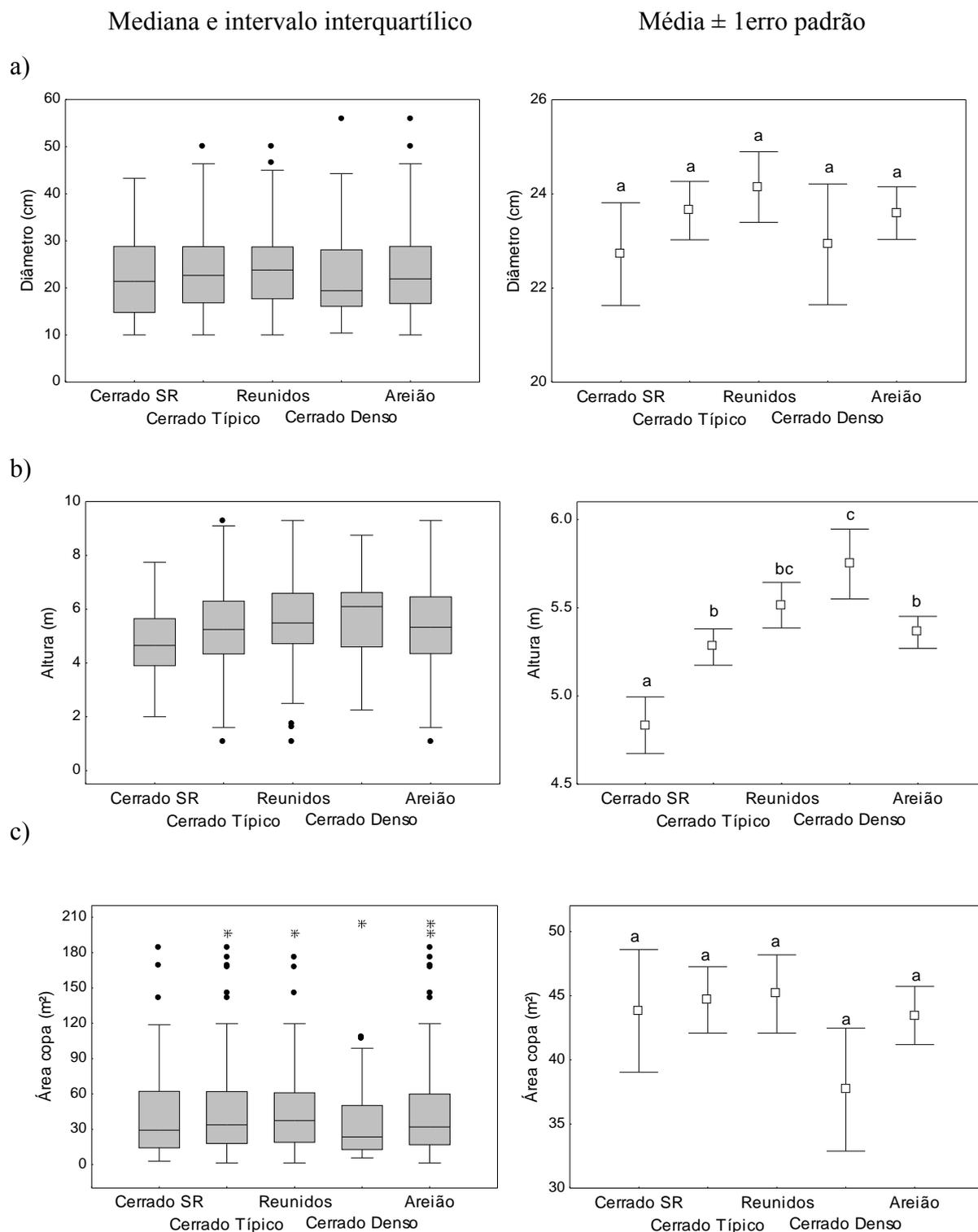


Figura 1.9. Diagramas box-plot de medianas e valores médios das variáveis diâmetro de caule (a), altura (b) e área da copa (c) dos indivíduos adultos de *C. brasiliense* (diâmetro ≥ 10 cm, $n=272$), amostrados em diferentes áreas na Chapada do Areião, Rio Pardo de Minas, MG. Letras diferentes acima das barras de erro padrão, indicam diferenças significativas de altura média pelo método $LSD_{(.05)}$, ou diferenças mínimas significativas ($F_{4,743}=3,78$; $p<0,01$). No box-plot são indicadas a mediana (linha horizontal), o intervalo interquartil (barra), a amplitude de valores não outliers (linha vertical), os outliers (pontos) e os valores extremos (asteriscos).

Estrutura Populacional

As distribuições de densidade de indivíduos por classes de diâmetro (Figura 1.10 a), foram significativamente diferentes entre o Cerrado Denso e as variantes de Cerrado Típico (K-S, $p < 0,05$; χ^2 , $p < 0,05$) e Cerrado Típico-SR (K-S, $p < 0,05$; χ^2 , $p < 0,01$). O ajuste ao modelo J ocorreu apenas para a distribuição do Cerrado Típico-SR (K-S, $p > 0,15$; χ^2 , $p = 0,08$), um indicativo de que nessa fisionomia a população de *C. brasiliense* possui características auto-regenerativas ou é estável.

O Cerrado Denso possui elevada densidade de indivíduos.ha⁻¹ com diâmetros entre 15 — 20 cm. Nesta fisionomia há baixa densidade de indivíduos nas primeiras classes de diâmetro em relação às demais, sendo que os infantes representam 17,6% do total de indivíduos e os jovens apenas 12,1%. Nos Reunidos existe alta densidade (indivíduos.ha⁻¹), com até 5 cm de diâmetro, sendo que nas classes seguintes a densidade se mantém praticamente constante.

Nenhuma distribuição de altura se ajustou ao modelo do J invertido, sendo que o menor ajuste foi entre a distribuição observada no Cerrado Denso (K-S, $p < 0,01$). Nas demais áreas, o Cerrado Denso possui maior densidade de indivíduos.ha⁻¹ para todas as classes de altura, exceto na primeira classe onde foi observado baixa densidade relativa das árvores de até um metro (Figura 1.10 b). A baixa densidade observada nas menores classes de diâmetro e altura, em relação às demais classes, pode indicar que no Cerrado Denso a população enfrenta problemas recentes de regeneração.

A densidade de indivíduos.ha⁻¹ por classe de altura foi maior nos Reunidos que no Cerrado Típico-SR (K-S, $p < 0,01$; χ^2 , $p < 0,01$), mas não entre o Cerrado Típico com e sem a inclusão dos Reunidos (K-S, $p > 0,15$; χ^2 , $p > 0,05$) e entre comparações pareadas do Cerrado Típico, Reunidos e Areião (K-S, $p > 0,15$, χ^2 , $p > 0,26$). As distribuições de densidade de indivíduos.ha⁻¹ para classes de área da copa nas diferentes áreas não apresentaram diferenças significativas (K-S, duas amostras, $p > 0,10$; χ^2 , $p > 0,25$). Apenas a distribuição observada no Cerrado Denso apresentou ajuste à distribuição esperada para um modelo J invertido (K-S, uma amostra, $p > 0,10$; χ^2 , $p > 0,29$).

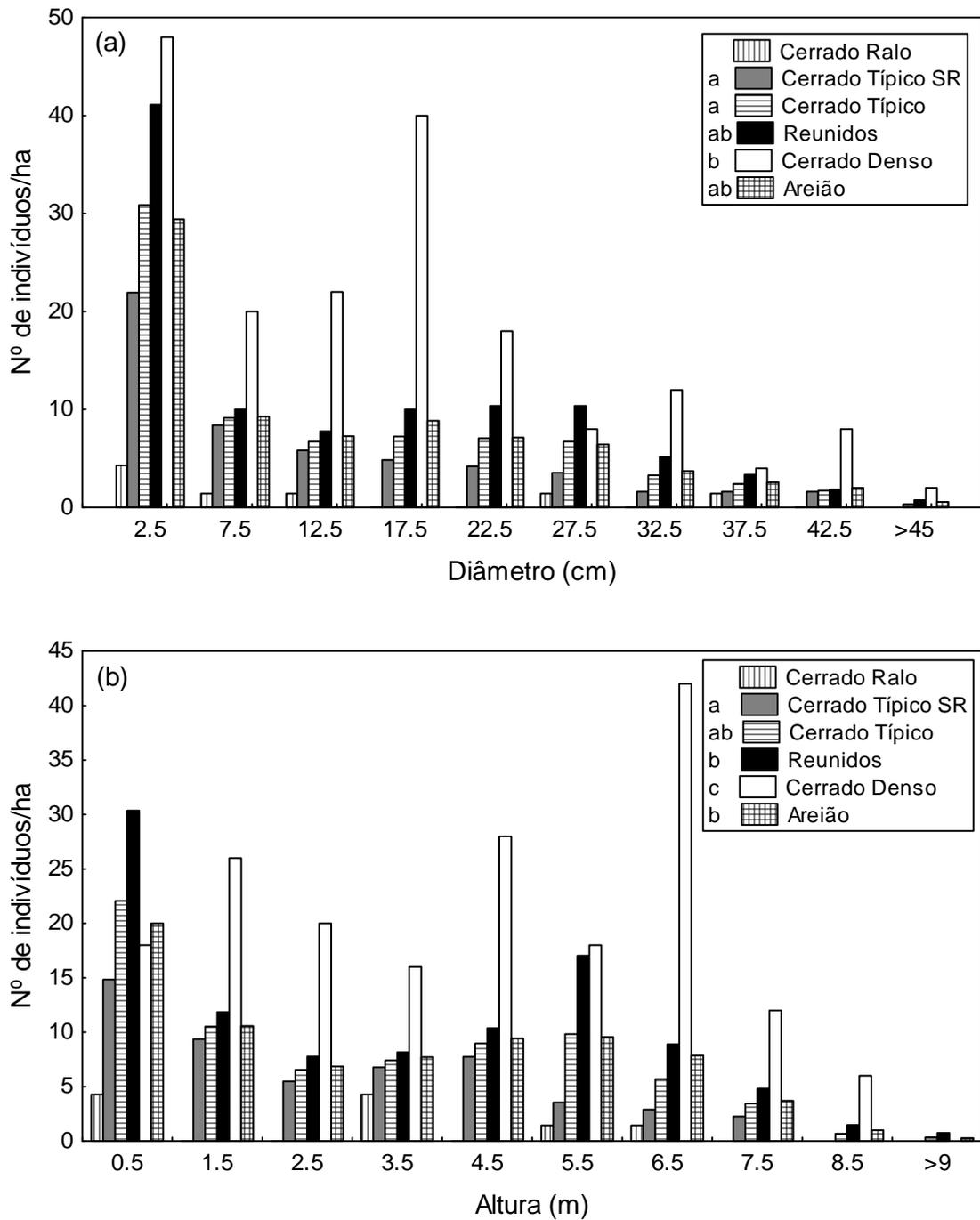


Figura 1.10. Distribuição de densidade dos indivíduos em classes de diâmetro do caule (a) e altura (b) para indivíduos de *C. brasiliense* amostrados em três fitofisionomias, Cerrado Ralo, Cerrado Típico e Cerrado Denso, em 2008, na Chapada do Areião, Rio Pardo de Minas, MG. As áreas denominadas ‘Reunidos’ são locais onde os extrativistas relatam uma maior densidade de árvores adultas. O Cerrado Típico SR abrange as áreas de Cerrado Típico adjacentes aos Reunidos. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as distribuições (Kolmogorov-Smirnov, duas amostras, $p < 0,05$; χ^2 , $p < 0,05$). Os valores no eixo X representam os pontos médios das classes de tamanho.

Análises de Correlações entre Parâmetros Populacionais

Há correlações lineares positivas e significativas ($p < 0,05$) entre todos os parâmetros de crescimento, considerando os dados separados por fisionomias e agrupados para a área de estudo como um todo. A relação mais expressiva foi obtida na regressão (Figura 1.11) entre o diâmetro do caule e área da copa ($F_{2,259}=351,9$; $p < 0,0001$; $r^2=0,73$).

Produção de Frutos

Não foi detectada diferença significativa ($t=1,40$; $p=0,164$) na produção média de frutos.ind⁻¹ entre 2007 ($118 \pm 10,9$; $n=100$) e 2008 ($99,8 \pm 8,7$; $n=127$). A produção média de frutos por indivíduo nas fisionomias variou de $75,7 \pm 20,9$ no Cerrado Típico, $112,3 \pm 35,5$ no Cerrado Ralo, $105,0 \pm 17,0$ no Cerrado Denso e $101,8 \pm 11,8$ nos Reunidos, mas as diferenças não são significativas ($F_{3,119}=0,48$; $p=0,70$). Em relação aos parâmetros de crescimento, não foram detectadas diferenças entre o diâmetro médio do caule (Kruskal Wallis $H=4,96$; $p=0,42$) e área da copa ($H=4,86$; $p=0,43$), dos indivíduos marcados para observação da produtividade nas diferentes áreas.

Uma regressão múltipla (stepwise) foi utilizada para prever a produção de frutos a partir dos parâmetros diâmetro, altura e área da copa dos indivíduos observados na safra de 2007. A análise de variância foi significativa ($F_{3,92}=26,3$; $p < 0,001$; $r^2=0,44$), sendo que a área da copa é a variável que melhor explica a produção de frutos (Figura 1.12). Houve ampla variação na produção de frutos de um mesmo indivíduo entre os dois anos. De 100 indivíduos observados em 2007, apenas 9 apresentaram produção similar na safra de 2008 (com variação máxima de 10%). Em 56 indivíduos a produção variou mais de 50% entre as safras e 3 indivíduos que estavam reproduzindo em 2007 não reproduziram em 2008.

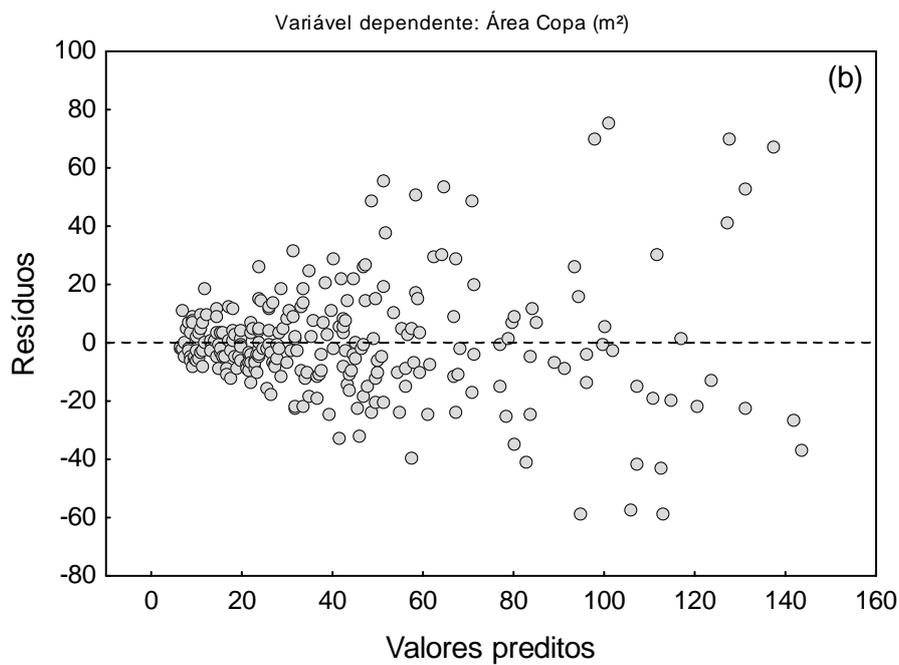
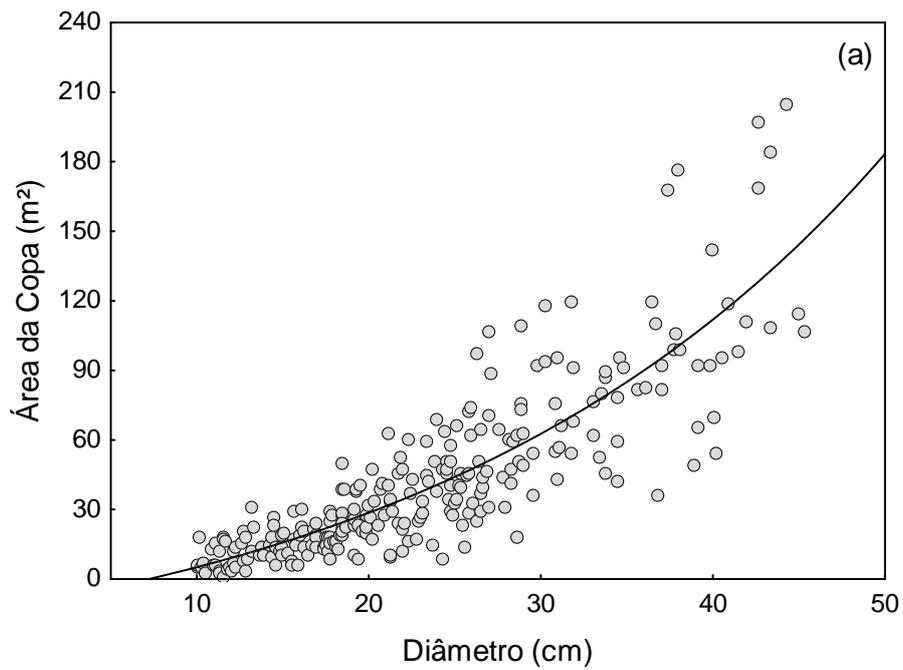


Figura 1.11. Regressão polinomial quadrática (a) entre a área da copa e o diâmetro do caule (d30) de indivíduos adultos de *C. brasiliense*, na Chapada do Areião, Rio Pardo de Minas, MG ($F_{2,259}=351,9$; $p<0,0001$; $r^2=0,73$; $n=262$; equação: $y=-1,2+0,09x+0,07x^2$); (b) diagrama entre os valores de área da copa preditos pela equação e os resíduos com relação aos valores observados.

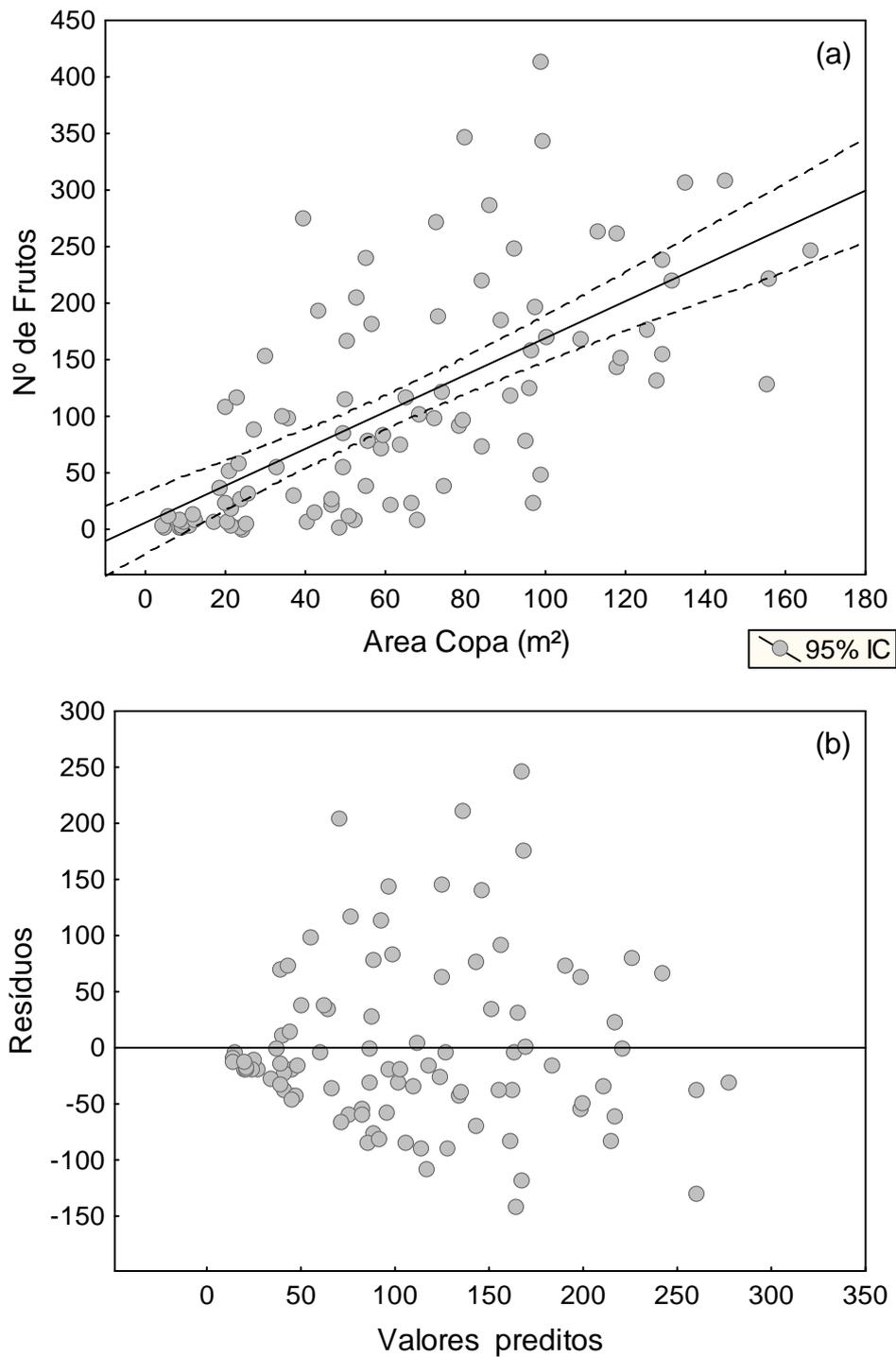


Figura 1.12. Regressão linear simples (a) entre a área da copa e a produção de frutos de *C. brasiliense*, na Chapada do Areião, Rio Pardo de Minas, MG ($F_{1,94}=75,3$; $p<0,0001$; $r^2=0,44$; $n=96$), equação: $y=6,1+1,6x$; (b) Representação dos valores preditos e dos resíduos em relação aos valores observados. Os resíduos fornecem uma idéia do erro de estimação ou o que não é explicado pelo modelo.

Os indivíduos maiores potencialmente possuem maior quantidade de recursos para manter uma produção mais expressiva que os menores. Essa relação ficou mais evidente analisando a produtividade em relação às classes de diâmetro, que é um parâmetro com maior praticidade de mensuração. A produtividade média por indivíduos é maior conforme o aumento das classes de diâmetro do caule (Kruskal Wallis, $H=46,2-54,8$; $p<0,0001$), com o auge reprodutivo ocorrendo em indivíduos com mais de 26 cm (Figura 1.13).

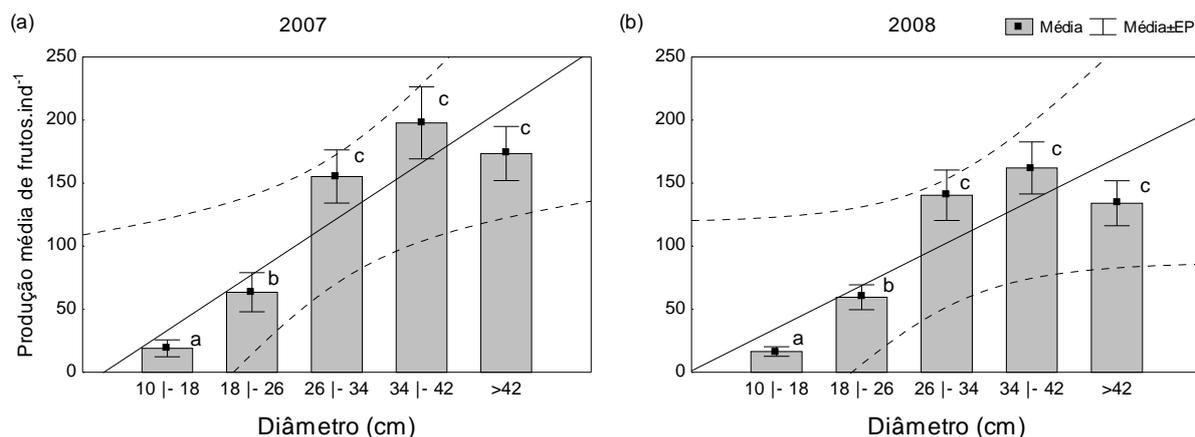


Figura 1.13. Produtividade de frutos.ind-1 (média \pm erro padrão) em classes de diâmetro de caule (d_{30}), dos indivíduos adultos de *C. brasiliense*, na Chapada do Aracião em Rio Pardo de Minas, MG. (a) safra de 2007, $n=100$; (b) safra de 2008, $n=127$. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas entre a produção média de frutos.ind-1 nas classes de diâmetro (Kruskal-Wallis $H= 46,2-54,8$; $p<0,0001$; Student-Newman-Keuls $p<0,05$ em 2007, $n=99$ e $p<0,01$ em 2008, $n=122$). A regressão linear foi ajustada entre os valores de diâmetro médio de cada classe e a média de frutos em 2007 ($F_{1,3}=27,9$; $p=0,01$; $r^2=0,87$; $n=5$; equação: $y= -64,0+6,4x$) e 2008 ($F_{1,3}=14,7$; $p<0,05$; $r^2=0,77$; $n=5$; equação: $y= -40,8+4,9x$).

O número de putâmens por fruto variou de um a quatro ($\bar{x}=1,5\pm0,05$; $n=181$). A maior parte dos frutos (68,2%) contém apenas um, 25,1% dois, 4,3% três e 2,4% quatro putâmens. Em campo foi observado um único fruto com cinco putâmens. A predação de putâmens por lagarta (Lepdoptera), que penetra no fruto até a semente, onde alimenta-se do embrião, foi estimada em 5%.

Germinação e predação de putâmens

A germinação em campo foi lenta e pouco expressiva, com percentual acumulado de 1,65%, após 314 dias de plantio, sendo que apenas no tratamento de putâmens enterrados ocorreu germinação. Do total de 150 putâmens enterrados, 19% foram removidos pela fauna, valor descontado no cálculo da taxa de germinação. No tratamento em que os putâmens ficaram expostos e disponíveis para fauna, o consumo acumulado foi de 54,7% após 314 dias (Figura 1.14).

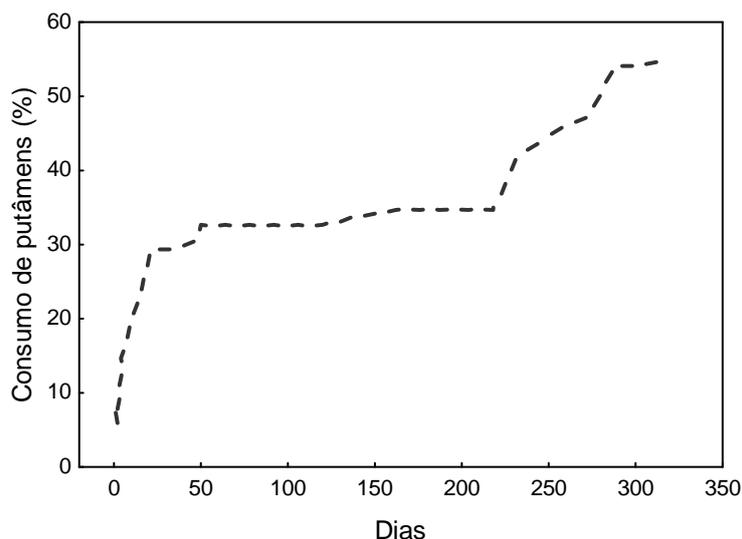


Figura 1.14. Consumo percentual acumulado dos putâmens de *C. brasiliense* removidos pela fauna (n=150) na Chapada do Areião, Rio Pardo de Minas, MG.

Dinâmica Populacional

A mortalidade foi maior entre os jovens e o crescimento maior no estágio pré-adulto (Tabela 1.2). Apenas um indivíduo adulto morreu no período avaliado e a mortalidade estimada para o estágio pré-adulto foi 1,7%. O incremento médio de diâmetro foi dependente do tamanho (Kruskal Wallis, $H=16,42$; $p<0,001$), sendo menor para o estágio infante de acordo com o teste de Dunn ($p<0,05$). Os valores máximos de incremento observados nos estágios infante, juvenil, pré-adulto e adulto foram, respectivamente, 2 cm.ano^{-1} , $1,4 \text{ cm.ano}^{-1}$, $2,5 \text{ cm.ano}^{-1}$ e $2,8 \text{ cm.ano}^{-1}$.

Tabela 1.2. Estimativas das taxas anuais para os parâmetros de dinâmica populacional (sobrevivência, mortalidade, transição de classe e regressão de classe), incremento diamétrico anual e recrutas por indivíduo adulto de *C. brasiliense*. Os dados foram obtidos em inventários nas fisionomias de Cerrado Ralo, Cerrado Típico e nos Reunidos em julho de 2007 e 2008.

Parâmetros	Estágios de vida			
	Infante	Jovem	Pré-adulto	Adulto
Taxa de sobrevivência	0,93	0,79	0,71	0,99
Taxa de mortalidade	0,02	0,06	0,01	0,01
Taxa de progressão	0,05	0,03	0,24	0
Taxa de retrocesso	0	0,12	0,06	0
Incremento médio diâmetro.ano ⁻¹ (cm)	0,17	0,35	0,80	0,60
Número médio de recrutas.ind. adulto ⁻¹	-	-	-	0,09

Modelo de Matriz

A matriz de transição considerando o parâmetro fecundidade observado em campo igual a 0,09 (estimado como a proporção de novos recrutas por indivíduo adulto), resultou em uma taxa de crescimento negativa, com $\lambda=0,997$ (Tabela 1.3).

Tabela 1.3. Matriz de transição calculada a partir dos parâmetros demográficos observados entre os anos de 2007-2008 na população de *C. brasiliense* na Chapada do Areião, Rio Pardo de Minas, MG.

	Infante	Jovem	Pré-adulto	Adulto
Infante	0,87	0,12	0,02	0,09
Jovem	0,06	0,72	0,06	0
Pré-adulto	0	0,07	0,52	0
Adulto	0	0	0,19	0,99

A fecundidade máxima do estágio adulto foi estimada em 1,53 a partir dos dados de frutificação média.ind⁻¹, putâmens.fruto⁻¹, predação dos embriões e taxa de germinação. Esse valor representa o potencial máximo de contribuição de um indivíduo adulto para o recrutamento, considerando a situação hipotética onde nenhum putâmen é removido da população. O efeito do extrativismo foi simulado por meio de alterações nesse valor, com sucessivos decréscimos na proporção de sementes disponíveis para germinação. A análise indicou que a exploração de 91% dos putâmens não compromete o crescimento populacional ($\lambda=1$), sendo equivalente ao regime máximo de coleta sustentável, sem prejuízos à população (Figura 1.15).

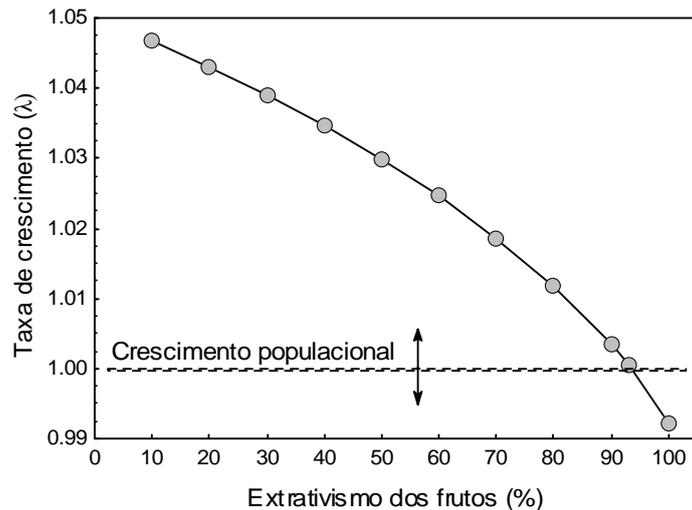


Figura 1.15. Simulações do efeito de diferentes intensidades de extrativismo dos frutos na taxa intrínseca de crescimento populacional (λ) de *C. brasiliense*. O crescimento populacional é positivo ou estável ($\lambda \geq 1$) em regimes de extrativismo com a retirada de no máximo 91% dos frutos.

A estrutura populacional observada para os estágios de vida difere significativamente ($\chi^2=46,7-57,9$ gl=3, $p<0,0001$) da distribuição estável predita pela matriz e da distribuição estável segundo o modelo considerando o regime extrativista de 91% dos frutos (Figura 1.16).

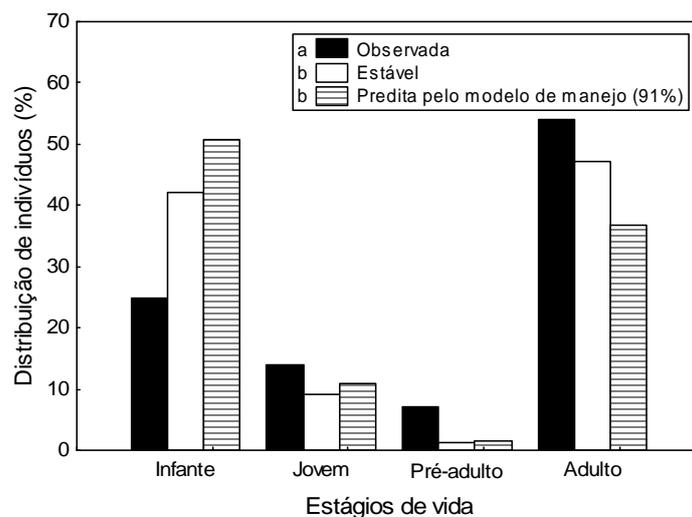


Figura 1.16. Distribuições da freqüência de indivíduos nos estágios de vida; As letras diferentes indicam diferenças significativas entre a distribuição observada e a distribuição estável predita pelas matrizes ($\chi^2=46,7-57,9$ gl=3, $p<0,0001$).

A análise de elasticidade indicou que a sobrevivência com permanência no mesmo estágio (S) influencia de forma marcante o valor de λ . Na medida em que a intensidade de extrativismo aumenta, a sobrevivência dos indivíduos adultos contribui progressivamente mais com o λ (Figura 1.17 a) Entre os processos demográficos considerados, o retrocesso (R) e a fecundidade (F) possuem menores influencias no valor de λ , em todas as simulações, bem como para a matriz que inclui a fecundidade observada em campo.

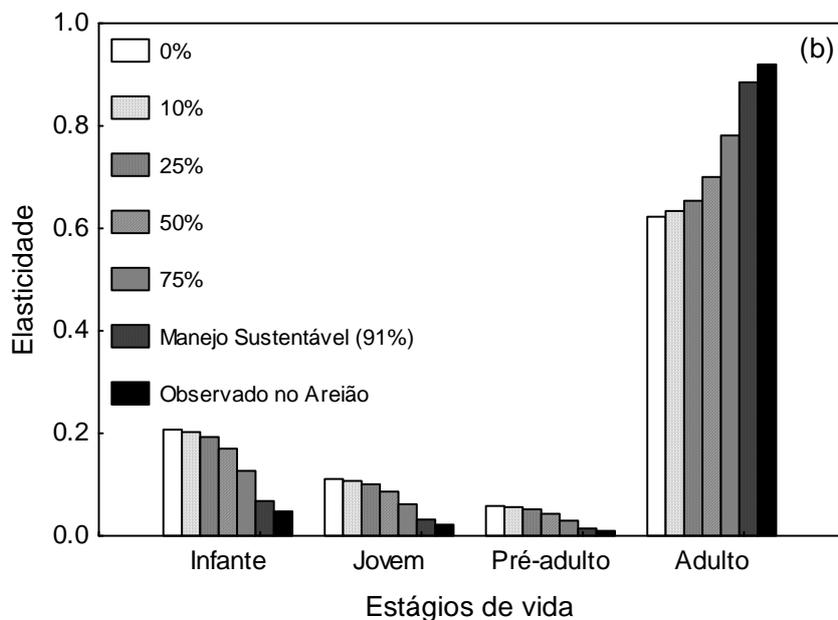
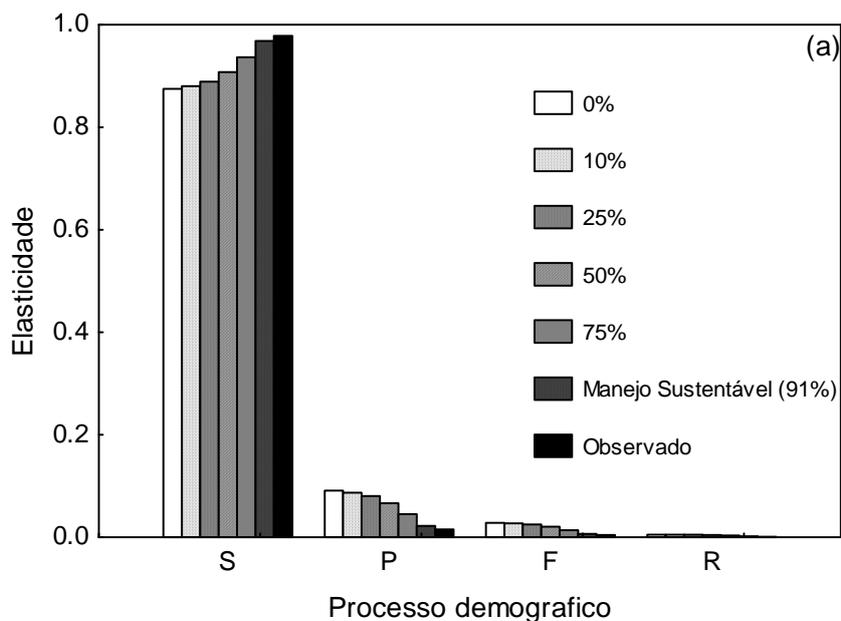


Figura 1.17. Soma dos valores de elasticidade: (a) para quatro processos demográficos, sobrevivência com permanência no estágio (S), progressão (P), fecundidade (F) e retrocesso (R); (b) elasticidade para cada estágio de vida (infante, jovem, pré-adulto e adulto) de *C. brasiliense*, calculados a partir de matriz de transição para os anos 2007-2008. As simulações dos diferentes regimes de extrativismo dos frutos (0-91%) foram feitas através de alterações na estimativa da fecundidade máxima potencial. A análise de elasticidade para os processos demográficos e estágios de vida de *C. brasiliense* no Areião, foi feita a partir da fecundidade observada em campo.

O aumento do extrativismo implica em maior contribuição do estágio adulto ao λ e menor influência dos estágios de menor tamanho para manutenção do crescimento populacional (Figura 1.17 b). A matriz de elasticidade baseada na fecundidade observada em campo, indica que a sobrevivência dos adultos representa 91,5% de λ .

O estágio adulto representa um ponto crítico na história de vida da espécie, possivelmente pelo longo tempo de permanência dos indivíduos nesse estágio. O corte desses indivíduos é proibido pela legislação do Estado de Minas Gerais (Lei 10883/92) e pela Portaria do IBAMA n.113, 29 dezembro de 1995 (Art. 16), porém uma prática comum é a retirada da vegetação, poupando-se os indivíduos adultos de *C. brasiliense*, que ficam isolados em um ambiente completamente modificado. Esse tipo de prática é comum na região de estudo, principalmente pela ação de carvoarias e no preparo da terra para plantios florestais homogêneos. Não se conhece ao certo o impacto que tais modificações ambientais causam às taxas de sobrevivência dos indivíduos adultos remanescentes e as consequências para o crescimento e manutenção da população.

Alguns cenários com projeções da estrutura populacional para o tempo futuro foram simulados através da matriz de transição. Em um dos cenários é utilizada a fecundidade máxima estimada, considerando o regime de 91% de extrativismo dos putâmens, que mantém a estabilidade da população ao longo do tempo (Figura 1.18 a). Outro cenário utiliza a matriz de transição com a fecundidade observada em campo, com conseqüente declínio populacional (Figura 1.18 b). A partir dessa matriz, foram feitas três projeções considerando alterações no parâmetro sobrevivência, simulando taxas de mortalidade de 2, 5 e 10% para os indivíduos adultos, resultando em drásticos decréscimos populacionais, com as respectivas taxas de crescimento (λ) 0,997, 0,961 e 0,933 (Figura 1.18 c, d, e).

O consumo de putâmens pela fauna foi avaliado em conjunto com o modelo de extrativismo racional, onde a retirada de putâmens não deve ser superior a 91%. Como o consumo de putâmens pela fauna foi estimado em 54,7%, a coleta por parte dos extrativistas não poderia passar de 36,3% do total produzido no Areião, para não haver prejuízos para o crescimento populacional nem para a fauna. Essa estimativa é conservadora, porque assume que os putâmes consumidos são retirados da população, sendo desconsiderada a probabilidade de germinação após a dispersão pela fauna e a eventual contribuição para a regeneração da população.

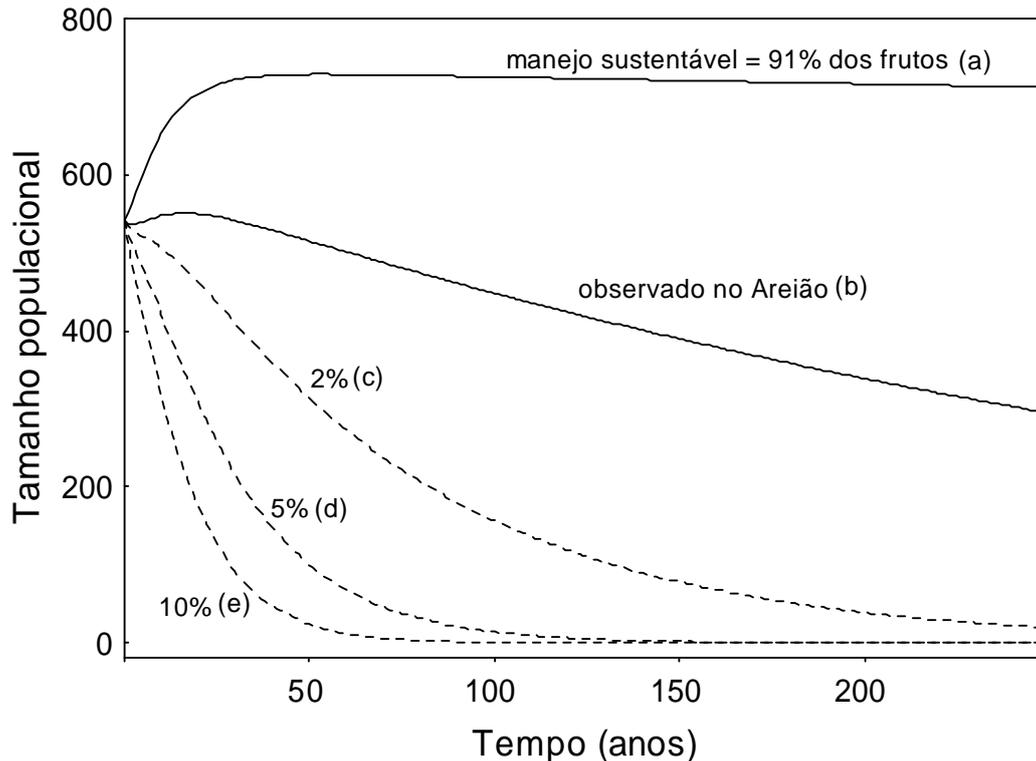


Figura 1.18. Projeções para o crescimento populacional no tempo futuro calculadas a partir da dinâmica populacional de *C. brasiliense*, na Chapada do Areião, entre 2007 e 2008; (a) projeção feita a partir da matriz de transição com o parâmetro fecundidade estimado (potencial reprodutivo máximo de um adulto), considerando o regime de extrativismo sustentável (91% de retirada dos frutos), que não compromete o crescimento populacional ($\lambda=1$); (b) projeção feita a partir de matriz de transição considerando o parâmetro fecundidade como a taxa anual de regeneração observada em campo (novas plântulas.ind adulto⁻¹); (c, d, e) cenários feitos a partir da matriz considerando a fecundidade observada em campo, mas com sucessivos aumentos (2, 5 e 10%) na mortalidade anual dos indivíduos adultos.

DISCUSSÃO

O período de apenas um ano entre os dois inventários serve como possível indicativo de tendência, para uma melhor compreensão da estrutura e dinâmica da população de *C. brasiliense*. Apesar das limitações do modelo determinístico, as simulações sugerem como a taxa de crescimento populacional responde ao extrativismo de frutos.

Demografia

O principal remanescente de Cerrado sentido restrito da região, no núcleo da Chapada do Areião, possui aproximadamente 623,3 hectares e se encontra em relevante estado de conservação. Outros estudos já destacaram a importância sócio-ambiental da vegetação nessa área (Correia, 2005; Silva, 2006; Toledo, 2007). As subdivisões de Cerrado Ralo, Típico e Denso refletem variações na forma dos agrupamentos e espaçamento entre os indivíduos lenhosos, seguindo um gradiente de densidade decrescente do Cerrado Denso ao Cerrado Ralo (Ribeiro & Walter, 2008). Esse gradiente foi significativo para o estágio adulto de *C.*

brasiliense entre esses subtipos fitofisionômicos no Areião. Os Reunidos possuem o dobro da densidade de adultos comparado ao Cerrado Típico adjacente e metade da densidade em relação ao Cerrado Denso (Figura 1.7). Dessa forma, a percepção dos extrativistas sobre uma maior abundância de indivíduos nos Reunidos se confirma em relação ao cerrado adjacente, mas não quando comparado ao Cerrado Denso. A abundância de *C. brasiliense* no Areião, principalmente no Cerrado Denso e nos Reunidos é elevada, mesmo quando comparada com outras regiões geográficas. Em diferentes regiões do Brasil central, a densidade de *C. brasiliense* variou de 12-48 ind.ha⁻¹ (Felfili, *et al.*, 1994) e na Fazenda Água Limpa-DF, 59,12 ind.ha⁻¹ ($d_{30} > 5$ cm) em Cerrado *s.s.* (Oliveira, 2006a).

De uma forma geral, entre os fatores ambientais que influenciam a estrutura e distribuição espacial dos indivíduos, destacam-se, as condições edáficas, pH, saturação de alumínio, fertilidade, condições hídricas, profundidade do solo, frequência e intensidade de queimadas, bem como histórico das ações antrópicas (Ribeiro & Walter, 1998; Hoffmann & Moreira, 2002). O padrão agregado encontrado para a espécie em estudo pode refletir à heterogeneidade ambiental e as interações entre esses fatores. Também pode refletir características biológicas da própria espécie, os limites de dispersão ou a capacidade de se propagar vegetativamente (Chapman, 1976). Os frutos e putâmens são grandes e pesados, com síndrome de dispersão zoocórica, características que contribuem para manter um padrão agregado, com indivíduos pequenos regenerando nas proximidades da planta matriz.

A estrutura populacional em classes de diâmetro é significativamente diferente entre o Cerrado Denso e o Cerrado Típico (Figura 1.10 a). Os adultos com tamanhos intermediários representam a maior parte dos indivíduos no Cerrado Denso, sendo que os infantes e jovens são proporcionalmente menos numerosos. Nos Reunidos foi encontrada a maior proporção de indivíduos pequenos. No Cerrado Típico - SR a estrutura populacional é a mais equilibrada, com diminuição constante do número de indivíduos nas maiores classes de diâmetro. Esse equilíbrio populacional pode ser em virtude de ação extrativista, menos intensa, devido a menor densidade de árvores adultas e maior distância em relação às trilhas principais. A área também pode sofrer menor pressão de pastoreio, uma vez que os cochos, para alimentação do gado, estão nas áreas de Cerrado Ralo.

Produtividade

No Areião não foi detectada variação na produção média de frutos entre 2007 e 2008, mas em metade dos indivíduos houve variação de mais de 50% (produção individual) entre as safras. Da mesma forma, em outra localidade na região norte de Minas Gerais, a produtividade foi avaliada durante três safras, não sendo encontrada variação da produção

média de frutos entre as estações reprodutivas, mas variação na produção em um mesmo indivíduo (Araujo, 1994). Assim como no DF (Zardo, 2008), Heringer observou de forma genérica, em Minas Gerais, que não existe uniformidade na produção anual de frutos (Heringer, 1970). No Estado do Mato Grosso foi encontrada uma árvore com frutos sem espinhos no endocarpo, com ampla variação na produção de frutos, sendo observado 500 frutos em uma safra e apenas 30 frutos na safra seguinte (Kerr, *et al.*, 2007).

A área da copa explica 44% da variação do número de frutos produzidos, portanto, outros fatores que não foram avaliados como a riqueza e abundância de polinizadores, nutrientes do solo, profundidade do lençol freático e pluviosidade anual podem ser determinantes. Os indivíduos adultos com diâmetros de caule acima de 26 cm produzem duas vezes mais frutos que aqueles de menor diâmetro (Figura 1.13). As árvores maiores potencialmente possuem mais recursos para manter uma produção mais expressiva.

A frequência de adultos reproduzindo na população não foi comparada entre as áreas ou entre os anos, nem avaliada em relação às classes de tamanho. No sudeste de Goiás foi constatada maior frutificação em indivíduos com diâmetros entre 8 e 22 cm e a maioria das plantas sem frutos possui diâmetro menor que 11 cm (Santana & Naves, 2003).

Os extrativistas locais relatam que em anos com chuvas mais intensas a produção de frutos é menor, pois a chuva provoca queda de flores. Porém, em uma área de cerrado no Distrito Federal a taxa frutos/flores em 74 indivíduos foi de apenas 3,1% e não houve correlação significativa entre a produção total de flores por indivíduo e o conjunto de frutos produzidos (Gribel & Hay, 1993). Como os frutos são grandes, carnosos e pesados a quantidade de reservas armazenadas no indivíduo entre as safras pode limitar a produção. Mesmo quando a produção inicial de frutos é grande, ocorre neutralização, possivelmente devido à competição por recursos entre os frutos em desenvolvimento levando ao subsequente aborto (Oliveira, 1997). Em relação ao sistema de polinização, a espécie é auto-compatível, mas a ação dos visitantes florais, principalmente morcegos, é responsável pela maior parte da reprodução, resultando em até quatro vezes mais frutos e sementes que a auto-polinização. Portanto, o conjunto de frutos e sementes também pode ser limitado pela atividade dos polinizadores (Gribel & Hay, 1993). O número médio de putâmens por fruto observado no Areião é semelhante ao encontrado em outras localidades (Barradas, 1972; Gribel & Hay, 1993; Araujo, 1994).

Germinação

A taxa de germinação (1,65%) estimada no Areião foi muito baixa. Os putâmens usados no experimento não foram selecionados, pois o objetivo foi avaliar a taxa de germinação da população. O plantio foi feito no início de fevereiro, último terço da estação chuvosa e, assim, os putâmens receberam pouca chuva. Em parte, a inexpressiva germinação observada é explicada por esse fator, principalmente quando comparada a outros trabalhos. A espécie possui germinação irregular e lenta, tanto em condições naturais, quanto em viveiro, sendo relatada a existência de inibidores de germinação (Melo, 1987; Araujo, 1994; Carvalho, *et al.*, 1994; Melo & Gonçalves, 2001; Oliveira, *et al.*, 2002; Pereira, *et al.*, 2004). As espécies que produzem frutos no final da estação chuvosa devem possuir plântulas com capacidade de tolerar a estação seca, ou possuir processos inibitórios que possibilitem a germinação na estação chuvosa seguinte (Oliveira, 2008).

Trabalho de Zardo (2008) verificou que a taxa de germinação na em condições naturais variou de 13% (putâmens obtidos na FAL-DF) a 17%, para putâmens adquiridos em feiras livres onde os comerciantes geralmente fazem a seleção para venda (Zardo, 2008). Testes com tetrazólio para verificar a viabilidade dos putâmens antes da semeadura, indicaram somente 35% de viabilidade, sendo que 30% estavam deteriorados (Oliveira, *et al.*, 2002). A taxa de germinação em viveiro é variável, 3,5% (Pereira, *et al.*, 2004) e 8-14,7% (Melo, 1987). Testes em casa de vegetação ou viveiro procuram avaliar a taxa de germinação em resposta a tratamentos, e normalmente é realizada a seleção dos putâmens saudáveis e descarte daqueles aparentemente inviáveis. A variabilidade de putâmens utilizados nesses experimentos também deve ser considerada, pois a germinação varia entre populações de diferentes regiões e entre plantas matrizes de uma mesma população (Pereira, *et al.*, 2004).

Dinâmica

A fecundidade e sobrevivência são dependentes do tamanho dos indivíduos, com maior mortalidade nos estágios infante e jovem (Tabela 1.2). A taxa de crescimento populacional estimada a partir da fecundidade observada na população indica declínio populacional ($\lambda < 1$). Em revisão de literatura sobre efeitos ecológicos do extrativismo, foi encontrado que a maior parte dos estudos (66%) reporta impactos negativos, mas os autores afirmam que detectar se o efeito é devido ao extrativismo exige desenhos experimentais rigorosos (Neumann & Hirsch, 2000). Na construção da matriz foram utilizadas as probabilidades de transição considerando apenas um intervalo anual entre as avaliações, sendo comum a ocorrência de variações demográficas naturais, o que exige maior tempo de acompanhamento da dinâmica populacional. Não foi feito delineamento experimental para

separar o efeito do extrativismo de outros fatores, como incidência de fogo e presença do gado. Portanto mesmo que o declínio populacional seja consistente, não pode ser atribuído exclusivamente à coleta de frutos.

A análise de elasticidade (Figura 1.17) indicou que a sobrevivência (com permanência no mesmo estágio), em especial para o estágio adulto, possui a maior contribuição funcional para a taxa de crescimento populacional, em todas as simulações e principalmente nos regimes mais intensos de extrativismo. As simulações no aumento de mortalidade dos adultos implicam em cenários de redução das taxas de crescimento populacional, comprometendo a permanência da população (Figura 1.18).

A fecundidade e o retrocesso de estágio possuem pouca influência sobre o crescimento populacional. O estágio adulto é crítico na história de vida da espécie, com forte influência no crescimento populacional, possivelmente devido à capacidade de sobrevivência, ao longo período de crescimento vegetativo e ao ciclo de vida com vários eventos reprodutivos. Este padrão é encontrado em espécies de florestas tropicais como palmeiras de vida longa e árvores de dossel. Em contraste, as espécies de vida curta, ou espécies pioneiras, possuem maior elasticidade de λ nas transições entre os estágios de vida de menor tamanho (plântulas, infantes e jovens) e na fecundidade (Alvarez-Buylla, *et al.*, 1996). Em uma população de *C. brasiliense* isenta de perturbações antrópicas, a sobrevivência e a tendência dos adultos em permanecer na mesma classe, também foram as características mais importantes para o crescimento populacional (Zardo, 2008).

Em populações de espécies perenes com propagação vegetativa, os indivíduos adultos são em geral mais numerosos, e o recrutamento por meio de plântulas pode ser reduzido nas populações em ambientes adversos (Ghimire, *et al.*, 2008). Eventos de fogo, frequentes na Chapada do Areião, podem afetar o recrutamento das plântulas e estimular as rebrotas. As espécies de vida longa que investem em sobrevivência ou capacidade de rebrota tendem a possuir menos sementes ou plântulas, com crescimento mais lento que as espécies sem capacidade de rebrota (Bond & Midgley, 2001).

A população de *C. brasiliense* tolera um regime de extrativismo elevado (91%), mas as simulações indicaram que apesar da fecundidade contribuir pouco com o crescimento populacional, a superexploração dos frutos afeta negativamente a dinâmica populacional. O efeito do extrativismo na população depende do regime de coleta (frequência e intensidade), das condições ambientais e da capacidade dos indivíduos para sobreviver e reproduzir após os eventos de extrativismo (Ticktin, 2004). Nas espécies de crescimento lento, vida longa, com capacidade de rebrota, o baixo recrutamento e baixa fecundidade podem diminuir a capacidade de recuperação da população após eventos de extrativismo (Raimondo &

Donaldson, 2003). Em contraste, algumas espécies herbáceas de crescimento rápido, possuem alta capacidade de recuperação por meio de propagação vegetativa (Ticktin & Nantel, 2004). *C. brasiliense* possui tolerância às queimadas, com considerável capacidade de rebrota após a passagem do fogo (Armando, 1994; Sato, 1996), mas ainda não é compreendido como o pastoreio, desmatamento e outras atividades humanas afetam o estabelecimento de plântulas e rebrotas.

Implicações para o extrativismo sustentável

As análises sugerem que para não haver comprometimento do crescimento populacional, não devem ser retirados mais de 91% do total de putâmens, mas quando considerando o consumo de putâmens pela fauna, o extrativismo não deve exceder a 36,3% do total de frutos. Entretanto, muitos animais que consomem os frutos atuam como dispersores e podem facilitar a quebra de dormência da semente, contribuindo com a germinação (Melo, 1987). Portanto, essa estimativa para o extrativismo sustentável de frutos é conservativa, somado ao fato de que o extrativismo não ocorre com a mesma intensidade todos os anos, e que também não foi levado em consideração nas simulações.

Peres *et al.* (2003) sugerem que a estrutura espacial do extrativismo pode ser organizada com base em ciclos supra-anuais para facilitar pulsos de recrutamento, diminuindo a pressão extrativista pela rotação anual de áreas de coleta e de áreas livres do extrativismo. Essa estratégia pode aumentar o estoque no banco de sementes e a disponibilidade do recurso para predadores naturais e agentes de dispersão, que facilitem o recrutamento de plântulas (Peres, *et al.*, 2003). O Cerrado Típico possui a maior área entre as fitofisionomias, é onde deveriam ser consideradas estratégias de zoneamento, principalmente em relação aos eventos de fogo associados ao pastoreio e a demarcação de locais onde a intensidade de extrativismo possa ser modulada entre os anos.

A taxa de crescimento populacional de *C. brasiliense* é extremamente sensível à mortalidade dos adultos. Essa sensibilidade pode ser atribuída ao recrutamento pouco expressivo, alta mortalidade dos infantes e jovens e uma baixa fecundidade. Na Chapada do Areião os pequizeiros são de grande porte e ocorrem em alta densidade, por isso o manejo da população deve envolver estratégias que assegurem a sobrevivência desses indivíduos.

Estudos mais precisos, de longo prazo, devem fornecer dados sobre a dinâmica populacional, com subsídios para definir com mais acurácia o potencial de extrativismo sustentável e avaliar a necessidade de plantios de enriquecimento e adensamento.

CAPÍTULO 2

Extrativismo do Pequi no Norte de Minas: estudo de caso na Comunidade de Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG



INTRODUÇÃO

O Cerrado é um bioma que possui elevado potencial de produtos não madeireiros, com grande número de plantas identificadas como fontes de alimentos, substâncias medicinais, plantas melíferas e ornamentais (Almeida, *et al.*, 1998; Aquino, *et al.*, 2007). Na alimentação humana, os frutos nativos merecem destaque, são utilizados em diversas regiões do país no preparo de pratos típicos, condimentos, óleos e bebidas adocicadas. Contribuem para segurança alimentar como fontes de vitaminas, sais minerais, ácidos graxos e substâncias antioxidantes (Almeida, 1998; Roesler, *et al.*, 2007). Entre as espécies nativas, o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), produz frutos que são amplamente explorados por comunidades rurais e consumidos nas cidades, sendo um dos principais produtos não madeireiros do Cerrado (Carvalho, 2007a; Afonso, 2008).

Os frutos do pequi são utilizados de várias formas na preparação de pratos culinários, condimentos e no tratamento de enfermidades. Entre os produtos obtidos se destacam o licor, o óleo da polpa (mesocarpo interno) e o óleo da amêndoa (Araujo, 1995). A polpa do pequi é rica em carotenóides, vitaminas A e C, flavonóides, taninos e óleo, que pode representar até 20% do peso total, auxiliando na conservação de vitaminas e sais, mesmo depois de cozido ou congelado (Ferreira, 2007; Almeida, *et al.*, 2008; Miranda-Vilela, *et al.*, 2008). O óleo, frutos, putâmens *in natura* ou em conserva são adquiridos por populações urbanas por uma cadeia de comercialização que envolve extrativistas, atravessadores, feirantes e o processamento em escala familiar ou pequenas agroindústrias (Gulias, *et al.*, 2008).

O extrativismo dos frutos de pequi e o processamento de produtos derivados são atividades geradoras de renda e emprego, principalmente nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Bahia e Ceará (Araujo, 1994; Oliveira, 2006b; Rocha, *et al.*, 2008). A importância sócio-econômica do pequi também é marcante na Floresta Nacional do Araripe-CE, onde durante a safra do pequi o IBAMA permite que as famílias da região se instalem nas proximidades da unidade de conservação para coletar os frutos. Políticas públicas de incentivo ao cultivo, exploração e comercialização do pequi e outros produtos nativos do cerrado (Programa Pró-Pequi), vêm sendo implementadas nos Estados de Minas Gerais, Ceará, Maranhão e Mato Grosso. O crescente número de agroindústrias processadoras impulsionam o desenvolvimento e as economias regionais (Carvalho, 2007a).

Este capítulo tem como objetivo caracterizar o extrativismo do pequi, com abordagem quantitativa sobre a coleta, beneficiamento, comercialização e a importância sócio-econômica destas atividades para famílias em uma comunidade tradicional agroextrativista. Espera-se contribuir com informações para subsidiar o aprimoramento da cadeia produtiva do pequi em

comunidades tradicionais que realizam a coleta e o processamento mínimo, sendo o estudo orientado pelas seguintes questões:

- i. Como é feita a coleta de frutos de pequi e quanto se obtém em um ano de boa produção?
- ii. Como são processados os frutos e quais os tipos de usos conhecidos?
- iii. Qual é a renda obtida com o pequi e subprodutos e quanto ela representa da renda total das famílias extrativistas?

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Comunidade Água Boa 2 é uma das 96 existentes no Município de Rio Pardo de Minas (SEBRAE-MG, 2003). Foi assim definida pelo fato de existirem duas associações de moradores (Água Boa 1 e Água Boa 2) ao longo do ribeirão Água Boa. O limite entre as duas comunidades foi definido pelos seus próprios moradores e formam duas sub-bacias distintas. (Correia, 2005). A comunidade é abastecida por afluentes que nascem nas encostas da Chapada do Areião, com área estimada em 5000 hectares. Nas paisagens onde a declividade é menos acentuada, no centro da chapada, predominam subtipos da fitofisionomia de Cerrado sentido restrito¹, com aproximadamente 623 hectares, em bom estado de conservação e onde é realizado o extrativismo de frutos nativos (Figura 2.1).

O ponto inferior da sub-bacia Água Boa 2 é considerado a partir do ponto de coordenadas 15°32'11,8"S e 42°27'37,3"W (Datum Córrego Alegre) com uma altitude aproximada de 825m na porção superior da bacia do Ribeirão Água Boa, onde ficam localizadas as residências. Existem 87 residências, onde moram em torno de 450 pessoas em sua maioria famílias cujos pais se encontram em idade de 25 a 55 anos, com um número significativo de jovens menores de 18 anos (Correia, *et al.*, 2008).

¹ Incluindo subtipos com diferentes densidades de cobertura arbórea (Ralo, Típico e Denso).

Mapa de localização da comunidade Água Boa 2

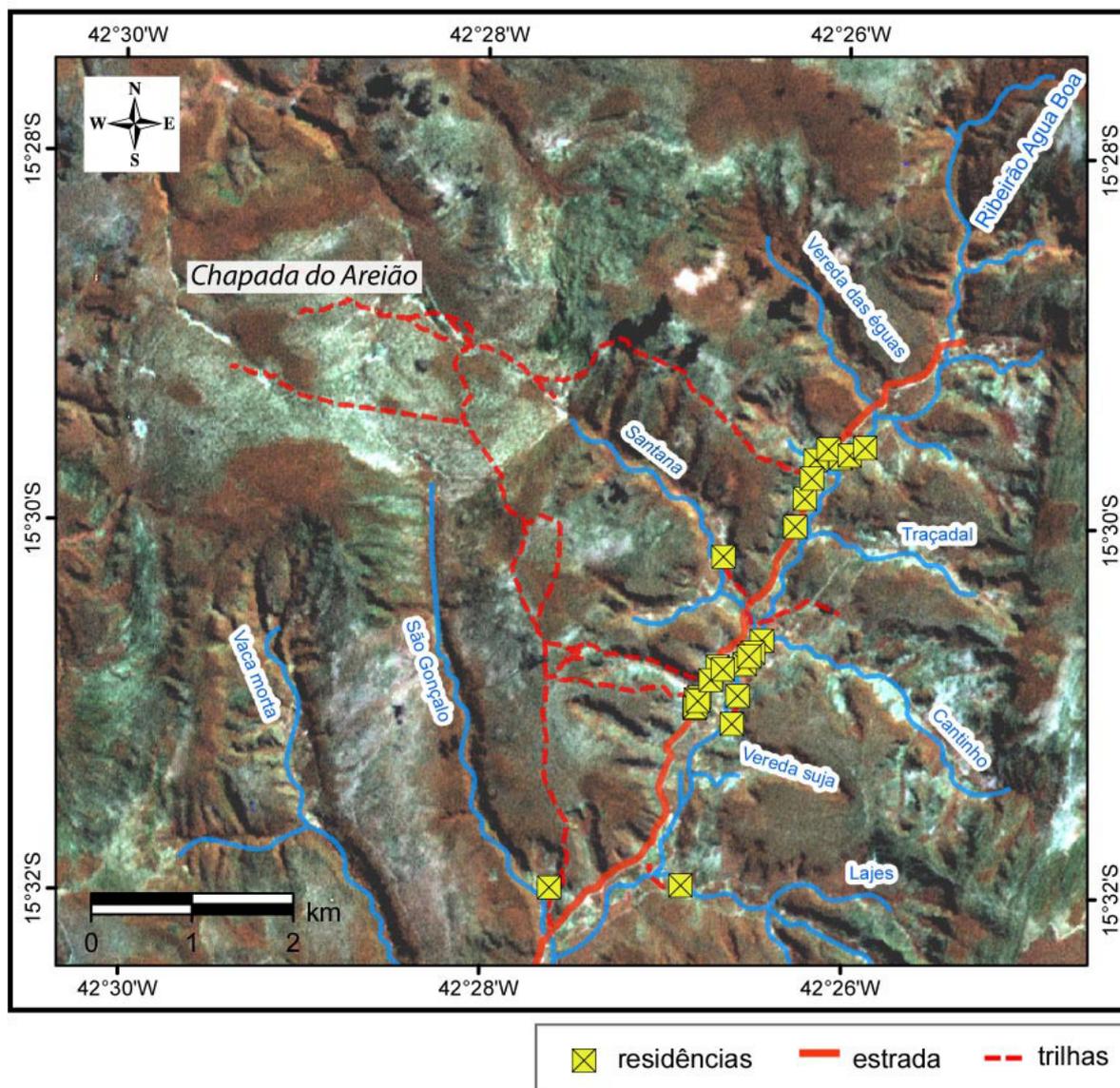


Figura 2.1. Mapa de localização da comunidade tradicional de Água Boa 2, no Município de Rio Pardo de Minas. A comunidade está estabelecida nas terras baixas ao longo dos afluentes do Ribeirão Água Boa. No mapa estão representadas as casas visitadas, principais estradas e trilhas de acesso à Chapada do “Areião”, onde fazem o extrativismo de pequi.

A comunidade possui assessoramento técnico do Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas CAA-NM e já estabeleceu parceria com a Cooperativa Grande Sertão de Montes Claros – MG, fornecendo mangaba, óleo de pequi e polpa de pequi (mesocarpo interno) congelada na safra de 2002/2003. Nesta ocasião, foi organizado um grupo extrativista constituído por dez famílias, para realizarem a coleta e processamentos em um galpão com equipamentos de uso comum. Em 2006 o grupo de extrativistas ficou motivado com a pesquisa sobre a etnobotânica e ecologia do pequi, e a partir de então, facilita o contato entre os pesquisadores e a comunidade, mobilizando reuniões e auxiliando no planejamento e nas etapas do estudo.

Identificação das áreas de coleta e ocorrência de pequizeiros

Para caracterizar os principais locais de coleta, foi feito um mapeamento participativo por meio de uma reunião com os extrativistas. Nessa reunião foram utilizados mapas da região, elaborados a partir de imagem de satélite Landsat 5, de 2005, onde os informantes indicaram e nomearam diversas localidades na chapada do Areião (áreas de extrativismo, trilhas, nascentes). Nesta reunião o próprio grupo de extrativistas (n=10) distinguiu as principais pessoas detentoras de conhecimentos sobre os recursos locais, os informantes chave da comunidade. O mais experiente fez uma turnê guiada no Areião e demarcou as áreas reconhecidas como “reunidos”, onde o extrativismo é muito comum devido a grande densidade de pequizeiros. O georreferenciamento das trilhas, estradas e áreas de coleta foi feito com GPS modelo garmim Gmap 76.

Coleta e beneficiamento

Durante a safra de 2007-2008, o grupo de extrativistas da comunidade de Água Boa 2 registrou informações sobre as expedições de coleta do pequi no Areião, anotando datas, número de pessoas envolvidas, quantidade de caixas coletadas e quantidade de óleo produzido em cada expedição. Duas expedições de coleta do grupo foram acompanhadas, onde foi possível observar as técnicas utilizadas, tempo gasto nas atividades e o reconhecimento das áreas exploradas. O rendimento de óleo por putâmens foi avaliado pela contagem dos putâmens em três caixas utilizadas para coleta e transporte. O rendimento médio de óleo por caixa foi registrado pelos extrativistas (n=8).

A atividade de beneficiamento e processamento do óleo de pequi foi acompanhada em quatro situações, uma com o grupo extrativista e as outras três com famílias que coletam no regime individual, para caracterizar as diferentes etapas do processamento.

Entrevistas semi-estruturadas

O universo para amostragem foi definido com os membros da comunidade para abranger as pessoas que são mais atuantes no extrativismo e beneficiamento do pequi. Os informantes chave foram definidos pela própria comunidade, em conversas informais e reuniões, realizadas com moradores e membros da associação, igreja e do grupo extrativista. Também foi usada a técnica de bola de neve ou *snow ball* (Martin, 1995), na qual ao final de cada entrevista, o informante indica outro extrativista para ser entrevistado. A amostragem foi considerada não tendenciosa por abranger vários grupos dentro da comunidade. Foram entrevistados 23 extrativistas, que constituem 17 famílias.

As entrevistas semi-estruturadas foram feitas com questionários (Anexo) aplicados aos membros do grupo extrativista (n=8) e com moradores, que coletam individualmente ou com os familiares (n=15). Foram abordadas questões relacionadas ao perfil sócio econômico, conhecimento sobre usos, ecologia, manejo, processamento e comercialização do pequi. O questionário, com perguntas abertas e fechadas, possibilita certo controle sobre o que será abordado e é flexível com novas questões que surgem no decorrer da entrevista. Sempre que possível, cada entrevista foi feita com uma única pessoa e gravada para posterior transcrição. Este tipo de entrevista permite acessar uma grande quantidade de informações e possui moderado poder para análises estatísticas (Pavlikakis & Tsihrintzis, 2003; White, *et al.*, 2005). As informações foram sistematizadas em uma matriz com as respostas de cada informante organizadas em categorias e subcategorias para análises quantitativas. Como os questionários são aplicados pelo pesquisador na presença do informante é necessário certo grau de empatia ou *rapport* com o entrevistado.

Devido a uma delicada situação política que vivia a comunidade durante o trabalho de campo, foi necessário estabelecer contato com diferentes grupos na comunidade para assegurar a confiabilidade das informações. O projeto de estudo sobre a conservação e uso sustentável de frutos nativos com potencial alimentar foi apresentado em quatro reuniões em diferentes locais da comunidade, com aprovação da pesquisa por meio de uma anuência formal (Lima, 2008). A anuência para acesso ao conhecimento tradicional foi encaminhada e aprovada pelo Conselho de Gestão ao Patrimônio Genético – CGEN. Esse procedimento foi feito de acordo com a MP 2.186-16, de 23/08/2001, o Decreto 3.945, de 23/09/2001 e a resolução nº. 5, de 26/06/2003. Os instrumentos legais visam regulamentar o acesso ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica sem potencial ou perspectiva de uso comercial por parte das instituições de pesquisa envolvidas.

Algumas entrevistas abertas foram conduzidas na feira livre de Rio Pardo de Minas e no mercado Montes Claros. Nessas conversas informais foram levantadas questões sobre valor dos produtos do pequi e as relações comerciais entre extrativistas, atravessadores e comerciantes.

O trabalho etnobotânico foi conduzido por meio das conversas informais, reuniões em grupo, entrevistas e observação participante das práticas extrativistas, sendo observadas as recomendações descritas por Martin (1995). Sempre que possível durante o contato com a comunidade o objetivo, métodos e resultados esperados pela pesquisa foram discutidos e esclarecidos.

RESULTADOS

Perfil sócio-econômico

Foram entrevistadas 17, das 87 famílias, que residem na Comunidade Água Boa 2. Essas famílias foram identificadas pelos próprios moradores como os principais extrativistas dos frutos de pequi, durante a safra, entre os meses de janeiro e fevereiro (eventualmente até março em anos de excelente produção). A média de idade dos entrevistados foi 39 anos para as mulheres (n=12) e 54 anos para os homens (n=9), sendo a diferença significativa ($t=2,67$; $p=0,049$). A maioria não completou o ensino fundamental (70,6%), ou nunca frequentou a escola (23,5%).

Adicionalmente ao extrativismo de frutos nativos, os extrativistas também praticam agricultura de subsistência, cujo excedente de produção é comercializado na feira. Cuidam de criações de animais, fazem serviços domésticos, artesanato ou trabalham em regime de diárias para terceiros. A sobreposição entre as principais atividades agroextrativistas da comunidade é pequena, entre os meses de janeiro a março, período em que ocorre o extrativismo e processamento do pequi (Figura 2.2). As empresas de plantio e exploração de eucalipto da região recrutam mão de obra na comunidade, mas ao final de 2008 muitos trabalhadores foram dispensados devido à crise financeira de escala global. A migração sazonal, principalmente de jovens do sexo masculino, é muito comum para realizar trabalhos temporários na agroindústria no sudeste do país. A renda mensal familiar média está entre R\$ 210,00 a R\$ 470,00. Durante os dois meses da safra de pequi, o retorno financeiro com a produção do óleo da polpa pode representar entre 88% da renda mensal a valores até 50% superiores à receita média mensal das famílias.

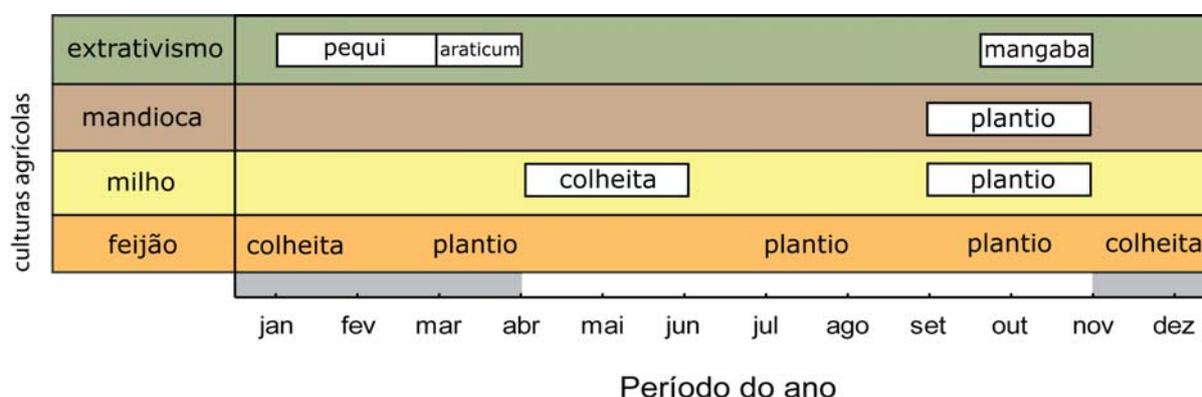


Figura 2.2. Calendário sazonal das principais atividades agroextrativistas, incluindo o período de maturação dos frutos de frutíferas nativas utilizadas (*C. brasiliense*, *Annona crassiflora* Mart, *Hancornia speciosa* Gómez) e o trabalho agrícola na comunidade Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG. Adaptado de Correia (2005). A área sombreada sobre os meses representa a estação chuvosa.

O uso mais comum do pequi é para alimentação, mencionado por todos informantes, com o óleo da polpa, constituindo o principal produto beneficiado, mas o conhecimento tradicional da comunidade sobre outros tipos de usos dos frutos é diversificado (Figura 2.3). Não foram encontradas diferenças significativas entre o número de usos citados por homens e mulheres ($t=0,69$; $p=0,5$; $n=19$), com média de 4 a 5 citações por informante. O número de usos citados não foi significativamente diferente entre informantes de até 40 anos e informantes acima desta idade ($t=0,22$; $p=0,83$; $n=19$).

Técnicas de coleta e manejo

A coleta de frutos para consumo familiar e comercialização de putâmens na feira (não expressiva), ocorre nas chapadas e tabuleiros próximos às casas. A Chapada do Areião atende às famílias envolvidas com a produção do óleo da polpa, que demanda matéria-prima em quantidade. Dentre as maiores dificuldades para a coleta de frutos e produção do óleo, foram enumeradas a ausência de tração animal para o transporte dos frutos, as condições dos acessos, distância e a falta de equipamentos para extração do óleo (Figura 2.4). Portanto, nem todas as famílias se envolvem com essa atividade pela falta de equipamentos.

O íngreme trajeto percorrido pelos extrativistas para chegar até o cerrado do Areião possui aproximadamente 3,5 km, as trilhas são precárias, mas a chapada é uma área devoluta, de livre acesso, onde não há queixas sobre a coleta dos frutos e o pequizeiro ocorre com abundância. Um dos informantes afirmou que em um dia de coleta pode andar até 20 km na busca de frutos. No passado, alguns extrativistas possuíam a prática de estabelecer ranchos no local, permanecendo até três meses, com grande produção de óleo (até 300 litros/família/safra, segundo relatos). Contudo, a mais de uma década, essa prática foi proibida pelos próprios moradores da comunidade, devido à contaminação dos mananciais por resíduos derivados do beneficiamento do óleo.

No transporte dos putâmens do Areião para as residências, 53% das famílias contam com tração animal e 47% utilizam apenas sacos, balaios ou latas (18 litros). Todos os entrevistados afirmaram coletar apenas os frutos maduros e caídos no chão. Os frutos podres ou com sinais de predação por larva (Lepdoptera) não são coletados por 89,5% dos extrativistas, porque liberam espinhos que dificultam o processamento do óleo. Técnicas de manejo ou práticas para aumento de produtividade não são conhecidas na comunidade.

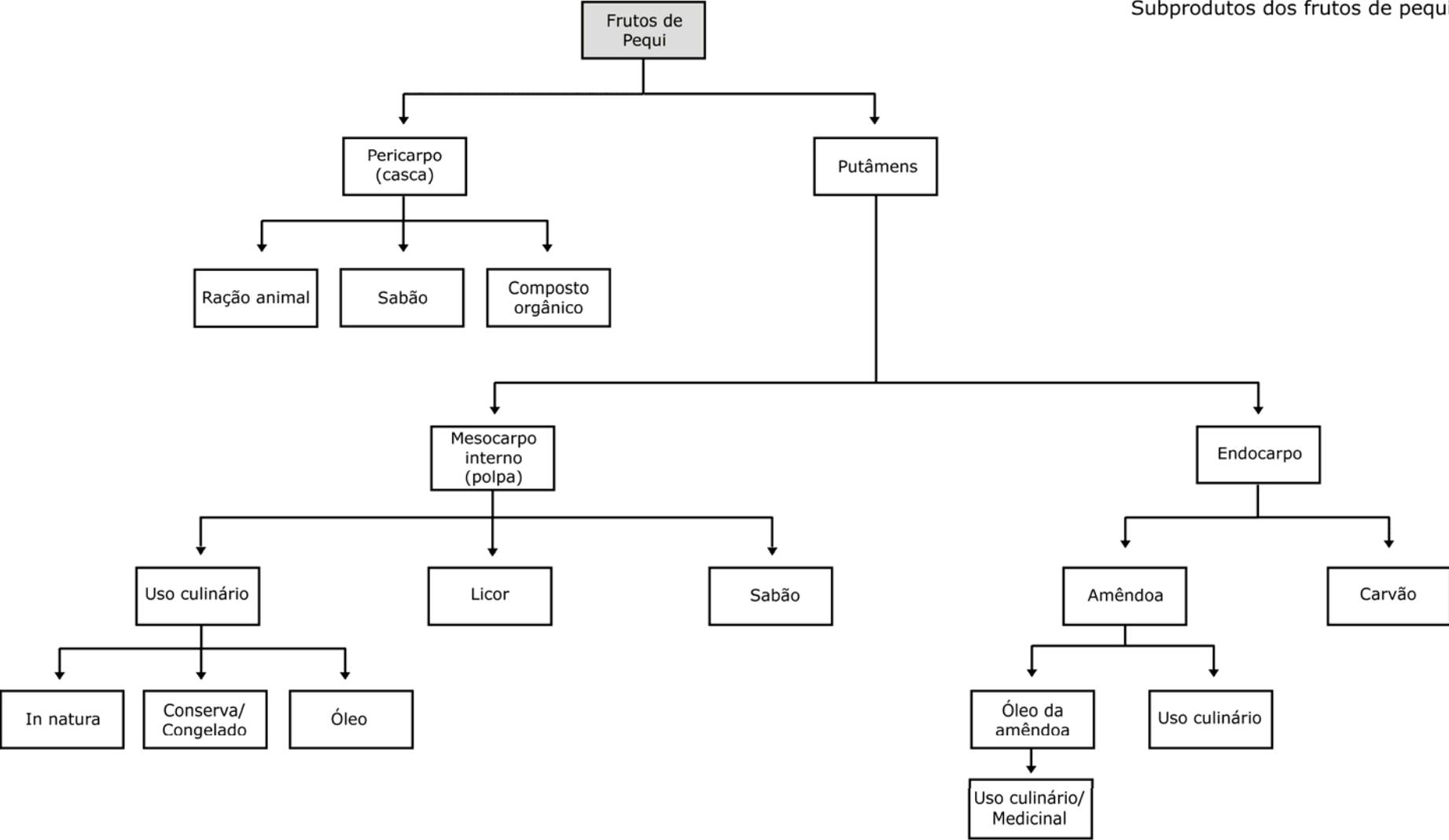


Figura 2.3. Diagrama ilustrando os principais subprodutos e usos dos frutos de pequi (*C. brasiliense*), citados e conhecidos pelos agroextrativistas da comunidade de Água Boa 2, Rio Pardo de Minas.

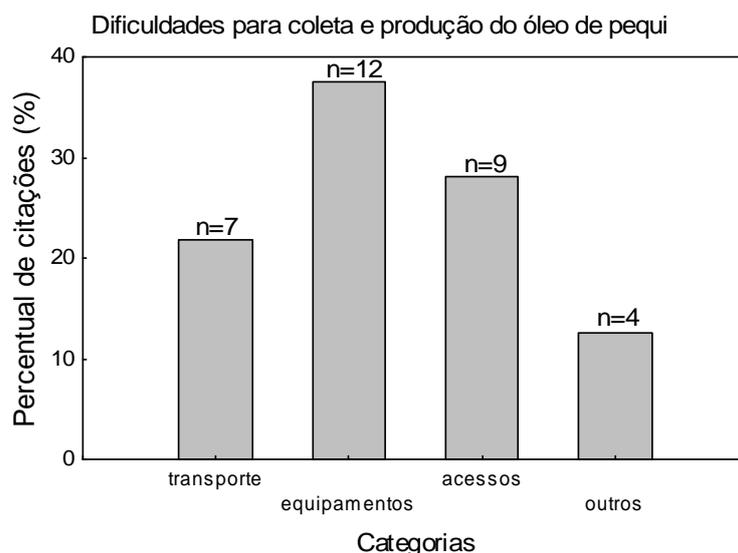


Figura 2.4. Categorias das dificuldades mais citadas pelos extrativistas (n=22) na coleta dos frutos e produção do óleo da polpa (mesocarpo interno) de pequi na comunidade Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG. As categorias são definidas como, transporte (falta de tração animal), acessos (estradas e trilhas precárias e distantes), equipamentos (painéis e vasilhas para cozimento e recipientes para separar o mesocarpo interno do endocarpo espinhoso).

Aspectos ecológicos

A germinação é pouco conhecida, podendo ocorrer em até um ano para 36,3% dos informantes, mas apenas dois agroextrativistas tentaram germinar o pequi. A produção de frutos se inicia quando o pequizeiro tem em média nove anos de idade, mas pode variar de seis a 12 anos (n=5), sendo que 58% dos entrevistados (n=7) não sabem ao certo. A produção média de um pequizeiro adulto varia de 150 a 450 frutos (n=7). Entre os animais que consomem os frutos, foram citadas as maritacas (41%, n=13), que derrubam os frutos verdes das árvores, o gado (19%, n=6), mamíferos de pequeno e médio porte (22%, n=7), outras aves (6%, n=2), outros animais (12,5%, n=4). Na percepção dos extrativistas a população de pequizeiros está aumentando (55%, n=6), equilibrada (36,3%, n=4), ou não consegue perceber (9%, n=1). Para 52% dos extrativistas (n=10) a regeneração é suficiente, porque é fácil ver plantas pequenas no campo, no entanto, 29% (n=6) afirmam nunca terem avistado plântulas no campo.

A percepção da escala temporal dos eventos fenológicos e da época de maior incidência de fogo, são representados na Figura 2.5. Em todas as ocasiões foi afirmado que o fogo é freqüente no cerrado do Areião. Para 10% dos informantes (n=2), o fogo é mais comum nas áreas mais próximas à comunidade de Riacho de Areia e 58% acreditam que o fogo não ocorre todos os anos (n=7). A passagem do fogo pode causar perda de produção dos frutos (33%, n=6), morte de plântulas (50%, n=9) ou danos às árvores (17%, n=3).

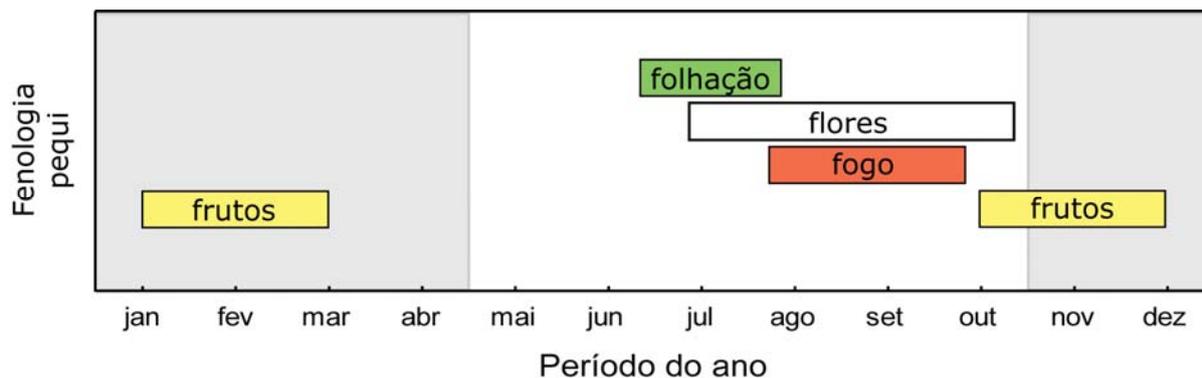


Figura 2.5. Período de ocorrência dos eventos fenológicos de pequizeiros (*C. brasiliense*) e incidência de queimadas na Chapada do Areião, segundo a percepção dos agroextrativistas (n=22) da Comunidade Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG. A área sombreada representa a estação chuvosa.

Processamento e comercialização

A forma utilizada para transportar os putâmens do Areião às residências, influencia o rendimento de óleo *per capita*, por viagem, com maior produtividade obtida por famílias extrativistas que possuem tração animal (Figura 2.6). O tempo para o processamento do óleo, a partir dos putâmens obtidos em um dia de coleta, aproximadamente 2 sacos de 60 kg, foi estimado entre 13h30min-21h30min. Este lote de putâmens rende em média entre 4 e 8 litros de óleo, produção comercializada na feira de Rio Pardo, em 2008, a preço médio entre R\$ 6,60 a R\$ 7,50/litro (Figura 2.7). Cada família beneficiou aproximadamente 57 litros de óleo da polpa de pequi durante a safra de 2008, período em que a produção foi considerada satisfatória pelos extrativistas. A metade dos extrativistas comercializou óleo com atravessadores, que fazem procura na própria comunidade e na feira de Rio Pardo para revenda em outros municípios ou estados. O mercado central de Montes Claros, município vizinho a Rio Pardo de Minas, é abastecido por atravessadores e o óleo é comercializado para o consumidor por R\$ 15,00/litro.

Após a extração do óleo da polpa, os putâmens são colocados a sol pleno para secagem durante 1 mês e então partidos para retirada da amêndoa, da qual também é extraído um óleo de cor clara, com odor suave e distinto. O processo de extração do óleo de amêndoa do pequi é muito rústico, demandando aproximadamente 22h, trabalho que é feito por apenas quatro famílias da comunidade. A procura pelo óleo da amêndoa é pouca, pois é utilizado apenas para fins medicinais (segundo tradição popular serve para tratar bronquite e asma), sendo produzido por encomenda e em pouca quantidade, com o litro podendo ser comercializado a R\$ 70,00. A etapa mais difícil e demorada é a extração das amêndoas de dentro do endocarpo lenhoso e protegido pelos espinhos, feita de forma rudimentar com faca e martelo. As amêndoas são embaladas e vendidas na feira livre para consumo *in natura* ou como condimento, que integra a preparação de receitas de pamonha, bolo e paçoca.

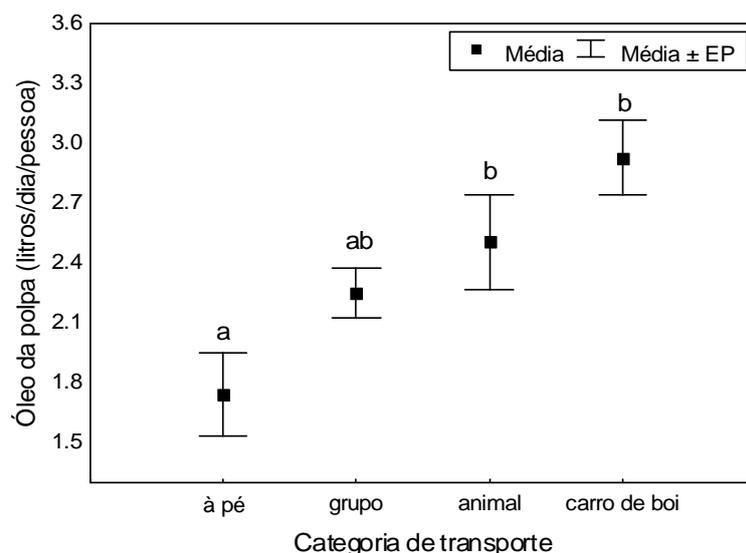


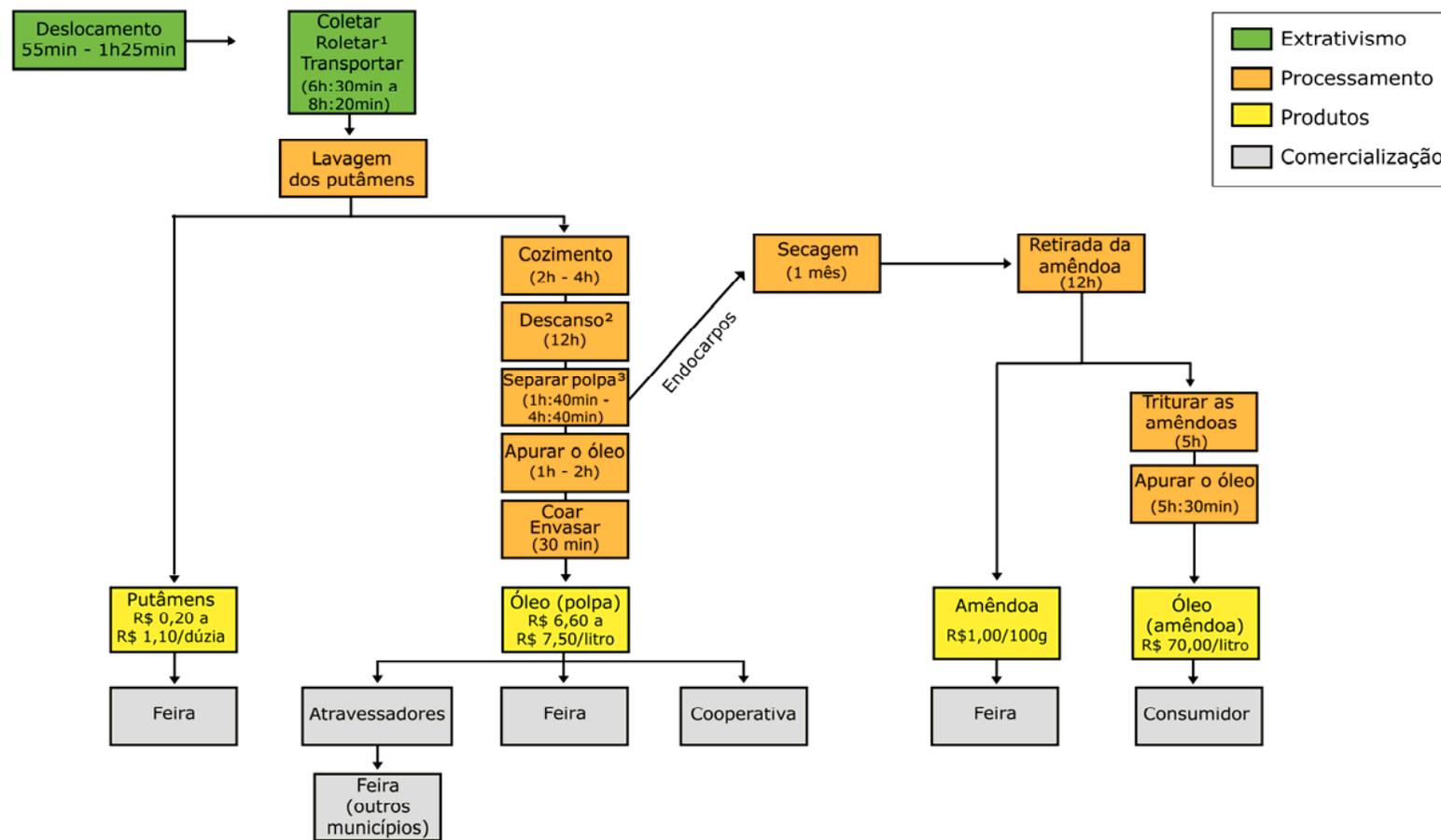
Figura 2.6. Rendimento de óleo da polpa (mesocarpo interno) de pequi (*Caryocar brasiliense*) per capita, em cada expedição de coleta, em relação ao modo de coleta e transporte dos frutos (à pé, tração animal simples, carro de boi ou com o grupo extrativista) na comunidade de Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG. Letras diferentes acima das barras de erro denotam diferenças significativas pelo teste de LSD, com $\alpha=0,05$ ($F_{3,31}=6,09$; $p<0,01$).

O grupo extrativista

Na safra de 2008 o grupo extrativista realizou apenas oito expedições de coleta de frutos no Areião, porque, em meados de janeiro, houve reposição de aulas na escola supletiva, frequentada pela maior parte dos integrantes do grupo. Participaram de cada coleta seis a sete pessoas, com rendimento médio de óleo entre 11 e 16 litros por lote (média de 4 a 5,5 caixas). Cada caixa possui em média $1351 \pm 10,2$ putâmens (média \pm lep, $n=3$), então para a produção de 1 litro de óleo da polpa de pequi são necessários aproximadamente 466 putâmens.

O grupo extrativista já vendeu óleo da polpa para a Cooperativa Grande Sertão no valor de R\$ 1,00 o frasco com 90ml. Contudo, durante a safra de 2008 a cooperativa não pôde pagar mais que R\$ 5,00/litro, valor abaixo do preço de mercado. Como consequência, os integrantes do grupo comercializaram o óleo na feira ou para atravessadores. Em 2003, o grupo extrativista produziu pequi congelado para a Cooperativa Grande Sertão. A cooperativa fez orientações para melhorar o controle sanitário, incluindo a lavagem do pequi, com a casca (pericarpo), e dos putâmens em solução de hipoclorito, procedendo a manipulação em ambiente fechado, com uso de máscaras, botas e luvas. Nesta época o pequi congelado foi muito lucrativo para os extrativistas, que comercializaram embalagens de 100 gramas por R\$ 1,50. Contudo, a cooperativa considerou o pequi em conserva muito amargo e afirmou que o agroextrativismo de pequi na chapada do Areião deve ser orientado para a produção de óleo da polpa.

Etapas do extrativismo de frutos e cadeia produtiva do pequi na comunidade Água Boa 2



¹ Separação do pericarpo (casca) e putâmens, com auxílio de uma faca;

² Período para resfriar os putâmens, geralmente à noite;

³ Atrite mecânico, feito com bastão de madeira, para separar o mesocarpo interno (polpa) e o endocarpo

Figura 2.7. Diagrama ilustrando as etapas do extrativismo e da cadeia produtiva do pequi (*C. brasiliense*), durante a safra de 2008, na comunidade de Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG. O tempo médio gasto pelos extrativistas (intervalo de confiança 95%, n=15) e o retorno econômico dos produtos, são representados nas etapas de processamento do óleo da polpa (mesocarpo interno). As informações referentes às etapas de extração do óleo da amêndoa foram obtidas de um único informante.

Potencial produtivo máximo sustentável do Areião

O estudo sobre a ecologia populacional do pequi na chapada do Areião, indica que o extrativismo não deve exceder 36,3% dos frutos, para não comprometer o crescimento populacional e garantir o consumo pela fauna nativa (Capítulo 1). Com o manejo sustentável, definido a partir desse limite de coleta, o Cerrado sentido restrito (abrangendo áreas de Cerrado Ralo, Típico e Denso, que totalizam 623 hectares) na área núcleo da Chapada do Areião, possui potencial para produção de aproximadamente 2.355 litros de óleo da polpa, o que equivale a uma receita de R\$ 26,80/ha (Tabela 2.1).

Os extrativistas entrevistados declararam uma produção total de 905 litros de óleo, que foi próxima ao valor estimado (1.070 litros), quando utilizadas as informações sobre a média do número de dias em que foi praticado o extrativismo durante a safra, e a produção de óleo por dia de coleta. A produção de óleo declarada pelas 17 famílias entrevistadas equivale a 38,4% do potencial produtivo considerando o manejo sustentável do Cerrado sentido restrito da Chapada do Areião.

Tabela 2.1. Estimativas do retorno econômico.ha⁻¹, nas áreas de cerrado sentido restrito (ralo, típico e denso) na chapada do Areião, considerando a comercialização de diferentes produtos (putâmens, amêndoas e o óleo da polpa engarrafado) na feira de Rio Pardo de Minas, MG em 2008. O óleo da amêndoa não é vendido na feira, mas comercializado diretamente com o consumidor, sob encomenda. Dois cenários de extrativismo são simulados, um considera o regime de 91% de exploração dos frutos (9% permanece para regeneração da população) e outro, que inclui o consumo de frutos pela fauna(estimado em 54,7%) caracterizando um cenário de manejo sustentável (regime máximo de coleta limitado a 36,3% do total de frutos).

Retorno econômico nas áreas (R\$/ha):						
100% de exploração	Cerrado ralo	Cerrado típico-SR*	Cerrado típico	Reunidos**	Cerrado denso	Areião***
Putâmens	34.70	142.90	218.90	306.40	717.50	180.60
Amêndoa	20.80	85.60	131.10	183.50	429.70	108.20
Óleo da polpa	14.20	58.50	89.60	125.40	293.70	73.90
Óleo da amêndoa	49.30	203.20	311.30	435.90	1020.50	256.80
91% de exploração						
Putâmens	31.50	130.00	199.20	278.90	652.90	164.30
Amêndoa	18.90	77.90	119.30	167.00	391.00	98.40
Óleo da polpa	12.90	53.20	81.50	114.10	267.20	67.30
Óleo da amêndoa	44.90	184.90	283.30	396.60	928.60	233.70
36,3% de exploração						
Putâmens	12.6	51.9	79.5	111.2	260.4	65.6
Amêndoa	7.5	31.1	47.6	66.6	156.0	39.3
Óleo da polpa	5.1	21.2	32.5	45.5	106.6	26.8
Óleo da amêndoa	17.9	73.8	113.0	158.2	370.4	93.2

* Esta fisionomia representa a área de Cerrado Típico, excluindo-se as áreas denominadas pelos extrativistas de “Reunidos”;

** Os Reunidos são áreas demarcadas pelos extrativistas, onde reconhecem maior densidade de pequizeiros adultos em relação ao Cerrado Típico adjacente;

*** Representa o retorno econômico para o Cerrado sentido restrito na chapada do Areião, calculado a partir da ponderação entre as médias de densidade e produtividade dos pequizeiros adultos nos subtipos fitofisionômicos de Cerrado Ralo, Cerrado Típico e Cerrado Denso.

A principal forma de comercialização do pequi na feira de Rio Pardo de Minas é o óleo da polpa engarrafado, mas eventualmente são comercializados putâmens e amêndoas embaladas. Em relação aos valores de mercado praticados durante a safra de 2008, o retorno econômico potencial bruto da Chapada do Areião (considerando o extrativismo máximo sustentável dos frutos), é de aproximadamente R\$ 16.724,00 para comercialização do óleo da polpa (Tabela 2.2). O retorno econômico potencial com a comercialização dos putâmens pode ser até quatro vezes mais em relação ao óleo, porém não existe demanda suficiente e vendido *in natura* é um produto muito perecível. Segundo os extrativistas o óleo bem “apurado” (processo de fervura para separa a água e o óleo) tem validade de até 2 anos.

Tabela 2.2. Relação entre o potencial ecológico para produção dos frutos na Chapada do Areião, considerando a estimativa de extrativismo sustentável (coleta máxima de 36,3% do total de frutos, Capítulo 1), e o valor de mercado dos produtos e partes dos frutos de pequi (*C. brasiliense*). O retorno econômico potencial do Areião é representado como rendimento bruto para cada produto.

Produtos	Potencial produtivo do Areião*	Valor de Mercado R\$**	Rendimento econômico R\$
Óleo da polpa	2355 litros	7,10 (litro)	16.724,00
Óleo da amêndoa	830 litros	70,00 (litro)	58.093,00
Putâmens	27,7 toneladas	2,30 (kg)	63.710,00
Amêndoas	3,3 toneladas	10,00 (kg)	33.000,00

* Considerando a densidade de indivíduos adultos e a produtividade média de frutos no Cerrado sentido restrito da chapada;

** Valores médios dos produtos comercializados na safra de 2008, feira de Rio Pardo de Minas, MG.

DISCUSSÃO

O conhecimento da comunidade sobre as diferentes formas de processamento e a variedade de produtos citados reforça o aspecto multifuncional do pequi. Nas residências dos geraizeiros, a valorização dos frutos de pequi é marcante, pois além de constituir uma fonte de renda extra, contribui para a segurança alimentar na comunidade. A polpa do pequi é um importante suplemento alimentar, com até 33% de lipídios, 10,2% de fibras, 3% de proteínas e compostos com elevada capacidade antioxidante (Khouri, 2004; Lima, *et al.*, 2007; Almeida, *et al.*, 2008; Miranda-Vilela, *et al.*, 2008). Os frutos coletados nas árvores são menos nutritivos e possuem menor rendimento de óleo do que frutos coletados no chão. O processo de maturação continua após a queda do fruto, com os maiores teores de vitamina A, proteína e carotenóides presentes em frutos coletados após três dias da queda natural (Oliveira, *et al.*, 2006). A maior parte dos extrativistas (95%) afirmou colher apenas os frutos maduros caídos no chão, coletando em dias alternados para dar tempo dos frutos caírem.

Adotando-se o valor médio do óleo da polpa e o volume total de óleo produzido e declarado, as 12 famílias da comunidade obtiveram aproximadamente R\$ 5.360,00 durante a safra de 2008, o que corresponde em média a R\$ 447,00 por família, na safra. Essa renda familiar com o extrativismo de pequi corresponde a 11% do total obtido em outras atividades durante o ano (R\$ 4.101,00).

O trabalho de um dia de coleta dos frutos na chapada demanda em média entre 7h30min e 9h50min, o processamento dos putâmens coletados em um dia, para a extração do óleo da polpa, demanda em média entre 4h40min e 10h40min de trabalho. Considerando as atividades de coleta e produção do óleo, são dedicadas em média 17h30min (divididas em dois dias de trabalho), com a participação de três membros da família, que obtêm um retorno econômico bruto de R\$ 42,00 ou R\$ 14,00 por pessoa. Este valor é inferior ao que é pago por uma diária de trabalho na região, entre R\$ 15,00 a R\$ 20,00 por 8h de serviço. Apesar de serem necessários dois dias para processar um lote de putâmens, as tarefas são divididas entre os membros da família, não havendo uma dedicação integral e exclusiva ao pequi. O óleo é feito nos quintais das próprias casas e paralelo ao processamento, são realizados serviços domésticos e atividades na lavoura. Apesar disso, os extrativistas foram unânimes ao afirmarem que o valor de mercado de R\$ 7,10 por litro de óleo é muito baixo e consideram que o preço justo seria entre R\$ 10,00 e R\$ 12,00.

O extrativismo tradicional está frequentemente associado a conhecimentos e técnicas de manejo (Ticktin & Johns 2002). Os meios utilizados para transporte do pequi entre as áreas de coleta e beneficiamento, influenciam a produção de óleo, com os extrativistas que utilizam

tração animal obtendo uma produção 68,4% superior em relação àqueles que transportam os putâmens à pé. Apesar de o grupo extrativista coletar com auxílio de uma carroça com tração animal, a produtividade *per capita* média não foi significativamente diferente em relação às famílias que coletam à pé ou com tração animal (Figura 2.6).

O grupo de agroextrativistas atualmente busca fundar uma associação de coletores de frutos nativos, para dinamizar fontes de crédito e parcerias. O apoio de organizações de assessoria, como o CAA – Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas e de empreendimentos, como a Cooperativa Grande Sertão, em conjunto com a cooperação internacional e o poder público, é importante para promover a inserção de mercado e melhorias no processamento dos produtos extrativistas (Carvalho, 2007b).

A quantidade de estudos que buscam desenvolver técnicas de processamento dos frutos de pequi, para aproveitamento alimentar, é crescente, destacando-se a avaliação do potencial para fabricação de tabletes de condimento (Barbosa, 2003), torrefação de amêndoas (Rabêlo, *et al.*, 2008) e conservação de polpa (Ferreira & Junqueira, 2007). Muitos resultados dessas pesquisas podem ser incorporados pelas comunidades tradicionais para ampliar o número e qualidade dos produtos. A casca do pequi, que normalmente é descartada, possui propriedades oxidantes naturais com potencial aplicação nos setores farmacêuticos, cosméticos e nutricionais (Roesler, *et al.*, 2007; Roesler, *et al.*, 2008)

O óleo da amêndoa é pouco explorado pela comunidade, mas existe um bom potencial produtivo, uma vez que o processamento é feito com as amêndoas dentro dos endocarpos descartados ao final da extração do óleo da polpa. O endocarpo lenhoso e o baixo teor de umidade mantêm a amêndoa conservada, podendo ser consumida ou processada ao longo do ano. A amêndoa possui elevados teores de proteínas (25,3%) e lipídios (51,5%), valores superiores aos observados na polpa (Lima, *et al.*, 2007). O óleo da amêndoa é extraído em pequena escala e vendido diretamente para o consumidor, não possuindo um valor fixo de mercado, mas pode atingir preço razoável, sendo comercializado por até R\$ 70,00/litro. Os óleos da polpa e da amêndoa do pequi são considerados de excelente qualidade devido à grande quantidade de ácidos graxos insaturados, principalmente ácido oléico e palmítico, que conferem estabilidade física e bom potencial para aplicação como cosmético (Oliveira, *et al.*, 2006; Pianovski, *et al.*, 2008). A técnica rústica dificulta a extração da amêndoa do interior do endocarpo lenhoso recoberto por espinhos, tratando-se de um fator limitante para exploração deste recurso, que pode agregar mais valor à atividade extrativista.

De acordo com a projeção de extrativismo sustentável, calculada a partir da sobrevivência e fecundidade dos pequizeiros (Capítulo 1), a coleta não deve exceder a retirada de 36,3% dos frutos. Neste cenário, a capacidade produtiva do Areião é suficiente para

atender a demanda de produção de 41 famílias, considerando a produção média de óleo da polpa das famílias entrevistadas (57 litros de óleo/família/safra), na safra de 2008, considerada de boa produção.

O rendimento financeiro de um hectare do Cerrado sentido restrito no Areião é de R\$ 26,80, considerando a produção máxima sustentável de óleo da polpa de pequi (Tabela 2.1). Esse valor está abaixo do rendimento líquido com a atividade de carvoejamento, estimada em U\$ 270,00/ha (Abdala, 1993), contudo são necessários até 30 anos para que o ecossistema consiga se recuperar e restaurar o volume de madeira retirada (Thibau, 1982 apud Abdala, 1993). O aproveitamento das amêndoas para produção e comercialização de óleo poderia somar mais R\$ 93,20/ha. O rendimento econômico da exploração máxima sustentável de mangaba na chapada do Areião é estimado em R\$ 14,16 por hectare (Lima, 2008). Outra frutífera nativa de potencial econômico é o coquinho-azedo (*Butia capitata*), que ocorre na chapada do Areião em uma mancha como uma pequena população localizada no Cerrado Denso. Em municípios vizinhos, o potencial financeiro bruto para exploração dos frutos de *B. capitata*, foi estimado em R\$ 323,00 a R\$ 1.829,00, por hectare, conforme a densidade populacional da espécie (Silva, 2008).

O conhecimento do potencial ecológico e econômico de outros produtos não madeireiros pode, a partir do manejo integrado e uso sustentável da biodiversidade, aumentar a valoração econômica das áreas nativas, constituindo uma estratégia para promover o desenvolvimento sustentável no entorno e a conservação da Chapada do Areião. Também é necessário fazer a integração das pesquisas sobre o extrativismo no cerrado e a efetivação de políticas públicas que contribuam para o fortalecimento de uma relação mais equilibrada entre sociedade e ambiente, com estímulo à conservação das áreas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Contribuições para o manejo Sustentável

- O padrão de distribuição espacial agrupado é predominante. Foi confirmada a maior densidade de pequizeiros adultos nos Reunidos, que é duas vezes maior que no Cerrado Típico adjacente. Porém, a densidade de indivíduos adultos na mancha de Cerrado Denso foi superior a todas as outras fisionomias;
- A estrutura populacional se aproximou do modelo J invertido apenas no Cerrado Típico, excluindo-se a área dos Reunidos, possivelmente porque o extrativismo dos frutos de pequi é mais intenso nos Reunidos;
- A distribuição de frequência dos indivíduos de *C. brasiliense* observada no Areião difere da distribuição estável projetada através da matriz de transição. Segundo a distribuição estável, deveria haver praticamente o dobro de indivíduos infantis;
- Entre as safras de 2007 e 2008 não foi detectada diferença na produção de frutos, que também não variou entre as fitofisionomias. A área da copa, que não difere entre as áreas, foi o parâmetro que melhor explicou a produção de frutos em indivíduos adultos;
- Pequizeiros com mais de 26 cm de diâmetro de caule (d_{30}) produzem o dobro de frutos que aqueles abaixo desse diâmetro;
- Considerando as taxas observadas de incremento diamétrico anual médio nos estágios de vida, o tempo necessário para que um indivíduo alcance a idade reprodutiva é de aproximadamente 28 anos;
- A estabilidade da população depende da sobrevivência dos indivíduos adultos, devido principalmente à baixa fecundidade e ao longo tempo de permanência dos indivíduos nesta classe;
- A retirada de até 91% do total de frutos, não compromete o crescimento populacional, mas há indícios de que a fauna pode consumir até 54,7% dos frutos. Dessa forma, o extrativismo sustentável dos frutos não deveria ser superior a 36,3% do total;
- A taxa intrínseca de crescimento populacional calculada a partir dos parâmetros demográficos observados no campo foi negativa. Esses parâmetros devem ser acompanhados por um período maior de tempo, para permitir conclusões mais precisas.

Etnoecologia

- O extrativismo de frutos de pequi no Areião é praticado por famílias que produzem o óleo, com melhor rendimento obtido pelos extrativistas que fazem a coleta com auxílio de tração animal, em especial o carro de boi;
- A receita média de R\$ 447,00 por família, obtida com a comercialização do óleo do pequi durante a safra, é próxima a um salário mínimo;
- O processo produtivo do óleo é rústico, consumindo considerável quantidade de lenha para o cozimento dos putâmens. A adaptação de tecnologias de baixo custo para o pré-aquecimento da água usada no cozimento, como aquecedores solares, poderia diminuir a demanda energética de lenha, um recurso escasso na comunidade.
- O conhecimento sobre a história natural do pequi e métodos de produção de mudas é restrito na comunidade. Oficinas e atividades de sensibilização devem ser realizadas com objetivo de mostrar o papel da fauna associada ao pequizeiro e estimular a transformação nas atitudes e valores dos atores sociais em relação ao manejo sustentável e à conservação dos recursos naturais;
- A Chapada do Areião possui elevado potencial de produtos não madeireiros, como mostram trabalhos discutidos neste estudo, que identificou o potencial ecológico do pequi. O extrativismo sustentável desses produtos depende da eficiência de mecanismos de gestão e garantia de acesso às áreas exploradas. Portanto, o estudo reforça a importância da criação de uma unidade de conservação na categoria de uso sustentável, como uma alternativa para facilitar a integração entre conservação e uso dos recursos naturais locais.

Novas questões e recomendações para estudos futuros

- i) a taxa de crescimento populacional varia entre os anos e entre as áreas?
- ii) como as perturbações ambientais (ex. fogo e pastoreio) e os processos estocásticos afetam a taxa de crescimento populacional?
- iii) é viável o adensamento através do plantio de mudas no campo?
- iv) o consumo de frutos pela fauna varia entre as fitofisionomias?
- vi) quais são os custos e a receita líquida para produção do óleo e outros produtos?

ANEXO

Questionário semi-estruturado usado para as entrevistas.

1. Sócio-econômico:
 - a. Nome:
 - b. Sexo:
 - c. Estado civil:
 - d. Idade:
 - e. Frequentou a escola? Até que série?
 - f. Profissão
 - g. De onde veio?
 - h. Trabalha em outra atividade? Tem fonte de renda mensal?
 - i. Quantas pessoas da família estão envolvidas na coleta?
 - j. Qual a renda mensal de cada um?
 - k. E quanto rende a coleta do pequi para cada um?
 - l. Por que faz a coleta do pequi?
 - m. Faz parte do grupo extrativista?
 - n. Quais as vantagens e desvantagens do grupo?
2. Atividade de coleta
 - a. Há quanto tempo coleta?
 - b. Como chega ao local de coleta (qual a distância percorrida e o tempo gasto)?
 - c. Onde colocam os frutos ou caroços coletados?
 - d. Qual quantidade de frutos ou caroços são coletados por dia?
 - e. Quantas horas/dia gasta na atividade de coleta?
 - f. Quantos dias são dedicados para a coleta?
 - g. Quanto tempo dura a safra?
 - h. Em qual área você prefere colher?
 - i. Quais são as trilhas utilizadas?
 - j. Como escolhem e dividem entre si as áreas de coleta?
 - k. Escolhem os frutos para colher? (maduros x verdes x brocados)
 - l. Colhe tudo ou deixa um pouco no pé?
 - m. Quantos kg colhem/pé?
 - n. Descascam os frutos no local de coleta? O que fazem com as cascas?
 - o. O que fazem com os caroços depois de colhidos? Onde são deixados? Como? Por quanto tempo?
 - p. O que faz com o pequi? (consome, vende)
3. Extração do óleo
 - a. Os caroços coletados em um dia rendem quantos litros de óleo?
 - b. Quanto tempo gasta para extrair o óleo?
 - c. Qual quantidade de caroços é necessária para fazer um litro de óleo?
 - d. Nesta última safra você conseguiu um total de quantos litros de óleo?
 - e. Extrai o óleo da castanha? Quantas são necessárias para tirar um litro de óleo? Por quanto vende?
4. Botânica Econômica
 - a. Para onde vão os produtos do pequi?
 - b. Por quanto vende o óleo? Para quem? Em que quantidade?
 - c. Quanto custa cada kg de fruto e/ou caroço? Já vendeu para a Cooperativa? Quando? Quanto ganhou?

5. Manejo

- a. Você planta ou conhece alguém que planta o pequi? Como é?
- b. Acha que hoje em dia colhe mais ou menos pequi do que antigamente?
- c. Quantos frutos você acha que cada pé produz?
- d. Você acha que hoje em dia tem mais pequizeiros que antigamente?
- e. Você vê mudas no mato?
- f. Quanto tempo demora para a semente germinar?
- g. Depois da semente germinar, quanto tempo leva para dar frutos?
- h. As áreas de coleta pegam fogo? Quais áreas pegam fogo com mais frequência?
- i. O que acontece quando passa o fogo? As mudas morrem? E os pequizeiros antigos?
- j. Você acha que a coleta pode chegar a maltratar ou matar os pequizeiros?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALA, G. C. 1993. Análise energética de um cerrado e sua exploração por atividade de carvoejamento rústico. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília. Brasília, DF. 105 pag.
- AFONSO, S. R. 2008. Análise sócio-econômica da produção de não-madeireiros no Cerrado brasileiro e o caso da cooperativa de pequi em Japonvar, MG. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília. Brasília, DF. 95 pag.
- ALMEIDA, S. P., PROENÇA, C. E. B., SANO, S. M. & RIBEIRO, J. F. 1998. Cerrado: espécies vegetais úteis. Embrapa-CPAC, Planaltina. 464 pp.
- ALMEIDA, S. P. D. 1998. Cerrado: aproveitamento alimentar. EMBRAPA-CPAC, Planaltina. 188 pp.
- ALMEIDA, S. P. D., COSTA, T. D. S. A. & SILVA, J. A. D. 2008. Frutas Nativas do Cerrado: caracterização físico-química e fonte potencial de nutrientes. Pp. 1279 in Sano, S. M., Almeida, S. P. d. & Ribeiro, J. F. (eds.). *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília-DF.
- ALVAREZ-BUYLLA, E. R., GARCIA-BARRIOS, R., LARA-MORENO, C. & MARTINEZ-RAMOS, M. 1996. Demographic and Genetic Models in Conservation Biology: Applications and Perspectives for Tropical Rain Forest Tree Species. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27:387-421.
- AQUINO, F. D. G., WALTER, B. M. T. & RIBEIRO, J. F. 2007. Espécies Vegetais de Uso Múltiplo em Reservas Legais de Cerrado - Balsas, MA. *Revista Brasileira de Biociências* 5(1):147-149.
- AQUINO, F. G., AGUIAR, L. M. D. S., CAMARGO, A. J. A. D., DUBOC, E., OLIVEIRA-FILHO, E. C. & PARRON, L. M. 2008a. Sustentabilidade no Bioma Cerrado: visão geral e desafios. Pp. 23-32 in Parron, L. M., Aguiar, L. M. d. S., Duboc, E., Oliveira-Filho, E. C., Camargo, A. J. A. d. & Aquino, F. d. G. (eds.). *Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável*. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.
- AQUINO, F. G., RIBEIRO, J. F., GULIAS, A. P. S. M., OLIVEIRA, M. C. D., BARROS, C. J. D. S., HAYES, K. M. & SILVA, M. R. D. 2008b. Uso sustentável das plantas nativas do cerrado: oportunidades e desafios. Pp. 95-124 in Parron, L. M., Aguiar, L. M. d. S., Duboc, E., Oliveira-Filho, E. C., Camargo, A. J. A. d. & Aquino, F. d. G. (eds.). *Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável*. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.
- ARAUJO, F. D. 1994. The Ecology, Ethnobotany and Management of *Caryocar brasiliense* Camb. Around Montes Claros, MG, Brazil. de Doc.). Department of Plant Sciences, University of Oxford. Oxford. 175 pag.
- ARAUJO, F. D. D. 1995. A Review of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae): An Economically Valuable Species of the Central Brazilian Cerrados. *Economic Botany* 49(1):40-48.

ARMANDO, M. S. 1994. O impacto do fogo na rebrota de algumas espécies de árvores do cerrado. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília. Brasília-DF. 74 pag.

AYRES, M., AYRES-JR., M., AYRES, D. L. & SANTOS, A. D. A. S. D. 2007. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá (MCT). Imprensa Oficial do Estado do Pará.

BARBOSA, R. C. M. V. 2003. Desenvolvimento e Análise Sensorial do Tablete de Pequi (*Caryocar brasiliense*). (Dissertação de Mestrado). Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 70 pag.

BARRADAS, M. M. 1972. Informações sobre floração, frutificação e dispersão do piqui, *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae). *Ciencia e Cultura* 24:1063-1068.

BOND, W. J. & MIDGLEY, J. J. 2001. Ecology of sprouting in woody plants, the persistence niche. *Trends in Ecology and Evolution* 16:45-51.

BROWER, J. E., ZAR, J. H. & ENDE, C. N. V. 1990. Field and laboratory methods for general ecology (3th edition). Wm. C. Brown Publishers, Dubuque.

CARVALHO, C. G. S. E., CÔRTEZ, R. A., CARNEIRO, I. F. & BORGES, J. D. 1994. Efeitos de diferentes tratamentos na germinação do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). *Acta. Bot. Bras.* 8(1):109-120.

CARVALHO, I. S. H. 2007a. Potenciais e limitações do uso sustentável da biodiversidade do Cerrado: um estudo de caso da Cooperativa Grande Sertão no Norte de Minas. (Dissertação de Mestrado). Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília. Brasília, DF. 184 pag.

---. 2007b. Potenciais e limitações do uso sustentável da biodiversidade do Cerrado: um estudo de caso sobre a Cooperativa Grande Sertão no Norte de Minas. Pp. 1449-1452. V Congresso Brasileiro de Agroecologia (CBA). V Congresso Brasileiro de Agroecologia, Guarapari, ES.

CASWELL, H. 1989. Matrix population models: construction, analysis, and interpretation. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. 328 pp.

CHAPMAN, S. B. 1976. Methods in Plant Ecology. Blackwell Scientific Publications, Osney Mead, Oxford. 536 pp.

CHÉVEZ POZO, O. V., ZELAYA, M. L. & ORTIZ, M. A. 1997. O pequi (*Caryocar brasiliense*): viabilidade sócio-econômica do cerrado no norte de Minas Gerais. XXXV Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. XXXV Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. São Paulo : SOBER, Natal, RN.

COLLEVATTI, R. G., GRATTAPAGLIA, D. & HAY, J. D. 2001. Population genetic structure of the endangered tropical tree species *Cryocar brasiliense*, based on variability at microsatellite loci. *Molecular Ecology* 10:349-356.

CORREIA, J. R. 2005. Pedologia e Conhecimento Local: Proposta Metodológica de Interlocação Entre Saberes Construídos por Pedólogos e Agricultores em Área de Cerrado em

Rio Pardo de Minas, MG. (Tese de Doutorado). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro. Seropédica, RJ. 234 pag.

CORREIA, J. R., BUSTAMANTE, P. G., SANO, S. M., VILELA, M. D. F. & ANJOS, L. H. C. D. 2008. Ações de uso sustentável dos recursos naturais na comunidade Água Boa 2. Pp. 437-464 in Parron, L. M., Aguiar, L. M. d. S., Duboc, E., Oliveira-Filho, E. C., Camargo, A. J. A. d. & Aquino, F. d. G. (eds.). *Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável*. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

DAYRELL, C. A. 1998. GERAIZEIROS E BIODIVERSIDADE NO NORTE DE MINAS: a contribuição da agroecologia e da etnoecologia nos estudos dos agroecossistemas tradicionais. de Agroecologia y Desarrollo Rural Sostenible, Universidade Internacional de Andalucia, Sede Ibero Americana de La Rábida. DAYRELL. 180 pag.

EITEN, G. 1972. The Cerrado Vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38(2):201-341.

EITEN, G. & SAMBUICHI, R. H. R. 1996. Effect of long-term periodic fire on plant diversity in a cerrado region. Pp. 46-55 in Pereira, R. C. & Nasser, L. C. B. (eds.). *Anais do VIII Simpósio sobre o Cerrado/Proceedings of the 1st International Symposium on Tropical Savannas*. Embrapa - CPAC, Planaltina-DF.

FEARNSIDE, P. M. 1989. Extractive Reserves in Brazilian Amazonia. *BioScience* 39(6):387-393.

FELFILI, J. M., FILGUEIRAS, T. S., HARIDASAN, M., SILVA JR., M. C., MENDONÇA, R. C. & REZENDE, A. V. 1994. Projeto biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos. *Caderno de Geociências* 12:75-166.

FELFILI, J. M. & JR, M. C. D. S. 1993. A Comparative Study of Cerrado (Sensu stricto) Vegetation in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 9(3):277-289.

FERNANDES, R. C. 2008. Diversidade e estrutura genética em populações naturais de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) no Norte de Minas Gerais. (Dissertação de Mestrado). Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG. 79 pag.

FERREIRA, L. C. 2007. Aspectos microbiológicos da conservação de polpas de pequi (*Caryocar Brasiliense* Camb.): qualidade, higiene, adaptação de bactérias ao estresse ácido e isolamento de microrganismos com potencial para bioconservação. (Tese de Doutorado). Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 110 pag.

FERREIRA, L. C. & JUNQUEIRA, R. G. 2007. Microbiological evaluation of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) preserves made from a typical Brazilian fruit. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 23(8):1179-1181.

GARCÍA-FERNÁNDEZ, C., RUIZ-PÉREZ, M. & WUNDER, S. 2008. Is multiple-use forest management widely implementable in the tropics? *Forest Ecology and Management* 256(7):1468-1476.

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. Pp. 675-696. British Ecological Society.

- GHIMIRE, S. K., GIMENEZ, O., PRADEL, R., MCKEY, D. & AUMEERUDDY-THOMAS, Y. 2008. Demographic variation and population viability in a threatened Himalayan medicinal and aromatic herb *Nardostachys grandiflora*: matrix modelling of harvesting effects in two contrasting habitats. *Journal of Applied Ecology* 45:41-51.
- GODOY, R. & BAWA, K. 1993. The economic value and sustainable harvest of plants and animals from the tropical forest: Assumptions, hypotheses, and methods. *Economic Botany* 47(3):215-219.
- GRIBEL, R. 1986. Ecologia da polinização e da dispersão de *Caryocar brasiliense* Camb. (Cariocaraceae) na região do Distrito Federal. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília. Brasília, DF. 110 pag.
- GRIBEL, R. & HAY, J. D. 1993. Pollination Ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil Cerrado Vegetation. *Journal of Tropical Ecology* 9(2):199-211.
- GULIAS, A. P. S. M., RIBEIRO, J. F., OLIVEIRA, M. C. D., AQUINO, F. D. G. & SILVA, M. R. D. 2008. Cadeia Produtiva do Pequi (*Caryocar Brasiliense* Cambess.) no Município de Damianópolis – GO. *IX Simpósio Nacional Cerrado e II Simpósio Internacional de Savanas Tropicais*. Brasília, DF.
- HARTSHORN, G. S. 1995. Ecological Basis for Sustainable Development in Tropical Forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 26(1):155-175.
- HENRIQUES, R. P. B. & HOFFMANN, W. A. Woody increase in a fire protected cerrado savanna of Central Brasil. *Submetido a Journal of Tropical Ecology*.
- HERINGER, E. P. 1970. O Pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). *Brasil Florestal* 1(2):28-31.
- HOFFMANN, W. A. & MOREIRA, A. G. 2002. The Role of Fire in Population Dynamics of Woody Plants. in Oliveira, P. S. & Marquis, R. J. (eds.). *The Cerrados of Brazil*. Columbia University Press, New York
- HOOD, G. M. 2008. PopTools version 3.0.6. Available on the internet. URL <http://www.cse.csiro.au/poptools>.
- IBGE. 2007. Cidades: Rio Pardo de Minas (MG) – Informações Estatísticas.
- JENSEN, A. & MEILBY, H. 2008. Does commercialization of a non-timber forest product reduce ecological impact? A case study of the Critically Endangered *Aquilaria crassna* in Lao PDR. *Oryx* 42(2):214–221.
- JUNQUEIRA, N. T. V., FALEIRO, F. G., BRAGA, M. F. & PEIXOTO, J. R. 2008. Domesticação de espécies da flora nativa do Cerrado. Pp. 125-164 in Parron, L. M., Aguiar, L. M. d. S., Duboc, E., Oliveira-Filho, E. C., Camargo, A. J. A. d. & Aquino, F. d. G. (eds.). *Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável*. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

- KERR, W. E., SILVA, F. R. D. & TCHUCARRAMAE, B. 2007. Pequi (*Caryocar Brasiliense* Camb.): informações preliminares sobre um pequi sem espinhos no caroço. *Revista Brasileira de Fruticultura* 29(1):169-171.
- KHOURI, J. 2004. Avaliação do potencial antimutagênico e antioxidante do extrato aquoso de polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). (Dissertação de Mestrado). Departamento de Genética e Morfologia, Universidade de Brasília. Brasília, DF. 80 pag.
- KLINK, C. A. & MACHADO, R. B. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *MEGADIVERSIDADE* 1(1):147-155.
- KREBS, C. J. 1999. *Ecological Methodology* (2nd edition). Addison-Wesley Educational Publishers, Inc, New York.
- LEFKOVITCH, L. P. 1965. The Study of Population Growth in Organisms Grouped by Stages. *Biometrics* 21(1):1-18.
- LEITE, G. L. D., VELOSO, R. V. D. S., ZANUNCIO, J. C., FERNANDES, L. A. & ALMEIDA, C. I. M. 2006. Phenology of *Caryocar brasiliense* in Brazilian cerrado region. *Forest Ecology and Management* 236:286-294.
- LIMA, A. D., SILVA, A. M. D. O. E., TRINDADE, R. A., TORRES, R. P. & MANCINI-FILHO, J. 2007. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). *Revista Brasileira de Fruticultura* 29:695-698.
- LIMA, I. L. P. 2008. Etnobotânica Quantitativa de Plantas do Cerrado e Extrativismo de Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) no Norte de Minas Gerais: Implicações para o Manejo Sustentável. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília. Brasília, DF. 106 pag.
- LOPES, P. S. N., SOUZA, J. C. D., REIS, P. R., OLIVEIRA, J. M. & ROCHA, I. D. F. 2003. Caracterização do ataque da broca dos frutos do pequi. *Revista Brasileira de Fruticultura* 25:540-543.
- MACHADO, R. B., NETO, M. B. R., PEREIRA, P. G. P., CALDAS, E. F., GONÇALVES, D. A., SANTOS, N. S., TABOR, K. & STEININGER, M. 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF.
- MARTIN, G. J. 1995. *Ethnobotany: A Methods Manual*. Chapman and Hall, London
- MEDEIROS, M. B. & MIRANDA, H. S. 2008. POST-FIRE RESPROUTING AND MORTALITY IN CERRADO WOODY PLANT SPECIES OVER A THREE-YEAR PERIOD. *Edinburgh Journal of Botany* 65(01):53-68.
- MEDEIROS, R. A. & HARIDASAN, M. 1985. Seasonal variations in the foliar concentration of nutrients in some aluminium accumulating and non-accumulating species of the cerrado region of Brazil. *Plant and Soil* 88:433-436.

- MELO-JÚNIOR, A. F. D., CARVALHO, D. D., PÓVOA, J. S. R. & BEARZOTI, E. 2004. Estrutura genética de populações naturais de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). *SCIENTIA FORESTALIS* 66:56-65.
- MELO, J. T. 1987. Fatores Relacionados com a Dormência de Sementes de Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). (Dissertação de Mestrado). Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP. 92 pag.
- MELO, J. T. D. & GONÇALVES, A. N. 2001. Inibidores de Germinação em Frutos e Sementes de Pequi. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 23:11.
- MIRANDA-VILELA, A. L., RESCK, I. S. & GRISOLIA, C. K. 2008. Antigenotoxic activity and antioxidant properties of organic and aqueous extracts of pequi fruit (*Caryocar brasiliense* Camb.) pulp. *Genetics and Molecular Biology* 31:956-963.
- MIRANDA, H. S., BUSTAMANTE, M. M. C. & MIRANDA, A. C. 2002. The Fire Factor. in Oliveira, P. S. & Marquis, R. J. (eds.). *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, New York.
- MONTORO, G. R. 2008. Morfologia de plântulas de espécies lenhosas do cerrado. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Botânica, Universidade de Brasília. Brasília, DF. 104 pag.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., FONSECA, G. A. B. D. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *NATURE* 403:853-858.
- NEUMANN, R. P. & HIRSCH, E. 2000. Commercialisation of Non-Timber Forest Products: Review and Analysis of Research. Center for International Forestry Research, Bogor, Indonesia.
- OLIVEIRA, E. C. L. D. 2006a. Distribuição espacial de espécies arbóreas em um cerrado *sensu stricto* no Distrito Federal. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Eng. Florestal, Universidade de Brasília. Brasília-DF. 60 pag.
- OLIVEIRA, E. D. 2006b. Exploração de espécies nativas como uma estratégia de sustentabilidade socioambiental : o caso do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em Goiás. (Dissertação de Mestrado). Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília. Brasília, DF. 294 pag.
- OLIVEIRA, M. N. S. D., GUSMÃO, E., LOPES, P. S. N., SIMÕES, M. O. M., RIBEIRO, L. M. & DIAS, B. A. S. 2006. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). *Revista Brasileira de Fruticultura* 28(3):380-386.
- OLIVEIRA, P. E. A. M. D. 2008. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de Cerrado. Pp. 273-290 in Sano, S. M., Almeida, S. P. d. & Ribeiro, J. F. (eds.). *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília-DF.
- OLIVEIRA, P. S. 1997. The ecological function of extrafloral nectaries: herbivore deterrence by visiting ants and reproductive output in *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae). *Functional Ecology* 11:323-330.

- OLIVEIRA, S. S., FAVORITO, O., DOMBROSKI, J. L. D., GUIMARÃES, S. C. & COELHO, M. D. F. B. 2002. Viabilidade de sementes e emergência de plântulas de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) sob diferentes níveis de escarificação dos caroços. in Fruticultura, S. B. d. (ed.). *XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura*. Belém-PA.
- PAVLIKAKIS, G. E. & TSIHRINTZIS, V. A. 2003. A quantitative method for accounting human opinion, preferences and perceptions in ecosystem management. *Journal of Environmental Management* 68:193-205.
- PEREIRA, A. V., PEREIRA, E. B. C., SILVA, D. B. D., GOMES, A. C. & SOUZA-SILVA, J. C. 2004. Quebra de Dormência de Sementes de Pequi. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 136:15.
- PERES, C. A., BAIDER, C., ZUIDEMA, P. A., WADT, L. H. O., KAINER, K. A., GOMES-SILVA, D. A. P., SALOMAO, R. P., SIMOES, L. L., FRANCIOSI, E. R. N., CORNEJO VALVERDE, F., GRIBEL, R., SHEPARD, G. H., JR., 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(5653):2112-2114.
- PETERS, C. M. 1994. Sustainable Harvest of Non-Timber Plant Resources in Tropical Moist Forest: An Ecological Primer. WWF, Biodiversity Support Program, Washington, DC.
- PIANOVSKI, A. R., VILELA, A. F. G., SILVA, A. A. S. D., LIMA, C. G., SILVA, K. K. D., CARVALHO, V. F. M., MUSIS, C. R. D., MACHADO, S. R. P. & FERRARI, M. 2008. Uso do óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*) em emulsões cosméticas: desenvolvimento e avaliação da estabilidade física. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas* 44(2).
- PIRANI, J. R., MELLO-SILVA, R. D. & GIULIETTI, A. M. 2003. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 21(1):1-24.
- PRANCE, G. T. & SILVA, M. F. D. 1973. Caryocaraceae. *Flora Neotropica* 12:1-75.
- QUINN, G. P. & KEOUGH, M. J. 2002. Experimental Design and Data Analysis for Biologists. Cambridge University Press, Cambridge.
- RABÊLO, A. M. D. S., TORRES, C. L., GERALDINE, R. M. & SILVEIRA, M. F. A. 2008. Extração, secagem e torrefação da amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28:868-871.
- RAIMONDO, D. C. & DONALDSON, J. S. 2003. Response of cycads with different life histories to the impact of plant collecting: simulation models to determine important life history stages and population recovery times. *Biological Conservation* 116:227-234.
- RATTER, J. A., BRIDGEWATER, S. & RIBEIRO, J. F. 2001. Espécies Lenhosas da Fitofisionomia cerrado sentido amplo em 170 localidades do bioma Cerrado. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 7:5-112.
- . 2003. Analysis of the floristic composition of the brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany* 60(1):57-109.
- RATTER, J. A., RIBEIRO, J. F. & BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. *Annals of Botany* 80:223-230.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. in Sano, S. M. & Almeida, S. P. d. (eds.). *Cerrado, ambiente e flora*. Embrapa, Planaltina, DF.

---. 2008. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. Pp. 1279 in Sano, S. M., Almeida, S. P. d. & Ribeiro, J. F. (eds.). *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília-DF.

RICKER, M., MENDELSON, R. O., DALY, D. C. & ÁNGELES, G. 1999. Enriching the rainforest with native fruit trees: an ecological and economic analysis in Los Tuxtlas (Veracruz, Mexico). *Ecological Economics* 31(3):439-448.

ROCHA, M. G. D., ROCHA, T. C. D., AGUIAR, J. L. P. & JUNQUEIRA, N. T. V. 2008. Dinâmica da Produção Extrativista de Pequi no Brasil. *IX Simpósio Nacional Cerrado e II Simpósio Internacional de Savanas Tropicais*. Brasília, DF.

ROESLER, R., CATHARINO, R. R., MALTA, L. G., EBERLIN, M. N. & PASTORE, G. 2008. Antioxidant activity of *Caryocar brasiliense* (pequi) and characterization of components by electrospray ionization mass spectrometry. *Food Chemistry* 110(3):711-717.

ROESLER, R., MALTA, L. G., CARRASCO, L. C., HOLANDA, R. B., SOUSA, C. A. S. & PASTORE, G. M. 2007. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 27:53-60.

RUBIN, B. D., MANION, P. D. & FABER-LANGENDOEN, D. 2006. Diameter distributions and structural sustainability in forests. *Forest Ecology and Management* 222(1-3):427-438.

SALVIANO, A., GUERRA, A. F. & GOMES, A. C. 2002. Avaliação Agronômica do Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb). in Fruticultura, S. B. d. (ed.). *XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura*. Belém-PA.

SAMPAIO, M. B., SCHMIDT, I. B. & FIGUEIREDO, I. B. 2008. Harvesting effects and population ecology of the buriti palm (*Mauritia flexuosa* L. f., Arecaceae) in the Jalapão Region, Central Brazil. *Economic Botany* 62:171-181.

SANTANA, J. D. G. & NAVES, R. V. 2003. Caracterização de ambientes de cerrado com alta densidade de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na região sudeste do estado de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 33(1):1-10.

SATO, M. N. 1996. Mortalidade de plantas lenhosas do cerrado submetidas a diferentes regimes de queima. (Dissertação de Ms.). Departamento de Ecologia, UnB. Brasília. 46 pag.

SCHMIDT, I. B., FIGUEIREDO, I. B., BORGHETTI, F. & SCARIOT, A. 2008. Produção e germinação de sementes de "capim dourado", *Syngonanthus nitens* (Bong.) Ruhland (Eriocaulaceae): implicações para o manejo. *Acta Botanica Brasilica* 22:37-42.

SCHMIDT, I. B., FIGUEIREDO, I. B. & SCARIOT, A. 2007. Ethnobotany and Effects of Harvesting on the Population Ecology of *Syngonanthus nitens* (Bong.) Ruhland (Eriocaulaceae), a NTFP from Jalapão Region, Central Brazil. *Economic Botany* 61(1):73-85.

SCHULZE, P. C., LEIGHTON, M. & PEART, D. R. 1994. Enrichment Planting in Selectively Logged Rain Forest: A Combined Ecological and Economic Analysis. *Ecological Applications* 4(3):581-592.

SEBRAE-MG. 2003. Diagnóstico municipal: Rio Pardo de Minas. Programa Grande Sertão, Montes Claros - MG.

SILVA, C. E. M. 2006. Os Cerrados e a Sustentabilidade: Territorialidades em Tensão. (Tese de Doutorado). Departamento de Geografia - Programa de Pós-Graduação em Ordenamento Territorial e Ambiental, Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ. 240 pag.

SILVA, P. A. D. D. 2008. Ecologia populacional e botânica econômica de *Butia capitata* (mart.) Beccari no cerrado no Norte de Minas Gerais. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília. Brasília, DF. 107 pag.

SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. 1995. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research (3rd edition). W. H. Freeman and Co, New York. 887 pp.

STATSOFT, I. 2001. STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com

TICKTIN, T. 2004. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. *Journal of Applied Ecology* 41(1):11-21.

TICKTIN, T. & NANTEL, P. 2004. Dynamics of harvested populations of the tropical understory herb *Aechmea magdalenae* in old-growth versus secondary forests. *Biological Conservation* 120:461-470.

TOLEDO, L. D. O. 2007. Interação entre atributos sócio-edafológicos e do componente arbóreo-arbustivo no planejamento ambiental em área de cerrado no Norte de Minas Gerais. (Doutorado de Dr.). Instituto de Agronomia, UFRRJ. Seropédica, RJ. 129 pag.

VERA, R., SOUZA, E. R. B. D., FERNANDES, E. P., NAVES, R. V., JÚNIOR, M. S. S., CALIARI, M. & XIMENES, P. A. 2007. Caracterização física e química de frutos do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) oriundos de duas regiões no Estado de Goiás, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 37(2):93-99.

WADT, L. H. O., KAINER, K. A., STAUDHAMMER, C. L. & SERRANO, R. O. P. 2008. Sustainable forest use in Brazilian extractive reserves: Natural regeneration of Brazil nut in exploited populations. *Biological Conservation* 141(1):332-346.

WHITE, P. C. L., JENNINGS, N. V., RENWICK, A. R. & BARKER, N. H. L. 2005. Questionnaires in ecology: a review of past use and recommendations for best practice. *Journal of Applied Ecology* 42:421-430.

ZAR, J. H. 1999. Biostatistical analysis (4th edition). Prentice-Hall, Inc., New Jersey.

ZARDO, R. N. 2008. Efeito do impacto da extração de frutos na demografia do pequi (*Caryocar brasiliense*) no Cerrado do Brasil central. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília. Brasília, DF. 62 pag.

ZUIDEMA, P. A. & BOOT, R. G. A. 2002. Demography of the Brazil Nut Tree (*Bertholletia excelsa*) in the Bolivian Amazon: Impact of Seed Extraction on Recruitment and Population Dynamics. Pp. 1-31. Cambridge University Press.