

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

DINÂMICA DE *CARYOCAR BRASILIENSE* CAMBESS. E *TACHIGALI SUBVELUTINA*
(BENTH.) OLIVEIRA-FILHO EM FORMAÇÃO SAVÂNICA, FAZENDA ÁGUA LIMPA,
BRASÍLIA/DF

Lauana Costa Nogueira

Orientador: Dr. John Du Vall Hay

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

Brasília – DF, 2013

LAUANA COSTA NOGUEIRA

Dinâmica populacional de *Caryocar brasiliense* Cambess. e *Tachigali subvelutina* (Benth.)
Oliveira-Filho em formação savânica na Fazenda Água Limpa, Brasília/DF

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.

Examinadores:

Dr. John Du Vall Hay
Orientador – Universidade de Brasília

Dr. Aldicir Scariot
Titular – Embrapa/Cenargen

Dr. José Roberto Rodrigues Pinto
Titular – Universidade de Brasília

Dr. Raimundo Paulo Barros Henriques
Suplente – Universidade de Brasília

Brasília-DF, 08 de abril de 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

NOGUEIRA, L. C. (2013). Dinâmica populacional de *Caryocar brasiliense* Cambess. e *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho em formação savânica na Fazenda Água Limpa, Brasília/DF. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília. 70p.

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. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora.

Lauana Costa Nogueira

À Melyssa, Arthur,

Miguel e Fabinho,

DEDICO.

AGRADECIMENTO

Agradeço à Deus.

A meus pais que com sábias palavras vêm me ajudando a permanecer na caminhada com serenidade e sabedoria.

Às minhas irmãs que com amor e carinho valorizam o meu esforço e me fazem sorrir sempre que preciso.

Aos meus sobrinhos, a quem dedico esta dissertação, pelas alegrias proporcionadas.

Ao meu companheiro Raoni Japiassu Merisse pelas contribuições, pela paciência nos momentos difíceis e por compreender minhas ausências.

Ao John Du Vall Hay que durante a orientação sempre se mostrou disposto a esclarecer dúvidas e ajudar com paciência e carinho.

Ao Mardônio, que além de nos levar ao campo sempre esteve disposto a ajudar. A Fábio Rubio Scarano e Newton Jordão Zerbini que ajudaram a dar início à este projeto. A Livia Helena Carrera Silveira que auxiliou nas três últimas amostragens.

Ao professor Eraldo Matricardi e colegas Luiz Ricardo Vieira e Greison Moreira que auxiliaram na elaboração das imagens apresentadas neste trabalho.

À Maria Goretti e Bernardo que sempre me acolheram com carinho nas minhas idas e vindas à Brasília.

Aos colegas da pós, que apesar do pouco convívio, foram muito importantes e fizeram parte desta trajetória, companheiros de disciplinas e de momentos de descontração. Agradeço em especial à João Victor, Washington e Danilo pelos devaneios estatísticos. A todos os amigos que torceram para que tudo desse certo.

Ao CNPQ, pela bolsa concedida.

Aos professores: Jeanine Maria Felfili (*in memoriam*); Dalva Graciano Ribeiro, Cássia Beatriz Munhoz, Nagib Nassar, Manoel Cláudio da Silva Júnior, Reuber Brandão e José Roberto Rodrigues Pinto que me serviram de exemplo pelo trabalho, dedicação e amizade.

*“There is a pleasure in the pathless woods;
There is a rapture on the lonely shore;
There is society, where none intrudes;
By the deep sea, and music in its roar;
I love not man the less, but Nature more ...”*

(Lord Byron)

*Há um tal prazer nos bosques inexplorados;
Há uma tal beleza na solitária praia;
Há uma sociedade que ninguém invade;
Perto do mar profundo e da música do seu bramir;
Não que ame menos o homem, mas amo mais a Natureza...*

(tradução)

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	3
LISTA DE FIGURAS	4
RESUMO	7
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO	9
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
Bioma Cerrado	10
Estrutura populacional	12
Dinâmica populacional	13
OBJETIVOS	16
Objetivo geral	16
Objetivos específicos	16
MATERIAL E MÉTODOS	17
Área de estudo	17
Descrição das espécies	19
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	19
<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho	22
Levantamento de dados	25
Análise de dados	25
Estrutura populacional	25
Dinâmica populacional	26
RESULTADOS	29
Estrutura populacional - <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	29
Dinâmica populacional - <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	32

Estrutura populacional - <i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho	39
Dinâmica populacional - <i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho	42
DISCUSSÃO	51
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.....	51
<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho	53
CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
ANEXOS	
ANEXO I. Revisão bibliográfica de estudos de dinâmica feitos em comunidades em Cerrado sentido restrito. CI = critério de inclusão; NS = número de espécies; NF = número de famílias; D = densidade; M = taxa de mortalidade e R = taxa de recrutamento.....	57
ANEXO II. Frequência de incêndios na Fazenda Água Limpa, DF. Período (1985 e 2011)..	58
ANEXO III. Revisão bibliográfica de estudos de estrutura e dinâmica para <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess. (Pequi) e <i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho (Carvoeiro). DA = densidade absoluta; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros de dinâmica da população de *Caryocar brasiliense* Cambess. amostrada entre 1985 e 2011 na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, DF contabilizada para dois grupos sobre regime de queima diferente. Grupo 1 = Dados das parcelas 1 e 2; Grupo 2 = Dados das parcelas 3 e 4; M = taxa de mortalidade (%.ano⁻¹); R = taxa de recrutamento (%.ano⁻¹); T = taxa de rotatividade (*turnover*) (%.ano⁻¹) e C = mudança líquida do número de indivíduos (%.ano⁻¹) entre os intervalos. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Tabela 2. Parâmetros de dinâmica da população de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho amostrada entre 1985 e 2011 na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, DF contabilizada para dois grupos sobre regime de queima diferente. Grupo 1 = Dados das parcelas 1 e 2; Grupo 2 = Dados das parcelas 3 e 4; M = taxa de mortalidade (%.ano⁻¹); R = taxa de recrutamento (%.ano⁻¹); T = taxa de rotatividade (*turnover*) (%.ano⁻¹) e C = mudança líquida do número de indivíduos (%.ano⁻¹) entre os intervalos. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização das parcelas permanentes avaliadas na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF. (Imagem Quickbird/2007).

Figura 2. Distribuição geográfica de *Caryocar brasiliense* Cambess. no Brasil, baseada em pontos de coleta registrados em herbários brasileiros (Fonte: ferramenta de busca: Species link, <http://sblink.cria.ogr.br>).

Figura 3. Distribuição geográfica de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveria-Filho (Carvoeiro) no Brasil, baseada em pontos de coleta registrados em herbários brasileiros (Fonte: ferramenta de busca: Species link, <http://sblink.cria.ogr.br>).

Figura 4. Número de indivíduos de *Caryocar brasiliense* Cambess. por amostragem. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Figura 5. Área basal ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) por amostragem (mês e ano) para a população de *Caryocar brasiliense* Cambess. amostrada em Cerrado típico na Fazenda Água Limpa, DF (1985 a 2011). *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Figura 6. Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro com amplitude de 5 centímetros, para a população de *Caryocar brasiliense* Cambess. por amostragem (mês e ano) em Cerrado típico na Fazenda Água Limpa, DF (1985 – 2011). *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Figura 7. Taxa de mortalidade e recrutamento ($\% \cdot \text{ano}^{-1}$) de *Caryocar brasiliense* Cambess., para indivíduos amostrados nas parcelas 1 e 2 (Grupo 1) e parcelas 3 e 4 (Grupo 2) calculada para o período de 26 anos, na Fazenda Água Limpa, Distrito Federal. ➔ taxa de mortalidade para o grupo 1; ➤ taxa de mortalidade para o grupo 2; ◊ taxa de recrutamento para o grupo 1; ◄ taxa de recrutamento para o grupo 2. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Figura 8. Média de indivíduos mortos (ponto) e desvio padrão (barra) por intervalos de classes em diâmetro (cm) para indivíduos de *Caryocar brasiliense* Cambess. amostrados em quatro parcelas de 50 x 50 m na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF (1985 a 2011).

Figura 9. Taxas de incremento médio anual, efetivo e potencial, em altura ($\text{m} \cdot \text{ano}^{-1}$) de indivíduos de *Caryocar brasiliense* Cambess. amostrados em quatro parcelas de 50 x 50 m na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF (1985 a 2011). ➔ taxa de incremento médio efetivo para o grupo 1; ➤ taxa de incremento médio efetivo para o grupo 2; ◊ taxa de incremento médio potencial para o grupo 1; ◄ taxa de incremento médio potencial para o grupo 2. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Figura 10. Relação entre altura inicial e final para os indivíduos de *Caryocar brasiliense* Cambess. amostrados na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF no período de 26 anos ($F_{1,113} = 204,79$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,64$); equação: $y = 5,45 \cdot (1 - \exp(-0,42 \cdot x))$.

Figura 11. Incremento médio efetivo (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) em classes de altura para *Caryocar brasiliense* Cambess. (1985 e 2011).

Figura 12. Taxas de incremento médio anual, efetivo e potencial, em diâmetro ($\text{cm}\cdot\text{ano}^{-1}$) de indivíduos de *Caryocar brasiliense* Cambess. amostrados em quatro parcelas de 50 x 50 m na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF (1985 a 2011). \blacklozenge taxa de incremento médio efetivo para o grupo 1; \blacktriangledown taxa de incremento médio efetivo para o grupo 2; $\circ\text{--}$ taxa de incremento médio potencial para o grupo 1; $\text{--}\triangleleft$ taxa de incremento médio potencial para o grupo 2. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Figura 13. Relação entre diâmetro inicial e final para os indivíduos de *Caryocar brasiliense* Cambess. amostrados na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF no período de 26 anos ($F_{1,97} = 275,96$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,74$; equação: $y = 45,80*(1-\exp(0,03*x))$).

Figura 14. Incremento médio efetivo (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) em classes de diâmetro para *Caryocar brasiliense* Cambess. (1985 e 2011).

Figura 15. Número de indivíduos de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho por amostragem. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Figura 16. Área basal ($\text{m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$) por amostragem (mês e ano) para a população de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho amostrada em Cerrado típico na Fazenda Água Limpa, DF (1985 a 2011). *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Figura 17. Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro com amplitude de 5 centímetros, para a população de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho por amostragem (mês e ano) em Cerrado típico na Fazenda Água Limpa, DF (1985 – 2011). *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Figura 18. Taxa de mortalidade e recrutamento ($\%\cdot\text{ano}^{-1}$) de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho, para indivíduos amostrados nas parcelas 1 e 2 (Grupo 1) e parcelas 3 e 4 (Grupo 2) calculada para o período de 26 anos, na Fazenda Água Limpa, Distrito Federal. \blacklozenge taxa de mortalidade para o grupo 1; \blacktriangledown taxa de mortalidade para o grupo 2; $\circ\text{--}$ taxa de recrutamento para o grupo 1; $\text{--}\triangleleft$ taxa de recrutamento para o grupo 2. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Figura 19. Média de indivíduos mortos (ponto) e desvio padrão (barra) por intervalos de classes em diâmetro (cm) para indivíduos de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho amostrados em quatro parcelas de 50 x 50 m na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF (1985 a 2011).

Figura 20. Taxas de incremento médio anual, efetivo e potencial, em altura ($\text{m}\cdot\text{ano}^{-1}$) de indivíduos de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho amostrados em quatro parcelas de 50 x 50 m na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF (1985 a 2011). \blacklozenge taxa de incremento médio efetivo para o grupo 1; \blacktriangledown taxa de incremento médio efetivo para o grupo 2; $\circ\text{--}$ taxa

de incremento médio potencial para o grupo 1; \blacktriangleleft taxa de incremento médio potencial para o grupo 2. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Figura 21. Relação entre altura inicial e final para os indivíduos de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho amostrados na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF no período de 26 anos ($F_{1,110} = 108,32$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,4962$); equação: $y = 11,09*(1-\exp(-0,64*x))$.

Figura 22. Incremento médio potencial (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) em classes de altura para *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho (1985 e 2011).

Figura 23. Taxas de incremento médio anual, efetivo e potencial, em diâmetro (cm.ano^{-1}) de indivíduos de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho amostrados em quatro parcelas de 50 x 50 m na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF (1985 a 2011). \blacklozenge taxa de incremento médio efetivo para o grupo 1; \blacktriangledown taxa de incremento médio efetivo para o grupo 2; \circ taxa de incremento médio potencial para o grupo 1; \blacktriangleleft taxa de incremento médio potencial para o grupo 2. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Figura 24. Relação entre diâmetro inicial e final para os indivíduos de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho amostrados na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF no período de 26 anos ($F_{1,110} = 242,92$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,68$); equação: $y = (29,5*(1-\exp(-0,25*x)))$.

Figura 25. Incremento médio potencial (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) em classes de diâmetro para *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho (1985 e 2011).

RESUMO – (Dinâmica populacional de *Caryocar brasiliense* Cambess. e *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho em formação savânica na Fazenda Água Limpa, Brasília/DF). Foram conduzidos levantamentos em intervalos entre 1 e 4 anos em quatro parcelas permanentes de 50 x 50 m, totalizando 1 hectare, localizadas na Fazenda Água Limpa (FAL), Distrito Federal, para investigar a estrutura e dinâmica populacional de *Caryocar brasiliense* Cambess. (Pequi) e *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho (Carvoeiro) em ambiente natural. Ao todo foram feitas 11 amostragens para a população de Pequi e 12 amostragens para a população de Carvoeiro, no período de 26 anos (1985 a 2011). A população de Pequi está crescendo e teve aumento de 54,4% na densidade. As taxas médias de recrutamento e mortalidade para esta espécie foram 3,99 e 0,63 $\%.\text{ano}^{-1}$, respectivamente. A taxa de incremento médio anual efetivo em altura foi 0,02 $\text{m}.\text{ano}^{-1}$ e em diâmetro 0,08 $\text{cm}.\text{ano}^{-1}$. A taxa de incremento médio anual potencial em altura foi 0,11 $\text{m}.\text{ano}^{-1}$ e em diâmetro 0,25 $\text{cm}.\text{ano}^{-1}$. A população de Carvoeiro aumentou 4,1% na densidade e apresentou taxas médias de recrutamento e mortalidade de 2,84 e 2,83 $\%.\text{ano}^{-1}$, respectivamente. A taxa de crescimento médio anual efetivo em altura foi 0,17 $\text{m}.\text{ano}^{-1}$ e em diâmetro 0,39 $\text{cm}.\text{ano}^{-1}$, e as taxas de crescimento médio anual potencial em altura e diâmetro foram 0,34 $\text{m}.\text{ano}^{-1}$ e 0,57 $\text{cm}.\text{ano}^{-1}$, respectivamente. Para as duas espécies as taxas de mortalidade estão sendo compensadas pelo recrutamento, mas ocorrem variações ao longo das amostragens. Para o Pequi o crescimento é lento, com pequenos incrementos em diâmetro e altura, enquanto que para o Carvoeiro o crescimento é rápido e a espécie apresenta maiores incrementos em diâmetro e altura. As espécies apresentaram comportamentos estruturais e dinâmicos diferentes, o que significa que desempenham funções ecológicas diferentes no ambiente em que estão inseridas.

Palavras-chave: crescimento, rotatividade, mortalidade, recrutamento, Cerrado.

ABSTRACT - (Dynamics of *Caryocar brasiliense* Cambess. and *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho in savanna in Água Limpa farm, Brasília/DF). Surveys were conducted at intervals between 1 and 4 years in four permanent plots of 50 x 50 m, totaling 1 hectare farm located on the Fazenda Água Limpa farm (FAL), Distrito Federal, to investigate the structure and population dynamics of *Caryocar brasiliense* Cambess. (Pequi) and *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho (Carvoeiro) in natural environment. A total of surveys 11 were made for the population of Pequi and 12 for the population of Carvoeiro, during a 26 year period (1985-2011). The population of Pequi is growing and increased by 54,4% in density. The average rates of recruitment and mortality for this species were 3,99 and 0,63 $\%.\text{yr}^{-1}$, respectively. The average annual rate of increase in height was 0,02 $\text{m}.\text{yr}^{-1}$ in diameter and 0,08 $\text{cm}.\text{yr}^{-1}$. The average annual growth rate of potential height was 0,11 $\text{m}.\text{yr}^{-1}$ in diameter and 0,25 $\text{cm}.\text{yr}^{-1}$. The population of Carvoeiro increased 4,1% in density and showed average rates of recruitment and mortality of 2,84 and 2,83 $\%.\text{yr}^{-1}$, respectively. The average annual growth rate of height was 0,17 $\text{m}.\text{yr}^{-1}$ and in diameter was 0,39 $\text{cm}.\text{yr}^{-1}$, and the average annual growth rates of potential height and diameter were 0,34 $\text{m}.\text{yr}^{-1}$ and 0,57 $\text{cm}.\text{yr}^{-1}$, respectively. For both species mortality rates are being off set by recruitment but variations occur along among sampling dates. For Pequi growth is slow, with small increases in diameter and height, while for the Carvoeiro growth is fast and this species has greater increases in diameter and height. The species showed different structural and dynamic behavior, indicating means that play different ecological roles in the environment in which they are found.

Keywords: growth, turnover, mortality, recruitment, Cerrado.

INTRODUÇÃO

Com mais de 11.000 espécies da flora vascular nativa (Mendonça *et al.* 2008), o Cerrado ocupa cerca de 20% da região central do país e apresenta zonas de contato com quatro biomas, características estas que lhe conferem elevada diversidade (Eiten 1972; Furley 1999; Klink e Machado 2005).

A acelerada ocupação e expansão das atividades agrícolas no bioma causam a redução, fragmentação e substituição da vegetação nativa (Klink e Machado 2005; Sano *et al.* 2009). Pouco se sabe a respeito da dinâmica e ecologia das espécies em ambiente natural, bem como o comportamento destas espécies diante de mudanças. Assim, é fundamental a ampliação de estudos de dinâmica principalmente para espécies com ampla distribuição no Cerrado (Ratter *et al.* 2003) e de uso popular.

Os monitoramentos em longo prazo são importantes para elaboração de planos de manejo para uso sustentável e para a predição dos efeitos das perturbações no comportamento das populações vegetais. A dinâmica das plantas é observada por meio das taxas de recrutamento, mortalidade e crescimento.

Existem poucos estudos de monitoramento a longo prazo em Cerrados brasileiros, alguns tem como foco comunidades (Sato e Miranda 1996; Felfili *et al.* 2000; Henriques e Hay 2002; Hoffmann e Moreira 2002; Libano e Felfili 2006; Aquino *et al.* 2007a; Lima *et al.* 2009; Mews *et al.* 2011; Ribeiro *et al.* 2012) e outras populações (Hay e Barreto 1988; Aquino *et al.* 2002; Aquino *et al.* 2007; Zardo e Henriques 2011), poucos investigam taxas de crescimento em diâmetro e nenhum menciona taxas de crescimento em altura.

Dentre os estudos acima citados, a série temporal mais longa foi 18 anos (1985-2003), para monitoramento de comunidade em Cerrado *sensu stricto* no Distrito Federal, feito por Libano e Felfili (2006). Para populações o estudo que teve maior período de acompanhamento (1995-2002), foi o de Aquino *et al.* (2007), que estudou 12 espécies em Cerrado *sensu stricto* localizado em Balsas, Maranhão.

Para complementar informação sobre dinâmica de espécies nativas em Cerrado *sensu stricto*, é necessário conhecer as taxas médias anuais de crescimento, o comportamento diante distúrbios, principalmente o fogo, que é recorrente no Cerrado, a variação temporal nas taxas de mortalidade e recrutamento e se as populações permanecem estáveis.

As espécies estudadas são *Caryocar brasiliense* Cambess. (Pequi) e *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho (Carvoeiro). O Pequi e o Carvoeiro são espécies muito utilizadas pela população humana e, geralmente, apresentam elevado valor de importância em estudos de dinâmica e fitossociologia (Uhlmann *et al.* 1998; Felfili *et al.* 2000; Andrade *et al.* 2002; Saporetti-Júnior *et al.* 2003; Assunção e Felfili 2004; Fonseca e Silva-Júnior 2004; Pinto *et al.* 2005; Aquino *et al.* 2007; Felfili e Fagg 2007; Roitman *et al.* 2008; Zardo e Henriques 2011; Medeiros e Walter 2012). Conhecer o comportamento destas populações em ambiente natural é importante para subsidiar ações voltadas à conservação e manejo destas espécies.

Este estudo teve como objetivo investigar a estrutura e a dinâmica populacional de *Caryocar brasiliense* Cambess. (Pequi) e *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho (Carvoeiro), localizadas em área de Cerrado típico na Fazenda Água Limpa, Distrito Federal. Estas populações vêm sendo monitoradas desde 1985. Ao todo foram feitas 11 amostragens para o Pequi e 12 amostragens para o Carvoeiro, no período de 26 anos (1985 a 2011).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Bioma Cerrado

O termo "Cerrado", de forma genérica, é utilizado para se referir à vegetação predominante na região central do Brasil (Eiten 1978), mais precisamente na região centro-oeste, ocorrendo também em faixas disjuntas ao Sul, Nordeste e Norte (Eiten 1972). Esta vegetação ocupa cerca de 20% da área do Brasil (Furley 1999), sendo composta por um mosaico de tipos fisionômicos que se diferenciam quanto à densidade da vegetação, indo desde formações florestais bem fechadas, a campos limpos com pouco ou nenhum arbusto (Eiten 1972; Eiten 1978).

Além de estar entre as maiores savanas do mundo (Furley 1999), o Cerrado também é a mais diversa (Klink e Machado 2005). Recentemente foi feita revisão em listagens de plantas onde foram catalogadas 11.626 espécies da flora vascular nativa, sendo 7.618 pertencentes à formação Savânica (Mendonça *et al.* 2008).

Esta grande diversidade florística do Cerrado é reflexo do tamanho da área que o bioma ocupa, juntamente com a grande variação topográfica, altitudinal, a sazonalidade na precipitação, as condições edáficas, a profundidade do lençol freático, o histórico de fogo e causas antrópicas (Eiten 1978; Furley 1999), portanto, estes fatores se tornam importantes determinantes da vegetação do Cerrado (Eiten 1972; Oliveira-Filho *et al.* 1989; Furley 1999; Henriques e Hay 2002; Ribeiro e Walter 2008).

O Cerrado apresenta-se sobre terras altas e é constituído por grande diversidade de solos (Reatto *et al.* 2008). Esta variedade de solos, que vão desde muito arenosos a muito argilosos, em associação com as condições de clima favorece o estabelecimento da diversidade florística do Cerrado (Reatto *et al.* 2008). O solo característico do Bioma são os Latossolos (Latossolos Vermelho-Amarelo e Vermelho) (Reatto *et al.* 2008; Eiten 1978), que tendem a ser ácidos com elevada saturação por alumínio e ferro (Furley 1999; Reatto *et al.* 2008), pobres em nutrientes e profundos (Eiten 1978). Essas características refletem que este solo vem sendo intemperizado e lixiviado por longos períodos de tempo sendo, portanto, muito antigos (Klink e Machado 2005; Reatto *et al.* 2008). Pode apresentar também, manchas de solos mesotróficos, associados a afloramentos calcários ou não (Furley 1999; Reatto *et al.* 2008).

Quanto às características climáticas a temperatura média anual está entre 20 °C e 26 °C, ocorrendo em regiões que apresentam precipitação média anual entre 750 – 2.000 mm de chuva (Eiten 1972). Apresenta clima estacional que se caracteriza por duas estações bem definidas, a seca (maio a setembro) e a chuvosa (outubro a abril) que concentra mais de 80% da precipitação anual (Eiten 1972; Klink e Machado 2005).

A expansão de atividades humanas como o monocultivo de espécies arbóreas, o corte da vegetação nativa para produção de carvão, a expansão das atividades agropecuárias, mineração, queimadas frequentes e desmatamento acabam por ocasionar a substituição da vegetação nativa e modificação da paisagem no Cerrado (Ratter *et al.* 1997; Furley 1999; Henriques e Hay 2002; Klink e Machado 2005; Sano *et al.* 2008) além de causar degradação do solo, poluição dos remanescentes de água e perda da biodiversidade (Klink e Machado 2005). Apenas 60,5% da cobertura vegetal natural permanecem, sendo as pastagens cultivadas as maiores responsáveis por esta degradação (Sano *et al.* 2008; Sano *et al.* 2009).

Por apresentar elevada variação na composição florística da vegetação em pequenas distâncias e barreiras à dispersão, poucas espécies constituem grandes populações e estas se apresentam bem delimitadas localmente (Eiten 1972; Hay *et al.* 2000), sendo afetadas diretamente pela fragmentação das paisagens. Embora muito se conheça sobre flora vascular, pouco se sabe a respeito do comportamento das espécies nativas diante destas mudanças (Hay 2002), bem como os fatores que regem a dinâmica e influenciam a estrutura de suas populações.

Estrutura populacional

Estudos de populações fornecem parâmetros quantitativos importantes para determinar componentes do ciclo de vida do organismo, por exemplo, longevidade, padrão de regeneração natural e condição sucessional (Jones *et al.* 1994). Além disto, estas informações auxiliam na avaliação da vulnerabilidade das populações aos distúrbios ambientais e ao impacto humano (Aquino *et al.* 2002).

As variações no tamanho, forma, estrutura, ciclo de vida e funções dos organismos são resultados de mudanças evolutivas numa população, refletindo assim, respostas relacionadas às características do ambiente (fatores bióticos e abióticos) (Hutchings 1997; Sposito e Santos 2001; Ricklefs 2003). Estes fatores são responsáveis tanto por mudanças que ocorrem a nível individual como pelas que ocorrem a nível populacional, refletindo na frequência, densidade, estrutura e dinâmica das populações e comunidades (Ricklefs 2003).

Dentre os fatores abióticos tem-se a disponibilidade de nutrientes, estresse hídrico (Hoffmann e Moreira 2002; Haridasan 2008), luz (Crawley e Ross 1990) e frequência de fogo (Sato e Miranda 1996; Hoffmann e Moreira 2002; Martins *et al.* 2005). Como fatores bióticos podemos citar processos de competição, predação por herbívoros e patógenos (Clark e Clark 1984; Crawley e Ross 1990; Schupp 1992).

Como respostas às interações das plantas ao ambiente onde estão inseridas pode-se citar as variações em caracteres morfológicos dos indivíduos (Kohyama 1987; King 1996), a estratégia de lançar brotos quando a árvore ainda se encontra viva, permitindo assim a reposição rápida nas classes diamétricas (Caldato *et al.* 1999; Hoffmann *et al.* 2009) e mudanças na estrutura da população.

Os estudos de estrutura de população são amostragens pontuais com o objetivo de quantificar o número de indivíduos, o tamanho e suas variações (Silvertown 1993; Ricklefs 2003). Estas variações são analisadas em termos de crescimento, que geralmente é expresso através de medições de diâmetro, área basal ou altura. A densidade absoluta e dominância absoluta são parâmetros fitossociológicos que também podem ser considerados para descrever a estrutura de uma população (Pires-O'Brien e O'Brien 1995).

Outra maneira de caracterizar a estrutura da população é pela distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro (Pires O'Brien e O'Brien 1995). Esta pode refletir o histórico da floresta, a dinâmica de recrutamento de novas gerações, os estágios do processo de sucessão e a estratificação vertical e horizontal de cada espécie (Oliveira-Filho *et al.* 1994; Braga e Rezende 2007).

Para o Cerrado sentido restrito tem-se registrado em comunidades, 63 ± 9 espécies distribuídas em 30 ± 3 famílias com densidade de 1364 ± 362 indivíduos (ANEXO I). O padrão típico de estrutura de tamanho foi o J-invertido, onde se tem maior número de indivíduos nas primeiras classes de tamanho ocorrendo redução no número de indivíduos em cada categoria, à medida que se avança para os maiores tamanhos (Schiavini *et al.* 2001).

Dinâmica populacional

As comunidades florestais são dinâmicas e mudanças ocorrem continuamente tanto em nível individual quanto populacional (Swaine *et al.* 1987; Felfili 1995). A dinâmica das plantas é determinada por taxas de sobrevivência, crescimento, reprodução sexual, reprodução vegetativa e estabelecimento de mudas (Hoffmann e Moreira 2002). Estudos de dinâmica ajudam na compreensão de processos ecológicos além de auxiliar na identificação de fatores externos que interferem nas comunidades florestais (Braga e Rezende 2007). Portanto, conhecer o comportamento de populações de plantas em relação à sua dinâmica é de fundamental importância quando se pensa em conservação de espécies, extrativismo e manejo.

É importante ressaltar que em função dos processos que determinam a dinâmica, a população é potencialmente imortal, sendo seus tamanhos mantidos ao longo do tempo por causa das trocas (mortalidade e recrutamento) (Watkinson 1997; Ricklefs 2003), ou seja,

existe equilíbrio dinâmico entre mortalidade, recrutamento e crescimento (Harper 1977; Swaine *et al.* 1987).

A probabilidade de recrutamento pode mudar ao longo do tempo independentemente do desempenho reprodutivo das espécies de plantas (Crawley e Ross 1990) porque o mesmo depende das condições ambientais para a germinação da semente e estabelecimento de plântulas. Para a mortalidade Andrade *et al.* (2002), sugerem que geralmente esta é maior entre os indivíduos mais jovens. Este fato pode ser explicado pelo ataque de herbívoros e patógenos após a germinação das plântulas (Janzen 1970) e da competição pelo aumento da densidade (Watkinson 1997; Collevatti e Hay 2011).

Entre estes fatores que regulam os processos de dinâmica tem-se o fogo. O fogo no Cerrado ocorre na estação seca e pode ter origem natural ou antrópica, sendo a segunda a principal causa. Como adaptações ecológicas e estratégias de sobrevivência às perturbações, as plantas lenhosas apresentam diferentes comportamentos, dentre eles a alta capacidade de rebrota (Bond e Midgley 2001; Hoffmann e Moreira 2002; Vesik e Westoby 2004), que permite a persistência do indivíduo no local após ocorrência do distúrbio (Bellingham e Sparrow 2000).

Com a passagem do fogo no Cerrado, alguns indivíduos, principalmente os que apresentam menores alturas e circunferência, sofrem o efeito *topkill* e perdem a biomassa aérea ou parte desta (Hoffmann e Moreira 2002; Miranda e Sato 2002). Destes, uns morrem e outros conseguem rebrotar da base (Bond e Midgley 2001; Hoffmann e Moreira 2002). Indivíduos maiores, que sofrem injúrias nas folhas ou perdem ramos ou parte deles, podem rebrotar a partir das gemas (Hoffmann e Moreira 2002). Brotos desenvolvem-se mais rápido do que mudas permitindo com que o indivíduo retome rapidamente o seu espaço (Bond e Midgley 2001), influenciando, portanto, o crescimento e a dinâmica das populações (Sato e Miranda 1996; Henriques e Hay 2002; Hoffmann e Moreira 2000; Ribeiro *et al.* 2012).

Deve-se considerar que o manejo dos recursos bióticos numa forma que sustente razoável qualidade de vida humana depende do uso inteligente dos princípios ecológicos para resolver ou prevenir problemas ambientais (Ricklefs 2003), porém falta conhecimento e informações sobre a biologia e ecologia das espécies, o que dificulta a definição de estratégias eficazes de manejo e conservação (Silva 2007). Esta falta de informações dificulta a

mensuração dos efeitos diretos e indiretos de atividades extrativistas sobre a estrutura e funcionamento do ecossistema (Neumann e Hirsch 2000).

Para ter-se a garantia de que a exploração florestal, ou colheita da espécie não atinja níveis superiores a sua taxa de substituição e reposição é fundamental conhecer como se dá esta reposição (Neumann e Hirsch 2000). Para esta análise são necessários monitoramentos e medição sistemática de parcelas permanentes para melhor compreensão dos processos através dos quais as mudanças, tanto populacionais como na comunidade ocorrem (Felfili 1995; Neumann e Hirsch 2000; Taylor *et al.* 2008).

Abordagens sobre a história de vida em populações de plantas vêm sendo feitas, mas as mudanças temporais na vegetação não têm sido consideradas, mesmo sendo importantes para entender a história de vida (Clark e Clark 1996). Existem poucas certezas sobre a dinâmica populacional de espécies arbóreas, devido principalmente, a grande longevidade das plantas (Crawley e Ross 1990), dificultando o acompanhamento dos ciclos de vida.

Estudos de dinâmica vêm sendo realizados no Cerrado tanto para comunidades quanto para populações (Felfili *et al.* 2000; Aquino *et al.* 2002; Henriques e Hay 2002; Líbano e Felfili 2006; Aquino *et al.* 2007; Cianciaruso e Batalha 2009; Medeiros e Miranda 2008; Roitman *et al.* 2008; Lima *et al.* 2009; Oliveira 2009; Mews *et al.* 2011; Giroldo 2012; Ribeiro *et al.* 2012). O tempo de monitoramento máximo que se tem, dentre estes estudos, é 18 anos.

O monitoramento das populações de forma temporal auxilia na determinação de mudanças ocorridas ao longo do tempo (Watkinson 1997) e quais relações estas mudanças podem ter com os fatores históricos, que também podem afetar as taxas de crescimento populacional (Ehrlén 2000; Franczak 2009; Collevatti e Hay 2011), portanto, informações sobre dinâmica de formações vegetais podem ser influenciadas pelo intervalo de tempo entre as medições, e por isso, estas devem ser feitas em intervalos mais curtos e por longos períodos para evitar conclusões equivocadas sobre os processos dinâmicos ocorrentes (Hay 2002).

Embora estes estudos sejam muito importantes há dificuldade em se fazer monitoramentos por longos períodos de tempo em função de custos, organização, pessoas dispostas a dar continuidade na coleta de dados ao longo dos anos, dentre outros fatores. Por

este motivo existe uma lacuna de informações sobre as características de dinâmica e estrutura de populações de plantas em ambientes naturais, principalmente no Cerrado.

Neste contexto, este estudo teve como objetivo investigar a estrutura e dinâmica populacional de *Caryocar brasiliense* Cambess. (Pequi) e *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho (Carvoeiro), espécies comuns no Cerrado e de uso popular. As populações se localizam em área de Cerrado típico na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília e vêm sendo monitoradas desde 1985. Ao todo foram feitas 11 amostragens para o Pequi e 12 amostragens para o Carvoeiro, no período de 26 anos (1985 a 2011).

OBJETIVOS

Objetivo geral

Investigar a dinâmica e a estrutura populacional de duas espécies lenhosas do bioma Cerrado: *Caryocar brasiliense* Cambess. e *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho.

Objetivos específicos

Como objetivo específico pretendeu-se responder as seguintes questões:

- 1) Quais são as taxas médias de crescimento em altura e diâmetro para as espécies?
- 2) É possível identificar padrões de crescimento para estas espécies?
- 3) A taxa de mortalidade está sendo compensada pela taxa de recrutamento?
- 4) Qual a variação temporal nas taxas de crescimento, mortalidade e recrutamento?
- 5) Como varia o crescimento dos indivíduos em diferentes classes de diâmetro?
- 6) Como varia a mortalidade dos indivíduos em diferentes classes de diâmetro?

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este estudo foi realizado na fazenda de experimentação científica da Universidade de Brasília, Fazenda Água Limpa (FAL). A FAL está inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) Gama e Cabeça de Veado, sendo constituída pela Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Capetinga-Taquara e a Estação Ecológica da UnB, além de áreas destinadas às experimentações científicas das Ciências Agrônômicas, Florestais e Biológicas (Felfili e Santos 2002).

A FAL ocupa uma área de aproximadamente 4.340 hectares a uma altitude de 1.100 metros. Está inserida entre os meridianos 47°55' e 47°58' de longitude Oeste e os paralelos 15°56' e 15°59" de latitude Sul (Felfili *et al.* 1992; Felfili e Silva-Júnior 1993). Encontra-se cercada por áreas residenciais, agrícolas, rodovias além de áreas de preservação como o Jardim Botânico de Brasília, Estação Ecológica do IBGE e o Parque do Catetinho (Felfili e Santos 2002). Em 2011 apresentou precipitação total de 1646,7 mm, temperatura média anual de 19,9 °C e umidade relativa média de 80,9% (dados obtidos da Estação Climatológica Automática da FAL). O clima caracteriza-se como Aw, na classificação de Köppen, com duas estações bem definidas, verão quente e chuvoso se estendendo de setembro a maio, e inverno frio e seco se estendendo de maio a agosto, podendo ocorrer variações no início e término destas estações. Sua área é formada predominantemente por solos distróficos, caracterizados por latossolo vermelho e latossolo vermelho amarelo (Felfili e Silva-Júnior 1993).

A área da FAL é formada pelo mosaico de fitofisionomias típicas do bioma Cerrado, constituindo-se desde formações campestres a florestais, com predominância de formações savânicas (Hay e Barreto 1988; Felfili *et al.* 1992). Este estudo foi realizado em uma área de 1 ha dividida em quatro parcelas permanentes de 50 x 50 metros (FIGURA 1).

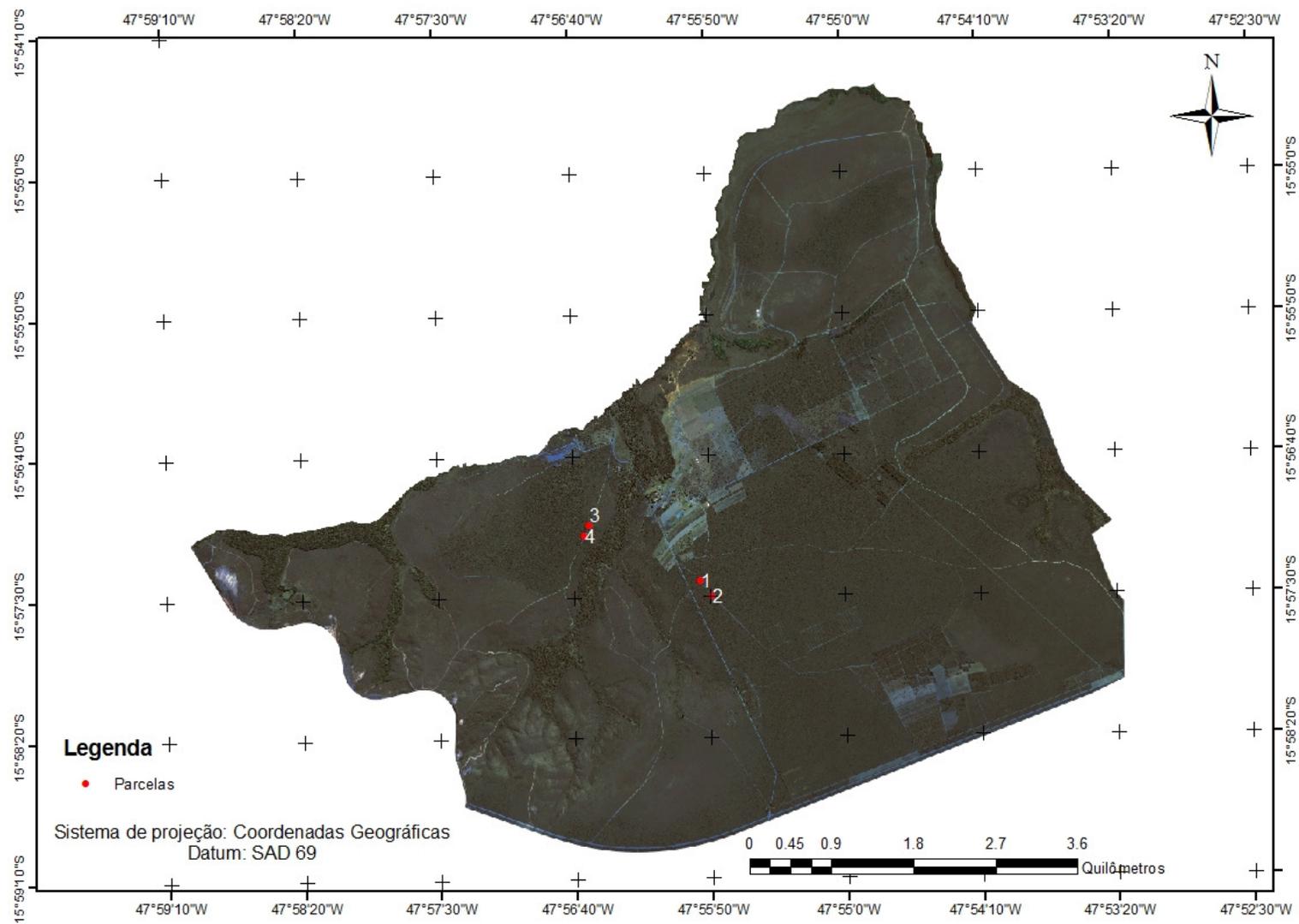


Figura 1. Localização das parcelas permanentes avaliadas na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF. (Imagem Quickbird/2007).

Descrição das espécies

Caryocar brasiliense Cambess.

A família Caryocaraceae engloba espécies exclusivas da América Tropical, representada por dois gêneros, aproximadamente 25 espécies, das quais 15 estão presentes na flora brasileira (Barroso *et al.* 2002; Prance e Silva 2006). Dentre estas espécies, destaca-se *Caryocar brasiliense*, que se encontra presente na Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, apresentando ampla distribuição geográfica (FIGURA 2) (Eiten 1972; Araújo 1995; Ratter *et al.* 2003; Amorim *et al.* 2012; Silva-Júnior 2012).

Conhecida popularmente como pequi ou pequizeiro, esta planta apresenta hábito arbóreo, sendo considerada decídua ou semidecídua (Almeida *et al.* 1998; Lorenzi 1998; Silva-Júnior 2012). Quanto à fenologia, não existe um período bem marcado e definido, isto se deve, principalmente, a variações ambientais, pode-se considerar que a árvore floresce entre os meses de junho a janeiro (Gribel e Hay 1993; Almeida *et al.* 1998; Lorenzi 1998; Zardo e Henriques 2011; Silva-Júnior 2012) e frutifica de outubro a fevereiro (Almeida *et al.* 1998; Lorenzi 1998; Silva-Júnior 2012) com maturação dos frutos ocorrendo de outubro a março (Kuhlmann 2012), no período das águas.

Suas flores são polinizadas principalmente por morcegos (Gribel e Hay 1993; Almeida *et al.* 1998; Silva-Júnior 2012) ocorrendo maior produção de frutos por meio da fecundação cruzada (Gribel e Hay 1993), sendo de fundamental importância a presença dos visitantes florais. A dispersão dos frutos pode ser feita por mamíferos e aves (Kuhlmann 2012).

Quanto à utilização, seus frutos, muito apreciados pela fauna silvestre e pela população humana do Cerrado, são considerados fonte complementar de manganês, magnésio e cobre (Mariano da Silva *et al.* 2009), possuindo também elevados valores de óleos, proteínas, carotenoides e fibra alimentar (Oliveira *et al.* 2006; Lima *et al.* 2007) o que lhe atribui propriedades antioxidantes (Lima *et al.* 2007). Além da função alimentícia os frutos do pequi tem grande aplicabilidade em indústrias de cosméticos (Pianovski *et al.* 2008; Silva-Júnior 2012).

A madeira do pequi é usada regionalmente (Almeida *et al.* 1998; Silva-Júnior 2012) e apresenta elevado valor de combustão (Vale 2000). Também pode ser utilizada em

atividades de xilografia, em construção civil e naval (Lorenzi 1998). Em trabalho realizado por Paiva *et al.* (2011) para quantificação de estoques de carbono a espécie apresentou elevada abundância, dominância e alto estoque de carbono total para tronco e galhos.

A planta apresenta, nas gemas presentes no ápice, nectários extraflorais que funcionam como estratégia de proteção (Oliveira 1997). Em condições naturais os frutos de pequi podem ser atacados, ainda jovens, pela lagarta da mariposa do gênero *Carmenta*, que consome tanto os frutos como o embrião, tornando-os impróprios para o consumo (Lopes *et al.* 2003; Luz *et al.* 2011) e para a sementeira. Os problemas encontrados em condições de viveiro são pulgões (*Aphis gossypii*), hemíptera (Aphididae), formigas (*Crematogaster* sp.) e galhas de *Eurytoma* sp. (Hymenoptera: Eurytomidae) (Leite *et al.* 2006).

Quanto à estrutura e dinâmica, *Caryocar brasiliense* apresenta distribuição agrupada (Hay *et al.* 2000) crescimento lento e baixa mortalidade (Oliveira 2009; Zardo e Henriques 2011; Giroldo 2012; Ribeiro *et al.* 2012).

Tendo em vista a elevada importância econômica da espécie pesquisadores tem desenvolvido trabalhos voltados ao extrativismo dos frutos (Oliveira 2009), à produção de mudas em viveiro (Leite *et al.* 2006; Silva e Filho 2006; Bernardes *et al.* 2008; Luz *et al.* 2011), à quantificação dos frutos em termos nutricionais (Oliveira *et al.* 2006; Lima *et al.* 2007; Mariano da Silva *et al.* 2009) e estudos que envolvem uso cosmético (Pianovski *et al.* 2008). Trabalhos relacionados à estrutura e dinâmica da população são pouco encontrados na literatura (Hay 2002; Oliveira 2009; Zardo e Henriques 2011; Giroldo 2012), sendo estes trabalhos de fundamental importância para prever o correto manejo da espécie na natureza e comportamentos futuros da estrutura da população.

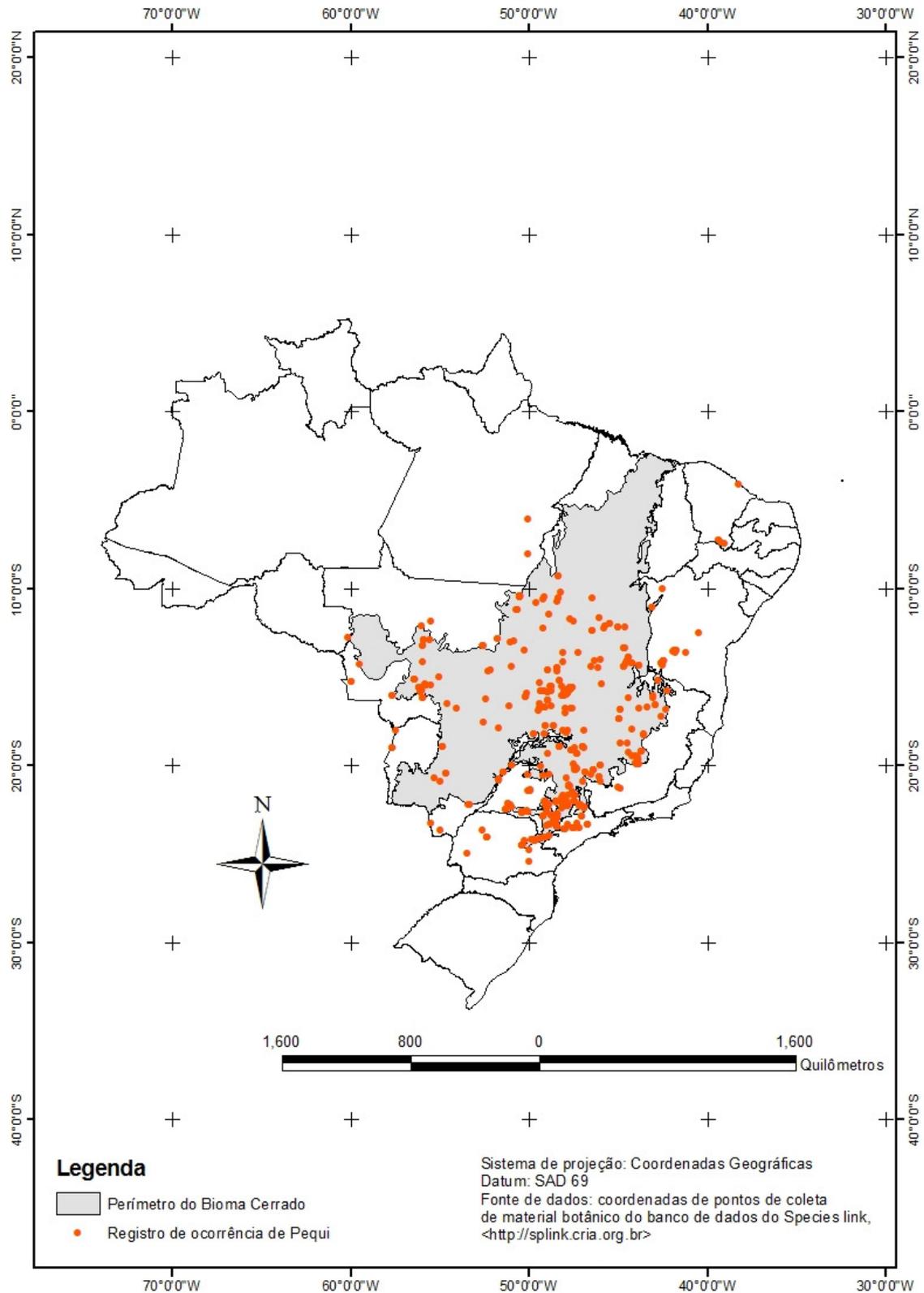


Figura 2. Distribuição geográfica de *Caryocar brasiliense* Cambess. no Brasil, baseada em pontos de coleta registrados em herbários brasileiros (Fonte: ferramenta de busca: Species link, <http://splink.cria.org.br>).

***Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho**

Recentemente o gênero *Sclerolobium* foi incluído como sinônimo de *Tachigali* (Silva e Lima 2007; Van Der Werff 2008), nomeando-se agora a espécie *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* como *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho. *Tachigali subvelutina* pertence à família Fabaceae, família que apresenta distribuição cosmopolita. É uma espécie endêmica do Brasil, presente nos biomas Amazônia, Caatinga e Cerrado apresentando ampla distribuição geográfica (FIGURA 3) (Eiten 1972; Ratter *et al.* 2003; Silva e Lima 2007).

Conhecida popularmente, dependendo da região em que ocorre, como Pau-pombo (PI, MA), Arapacu, Cangalheiro (MG), Carvão-de-ferreiro (PA, BA, MG), Carvoeiro (DF, GO, MG), Carvoeiro do Cerrado (DF), Passariúva (SP), Taxi-branco-de-terra-firme (AM, PA), Taxirana (RO), Veludo (BA) (Paula e Alves 1997, Almeida *et al.* 1998; Silva-Júnior 2012), Cachamorra-preta (MA) (Pires e Marcati 2005), esta espécie apresenta hábito arbóreo, é perenifólia (Silva-Júnior 2012) e quanto à fenologia sua floração ocorre entre os meses de junho a janeiro a frutificação entre agosto e outubro (Almeida *et al.* 1998; Silva-Júnior 2012). É polinizada por abelhas e moscas e o agente dispersor de suas sementes é o vento (Silva-Júnior 2012).

Apresenta crescimento rápido e ciclo de vida curto sendo considerada espécie pioneira (Martins *et al.* 2005; Freitas *et al.* 2012) o Carvoeiro é capaz de se estabelecer em uma ampla faixa de condições edáficas e de altitude (Pereira 1990). Em estudo feito em comunidades lenhosas no Cerrado sentido restrito no Jardim Botânico de Brasília, Silva-Júnior e Sarmiento (2009) indicam a espécie como marcadora de zonas de interflúvio. Tais características lhe confere a facilidade de colonizar áreas degradadas do Cerrado, incluindo bordas e estradas (Martins *et al.* 2005), apresentando, portanto, grande potencial para recuperação destes ambientes (Martins *et al.* 2005; Vale e Felfili 2005; Oliveira *et al.* 2006; Freitas *et al.* 2012; Silva-Júnior 2012).

As características de sua madeira, densidade em torno de 0,65 a 0,83 g.cm⁻³ (Paula e Alves 1997; Vale *et al.* 2002; Silva-Júnior 2012), propicia a utilização pelas comunidades rurais. Os usos envolvem a confecção de mourões, esteios, embalagens, caibros, construção civil, além de servir também como fonte para produção de lenha e carvão. A madeira é indicada para plantios comerciais para fins energéticos (Paula e Alves 1997; Lorenzi 1998; Vale 2002; Pires e Marcati 2005; Vale e Felfili 2005). A espécie apresenta elevado estoque

médio de carbono por indivíduo (Paiva *et al.* 2011), alta produção de biomassa (Vale 2002), podendo ser manejada para a retirada de lenha em condições naturais (Vale e Felfili 2005).

O Carvoeiro apresenta ciclo de vida rápido e pode exercer uma importante contribuição em processos ecossistêmicos que afetam a estrutura da comunidade (Vale e Felfili 2005). Pode propiciar também a regeneração e crescimento dos indivíduos da própria espécie. Apesar do importante papel no ecossistema e do valor econômico, principalmente no tocante da utilização de sua madeira para recuperação de áreas degradadas e fins energéticos, estudos sobre a dinâmica e estrutura da espécie são raros (Aquino *et al.* 2007). Quando se fala em manejo para retirada de lenha em condições naturais é fundamental entender e conhecer a estrutura e dinâmica da população. Estas informações são importantes para nortear os planos de manejo, contudo, estudos temporais sobre esta espécie ainda são escassos.

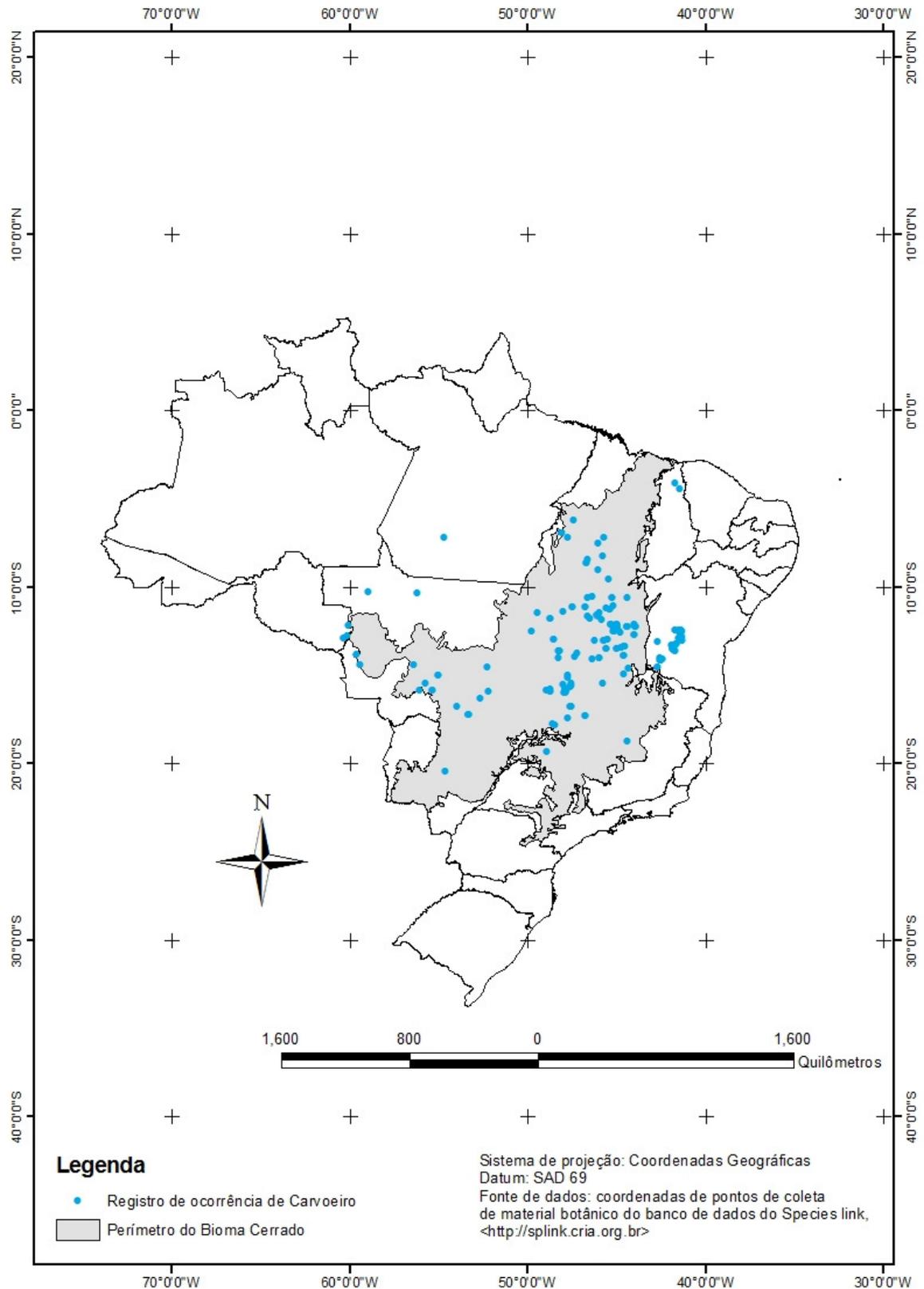


Figura 3. Distribuição geográfica de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho (Carveiro) no Brasil, baseada em pontos de coleta registrados em herbários brasileiros (Fonte: ferramenta de busca: Species link, <http://splink.cria.org.br>).

Levantamento de dados

As espécies alvo deste estudo vêm sendo monitoradas desde outubro de 1985 através de medições em todos os indivíduos de *Caryocar brasiliense* Cambess. e *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho localizados em quatro parcelas de Cerrado sentido restrito, com dimensões de 50 x 50 metros subdivididas em subparcelas de 10 x 10 metros.

No segundo semestre de 2011, remediou-se todos os indivíduos de *Caryocar brasiliense* Cambess. e *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho encontrados nas parcelas totalizando 11 amostragens para o e 12 amostragens para o Carvoeiro. Indivíduos novos foram devidamente marcados, medidos e incluídos na amostragem.

Tomou-se como medida, para todos os indivíduos amostrados, a altura. Para aqueles com altura superior a 20 cm, mediu-se circunferência a 20 cm do solo. Indivíduos com rebrota tiveram mensurado apenas a maior rebrota. Para as medidas de circunferência utilizou-se fita métrica graduada em centímetros e para altura trena de carpinteiro e Hipsômetro de Haga.

Análise de dados

Os dados obtidos pelas medições foram transcritos e analisados em planilhas no aplicativo EXCEL e no software BioEstat 5.0. Indivíduos com rebrota não foram considerados mortos, tendo em vista que é comum plantas do Cerrado rebrotarem, principalmente após passagem de fogo (Hoffmann e Moreira 2002).

Estrutura populacional

A estrutura populacional para cada ano amostrado foi caracterizada por meio da densidade e área basal. Para verificar se a densidade diferiu entre os grupos, foi utilizado o teste t para amostras independentes, quando os pressupostos do teste não foram atendidos, utilizou-se o teste de Mann-Whitney (Zar 2009).

Para a análise da estrutura horizontal foram elaborados histogramas de frequência onde os indivíduos foram separados em classes de diâmetro (medido a 20 centímetros do solo) com amplitude de 5 centímetros (Pinto e Hay 2005). A comparação da distribuição de frequência nas classes de diâmetro, entre a primeira e última amostragem, foi feita pelo teste

Kolmogorov-Smirnov (Zar 2009). A área basal foi calculada utilizando-se a fórmula abaixo apresentada:

$$g_i \text{ (m}^2\text{)} = \pi \cdot (D_{20})^2 / 4 \quad \text{onde:}$$

g_i = área basal individual (m²);

D_{20} = diâmetro a 20 cm do solo (m);

$$G = \sum_{i=1}^n g_i \quad \text{onde:}$$

G = área basal da população em m²/ha;

g_i = área basal individual em m².

Dinâmica populacional

Considerando que o Cerrado está sujeito à ocorrência de fogo, antes de fazer as análises da dinâmica populacional, verificou-se o histórico de incêndio das áreas. A partir de imagens Landsat TM 5 da base de dados do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) foi feita a classificação visual de cicatrizes de incêndios. Com base nesta classificação e cruzando informações pessoais e do artigo de Libano e Felfili (2006), constatou-se que durante o período de estudo as parcelas 1 e 2 queimaram 5 vezes (1984, 1989, 1994, 2004, 2011) e as parcelas 3 e 4 uma vez (1991). Segundo Libano e Felfili (2006), o incêndio ocorrido em 1989 foi de baixa intensidade e os ocorridos em 1994 e 2004 foram de alta intensidade. Em função do diferente regime de queima entre as parcelas, as mesmas foram separadas em dois grupos para os cálculos das taxas de mortalidade, recrutamento, *turnover*, mudança líquida no número de indivíduos, crescimento e rebrota. O primeiro grupo (Grupo 1) se refere às parcelas 1 e 2 e o segundo grupo (Grupo 2) se refere às parcelas 3 e 4. As taxas de recrutamento e de mortalidade foram comparadas entre os grupos, pelo teste t para duas amostras independentes, e assim como para densidade, quando os pressupostos do teste não foram atendidos, utilizou-se o teste de Mann-Whitney (Zar 2009).

A análise de rebrotas foi feita, para as duas espécies, a partir dos dados dos dois últimos intervalos. Verificou-se, pelo teste de aderência de Qui-quadrado, se o número de

rebrotas independe da ocorrência de incêndio ou não. Quando os pressupostos do teste não foram atendidos, utilizou-se o teste G (Zar 2009). Os intervalos considerados para as análises antes da ocorrência de incêndio foi 12/07 a 04/10 para o ; 10/09 a 02/11 para o Carvoeiro e, após a ocorrência de incêndio 04/10 a 12/11 para o ; 02/11 a 12/11 para o Carvoeiro. As análises foram feitas considerando apenas indivíduos que apresentaram altura inicial menor ou igual a 1,50 metros.

Baseado em Korning e Balslev (1994), Sheil *et al.* (1995) e Sheil *et al.* (2000), foram utilizadas as seguintes métricas para os cálculos das taxas de mortalidade, recrutamento, *turnover* e mudança líquida do número de indivíduos:

1 – Taxa de mortalidade anual (% .ano⁻¹) = $\{1 - [(N_i - m) / N_i]^{1/(t_f - t_i)}\} * 100$ onde:

N_i = número de indivíduos vivos no primeiro censo;

m = número de indivíduos mortos no segundo censo;

t_i = tempo inicial em anos;

t_f = tempo final em anos.

2 – Taxa de recrutamento anual (% .ano⁻¹) = $[1 - (1 - r / N_f)^{1/(t_f - t_i)}] * 100$ onde:

N_f = número de indivíduos vivos no segundo censo;

r = número de recrutas no segundo censo;

t_i = tempo inicial em anos;

t_f = tempo final em anos.

3 – Turnover anual (% .ano⁻¹) = (taxa mortalidade + taxa recrutamento)/2

4 – Taxa de mudança líquida do número de indivíduos (% .ano⁻¹) =

$[(N_f / N_i)^{1/(t_f - t_i)} - 1] * 100$ onde:

N_i = número de indivíduos vivos no primeiro censo;

N_f = número de indivíduos vivos no segundo censo;

t_i = tempo inicial em anos;

t_f = tempo final em anos.

O padrão de crescimento foi indicado pela relação dos tamanhos inicial (1985) e final (2011), dos indivíduos que permanecem vivos neste intervalo de 26 anos, através de um modelo exponencial assintótico da seguinte forma:

$$y = a*(1-\exp(-b*x)) \quad \text{onde:}$$

a = valor máximo atingido pela assíntota;

b = inclinação inicial da curva;

y = tamanho no intervalo final;

x = tamanho no intervalo inicial.

A curva foi ajustada no programa Sigma Plot 11.0.

O incremento anual em diâmetro e altura foi obtido, para os grupos e para a população, em cada amostragem por meio da média dos incrementos individuais. As métricas utilizadas para os cálculos estão representadas nas equações 5 e 6, conforme adotado por Aquino *et al.* (2007a).

$$\mathbf{5 - Incremento anual em altura (m.ano^{-1}) = (H_f - H_i) / (t_f - t_i)} \quad \text{onde:}$$

H_i = altura individual do primeiro censo;

H_f = altura individual do segundo censo;

t_i = tempo inicial em anos;

t_f = tempo final em anos.

$$\mathbf{6 - Incremento anual em diâmetro (cm.ano^{-1}) = (D_f - D_i) / (t_f - t_i)} \quad \text{onde:}$$

D_i = diâmetro individual do primeiro censo;

D_f = diâmetro individual do segundo censo;

t_i = tempo inicial em anos;

t_f = tempo final em anos.

Consideraram-se dois tipos de incremento: o incremento efetivo ou real (onde foram contabilizadas todas as medidas de crescimento, inclusive as negativas) e o incremento potencial (onde foram excluídos indivíduos que apresentaram crescimento negativo). As taxas de incremento efetivo e potencial foram comparadas entre grupos pelo teste t.

As médias de incremento efetivo foram comparadas entre classes de tamanho (altura e diâmetro), através de análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey. Foi testada a hipótese de que indivíduos da primeira classe de tamanho apresentam maior taxa de incremento médio em relação a indivíduos das classes posteriores.

Para testar a hipótese de que a mortalidade é dependente do tamanho do diâmetro, utilizou-se a análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey.

RESULTADOS

Estrutura populacional - *Caryocar brasiliense* Cambess.

A população de Pequi teve aumento de mais de 100% do número de indivíduos entre a primeira e última amostragem (FIGURA 4). Quando as análises de densidade são feitas considerando o regime de queima diferenciado entre as parcelas (grupo 1 e grupo 2), o apresentou para o grupo 1 aumento de 155,26% no número de indivíduos e para o grupo 2 aumento de 72% . A densidade apresentou diferença significativa entre os grupos 1 e 2 ($U = 8,5$; $p = 0,0006$). Dos 126 indivíduos iniciais 118 (93,7%) permaneceram vivos. Apesar do aumento no número de indivíduos, a variação em área basal no período de estudo foi de $0,24 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ (aumento de 23,3%) (FIGURA 5). A maior área basal registrada foi $1,38 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ na amostragem feita em 04/10. A área basal média anual para a população foi $1,15 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$.

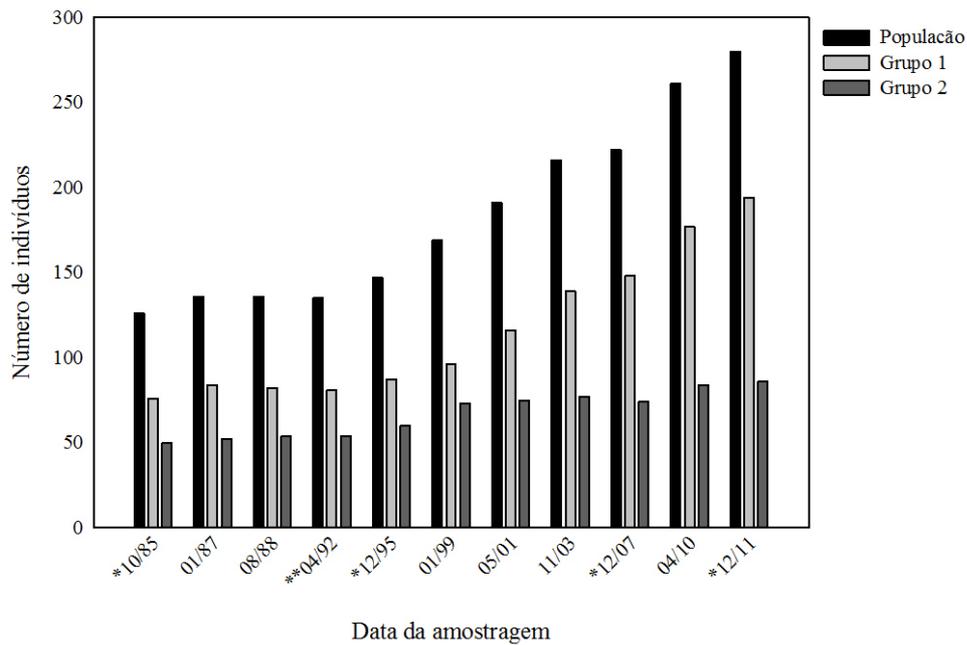


Figura 4. Número de indivíduos de *Caryocar brasiliense* Cambess. por amostragem. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

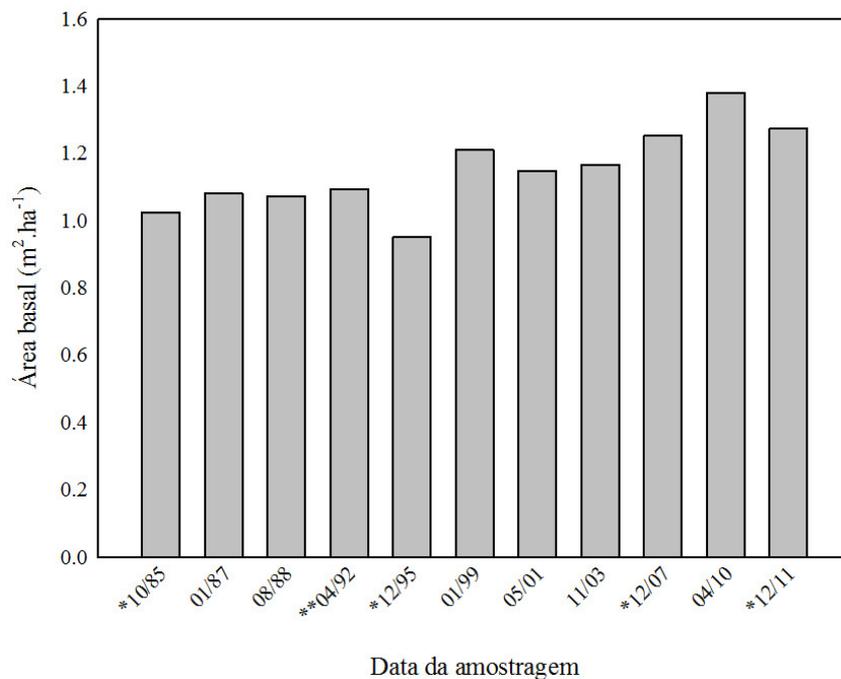


Figura 5. Área basal (m².ha⁻¹) por amostragem (mês e ano) para a população de *Caryocar brasiliense* Cambess. amostrada em Cerrado típico na Fazenda Água Limpa, DF (1985 a 2011). *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Aproximadamente 64% dos indivíduos de Pequi para todos os anos amostrados encontram-se entre 0,3 e 5,3 centímetros de diâmetro. As distribuições do número de indivíduos por classes de diâmetro não diferiram significativamente entre a primeira e a última amostragem (K.S; $p < 0,05$).

A partir da amostragem feita em 05/01 ocorre aumento do número de indivíduos na primeira classe (0,3 a 5,3 cm) (FIGURA 6). Os indivíduos mudam de classes, diminuindo o número de indivíduos na primeira classe e aumentando nas subsequentes na última amostragem (12/11), ou seja, os indivíduos estão crescendo. Observa-se também efeito dos incêndios na mortalidade ou perda de biomassa de indivíduos na primeira classe.

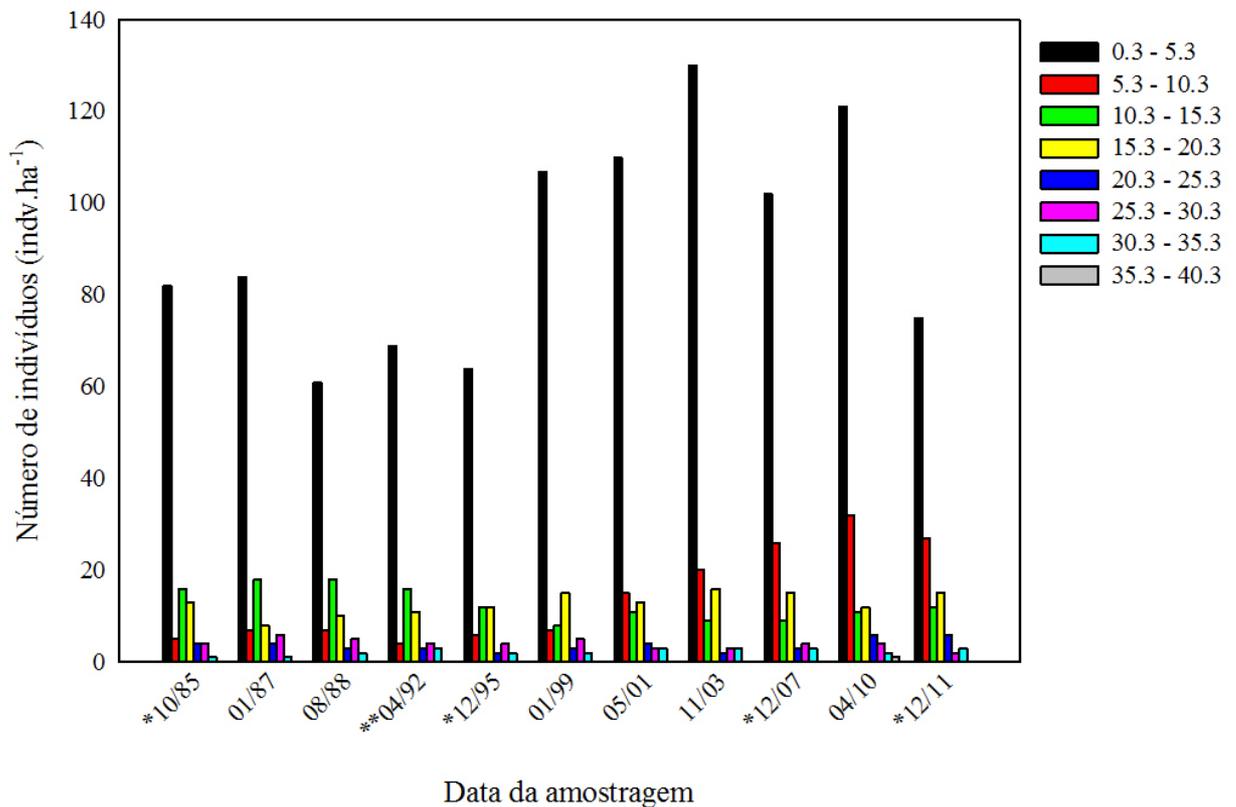


Figura 6. Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro com amplitude de 5 centímetros, para a população de *Caryocar brasiliense* Cambess. por amostragem (mês e ano) em Cerrado típico na Fazenda Água Limpa, DF (1985 – 2011). *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Dinâmica populacional - *Caryocar brasiliense* Cambess.

O apresentou taxa média de recrutamento populacional maior que a mortalidade (3,99 $\%.\text{ano}^{-1}$ e 0,63 $\%.\text{ano}^{-1}$ respectivamente).

Para o grupo 1 as maiores taxas de mortalidade foram registradas nos intervalos de 01/87 a 08/88 (2,28 $\%.\text{ano}^{-1}$) e 01/99 a 05/01 (1,4 $\%.\text{ano}^{-1}$). A taxa de mortalidade média anual foi 0,67 $\%.\text{ano}^{-1}$ (TABELA 1). As maiores taxas de recrutamento foram registradas nos intervalos de 01/99 a 05/01 (9,35 $\%.\text{ano}^{-1}$) e 10/85 a 01/87 (7,69 $\%.\text{ano}^{-1}$). O grupo apresentou taxa de recrutamento médio anual de 4,64 $\%.\text{ano}^{-1}$.

Tabela 1. Parâmetros de dinâmica da população de *Caryocar brasiliense* Cambess. amostrada entre 1985 e 2011 na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, DF contabilizada para dois grupos sobre regime de queima diferente. Grupo 1 = Dados das parcelas 1 e 2; Grupo 2 = Dados das parcelas 3 e 4; M = taxa de mortalidade ($\%.\text{ano}^{-1}$); R = taxa de recrutamento ($\%.\text{ano}^{-1}$); T = taxa de rotatividade (*turnover*) ($\%.\text{ano}^{-1}$) e C = mudança líquida do número de indivíduos ($\%.\text{ano}^{-1}$) entre os intervalos. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

	Mês e ano de coleta									
	*10/85 01/87	01/87 08/88	**08/88 04/92	*04/92 12/95	12/95 01/99	01/99 05/01	05/01 11/03	*11/03 12/07	12/07 04/10	*04/10 12/11
Grupo 1										
M	0,00	2,28	0,33	0,00	0,75	1,40	0,65	1,31	0,00	0,00
R	7,69	0,77	0,00	1,89	3,87	9,35	7,16	2,88	7,39	5,34
T	3,85	1,52	0,17	0,94	2,31	5,38	3,90	2,09	3,70	2,67
C	8,34	-1,51	-0,33	1,92	3,25	8,77	7,01	1,61	7,98	5,65
Grupo 2										
M	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	2,47	1,01	1,70	0,00	0,00
R	3,09	2,36	0,51	2,77	6,17	3,64	1,98	0,70	5,29	1,40
T	1,54	1,18	0,51	1,39	3,08	3,06	1,49	1,20	2,65	0,70
C	3,19	2,42	0,00	2,85	6,57	1,21	0,99	-1,01	5,59	1,42

O recrutamento em geral foi maior que a mortalidade (FIGURA 7). Apenas no segundo (01/87 a 08/88) e terceiro (08/88 a 04/92) intervalos, a taxa de mortalidade se apresentou maior que a de recrutamento. O *turnover* apresentou variações de 0,17 a 5,38 $\%.\text{ano}^{-1}$ com valor médio de 2,65 $\%.\text{ano}^{-1}$. O intervalo de 08/88 a 04/92 foi o que apresentou menor taxa de rotatividade. As taxas de mudança líquida do número de indivíduos variaram de -1,51 a 8,77 $\%.\text{ano}^{-1}$ apresentando aumentos nos intervalos 01/99 a 05/01 (8,77 $\%.\text{ano}^{-1}$), 10/85 a 01/87 (8,34 $\%.\text{ano}^{-1}$) e 12/07 a 04/10 (7,98 $\%.\text{ano}^{-1}$). Taxas altas indicam grande variação no número de indivíduos entre censos. Entre 01/87 e 08/88 houve diminuição no

número de indivíduos com aumento da taxa de mortalidade e diminuição da taxa de recrutamento.

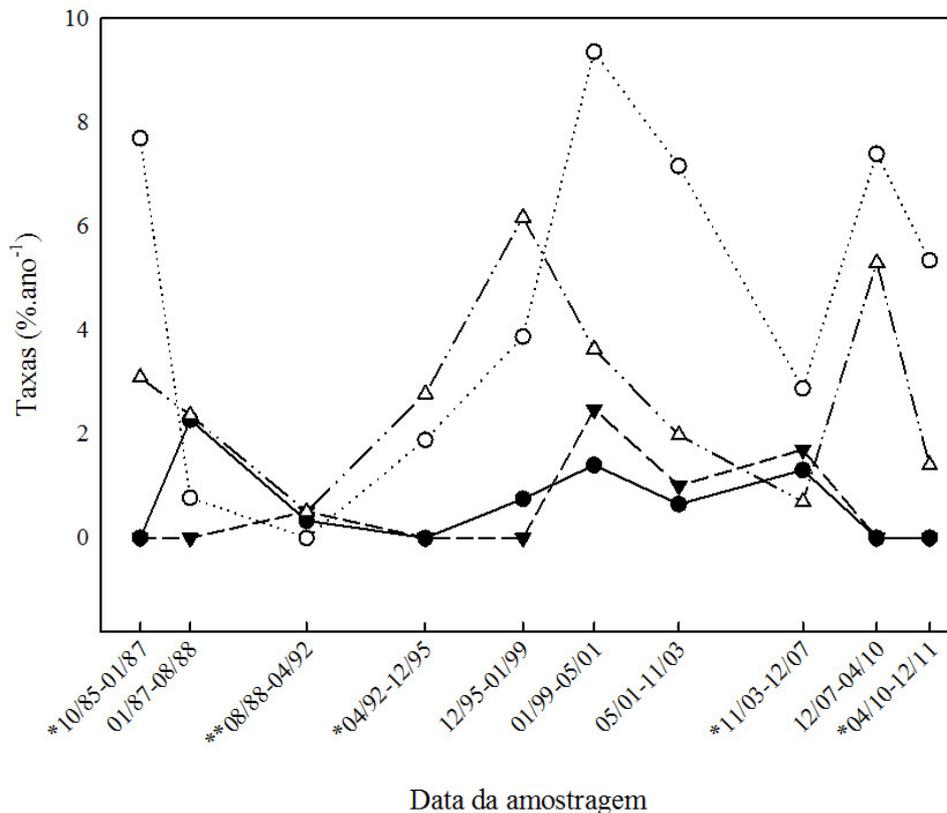


Figura 7. Taxa de mortalidade e recrutamento (%.ano⁻¹) de *Caryocar brasiliense* Cambess., para indivíduos amostrados nas parcelas 1 e 2 (Grupo 1) e parcelas 3 e 4 (Grupo 2) calculada para o período de 26 anos, na Fazenda Água Limpa, Distrito Federal. \bullet taxa de mortalidade para o grupo 1; \blacktriangledown taxa de mortalidade para o grupo 2; \circ taxa de recrutamento para o grupo 1; \triangle taxa de recrutamento para o grupo 2. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Para o grupo 2 as maiores taxas de mortalidade foram registradas nos intervalos de 01/99 a 05/01 (2,47 %.ano⁻¹) e 11/03 a 12/07 (1,70 %.ano⁻¹). A taxa de mortalidade média anual foi 0,57 %.ano⁻¹. As maiores taxas de recrutamento foram registradas nos intervalos de 12/95 a 01/99 (6,17 %.ano⁻¹) e 12/07 a 04/10 (5,29 %.ano⁻¹). O grupo apresentou taxa de recrutamento médio de 2,79 %.ano⁻¹. A taxa de recrutamento se manteve de um modo geral, maior que a taxa de mortalidade (FIGURA 7). Apenas em um intervalo a taxa de mortalidade se apresentou maior que a taxa de recrutamento (11/03 a 12/07).

O *turnover* médio anual foi de 1,68 $\%.\text{ano}^{-1}$. As taxas de mudança líquida do número de indivíduos variaram de -1,01 a 6,57 $\%.\text{ano}^{-1}$ apresentando aumentos nos intervalos 12/95 a 01/99 (6,57 $\%.\text{ano}^{-1}$), 12/07 a 04/10 (5,59 $\%.\text{ano}^{-1}$) e 10/85 a 01/87 (3,19 $\%.\text{ano}^{-1}$). Entre 08/88 e 04/92 houve diminuição no número de indivíduos com aumento da taxa de mortalidade e diminuição da taxa de recrutamento entre estas amostragens. Não houve diferença significativa nas taxas de recrutamento ($t = 1,56$; $p = 0,13$) e taxas de mortalidade ($t = 0,27$; $p = 0,78$) entre os grupos.

A mortalidade se concentrou na primeira classe de diâmetro (FIGURA 8), mas esta diferença não foi significativa ($F_{3,36} = 2,025$; $p = 0,1265$), ou seja, a mortalidade foi independente do tamanho do diâmetro.

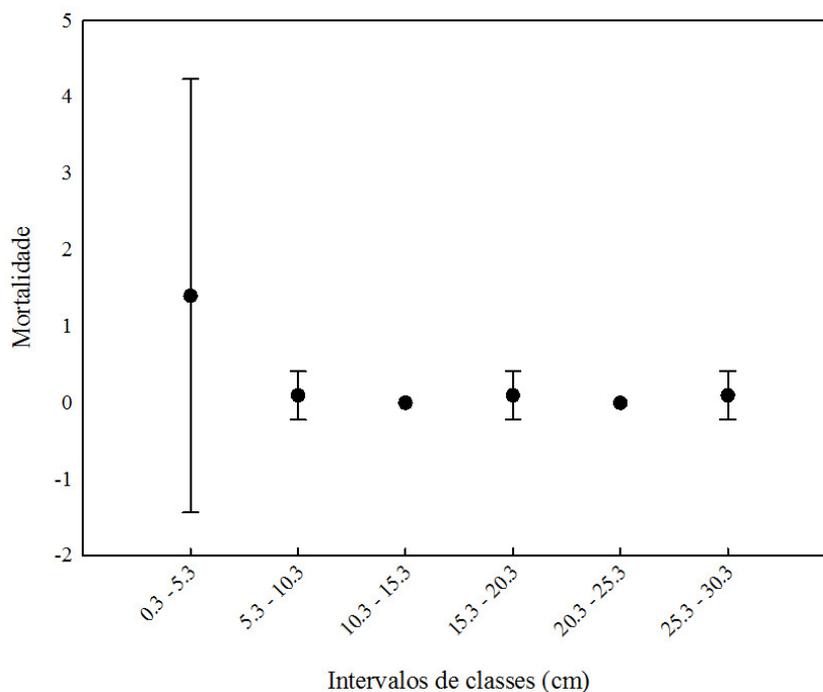


Figura 8. Média de indivíduos mortos (ponto) e desvio padrão (barra) por intervalos de classes em diâmetro (cm) para indivíduos de *Caryocar brasiliense* Cambess. amostrados em quatro parcelas de 50 x 50 m na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF (1985 a 2011).

A altura do Pequi variou entre 0,02 a 8,5 metros. O incremento máximo de uma planta foi no intervalo de 10/85 a 01/87 (1,6 $\text{m}.\text{ano}^{-1}$), correspondendo a um indivíduo que tinha inicialmente 5,5 metros e, em menos de dois anos atingiu 7,5 metros. A taxa de incremento médio anual efetivo foi 0,02 $\text{m}.\text{ano}^{-1}$. Considerando os grupos sobre regimes de queima

diferenciados observou-se para o grupo 1 incremento médio anual efetivo de 0,01 m.ano⁻¹ e para o grupo 2 de 0,03 m.ano⁻¹. O incremento médio anual potencial foi 0,11 m.ano⁻¹ para a população e para os grupos 1 e 2 (FIGURA 9). As taxas de incremento médio anual efetivo ($t = -0,35$; $p = 0,72$) e as taxas de incremento médio anual potencial ($t = 0,13$; $p = 0,89$) não apresentaram diferença significativa entre os grupos.

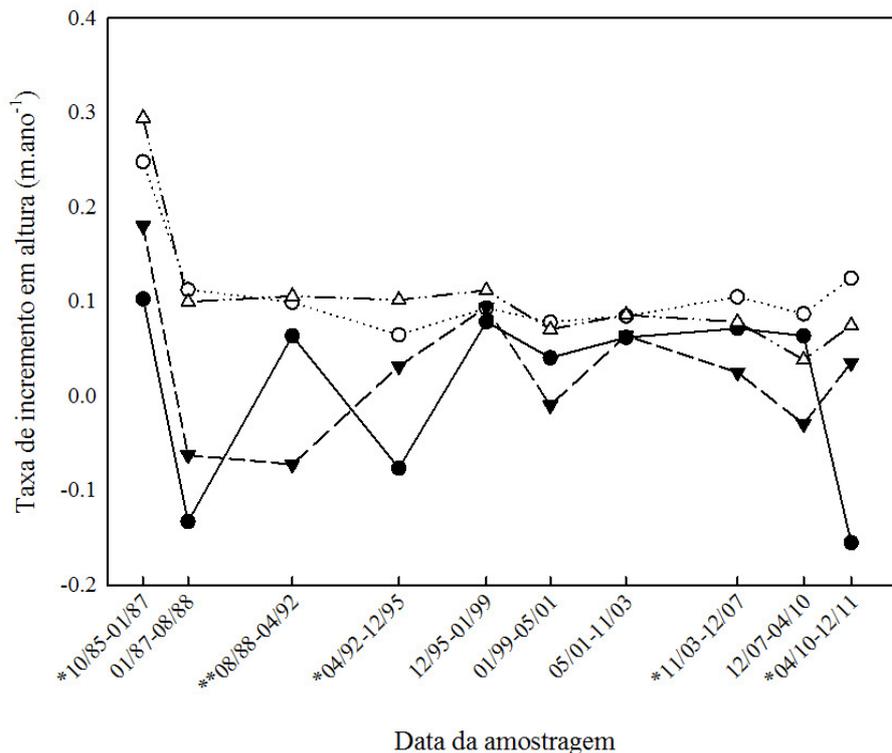


Figura 9. Taxas de incremento médio anual, efetivo e potencial, em altura (m.ano⁻¹) de indivíduos de *Caryocar brasiliense* Cambess. amostrados em quatro parcelas de 50 x 50 m na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF (1985 a 2011). ● taxa de incremento médio efetivo para o grupo 1; ▼ taxa de incremento médio efetivo para o grupo 2; ○ taxa de incremento médio potencial para o grupo 1; △ taxa de incremento médio potencial para o grupo 2. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Considerando os indivíduos que permaneceram na amostragem durante os 26 anos, verifica-se pela regressão (FIGURA 10), que o crescimento em altura tende a se estabilizar a partir de 5,45 metros. A partir de dois metros de altura a taxa de incremento médio começa a diminuir (FIGURA 11). A diferença entre a taxa de incremento médio em altura e o tamanho inicial foi significativa ($F_{5,107} = 2.7568$; $p = 0.0218$) entre a primeira e segunda classes ($p <$

0,05). A espécie apresentou maior incremento médio entre 1 e 2 metros de altura com pequena variação entre as outras classes, indicando pouco incremento em altura entre os anos.

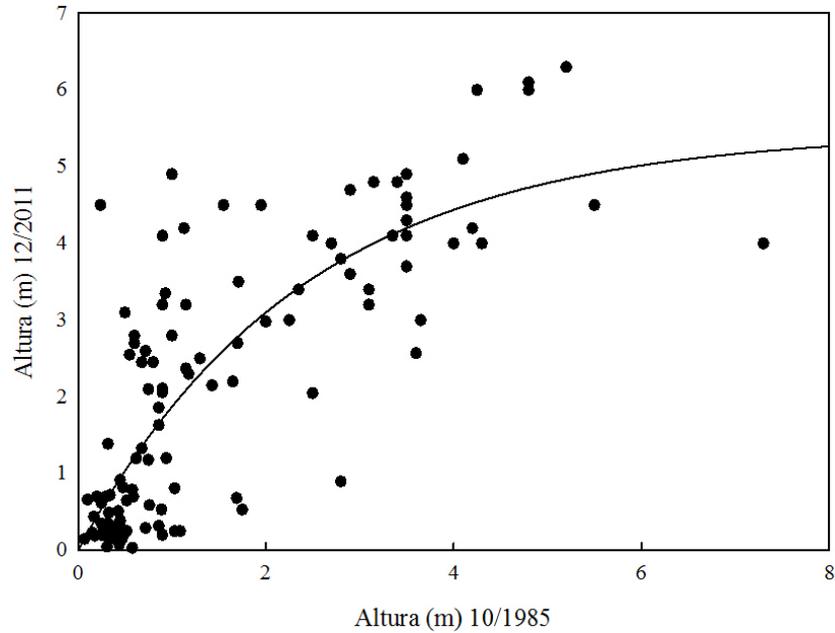


Figura 10. Relação entre altura inicial e final para os indivíduos de *Caryocar brasiliense* Cambess. amostrados na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF no período de 26 anos ($F_{1,113} = 204,79$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,64$); equação: $y = 5,45 \cdot (1 - \exp(-0,42 \cdot x))$.

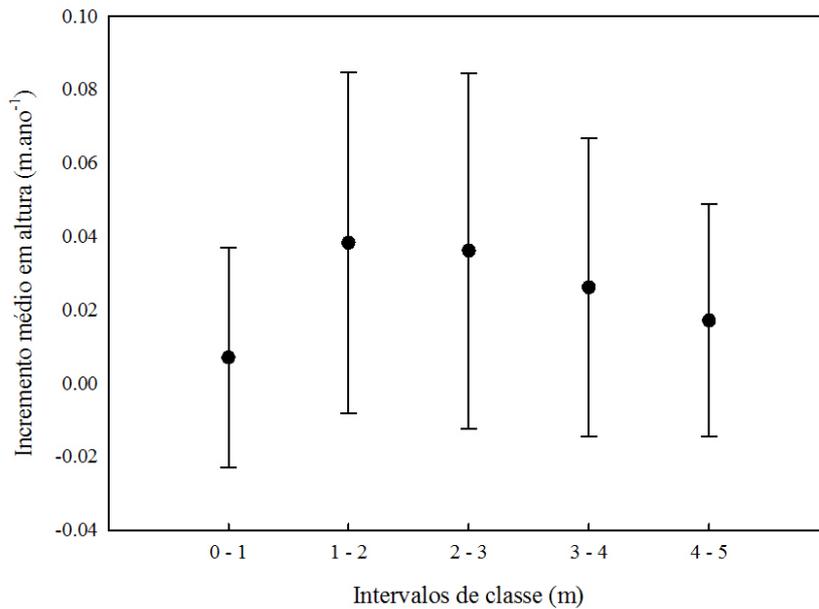


Figura 11. Incremento médio efetivo (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) em classes de altura para *Caryocar brasiliense* Cambess. (1985 e 2011).

Em relação ao diâmetro da população, os valores variaram entre 0,3 e 36 centímetros, com incremento médio anual efetivo de 0,08 cm.ano⁻¹ para a população. O maior incremento foi 2,06 cm.ano⁻¹ no intervalo 10/85 a 01/87 de uma planta que tinha inicialmente 1,9 cm de diâmetro e em menos de dois anos atingiu 4,5 cm. Considerando os dois grupos com frequência de incêndios diferenciados, para o grupo 1 o incremento médio anual efetivo foi 0,08 cm.ano⁻¹ e para o grupo 2 foi 0,06 cm.ano⁻¹. O incremento médio anual potencial para o grupo 1 foi 0,25 cm.ano⁻¹ e, para o grupo 2 0,23 cm.ano⁻¹ (FIGURA 12). Não houve diferença entre as taxas de crescimento médio anual efetivo ($t = 0,32$; $p = 0,74$) e crescimento médio anual potencial ($t = 0,49$; $p = 0,62$) entre os grupos.

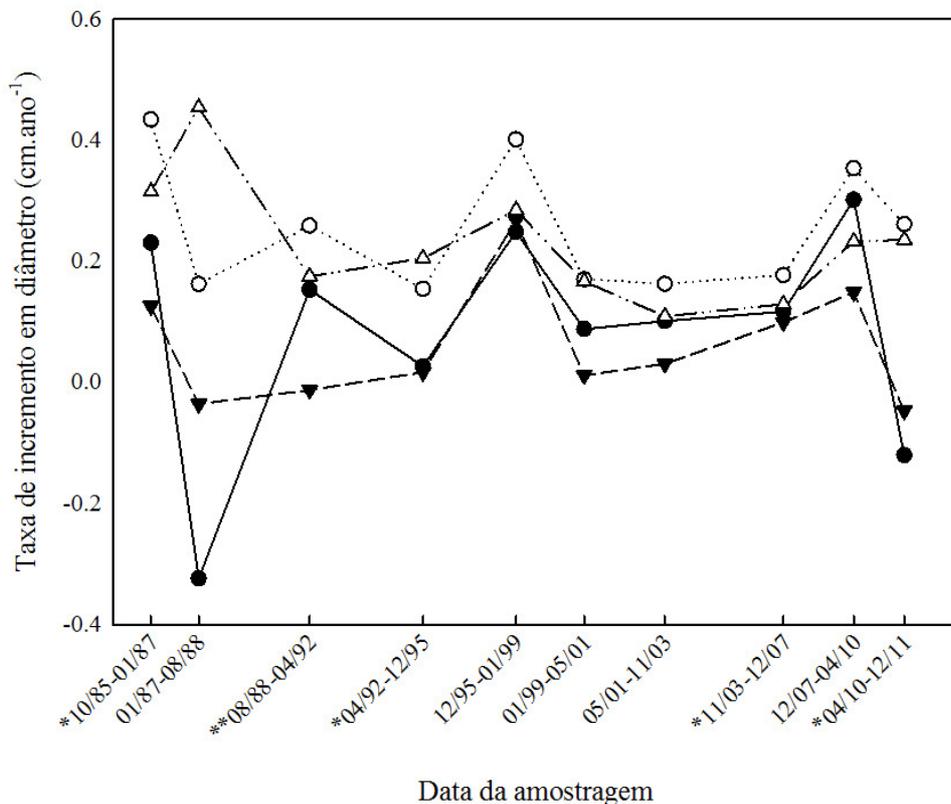


Figura 12. Taxas de incremento médio anual, efetivo e potencial, em diâmetro (cm.ano⁻¹) de indivíduos de *Caryocar brasiliense* Cambess. amostrados em quatro parcelas de 50 x 50 m na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF (1985 a 2011). \bullet taxa de incremento médio efetivo para o grupo 1; \blacktriangledown taxa de incremento médio efetivo para o grupo 2; \circ taxa de incremento médio potencial para o grupo 1; \triangle taxa de incremento médio potencial para o grupo 2. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

O crescimento em diâmetro começa a se estabilizar a partir de 45,80 centímetros (FIGURA 13). Em alguns casos indivíduos com grandes medidas de diâmetro, em função de algum distúrbio, perdem a biomassa e rebrotam, diminuindo assim o seu diâmetro (FIGURA 14). Não houve relação entre o incremento em diâmetro e o tamanho da planta ($F_{5,92} = 2.3821$; $p = 0.0438$).

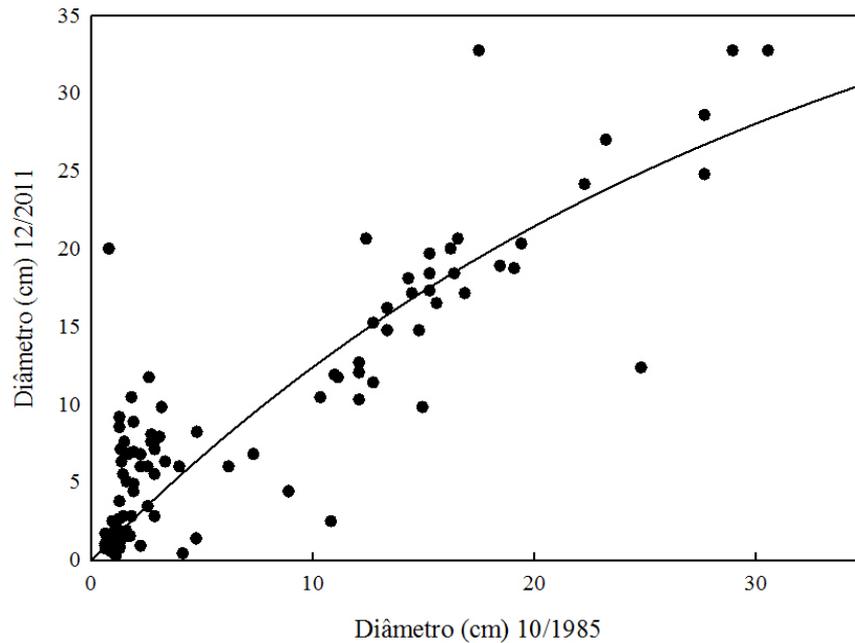


Figura 13. Relação entre diâmetro inicial e final para os indivíduos de *Caryocar brasiliense* Cambess. amostrados na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF no período de 26 anos ($F_{1,97} = 275,96$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,74$; equação: $y = 45,80*(1-\exp(0,03*x))$).

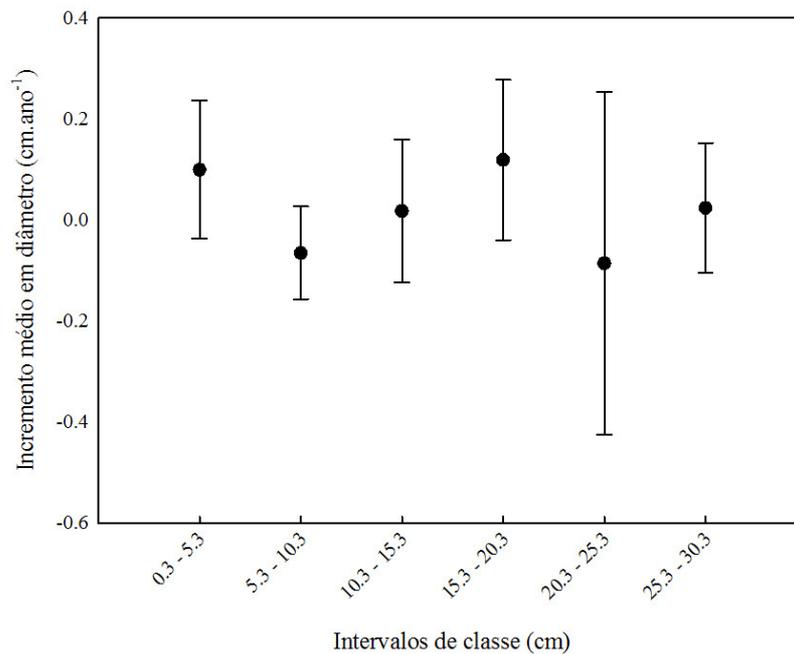


Figura 14. Incremento médio efetivo (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) em classes de diâmetro para *Caryocar brasiliense* Cambess. (1985 e 2011).

Para o primeiro intervalo (12/07 a 04/10), sem a ocorrência de incêndios o grupo 1 apresentou maior número de rebrotas, mas esta diferença não foi significativa ($\chi^2 = 0,129$; $p = 0,72$). No segundo intervalo (04/10 a 12/11), quando a amostragem foi feita após a ocorrência de incêndio, houve diferença significativa do número de rebrotas entre os grupos ($\chi^2 = 69,951$; $p < 0,0001$), ou seja, para o Pequi, o fogo exerceu influência no número de rebrotas.

Estrutura populacional - *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho

A população de Carvoeiro teve aumento de 4,1% do número de indivíduos entre a primeira e última amostragem (FIGURA 15). Fazendo as análises considerando os diferentes regimes de incêndio (grupo 1 e grupo 2), a densidade aumentou 54,4% para o grupo 1 e diminuiu 13,5% para o grupo 2, sendo esta diferença significativa entre os grupos ($t = -13,77$; $p < 0,0001$). Dos 219 indivíduos iniciais 113 (51,6%) permanecem vivos. A área basal aumentou em 174, 4% entre o primeiro e último censo. A maior foi observada no censo de 06/04 (3,57 m².ha⁻¹), onde também houve o maior número de indivíduos (271). Deste censo

em diante o número de indivíduos e a área basal vem diminuindo. A área basal média anual para a população de Carvoeiro foi de 2,37 m².ha⁻¹ (FIGURA16).

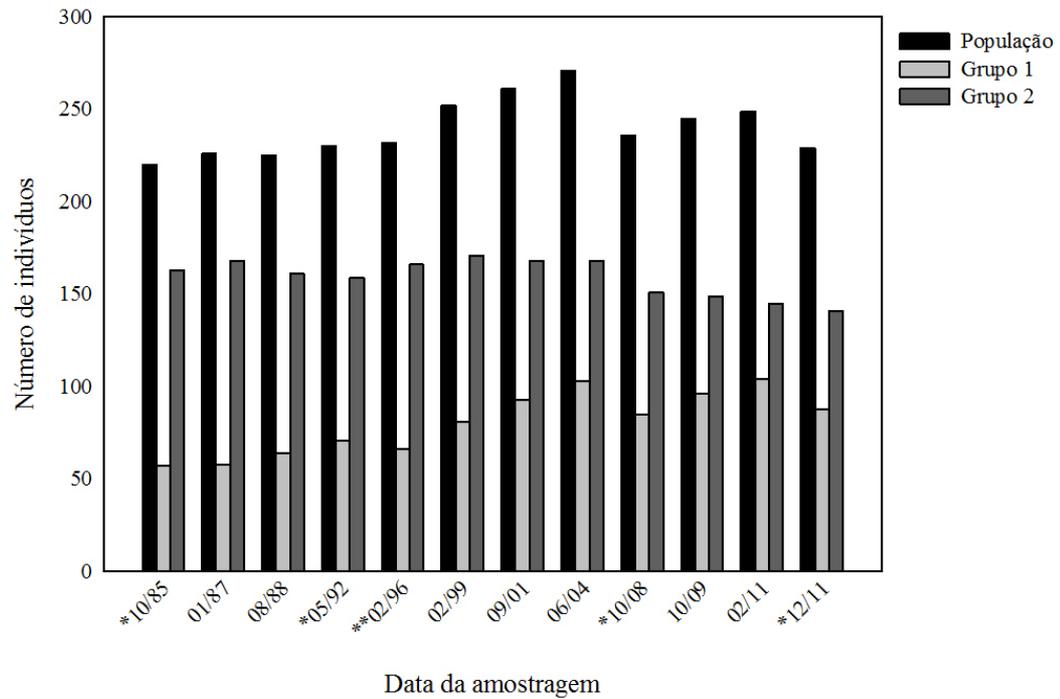


Figura 15. Número de indivíduos de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho por amostragem. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

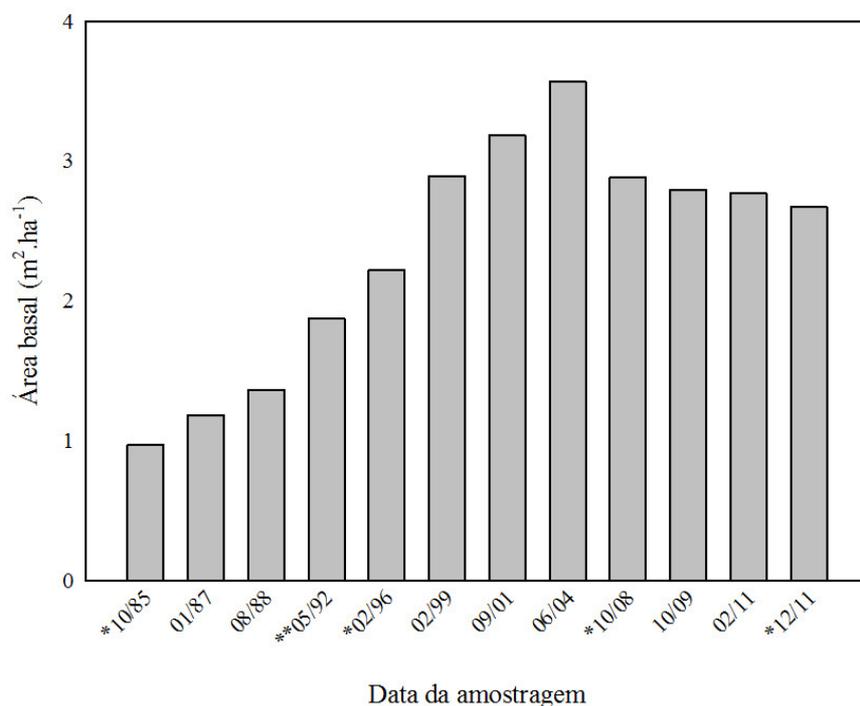


Figura 16. Área basal (m².ha⁻¹) por amostragem (mês e ano) para a população de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho amostrada em Cerrado típico na Fazenda Água Limpa, DF (1985 a 2011). *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

A população de Carvoeiro apresentou em média 49% de seus indivíduos entre 0,3 e 5,3 centímetros de circunferência em todos os censos. As distribuições do número de indivíduos por classes de diâmetro (FIGURA 17) diferiram entre a primeira e última amostragem (K-S; $p < 0,01$). Esta diferença é esperada, tendo em vista o crescimento e dinâmica dos indivíduos. O padrão observado para todas as amostragens é próximo ao J-invertido. Os indivíduos estão mudando de classes, mas o recrutamento está diminuindo.

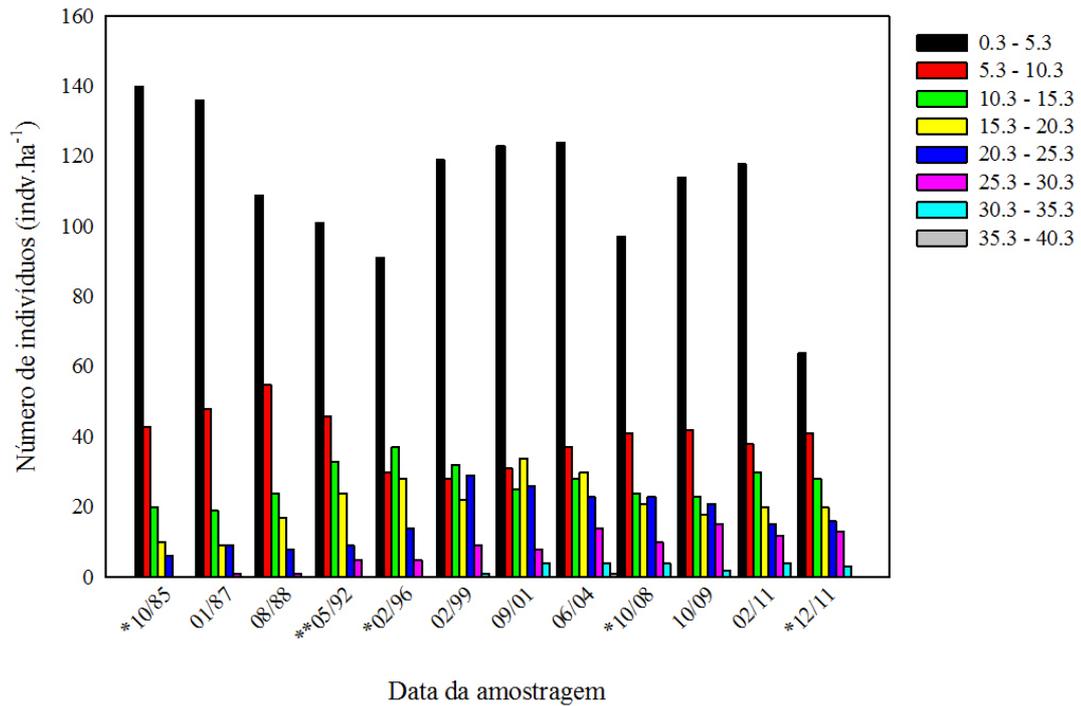


Figura 17. Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro com amplitude de 5 centímetros, para a população de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho por amostragem (mês e ano) em Cerrado típico na Fazenda Água Limpa, DF (1985 – 2011). *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Dinâmica populacional - *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho

Para o grupo 1 as maiores taxas de mortalidade foram registradas nos intervalos de 02/11 a 12/11 (18,23 $\% \cdot \text{ano}^{-1}$) e 06/04 a 10/08 (6,50 $\% \cdot \text{ano}^{-1}$). A taxa de mortalidade média anual foi 4,17 $\% \cdot \text{ano}^{-1}$ (TABELA 2). As maiores taxas de recrutamento foram registradas nos intervalos de 10/08 a 10/09 (14,58 $\% \cdot \text{ano}^{-1}$) e 10/09 a 02/11 (9,55 $\% \cdot \text{ano}^{-1}$). O grupo apresentou taxa de recrutamento médio anual de 5,74 $\% \cdot \text{ano}^{-1}$.

Tabela 2. Parâmetros de dinâmica da população de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho amostrada entre 1985 e 2011 na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, DF contabilizada para dois grupos sobre regime de queima diferente. Grupo 1 = Dados das parcelas 1 e 2; Grupo 2 = Dados das parcelas 3 e 4; M = taxa de mortalidade ($\% \cdot \text{ano}^{-1}$); R = taxa de recrutamento ($\% \cdot \text{ano}^{-1}$); T = taxa de rotatividade (*turnover*) ($\% \cdot \text{ano}^{-1}$) e C = mudança líquida do número de indivíduos ($\% \cdot \text{ano}^{-1}$) entre os intervalos. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

	Mês e ano de coleta										
	*10/85	01/87	**08/8	*05/92	02/96	02/99	09/01	*06/04	10/08	10/09	*02/11
	01/87	08/88	8 05/92	02/96	02/99	09/01	06/04	10/08	10/09	02/11	12/11
Grupo 1											
M	1,41	2,20	1,27	1,93	2,06	2,36	2,47	6,50	3,53	3,94	18,23
R	2,77	8,10	3,97	0,00	8,53	7,28	6,13	2,26	14,58	9,55	0,00
T	2,09	5,15	2,62	0,96	5,29	4,82	4,30	4,38	9,06	6,75	9,12
C	1,40	6,43	2,81	-1,93	7,06	5,31	3,90	-4,34	12,94	6,20	-18,23
Grupo 2											
M	0,49	2,66	1,01	0,51	0,81	0,88	0,67	2,73	3,31	4,06	4,96
R	2,87	0,00	0,68	1,64	1,79	0,22	0,67	0,31	2,01	2,08	1,71
T	1,68	1,33	0,84	1,07	1,30	0,55	0,67	1,52	2,66	3,07	3,34
C	2,45	-2,66	-0,33	1,16	0,99	-0,66	0,00	-2,43	-1,32	-2,03	-3,31

O grupo 1, de um modo geral, apresentou taxa de recrutamento maior que a taxa de mortalidade (FIGURA 18). Considerando as médias das taxas de recrutamento ($5,74 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$) e mortalidade ($4,17 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$), houve um balanço positivo entre elas. O *turnover* variou de $0,96 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$ a $9,12 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$. As taxas de mudança líquida do número de indivíduos variaram de $-18,23$ a $12,94 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$ apresentando aumentos nos intervalos de 10/08 a 10/09 ($12,94 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$), 02/96 a 02/99 ($7,06 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$) e 01/87 a 08/88 ($6,43 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$).

Para o grupo 2 as maiores taxas de mortalidade foram registradas nos intervalos de 02/11 a 12/11 ($4,96 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$) e 10/09 a 02/11 ($4,06 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$). A taxa de mortalidade média anual foi $2,01 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$. As maiores taxas de recrutamento foram registradas nos intervalos de 10/85 a 01/87 ($2,87 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$) e 10/08 a 10/09 ($2,08 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$). A taxa de recrutamento médio anual foi $1,27 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$. As taxas de mortalidade ($U = 39$; $p = 0,07$) e recrutamento ($U = 23$; $p = 0,006$) não diferiram significativamente entre os grupos.

Para o grupo 2, em geral, as taxas de mortalidade mantiveram-se, ao longo dos anos, maiores que as taxas de recrutamento, indicando um provável declínio da população. As taxas de *turnover* variaram entre $0,55$ e $3,34$. As taxas de mudança líquida do número de indivíduos variaram de $-3,31 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$ a $2,45 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$ sendo maiores nos intervalos de 10/85 a 01/87 ($2,45 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$), 05/92 a 02/96 ($1,16 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$) e 02/96 a 02/99 ($0,99 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$). Embora estas sejam as maiores taxas, tomando como referência o grupo 1, elas estão baixas.

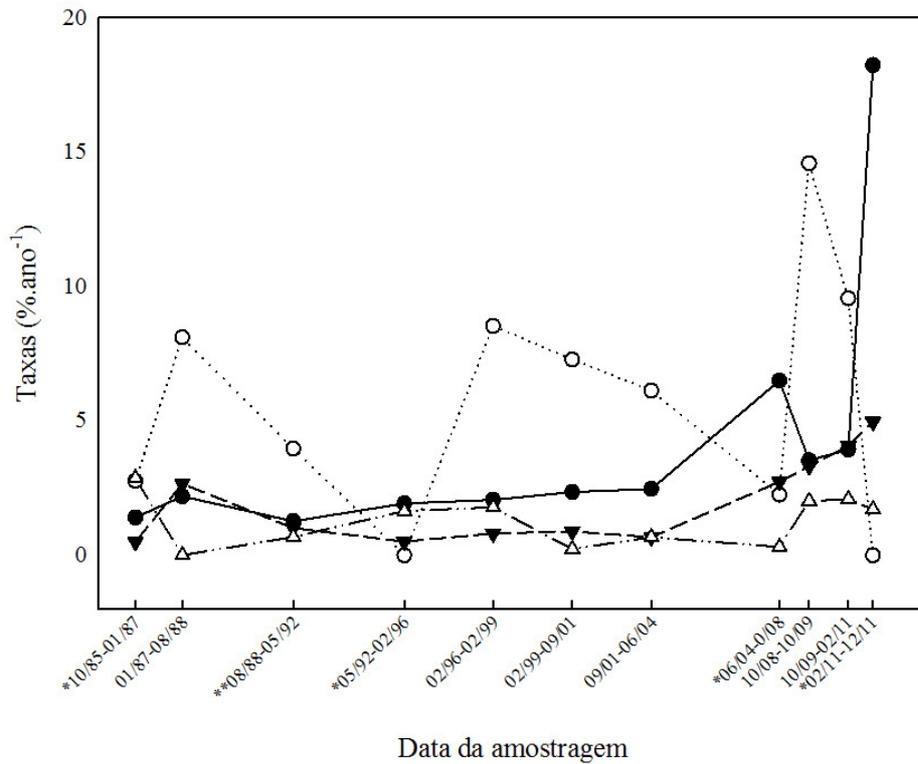


Figura 18. Taxa de mortalidade e recrutamento (%.ano⁻¹) de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho, para indivíduos amostrados nas parcelas 1 e 2 (Grupo 1) e parcelas 3 e 4 (Grupo 2) calculada para o período de 26 anos, na Fazenda Água Limpa, Distrito Federal. \blacklozenge taxa de mortalidade para o grupo 1; \blacktriangledown taxa de mortalidade para o grupo 2; \circ taxa de recrutamento para o grupo 1; \triangle taxa de recrutamento para o grupo 2. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Considerando todos os indivíduos de Carvoeiro (grupo 1 e grupo 2), observa-se maior percentual de mortos na primeira classe de diâmetro, embora a mortalidade se distribua bem entre todas as classes (FIGURA 19). O tamanho do diâmetro influencia a mortalidade ($F_{7,80} = 6,6671$; $p < 0,0001$), sendo esta maior para indivíduos entre 0,3 e 5,3 centímetros ($p < 0,01$).

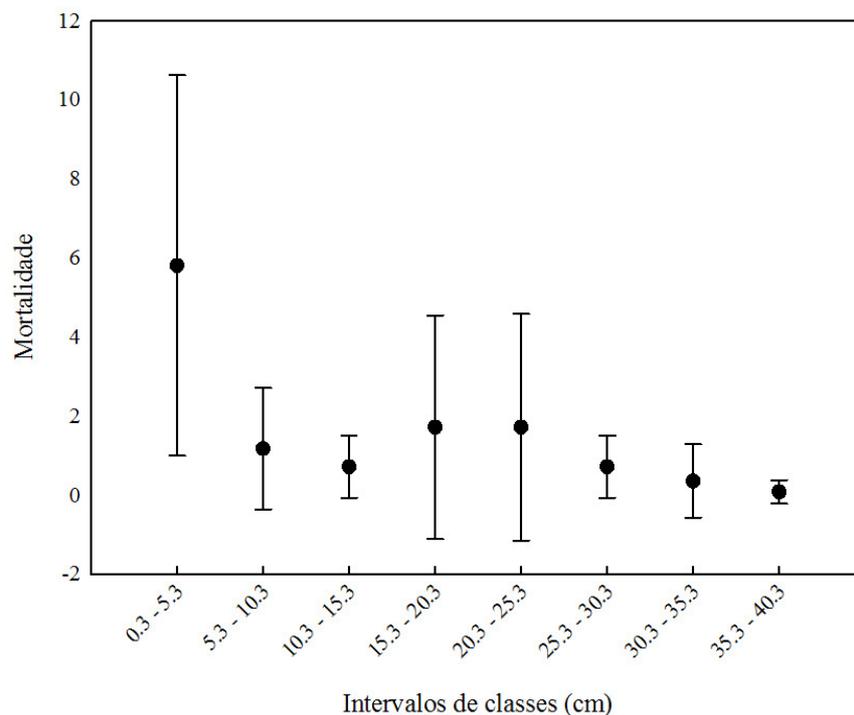


Figura 19. Média de indivíduos mortos (ponto) e desvio padrão (barra) por intervalos de classes em diâmetro (cm) para indivíduos de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho amostrados em quatro parcelas de 50 x 50 m na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF (1985 a 2011).

O Carvoeiro apresentou altura entre 0,16 e 13 metros. O maior incremento se deu nos intervalos de 10/09 a 02/11 e 02/11 a 12/11 ($2,41 \text{ m.ano}^{-1}$) para duas plantas. A primeira passou de 4,4 para 7,6 metros e a segunda de 3,4 para 5,4 metros. A taxa de incremento médio anual efetivo em altura para a população de Carvoeiro foi $0,17 \text{ m.ano}^{-1}$. Para os grupos a taxa de incremento médio anual efetivo ($0,16 \text{ m.ano}^{-1}$) e a taxa de incremento médio anual potencial ($0,34 \text{ m.ano}^{-1}$) foram as mesmas (FIGURA 20), não apresentando, portanto, diferença significativa, ($t = 0,02$; $p = 0,98$) e ($t = 0,06$; $p = 0,94$).

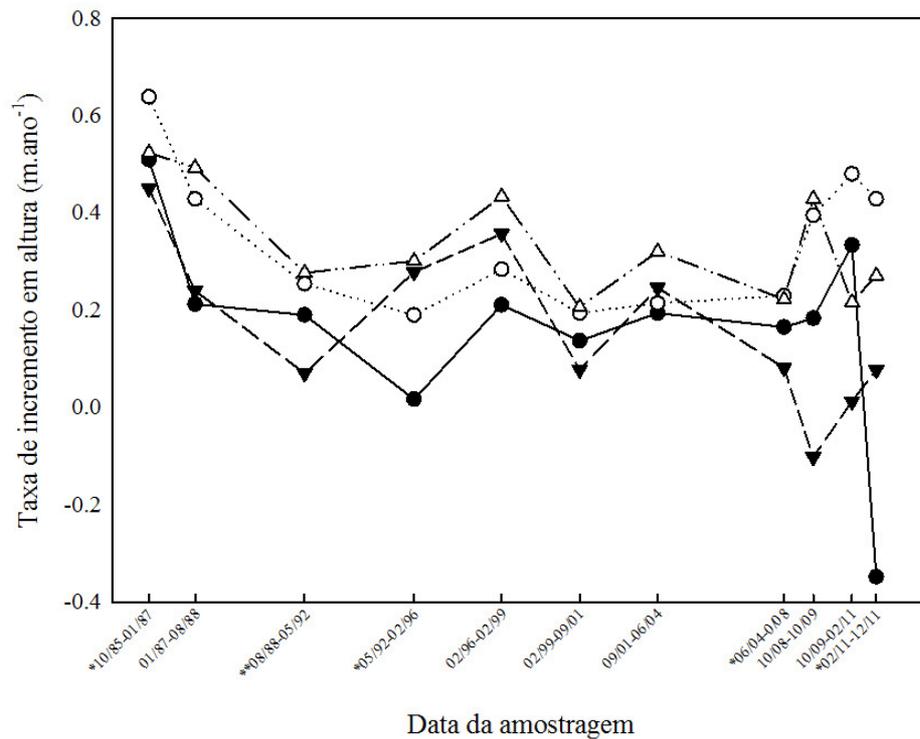


Figura 20. Taxas de incremento médio anual, efetivo e potencial, em altura (m.ano^{-1}) de indivíduos de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho amostrados em quatro parcelas de 50 x 50 m na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF (1985 a 2011). \blacklozenge taxa de incremento médio efetivo para o grupo 1; \blacktriangledown taxa de incremento médio efetivo para o grupo 2; \circ taxa de incremento médio potencial para o grupo 1; \triangle taxa de incremento médio potencial para o grupo 2. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

A partir de 11 metros o crescimento se estabiliza (FIGURA 21). A taxa de crescimento médio anual por intervalos de classe mostra que a partir de 4 metros as taxas de incremento médio passam a declinar (FIGURA 22). O tamanho influenciou a taxa de incremento médio anual ($F_{5,105} = 8,7047$; $p < 0,0001$). Indivíduos de até dois metros de altura apresentaram taxas de incremento menores do que indivíduos das demais classes ($p < 0,01$).

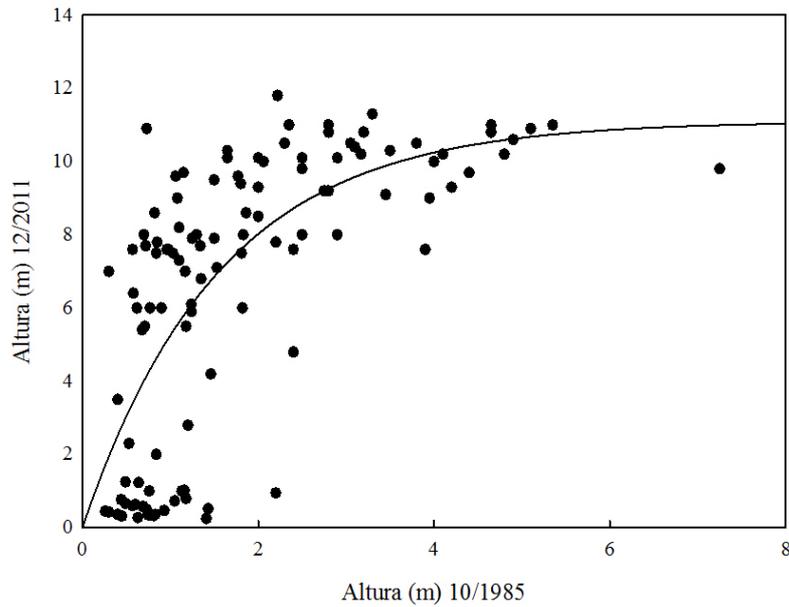


Figura 21. Relação entre altura inicial e final para os indivíduos de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho amostrados na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF no período de 26 anos ($F_{1,110} = 108,32$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,4962$); equação: $y = 11,09*(1-\exp(-0,64*x))$.

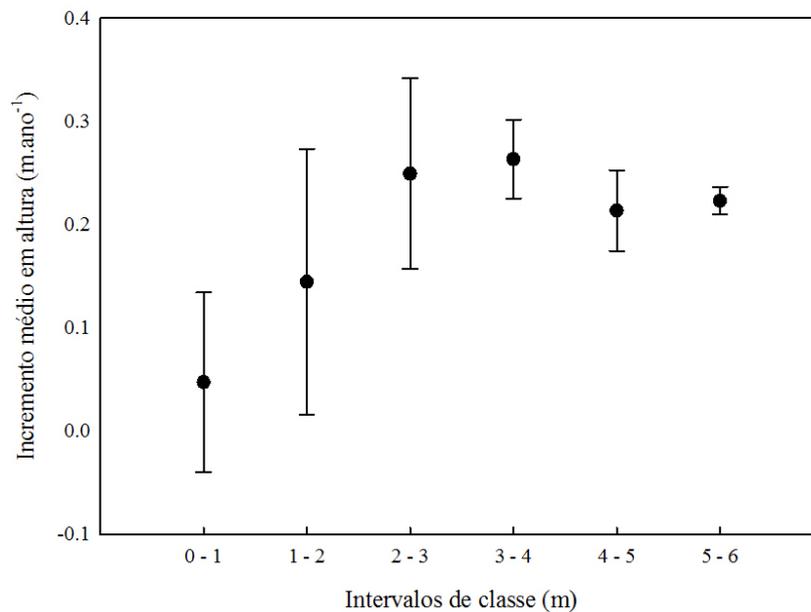


Figura 22. Incremento médio efetivo (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) em classes de altura para *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho (1985 e 2011).

A população de Carvoeiro apresentou diâmetro entre 0,14 e 36,3 centímetros. O maior incremento foi 3,8 centímetros para uma planta média 23,24 e passou a medir 26,42 centímetros de diâmetro. O incremento médio anual efetivo foi 0,39 cm.ano⁻¹ para a população. Considerando os grupos sobre regime de queima diferenciado, o incremento médio anual efetivo foi 0,42 cm.ano⁻¹ para o grupo 1 e 0,37 cm.ano⁻¹ para o grupo 2, esta diferença não foi significativa (t = 0,58; p = 0,56). O incremento médio anual potencial para a população de Carvoeiro foi 0,57 cm.ano⁻¹. Considerando os grupos não houve diferença significativa para o incremento médio anual potencial entre os grupos (t = 0,20; p = 0,84). O grupo 1 apresentou 0,57 cm.ano⁻¹ de incremento médio potencial e para o grupo 2, este foi 0,56 cm.ano⁻¹ (FIGURA 23).

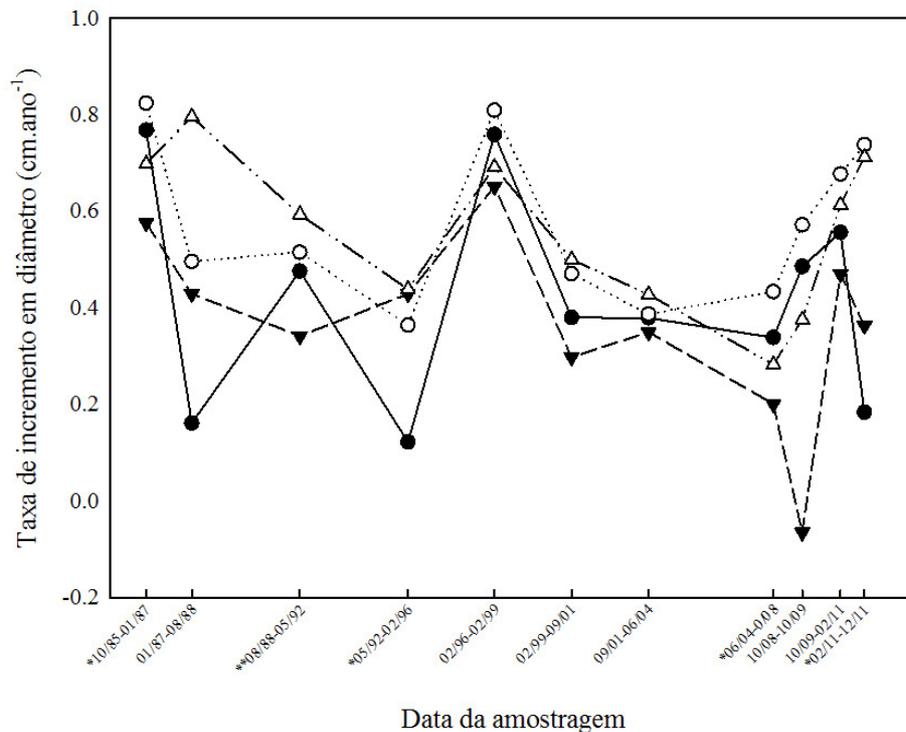


Figura 23. Taxas de incremento médio anual, efetivo e potencial, em diâmetro (cm.ano⁻¹) de indivíduos de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho amostrados em quatro parcelas de 50 x 50 m na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF (1985 a 2011). —●— taxa de incremento médio efetivo para o grupo 1; —▼— taxa de incremento médio efetivo para o grupo 2; —○— taxa de incremento médio potencial para o grupo 1; —△— taxa de incremento médio potencial para o grupo 2. *Amostragem feita após ocorrência de incêndio no Grupo 1; **Amostragem feita após ocorrência de incêndio nos Grupos 1 e 2.

Considerando os indivíduos que permaneceram na amostragem, a partir de 29,5 cm a curva de crescimento para o diâmetro começa a se estabilizar (FIGURA 24). As taxas de incremento médio diminuem após 10,3 centímetros de diâmetro (FIGURA 25). Existe relação entre a medida de diâmetro e a taxa de incremento médio anual ($F_{2,107} = 14,9515$; $p < 0,0001$). Indivíduos entre 0,3 e 5,3 centímetros de diâmetro apresentam maiores incrementos, sendo esta diferença significativa entre a primeira e segunda classe ($p < 0,01$).

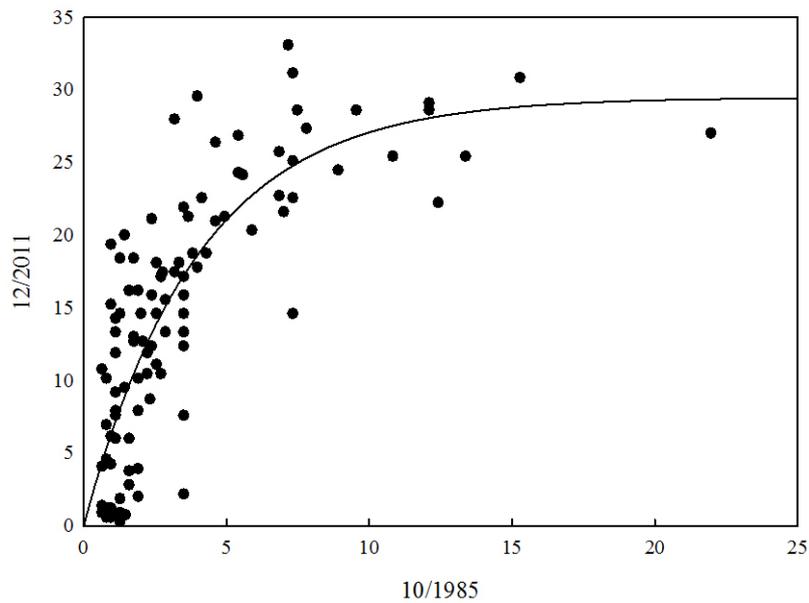


Figura 24. Relação entre diâmetro inicial e final para os indivíduos de *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho amostrados na Fazenda Águas Limpas, Brasília, DF no período de 26 anos ($F_{1,110} = 242.92$; $p < 0.0001$; $R^2 = 0.68$); equação: $y = (29.5 * (1 - \exp(-0.25 * x)))$.

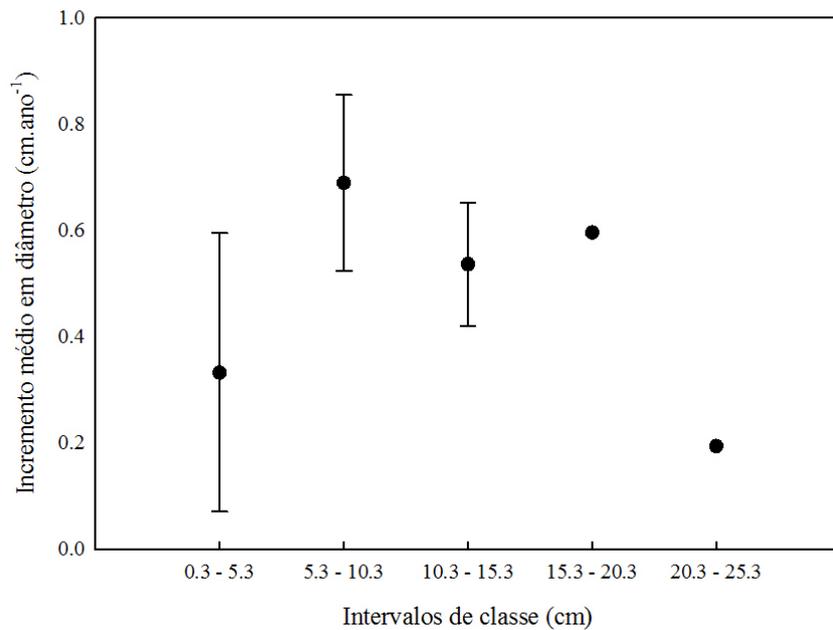


Figura 25. Incremento médio efetivo (pontos) e intervalo de confiança de 95% (barras) em classes de diâmetro para *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho (1985 e 2011).

Considerando o primeiro intervalo (10/09 a 02/11) os grupos apresentaram diferença no número de rebrotas ($\chi^2 = 4,343$; p 0,0372), sendo que o primeiro grupo apresentou menor quantidade de rebrotas do que o segundo. Quando a amostragem foi feita logo após a ocorrência de incêndio (02/11 a 12/11), o primeiro grupo apresentou mais rebrotas do que o segundo, mas esta diferença não foi significativa ($\chi^2 = 2,372$; p 0,1235). Existem outros fatores, além do fogo, que propiciam a rebrota do Carvoeiro.

DISCUSSÃO

Caryocar brasiliense Cambess.

A densidade populacional de Pequi foi semelhante às encontradas por Giroldo (2012) em estudo feito no Cerrado do Planalto Central, Zardo e Henriques (2011) em estudo feito em Cerrado *sensu stricto* na Fazenda Água Limpa e Oliveira (2009) em estudo feito em Cerrado denso em Minas Gerais. Comparando com outros estudos em Cerrado *sensu stricto* (Uhlmann *et al.* 1998; Felfili *et al.* 2000; Andrade *et al.* 2002; Saporetti-Júnior *et al.* 2003; Assunção e Felfili 2004; Fonseca e Silva-Júnior 2004; Teixeira *et al.* 2004; Balduino *et al.* 2005; Felfili e Fagg 2007; Neri *et al.* 2007; Medeiros e Walter 2012), a densidade foi maior, mas esta diferença pode ser atribuída ao critério de inclusão.

Ao longo do período de estudo, após a ocorrência de incêndio em 1989 a densidade do grupo 1 diminuiu. Para o grupo 2 a densidade diminuiu após a ocorrência do incêndio de 1991. Mas o Pequi recuperou-se mantendo a população estável. Felfili *et al.* (2000), estudando dinâmica de comunidade no período de 9 anos, verificaram que o após distúrbio, o Pequi rapidamente volta a seu *status* inicial, mostrando-se resistente e resiliente. Outros autores verificaram que incêndios frequentes diminuem a densidade em comunidades e para algumas espécies (Hoffmann e Moreira 2002; Durigan e Ratter 2006; Libano e Felfili 2006; Lima *et al.* 2009; Ribeiro *et al.* 2012), mas o efeito varia entre diferentes espécies (Guedes 1993; Sato e Miranda 1996; Hoffmann 1999) e em função da frequência, intensidade e duração do fogo (Menaut *et al.* 1990; Ramos 1990; Peterson e Reich 2001; Tunholi 2011; Ribeiro *et al.* 2012).

O Pequi apresentou distribuição em classes de diâmetro semelhante ao descrito por Felfili e Silva-Júnior (1988) em estudo feito no Distrito Federal, com diminuição do número de indivíduos na segunda classe de diâmetro. Este padrão se manteve de 1985 a 1999. A partir da amostragem feita em maio de 2001 os indivíduos começaram a mudar de classes, aumentando a reprodução e o recrutamento. Na última amostragem o número de indivíduos da primeira e segunda classe de diâmetro (0,3 a 10,3 cm) diminuiu, evidenciando o efeito do fogo na estrutura da população, visto que a amostragem foi feita aproximadamente três meses após a ocorrência do incêndio.

A taxa de mortalidade para a população de Pequi variou entre as amostragens, o que é comum para espécies do Cerrado (Hay e Barreto 1988; Hoffmann e Moreira 2002; Braga e Rezende 2007; Roitman *et al.* 2008). A taxa de mortalidade média encontra-se dentro do relatado por outros autores (Hay e Barreto 1988; Aquino *et al.* 2007a; Roitman *et al.* 2008; Ribeiro *et al.* 2012). A taxa de mortalidade é maior após ocorrência de incêndios e em áreas em que o distúrbio é frequente (Henriques e Hay 2002; Hoffmann e Moreira 2002; Ribeiro *et al.* 2012). Para o Pequi as taxas de mortalidade após a ocorrência dos incêndios não foram as mais altas neste período de estudo, nem foram diferentes entre grupos com regimes de queima diferentes. O *turnover* e a taxa de mudança líquida no número de indivíduos apresentaram pequena variação entre os grupos, a espécie consegue se recuperar rapidamente diante dos distúrbios (Felfili *et al.* 2000).

Oliveira (2009) estudando populações de Pequi em Minas Gerais verificou que indivíduos entre 0,3 e 5,3 centímetros de diâmetro apresentaram maior mortalidade média anual. Para comunidades alguns autores também encontraram maior mortalidade para indivíduos nas primeiras classes de diâmetro (5 a 10 centímetros) (Sato e Miranda 1996; Andrade *et al.* 2002; Henriques e Hay 2002; Lima *et al.* 2009; Ribeiro *et al.* 2012). Hay e Barreto (1988) encontraram, para uma espécie do Cerrado, relação positiva entre mortalidade e tamanho do diâmetro. Neste estudo a mortalidade foi independente do tamanho do diâmetro.

As taxas de recrutamento médio anual, para os dois grupos, foram maiores que as taxas de mortalidade média anual, como descrito por Henriques e Hay (2002) para outras espécies do Cerrado.

Roitman *et al.* (2008) em estudo feito para comunidade, em Cerrado *sensu stricto*, verificaram que a taxa de incremento é maior até 22,5 centímetros de diâmetro, diminuindo a partir deste tamanho. Para o Pequi não houve relação entre o diâmetro e a taxa de incremento médio, contudo, esta relação foi verificada em relação à altura. Indivíduos menores que um metro de altura, são susceptíveis aos efeitos de distúrbios e tendem a oscilar mais o crescimento. Constantemente eles perdem a biomassa aérea, ou parte desta, e rebrotam. O crescimento nesta primeira classe fica instável.

O incremento médio anual efetivo, que foi obtido considerando as taxas de crescimento negativo, comum para espécies do Cerrado (Ramos 1990; Sato e Miranda 1996; Hoffmann 1999; Henriques e Hay 2002; Hoffmann e Moreira 2002), foi baixo em relação ao

potencial, mas, semelhante ao encontrado para juvenis de Pequi em estudo feito por Zardo e Henriques (2011) e para outros estudos feitos em Cerrado (Henriques e Hay 2002; Roitman *et al.* 2008). O incremento médio anual potencial, onde foram excluídos os indivíduos que apresentaram crescimento negativo, foi semelhante ao encontrado por Aquino *et al.* (2007) para *Qualea parviflora*, *Sclerolobium paniculatum*, *Vochysia rufa* e *Byrsonima crassa*. Oliveira (2009) encontrou valor maior para a espécie do que o encontrado neste estudo, a diferença pode estar relacionada à metodologia adotada pelo autor, que considerou crescimento zero para indivíduos que apresentaram crescimento negativo. Em amostragens feitas após a ocorrência de fogo o incremento médio anual efetivo foi negativo, mas considerando a média anual, esta foi menor na área com menor incidência de incêndios.

Para amostragens feitas após ocorrência de incêndio o incremento médio anual efetivo em altura foi negativo e menor na área com maior frequência de queimadas, mas estas diferenças não foram significativas, o que pode estar relacionado às baixas taxas de incremento da espécie e à estratégia de rebrotar. Após a passagem de fogo os indivíduos perdem altura, mas rapidamente rebrotam e conseguem recuperar a posição inicial, fazendo com que, em longo prazo este efeito se anule (Hoffmann e Moreira 2002).

Por apresentar crescimento lento e baixa renovação, indivíduos de Pequi permanecem por longo período no ambiente, podendo chegar a viver mais de 200 anos (Collevatti e Hay 2011; Zardo e Henriques 2011), refletindo característica das espécies típicas de savanas (Belsky e Canham 1994).

***Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho**

A densidade populacional do Carvoeiro foi maior do que a encontrada em outros estudos (Andrade *et al.* 2002; Saporetti-Júnior *et al.* 2003; Assunção e Felfili 2004; Fonse e Silva-Júnior 2004; Balduino *et al.* 2005; Pinto *et al.* 2005; Felfili e Fagg 2007; Neri *et al.* 2007; Medeiros *et al.* 2008; Lindoso *et al.* 2009; Medeiros e Walter 2012), mas semelhante ao encontrado por Aquino *et al.* (2007) em Cerrado *sensu stricto* no Maranhão. Considerando a frequência de incêndios nas diferentes áreas, para a área com maior frequência de incêndios entre a primeira e última amostragem houve aumento do número de indivíduos enquanto que para a área com menor frequência diminuiu, apesar de que nas duas áreas, verificando amostragens feitas logo após a ocorrência de incêndio, a densidade diminuiu indicando que provavelmente, o fogo afeta a densidade da população, como documentado para outras

espécies e comunidades no Cerrado (Hoffmann e Moreira 2002; Durigan e Ratter 2006; Libano e Felfili 2006; Lima *et al.* 2009; Ribeiro *et al.* 2012).

A distribuição em classes de diâmetro foi semelhante ao descrito por Felfili e Silva-Júnior (1988). A estrutura da população foi alterada pela ocorrência de incêndios, diminuindo o número de indivíduos nas primeira e segunda classe (0,3 a 10,3 cm). Em amostragens feitas logo após o incêndio o efeito do fogo fica mais evidente. O tamanho do diâmetro foi negativamente relacionado com a mortalidade, sendo esta, maior para indivíduos entre 0,3 e 5,3 centímetros de diâmetro. Henriques e Hay (2002) encontraram mortalidade maior para indivíduos entre cinco e sete centímetros de diâmetro. Lima *et al.* 2009 encontraram mortalidade maior em indivíduos de até treze centímetros.

Como para o Pequi e outras espécies do Cerrado, as taxas de mortalidade e recrutamento do Carvoeiro apresentaram variações entre as amostragens (Hay e Barreto 1988; Hoffmann e Moreira 2002; Aquino *et al.* 2007; Braga e Rezende 2007; Roitman *et al.* 2008). As taxas de mortalidade média anual foram semelhantes às encontradas para espécies de formações florestais e pioneiras (Swaine *et al.* 1987; Schiavini *et al.* 2001; Aquino *et al.* 2002; Mews *et al.* 2011) e estiveram dentro das taxas de mortalidade intermediárias para algumas espécies de Cerrado *sensu stricto* (Henriques e Hay 2002). Aquino *et al.* 2007 estudando espécies de Cerrado *sensu stricto* no Maranhão, encontrou taxas de mortalidade para o Carvoeiro semelhantes às encontradas neste estudo. As taxas de recrutamento médio anual foram menores do que as encontradas por Aquino *et al.* (2007).

Em amostragens pós-fogo o Carvoeiro apresentou taxas de mortalidade alta e baixo recrutamento. Altas taxas de mortalidade após ocorrência de incêndios são documentadas para espécies do Cerrado (Henriques e Hay 2002; Hoffmann e Moreira 2002). Embora a taxa de mortalidade média anual tenha sido maior para a área com maior frequência de incêndios, esta foi compensada pela taxa de recrutamento. Para a área com baixa frequência de incêndios, a taxa de mortalidade média anual não foi compensada pela taxa de recrutamento médio anual. Isto pode estar relacionado ao baixo recrutamento e à estrutura da população nesta área, que é três vezes maior do que a do grupo 1 e está passando por processo de adensamento, além de conter indivíduos mais velhos, ou seja, senescentes. As taxas de *turnover* e mudança líquida no número de indivíduos foram maiores na área com maior frequência de incêndios.

A população de Carvoeiro apresentou altura que pode ser considerada baixa em relação aos valores citados em outros estudos (Felfili *et al.* 1999; Pires e Marcati 2005), o que pode estar relacionado à resposta adaptativa aos eventos de fogo ou às condições ambientais. Zhang *et al.* (2009) documentaram alturas semelhantes a encontrada neste estudo. As medidas de diâmetro estiveram dentro do descrito por outros autores (Felfili *et al.* 1999; Pires e Marcati 2005; Zhang *et al.* 2009).

O incremento médio anual efetivo em diâmetro foi maior no intervalo de 5,3 a 10,3 centímetros. O incremento médio anual efetivo em altura foi maior até quatro metros. O incremento médio anual efetivo, em diâmetro, foi semelhante ao encontrado por Aquino *et al.* (2007) para a espécie. Em amostragens feitas após ocorrência de incêndio e considerando o incremento médio anual potencial, o incremento médio anual efetivo foi menor. Para a altura não houve variação entre as taxas de incremento médio anual efetivo e potencial entre os grupos, mas, após a ocorrência de incêndios entre as amostragens o incremento médio anual efetivo foi menor.

Considerando que o desbalanço entre recrutamento e mortalidade é atribuído a processos naturais (Felfili 1995) não existe um padrão típico de dinâmica para as espécies (Silveira 2009). O que ocorre é que as populações conseguem se estabilizar ao longo dos anos, submetidas a diferentes condições ambientais, fator este que pode também estar associado à história de vida da planta (Crawley e Ross 1990; Rolim *et al.* 1999; Felfili *et al.* 2000).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existe variação temporal nas taxas de mortalidade e recrutamento entre as amostragens. Em um ano tem-se picos de mortalidade, em outro picos de recrutamento e assim a população vai se mantendo estável ao longo dos anos, apresentando perdas e ganhos. As taxas de *turnover* e mudança líquida no número de indivíduos foram mais variáveis e maiores para a área com maior frequência de incêndios.

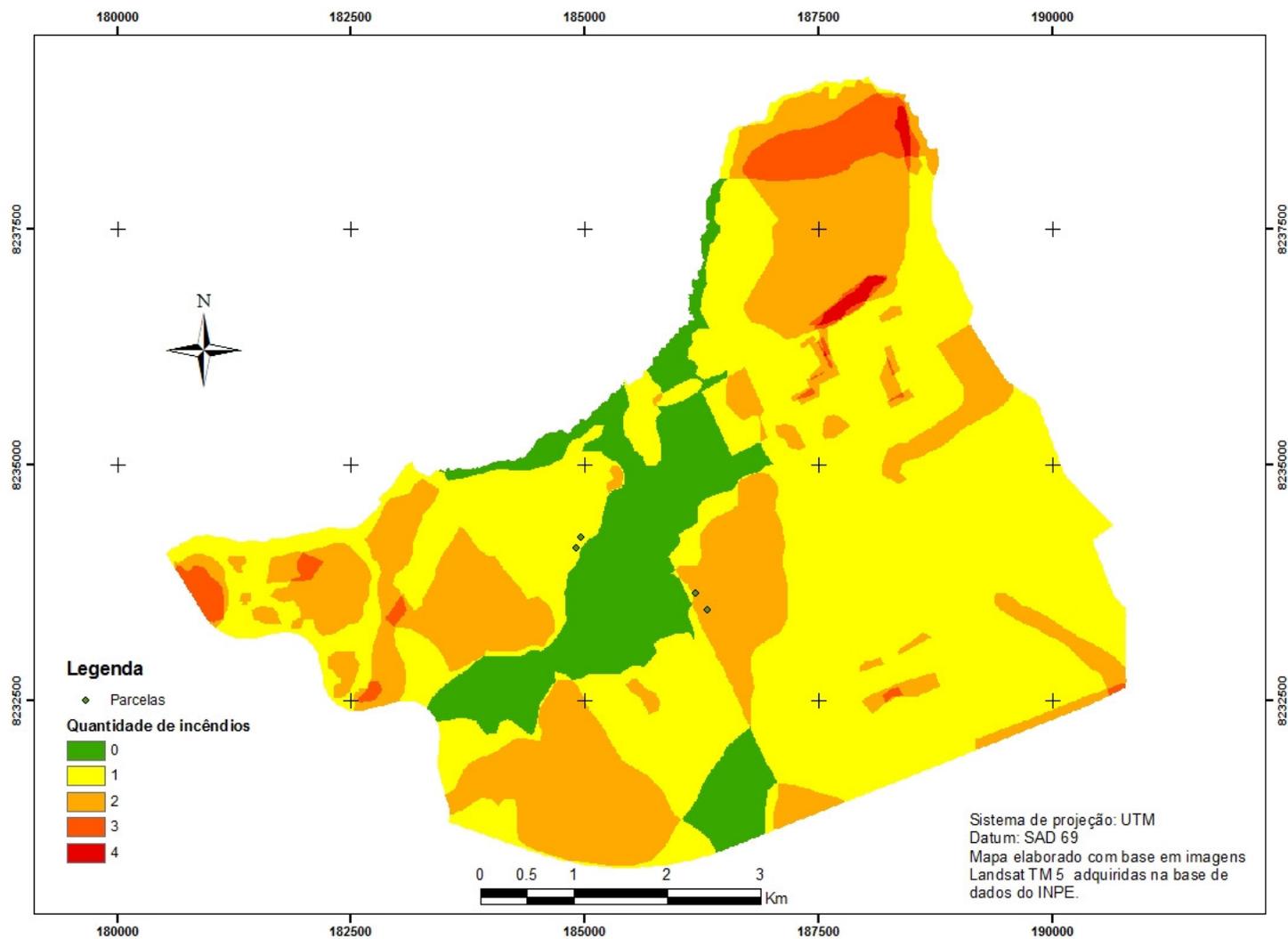
Existem evidências de que o fogo afeta a estrutura e dinâmica das populações, mas fatores como intensidade, durabilidade e tempo entre as amostragens antes e após a ocorrência do incêndio podem ter interferido nos resultados. As variações nas taxas de incremento em diâmetro e altura também podem estar relacionadas à ocorrência de distúrbios. No entanto, mesmo com variações, as populações de Carvoeiro e Pequi estão se mantendo através destes processos locais de crescimento, mortalidade e regeneração.

As espécies apresentaram comportamentos estruturais e dinâmicos diferentes, ou seja, desempenham funções ecológicas diferentes no ambiente em que estão inseridas. Estudos de dinâmica devem ser feitos por longos períodos e devem incluir o monitoramento de plântulas e juvenis para melhor entendimento dos padrões, tendo em vista que estes representam mais de 50% do número de indivíduos das populações.

ANEXO I. Revisão bibliográfica de estudos de dinâmica feitos em comunidades em Cerrado sentido restrito. CI = critério de inclusão; NS = número de espécies; NF = número de famílias; D = densidade; M = taxa de mortalidade e R = taxa de recrutamento.

Área de Estudo	Tempo (anos)	Ano de amostragem	Método	CI	NS	NF	D (ind.ha ⁻¹)	M (%)	R (%)	Referência
Reserva Ecológica do IBGE (DF)	2	1989	transectos (20x250m)	CAS ≥ 15 cm	48	29	980	1.34	11.6	Henriques e Hay, 2002
Reserva Ecológica do IBGE (DF)	-	1991	transectos (20x250m)	CAS ≥ 15 cm	56	31	1253	-	-	Henriques e Hay, 2003
Fazenda Água Limpa (DF)	18	1985	parcelas (19 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	61	32	1801	-	-	Libano e Felfili, 2006
Fazenda Água Limpa (DF)	-	1988	parcelas (19 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	59	31	1864	-	-	Libano e Felfili, 2006
Fazenda Água Limpa (DF)	-	1991	parcelas (19 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	57	31	1519	-	-	Libano e Felfili, 2006
Fazenda Água Limpa (DF)	-	1994	parcelas (19 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	56	31	1719	-	-	Libano e Felfili, 2006
Fazenda Água Limpa (DF)	-	1997	parcelas (19 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	57	32	1262	-	-	Libano e Felfili, 2006
Fazenda Água Limpa (DF)	-	2000	parcelas (19 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	58	31	1323	-	-	Libano e Felfili, 2006
Fazenda Água Limpa (DF)	-	2003	parcelas (19 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	61	31	2093	-	-	Libano e Felfili, 2006
Balsas (MA) Fragmento 1	7	1995	transectos (4 transectos 160x20m)	DAS ≥ 3 cm	-	-	983	2.73	3.25	Aquino <i>et al.</i> , 2007
Balsas (MA) Fragmento 1	-	2002	transectos (4 transectos 160x20m)	DAS ≥ 3 cm	-	-	1057	-	-	Aquino <i>et al.</i> , 2007
Balsas (MA) Fragmento 2	-	1995	transectos (4 transectos 160x20m)	DAS ≥ 3 cm	-	-	1177	4.88	5.86	Aquino <i>et al.</i> , 2007
Balsas (MA) Fragmento 2	-	2002	transectos (4 transectos 160x20m)	DAS ≥ 3 cm	-	-	1406	-	-	Aquino <i>et al.</i> , 2007
Reserva Biológica (BA)	13	1991	parcelas (13 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	62	23	891	1.93	3.72	Roitman <i>et al.</i> , 2008
Reserva Biológica (BA)	-	2004	parcelas (13 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	84	25	1060	-	-	Roitman <i>et al.</i> , 2008
Nova Xavantina (MT)	5	1997	parcelas (28 parcelas 15x15m)	DAS ≥ 3 cm	72	32	1262	-	-	Lima <i>et al.</i> , 2009
Nova Xavantina (MT)	-	2002	parcelas (28 parcelas 15x15m)	DAS ≥ 3 cm	71	33	1045	-	-	Lima <i>et al.</i> , 2009
Barra do Garças (MT) Área 1	4.5	2003/2009	parcelas (10 parcelas 20x50m)	CAS ≥ 15 cm	-	-	-	2.8	3,74	Ribeiro <i>et al.</i> , 2012
Barra do Garças (MT) Área 2	2.5	2006/2009	parcelas (10 parcelas 20x50m)	CAS ≥ 15 cm	-	-	-	4.36	0,55	Ribeiro <i>et al.</i> , 2012

ANEXO II. Frequência de incêndios na Fazenda Água Limpa, DF. Período (1985 e 2011).



ANEXO III. Revisão bibliográfica de estudos de estrutura e dinâmica para *Caryocar brasiliense* Cambess. (Pequi) e *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho (Carvoeiro). DA = densidade; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa.

Área de Estudo	Método	Critério de Inclusão	DA ind.ha ⁻¹	DR	DoA m ² .ha ⁻¹	DoR	FA %	FR %	Referências
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.									
Parque Estadual do Cerrado, PR	parcelas (20 parcelas 20x10m)	CAB ≥ 15 cm	32.5	2.4	0.15	1.20	30	2.9	Uhlmann, Galvão e Silva 1998
Fazenda Água Limpa, Brasília, DF	parcelas (19 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	-	-	0.50	-	-	-	Felfili <i>et al.</i> 2000
Jardim Botânico de Brasília, DF	parcelas (5 parcelas 1000m ²)	DAS ≥ 5 cm	68	3.5	0.74	5.61	80	-	Andrade <i>et al.</i> 2002
Abaeté, MG	parcelas (15 parcelas 10x20m)	CAS ≥ 10 cm	140	3.1	3.67	12.27	73.3	2.5	Saporetti-Júnior <i>et al.</i> 2003
APA do Paranoá, DF	parcelas (10 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	22	2.5	0.87	9.10	80	3.2	Assunção e Felfili 2004
Jardim Botânico de Brasília - interflúvio, DF	parcelas (10 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	19	1.6	(cm ² .ha ⁻¹) 0.19	2.24	-	2.8	Fonseca e Silva-Júnior 2004
Jardim Botânico de Brasília - vale, DF	parcelas (10 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	1	0.1	(cm ² .ha ⁻¹) 0.01	0.18	-	0.4	Fonseca e Silva-Júnior 2004
Patrocínio Paulista, SP	parcelas (30 parcelas 10x10m)	CAP ≥ 15 cm	-	0.6	-	0.45	-	0.7	Teixeira <i>et al.</i> 2004
Paraopeba, MG	parcelas (10 parcelas 20x50m)	CAS ≥ 15.7 cm	-	0.7	0.4244	2.34	-	2	Balduino <i>et al.</i> 2005
Norte Goiás/Sul Tocantins	parcelas (16 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	3.75	0.5	0.09	1.04	25	1.2	Felfili e Fagg, 2007
Município de Senador Modestino Gonçalves, MG	parcelas (30 parcelas 10x20m)	CAS ≥ 10 cm	83.3	1.3	3.24	11.19	73.3	2.4	Neri <i>et al.</i> 2007
Filadélfia, TO	parcelas (10 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	20	2.5	0.61	6.40	50	2.6	Medeiros e Walter 2012
<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho									
Fazenda Água Limpa, Brasília, DF	parcelas (19 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	-	-	0.46	-	-	-	Felfili <i>et al.</i> 2000

Jardim Botânico de Brasília, DF	parcelas (5 parcelas 1000m ²)	DAS ≥ 5 cm	84	4.3	1.28	9.61	100	-	Andrade <i>et al.</i> 2002
Abaeté, MG	parcelas (15 parcelas 10x20m)	CAS ≥ 10 cm	16.7	0.4	0.43	1.43	26.7	0.9	Saporetti-Júnior <i>et al.</i> 2003
APA do Paranoá, DF	parcelas (10 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	11	1.3	0.10	1.01	60	2.4	Assunção e Felfili 2004
Jardim Botânico de Brasília - interflúvio, DF	parcelas (10 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	25	2.1	(cm ² .ha ⁻¹) 0.33	3.81	-	1.7	Fonseca e Silva-Júnior 2004
Jardim Botânico de Brasília - vale, DF	parcelas (10 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	8	0.8	(cm ² .ha ⁻¹) 0.08	1.44	-	0.9	Fonseca e Silva-Júnior 2004
Paraopeba, MG	parcelas (10 parcelas 20x50m)	CAS ≥ 15.7 cm	-	0.5	0.0866	0.48	-	1.4	Balduino <i>et al.</i> 2005
Parque Nacional Chapada dos Guimarães, MT	parcelas (18 parcelas 600 m ²)	CAP ≥ 15 cm	-	-	0.59	-	-	-	Pinto, Oliveira-Filho e Hay 2005
Balsas 1995 (área 1), MA	transectos (parcelas 10x20m)	DAS ≥ 3 cm	102	-	0.39	-	-	-	Aquino <i>et al.</i> 2007
Balsas 2002 (área 1), MA	transectos (parcelas 10x20m)	DAS ≥ 3 cm	205	-	0.52	-	-	-	Aquino <i>et al.</i> 2007
Balsas 2002 (área 2), MA	transectos (parcelas 10x20m)	DAS ≥ 3 cm	81	-	0.23	-	-	-	Aquino <i>et al.</i> 2007
Balsas 2002 (área 2), MA	transectos (parcelas 10x20m)	DAS ≥ 3 cm	89	-	0.30	-	-	-	Aquino <i>et al.</i> 2007
Norte Goiás/Sul Tocantins	parcelas (16 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	10	1.2	0.16	1.88	31.3	1.4	Felfili e Fagg 2007
Município de Senador Modestino Gonçalves, MG	parcelas (30 parcelas 10x20m)	CAS ≥ 10 cm	8.3	0.1	0.01	0.03	6.67	0.2	Neri <i>et al.</i> 2007
Carolina, MA	parcelas (10 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	6	1.1	0.02	0.34	20	1.6	Medeiros <i>et al.</i> 2008
Chapada Grande Meridional, PI	parcelas (10 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	33	3.6	0.76	5.94	70	3.6	Lindoso <i>et al.</i> 2009
Filadélfia, TO	parcelas (10 parcelas 20x50m)	DAS ≥ 5 cm	5	0.6	0.21	2.2	10	0.5	Medeiros e Walter 2012

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, S. P.; Proença, C. E. B.; Sano, S. M.; Ribeiro, J. F. 1998 Cerrado: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 464p.
- Amorim, A. M. A.; Prance, G.T.; Medeiros, H. 2012. Caryocaraceae. *In*: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB006688>).
- Andrade, L. A. Z.; Felfili, J. M.; Violatti, L. 2002 Fitossociologia de uma área de Cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. *Acta Bot. Bras.*, v. 16, n. 2, p. 225-240.
- Aquino, F. G.; Oliveira, M. C.; Ribeiro, J. F., Schiavini, I. 2002 Ecologia populacional de espécies arbóreas na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). Embrapa Cerrados, Planaltina, DF 24p.
- Aquino, F. G.; Walter, B. M. T.; Ribeiro, F. 2007 Dinâmica de populações de espécies lenhosas de Cerrado, Balsas, Maranhão. *R. Árvore*, v. 31, n.5, p. 793-803.
- Aquino, F. G.; Walter, B. M. T.; Ribeiro, J. F. 2007a Woody community dynamics in two fragments of “cerrado” *stricto sensu* over a seven-year period (1995-2002), MA, Brazil. *Revista Brasil. Bot.*, v. 30, n. 1, p. 113-121.
- Araújo, F. D. 1995 A Review of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae): An Economically Valuable Species of the Central Brazilian Cerrados. *Economic Botany*, v. 49, n. 1, p. 40-48.
- Assunção, S. L. e Felfili, J. M. 2004 Fitossociologia de um fragmento de Cerrado *sensu stricto* na APA do Paranoá, DF, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, v. 18, n. 4, p. 903-909.
- Balduino, A. P. C.; Souza, A. L.; Neto, J. A. A. M.; Silva, A. F.; Silva-Júnior, M. C. 2005 Fitossociologia e análise comparativa da composição florística do Cerrado da Flora de Paraopeba, MG. *R. Árvore*, v. 29, n. 1, p. 25-34.
- Barroso, G. M.; Peixoto, A. L.; Ichaso, C. L. F.; Guimarães, E. F.; Costa, C. G. 2002 Sistemática de angiospermas do Brasil, 2.ed. Viçosa: UFV, v.1, 309p.
- Bellingham P. J. e Sparrow, A. D. 2000 Resprouting as a life history strategy in woody plant communities. *Oikos*, v. 89, n. 2, p. 409-416.
- Belsky, A. J. e Canham, C. D. 1994 Forest gaps and isolated savanna trees. *BioScience*, v. 44, n. 2, p. 77-84.
- Bernardes, T. G.; Naves, R. V.; Rezende, C. F. A.; Borges, J. D.; Chaves, L. J. C. 2008 Propagação sexuada do zeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) estimulada por ácido giberélico. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 38, n. 2, p. 71-77.
- Bond W.J. e Midgley J. J. 2001 Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 16, n. 1, p. 45-51.
- Braga, F. M. S. e Rezende, A. V. 2007 Dinâmica da vegetação arbórea da mata de galeria do Catetinho, Brasília, DF. *Cerne*, v. 13, n. 2, p. 138-148.

- Caldato, L. S.; Longhi, S. J.; Floss, P. A. 1999 Estrutura populacional de *Ocotea porosa* (Lauraceae) em uma floresta ombrófila mista, em Caçador (SC). *Ciência Florestal*, v. 9, n. 1, p. 89-101.
- Cianciaruso, M. V. e Batalha, M. A. Short-term community dynamics in seasonal and hyperseasonal cerrados. *Braz. J. Biol.*, v. 69, n. 2, p. 231-240.
- Clark, D. A. e Clark, D. B. 1984 Spacing Dynamics of a Tropical Rain Forest Tree: Evaluation of the Janzen-Connell. *The American Naturalist*, v. 124, n. 6, p. 769-788.
- Clark, D. B. e Clark, D. A. 1996 Abundance, growth and mortality of very large trees in neotropical lowland rain forest. *Forest Ecology and Management*, v. 80, p. 235-244.
- Collevatti, R. G. e Hay, J. D. 2011 Kin structure and genotype-dependent mortality: a study using the neotropical tree *Caryocar brasiliense*. *Journal of Ecology*, v. 99, p. 757-763.
- Crawley, M. J. e Ross, G. J. S. 1990 The population dynamics of plants [and discussion]. *Phil. Trans. R. Soc. Lond B.*, v. 330, p. 125-140.
- Durigan G. e Ratter J. A. 2006 Successional changes in Cerrado and Cerrado/Forest Ecotonal Vegetation in western São Paulo state, Brazil, 1962-2000. *Journal of Botany*, v. 63, n. 1, p. 119-130.
- Ehrlén, J. 2000 The dynamics of plant populations: does the history of individuals matter? *Ecology*, v. 81, n. 6, p. 1675-1684.
- Eiten, G. 1972 The Cerrado Vegetation of Brazil. *Botanical Review*, v. 38, n. 2, p. 201-341.
- Eiten, G. 1978 Delimitation of the Cerrado concept. *Vegetatio*, v. 36, n. 3, p. 169-178.
- Felfili, J. M. 1995 Growth, Recruitment and Mortality in the Gama Gallery Forest in Central Brazil Over a Six-Year Period (1985-1991). *Journal of Tropical Ecology*, v. 11, n. 1, p. 67-83.
- Felfili, J. M. e Fagg, C. W. 2007 Floristic composition, diversity and structure of the Cerrado *sensu stricto* on rocky soils in northern Goiás and southern Tocantins, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.30, n.3, p.375-385.
- Felfili, J. M. e Santos, A. A. B. 2002 Legislação ambiental – APA Gama e Cabeça de Veado. Brasília, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal. 59p.
- Felfili, J. M. e Silva-Júnior, M. C. 1993 A Comparative Study of Cerrado (*Sensu stricto*) Vegetation in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v. 9, n. 3, p. 277-289.
- Felfili, J. M.; Silva-Júnior, M. C.; Rezende, A. V.; Machado, J. W. B.; Walter, B. M. T.; Silva, P. E. N.; Hay, J. D. 1992 Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do Cerrado *sensu stricto* na Chapada Pratinha, DF, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, v. 6, n. 2, p. 27-46.

Felfili, J. M.; Hilgert, L. F.; Franco, A. C.; Sousa-Silva, J. C., Resende, A. V.; Nogueira, M. V. P. 1999 Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. *Revta. Brasil. Bot.*, v. 22, n. 2 (suplemento), p. 297-301.

Felfili, J. M.; Rezende, A. V.; Silva-Júnior, M. C.; Silva, M. A. 2000 Changes in the Floristic Composition of Cerrado *sensu stricto* in Brazil over a Nine-Year. *Journal of Tropical Ecology*, v. 16, n. 4, p. 579-590.

Fonseca, M. S. e Silva-Júnior, M. C. 2004 Fitossociologia e similaridade florística entre trechos de Cerrado sentido restrito em interflúvio e em vale no Jardim Botânico de Brasília, DF. *Acta Bot. Bras.*, v. 18, n. 1, p.19-29.

Franczak, D. D. 2009 Mudança na Comunidade Lenhosa de um Cerradão e um Cerrado *stricto sensu* no Parque do Bacaba, Nova Xavantina – MT. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT. 96p.

Freitas, G. A.; Vaz-de-Melo, A.; Pereira, M. A. B.; Andrade, C. A. O.; Lucena, G. N.; Silva, R. R. 2012 Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel para recuperação de área degradada. *J. Biotec. Biodivers.*, v. 3, n.3, p. 5-12.

Furley, P. A. 1999 The nature and diversity of Neotropical Savanna Vegetation with particular reference to the Brazilian cerrados. *Global Ecology and Biogeography*, v. 8, n. 3/4, p. 223-241.

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

Gribel, R. e Hay, J. D. 1993 Pollination Ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil Cerrado Vegetation. *Journal of Tropical Ecology*, v. 9, n. 2, p. 199-211.

Guedes, D. M. 1993 Resistência das árvores do cerrado ao fogo: papel da casca como isolante térmico. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 100p.

Haridasan M. 2008. Nutritional adaptations of native plants of the Cerrado biome in acid soils. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 20, n. 3, p. 183-195.

Harper, J. L. 1977. Population biology of plants. London Academic Press, London. 892p.

Hay, J. D. 2002 Aspectos da ecologia de populações de plantas nativas no Cerrado do Brasil. *In: Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil*. Elcida de Lima Araújo, Ariadne do Nascimento Moura, Everaldo Valadares de Sá Barretto Sampaio, Lísia Mônica de Souza Gustinari, Juliana de Melo Torres Carneiro (Eds.). UFRPE, Sociedade Botânica do Brasil, Recife, Brasil, Imprensa Universitária, p. 153-157.

- Hay, J. D. e Barreto, E. J. M. 1988 Natural mortality of *Vochysia thyrsoidea* in an unburnt Cerrado ecosystem near Brasilia. *Biotropica*, v. 20, n. 4, p. 274-279.
- Hay, J. D.; Bizerril, M. X.; Calouro, A. M.; Costa, E. M. N.; Ferreira, A. A.; Gastal, M. L. A.; Goes-Júnior, C.; Manzan, D. J.; Martins, C. R.; Monteiro, J. M. G.; Oliveira, S. A.; Rodrigues, M. C. M.; Seyffarth, J. A. S.; Walter, B. M. T. 2000. Comparação do padrão de distribuição espacial em escalas diferentes de espécies nativas do Cerrado, em Brasília, DF. *Revta Brasil. Bot.*, v.23, n.3, p. 341-347.
- Henriques, R. P. B. e Hay, J. D. 2002 Patterns and dynamics of plant populations. *In: The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna* Paulo S. Oliveira and Robert J. Marquis (ed.), Columbia University Press, New York, p. 140-158.
- Hoffmann, W. A. 1999 Fire and population dynamics of Wood plants in a Neotropical Savanna: Matrix Model Projections. *Ecology*, v. 80, n. 4, p. 1354-1369.
- Hoffmann, W. A. e Moreira A. G. 2002 The role of fire in population dynamics of wood plants. *In: The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna* Paulo S. Oliveira and Robert J. Marquis (ed.), Columbia University Press, New York, p. 159-177.
- Hutchings, M. J. 1997 The structure of plant population. *In: Crawley, M. J. (Ed.) Plant Ecology*, 2ed. Oxford, U. K.: Blackwell Scientific Publishers, p. 325-358.
- Janzen, D. H. 1970 Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist*, v. 104, n. 940, p. 501-528.
- Jones, R.H.; Sharitz, R.R.; James, S.M.; Dixon, P.M. 1994 Tree population dynamics in seven South Carolina mixed-species forests. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, v. 121, n. 4, p. 360-368.
- King, D. A. 1996 Allometry and life history of tropical trees. *J.Trop.Ecol.*, v. 12, n. 1, p. 25-44.
- Klink, C. A. e Machado, R. B. 2005 A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 148-155.
- Koyama, T. 1987 Significance of architecture and allometry in sapling. *Funct. Ecol.*, v. 1, n. 4, p. 399-404.
- Korning, J. e Balslev, H. 1994 Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. *Journal of Vegetation Science*, v.4, n. 1, p.77-86.
- Kuhlmann, M. 2012 Frutos e sementes do Cerrado atrativos para fauna: guia de campo. Ed. Rede de Sementes do Cerrado, 360p.
- Leite, G. L. D.; Veloso, R. V. S.; Redoan, A. C.; Lopes, P. S. N.; Machado, M. M. L. 2006 Artrópodes associados a mudas de zeiro. *Arq. Inst. Biol.*, v. 73, n. 3, p. 365-370.

- Libano, A. M. e Felfili, J. M. 2006 Mudanças temporais na composição florística e na diversidade de um Cerrado *sensu stricto* do Brasil Central em um período de 18 anos (1985-2003). *Acta Bot. Bras.*, v. 20, n. 4, p. 927-936.
- Lima, A.; Silva, A. M. O.; Trindade, R. A.; Torres, R. P.; Mancini-Filho, J. 2007 Comunicação Científica: Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do (*Caryocar brasiliense*, Camb.). *Rev. Bras. Frutic.*, v. 29, n. 3, p. 695-698.
- Lima, E. S.; Lima, H. S.; Ratter, J. A. 2009 Mudanças pós-fogo na estrutura e composição da vegetação lenhosa em um Cerrado mesotrófico, no período de cinco anos (1997-2002) em Nova Xavantina, MT. *Cerne*, v. 15, n. 4, p. 468-480.
- Lindoso, G. S. ; Felfili, J. M.; Costa, J. M.; Castro, A. A. J. F. 2009 Diversidade e estrutura do Cerrado *sensu stricto* sobre areia (neossolo quartzarênico) na Chapada Grande Meridional, Piauí. *Rev. Biol. Neotrop.*, v.6, n. 2, p. 45-61.
- Lopes, P. S. N.; Souza, J. C.; Reis, P. R.; Oliveira, J. M.; Rocha, I. D. F. 2003 Comunicação Científica: Caracterização do ataque da broca dos frutos do zeiro. *Rev. Bras. Frutic.*, v. 25, n. 3, p. 540-543.
- Lorenzi, H. 1998 Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Ed. Plantarum, Nova Odessa, SP. 2. ed. v. 1, 352p.
- Luz, G. R.; Rodrigues, P. M. S.; Menino, G. C. O.; Coutinho, E. S.; Nunes, Y. R. F. 2011. Caracterização física de frutos e putâmens e taxa de ataque por *Carmentis* sp. a zeiros (*Caryocar brasiliense* CAMB.) no Norte de Minas Gerais. *Rev. Bras. Frutic.*, v. 33, n. 3, p. 746-756.
- Mariano-da-Silva, S.; Brait, J. D. A.; Faria, F. P.; Silva, S. M.; Oliveria, S. L.; Braga, P. F.; Mariano-da-Silva, F. M. S. 2009 Chemical characteristics of fruits (*Caryocar brasiliense* Camb.) native of three municipalities in the State of Goiás, Brasil. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 29, n. 4, p. 771-777.
- Martins, R. C. C.; Felfili, J. M.; Martins, I. S. 2005 Crescimento inicial de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* Benth. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. *In: B. Herb. Ezechias Paulo Heringer*, v. 15, p. 47-58.
- Medeiros, M. B. e Miranda, H. S. 2008 Post-fire resprouting and mortality in Cerrado Woody plants species over three-year period. *Edinburgh Journal of Botany*, v. 65, n. 1, p. 53-68.
- Medeiros, M. B. e Walter, B. M. T. 2012 Composição e estrutura de comunidades arbóreas de Cerrado *stricto sensu* no norte do Tocantins e sul do Maranhão. *Revista Árvore*, v.36, n.4, p.673-683.
- Medeiros, M. B.; Walter, B. M. T.; Silva, G. P. 2008 Fitossociologia do Cerrado *sensu stricto* no Município de Carolina, MA, Brasil. *Cerne*, v. 14, n. 4, p. 285-294.
- Menaut, J. C.; Gignoux, J. Prado, C. Clobert, J. 1990 Tree community dynamics in a humid savanna of the Cote-d'Ivoire: modelling the effects of fire and competition with grass and neighbours. *Journal of Biogeography*, v. 17, n. 4 e 5, p. 471-481.

Mendonça, R. C.; Felfili, J. M.; Walter, B. M. T.; Silva-Júnior, M. C.; Rezende, A. V.; Filgueiras, T. S.; Nogueira, P. E.; Fagg, C. W. 2008 Flora vascular do bioma Cerrado: *checklist* com 12.356 espécies. In: Sueli Matiko Sano; Semíramis Pedrosa de Almeida; José Felipe Ribeiro. (orgs.). Cerrado: ecologia e flora. Embrapa Cerrados/Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 1ed. v.2. 1279p.

Mews, H. A.; Marimon, B. S.; Pinto, J. R. R.; Silvério, D. V. 2011 Dinâmica estrutural da comunidade lenhosa em Floresta Estacional Semidecidual na transição Cerrado-Floresta Amazônica, Mato Grosso, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, v. 25, n. 4, p. 845-857.

Miranda, H. S. e Sato, M. N. 2002 Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado. In: *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna* Paulo S. Oliveira and Robert J. Marquis (ed.), Columbia University Press, New York, p. 95-105.

Neri, A. V.; Meira-Neto, J. A. A. M.; Silva, A. F.; Martins, S. V.; Batista, M. L. 2007 Análise da estrutura de uma comunidade lenhosa em área de Cerrado *sensu stricto* no município de Senador Modestino Gonçalves, Norte de Minas Gerais, Brasil. *R. Árvore*, v.31, n.1, p.123-134.

Neumann, R. P. e Hirsch, E. 2000 Commercialisation on Non-Timber forest products: review and analysis of research. Center for internacional Forestry Research, Bogor, Indonésia. 176p.

Oliveira, P. S. 1997 The ecological function of extrafloral nectaries: herbivore deterrence by visiting ants and reproductive output in *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae). *Functional Ecology*, vol. 11, n. 3, p. 323-330.

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, DF. 82p.

Oliveira, M. N. S.; Gusmão, E.; Lopes, P. S.; Simões, M. O. M.; Ribeiro, L. M.; Dias, B. A. S. D. 2006 Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de (*Caryocar brasiliense* Camb.). *Rev. Bras. Frutic.*, v. 28, n. 3, p. 380-386.

Oliveira-Filho, A. T.; Shepherd, G. J.; Martinsand, F. R.; Stubblebine, W. H. 1989 Environmental Factors Affecting Physiognomic and Floristic Variation in an Area of Cerrado in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v. 5, n. 4, p. 413-431.

Oliveira-Filho, A. T.; Vilela, E. A.; Carvalho, D. A.; Gavilanes, M. L. 1994 Effects of Soils and Topography on the Distribution of Tree Species in a Tropical Riverine Forest in South-Eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v. 10, n. 4, p. 483-508.

Paiva, A. O.; Rezende, A. V. E Pereira, R. S. 2011. Estoque de carbono em Cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal. *Revista Árvore*, v. 35, n. 3, p. 527-538.

Paula, J. E. e Alves, J. L. H. 1997 Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso. Brasília, DF. 543p.

Pereira, B. A. S. 1990 Estudo morfo-anatômico da madeira, casca, e folha de duas variedades vicariantes de *Sclerolobium paniculatum* Vogel (Leguminosae,

Casalpinioideae) de mata e Cerrado. (Dissertação de Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, Piracicaba. 198p.

Peterson, D. W. e Reich, P. B. 2001 Prescribed fire in oak Savanna: fire frequency effects on stand structure and dynamics. *Ecological Applications*, v. 11, n. 3, p. 914-927.

Pianovski, A. F. G. V. Silva, A. A. S.; Lima, C. G.; Silva, K. K.; Carvalho, V. F. M.; Musis, C. R.; Machado, R. P. Ferrari, M. 2008 Uso do óleo de (*Caryocar brasiliense*) em emulsões cosméticas: desenvolvimento e avaliação da estabilidade física. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 44, n. 2, p. 249-259.

Pinto, J. R. R.; Oliveira-Filho, A. T. e Hay, J. D. 2005 Influence of soil and topography on the composition of a tree community in a Central Brazilian Valley Forest. *Edinburgh Journal of Botany*, v. 62, n. 1 e 2, p. 69-90.

Pinto, J. R. R.; Oliveira-Filho, A. T.; Hay, J. D.V. 2005 Influence of soil and topography on the composition of a tree community in a Central Brazilian Valley Forest. *Edinburgh Journal of Botany*, v. 62, n. 1/2, p. 69-90.

Pires, I. P. e Marcati, C. R. 2005 Anatomia e uso da madeira de duas variedades de *Sclerolobium paniculatum* Vog. Do sul do Maranhão, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, v. 19, n. 4, p. 669-678.

Pires-O'Brien, M. J. e O'Brien, C. M. 1995 Ecologia e modelamento de florestas tropicais. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação. 400p.

Prance, G. T. e Silva, M. F. 2006 Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Caryocaraceae. *Rodriguésia*, v. 57, n. 2, p. 155-157.

Ramos, A. E. 2009 Efeitos da queima sobre a vegetação lenhosa do Cerrado. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 142p.

Ratter, J. A.; Ribeiro, J. F.; Bridgewater, S. 1997 The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany*, v. 80, p. 223-230.

Ratter, J. A.; Bridgewater, S.; Ribeiro, J. F. 2003 Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany*, v. 60, n. 1, p. 57-109.

Reatto, A.; Correira, J. R.; Spera, S. T.; Martins, E. S. 2008 Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. *In: Sueli Matiko Sano; Semíramis Pedrosa de Almeida; José Felipe Ribeiro. (orgs.). Cerrado: ecologia e flora. 1ed. v.1. Embrapa Cerrados/Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, p. 109-149.*

Ribeiro, J. F. e Walter, B. M. T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. *In: Sueli Matiko Sano; Semíramis Pedrosa de Almeida; José Felipe Ribeiro. (orgs.). Cerrado: ecologia e flora. 1ed. v.1. Embrapa Cerrados/Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, p. 151-212.*

Ribeiro, M. N.; Sanchez, M.; Pedroni, F.; Peixoto, K. S. 2012 Fogo e dinâmica da comunidade lenhosa em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, Mato Grosso. *Acta Bot. Bras.*, v. 26, n. 1, p. 203-217.

Ricklefs, R. 2003 A economia da natureza. Guanabara Koogna, 5 ed. 503 p.

Roitman, I. ; Felfili, J. M. ; Rezende, A. V. 2008 Tree dynamics of a fire-protected cerrado *sensu stricto* surrounded by forest plantations, over a 13-year period (1991-2004) in Bahia, Brazil. *Plant. Ecology.*, p.197-255.

Rolim, S. G.; Couto, H. T. Z.; Jesus, R. M. 1999 Mortalidade e recrutamento de árvores na Floresta Atlântica em Linhares (ES). *Scientia Florestalis*, n. 55, p. 49-69.

Sano, E. E.; Rosa, R.; Brito, J. L. S.; Ferreira; L. G. 2008 Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.43, n.1, p.153-156.

Sano, E. E.; Rosa, R.; Brito, J. L. S.; Ferreira, L. G.; Bezerra, H. S. 2009 Mapeamento da cobertura vegetal natural e antrópica do bioma Cerrado por meio de imagens Landsat ETM+. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 1199-1206.

Saporetti-Júnior, A. W.; Meira-Neto, J. A. A.; Almado, R. P. 2003 Fitossociologia de Cerrado *sensu stricto* no município de Abaeté, MG. *R. Árvore*, v.27, n.3, p.413-419.

Sato, M. N. e Miranda, H. S. 1996 Mortalidade de plantas lenhosas do Cerrado *sensu stricto* submetidas a diferentes regimes de queima. *In: Miranda H. S.; Saito, C.H.; Dias, B. F. S. (ed.). Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga. Brasília: Universidade de Brasília*, p. 102-111.

Schiavini, I.; Resende, J. C. F.; Aquino, F. G. 2001 Dinâmica de populações de espécies arbóreas em Mata de Galeria e Mata Mesofítica na margem do Ribeirão do Panga, MG. *In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L.; Sousa-Silva, J. C. (ed.). Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Planaltina, Embrapa Cerrados, Brasília*, p. 267-299.

Schupp, E. W. 1992 The Janzen-Connell model for tropical tree diversity: population implications and the importance of spatial scale. *The American Naturalist*, v. 140, n. 3, p. 526-530.

Sheil, D., Burslem, D. F. R. P. e Alder, D., 1995, The interpretation and misinterpretation of mortality rates measures. *J. Ecol.*, v. 83, n. p. 331-333.

Sheil, D.; Jennings, S. e Savill, P. 2000 Long-term permanent plot observations of vegetation dynamics in Budongo, a Ugandan rain Forest. *Journal of Tropical Ecology*, v. 16, p. 765-800.

Silva, L. F. G. e Lima, H. C. 2007 Mudanças nomenclaturais do gênero *Tachigali* Aubl. (Leguminosae – Caesalpinioideae) no Brasil. *Rodriguésia*, v. 58, n. 2, p. 397-401.

Silva, M. A. P. e Filho, S. M. 2006 Emergência de plântulas de (*Caryocar coriaceum* Wittm), *Revista Ciência Agronômica*, v.37, n.3, p.381-385.

- Silva, L. F. G. e Lima, H. C. 2007 Mudanças nomenclaturais do gênero *Tachigali* Aubl. (Leguminosae – Caesalpinioideae) no Brasil. *Rodriguésia*, v. 58, n. 2, p. 397-401.
- Silva-Júnior, M. C. 2012 100 árvores do Cerrado – sentido restrito: guia de campo. Ed. Rede de Sementes do Cerrado, 304p.
- Silva-Júnior, M. C. e Sarmiento, T. R. 2009 Comunidades lenhosas no Cerrado sentido restrito em duas posições topográficas na Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília, DF, Brasil. *Rodriguésia*, v. 60, n. 2, p. 277-294.
- Silveira, L. H. C. 2009. Estrutura e dinâmica de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* Benth na Fazenda Água Limpa, Distrito Federal. Trabalho de conclusão de curso. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília. 32p.
- Silvertown, J.; Franco, M.; Pisanty, I.; Mendoza, A. 1993 Comparative plant demography: relative importance of life cycle components to the finite rate of increase in wood and herbaceous perennials. *Journal of Ecology*, v. 81, n. 3, p. 465-479.
- Sposito, T. C. e Santos, F. A. M. 2001 Sacling of stem and crown in eight *Cecropia* (Cecropiaceae) species of Brazil. *American Journal of Botany*, v. 88, n. 5, p. 939-949.
- Swaine, M. D., Lieberman, D. e Putz, F. E. 1987 The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. *Journal of Tropical Ecology*, v. 3, n. 4, p. 359-366.
- Taylor, D.; Hamilton, A. C.; Lewis, S. L.; Nantale, G. 2008 Thirty-eight years of change in a tropical forest: plot data from Mpanga Forest Reserve, Uganda. *Afr. J. Ecol.*, p. 1-13.
- Teixeira, M. I. J. G.; Araújo, A. R. B.; Valeri, S. V.; Rodrigues, R. R. 2004 Florística e fitossociologia de área de Cerrado s.s no município de Patrocínio Paulista, Nordeste do Estado de São Paulo. *Bragantia*, v.63, n.1, p.1-11.
- Tunholi, V. P. 2011 Etnobotânica e fitossociologia da comunidade arbórea e efeito do fogo em *Eugenia dysenterica* DC. na Reserva Legal de um assentamento de reforma agrária no Cerrado. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 118p.
- Uhlmann, A.; Galvão, F.; Silva, S. M. 1998 Análise da estrutura de duas unidades fitofisionômicas de savana (Cerrado) no sul do Brasil. *Acta Bot. bras.*, v. 12, n. 3, p. 231-247.
- Vale, A. T. 2000 Caracterização da biomassa lenhosa de um Cerrado *sensu stricto* da região de Brasília para uso energético. (Tese de Doutorado), Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu, SP.
- Vale, A. T.; Brasil, M. A. M.; Leão, A. L. 2002 Quantificação e caracterização energética da madeira e casca de espécies do Cerrado. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 71-80.
- Vale, A. T. e Felfili, J. M. 2005 Dry biomass distribution in a Cerrado *sensu stricto* site in central Brazil. *R. Árvore*, v. 29, n. 5, p. 661-669.

Vale, A. T.; Brasil, M. A. M.; Leão, A. L. 2002 Quantificação e caracterização energética da madeira e casca de espécies do Cerrado. *Ciência Florestal*, v. 12, n. 1, p. 71-80.

Van-der-werff, H. 2008 A Synopsis of the genus *Tachigali* (Leguminosae: Caesalpinioideae) in Northern South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 95, n. 4, p. 618-660.

Vesk P. A. e Westoby M. 2004 Sprouting ability across diverse disturbances and vegetation types worldwide. *Journal of Ecology*, v. 92, p. 310-320.

Watkinson, A. R. 1997 Plant population dynamics. *In: Crawley, M. J. (Ed.) Plant Ecology*, 2ed. Oxford, U. K.: Blackwell Scientific Publishers, p. 359-400.

Zar, J. H. 2009. *Biostatistical analysis*. New Jersey, Prentice-Hall

Zardo, R. N.; Henriques, R. P. B. 2011 Growth and fruit production of the tree *Caryocar brasiliense* in the Cerrado of central Brazil. *Agroforestry Systems*, v.82, p. 15-23.

Zhang, Y. J.; Meinzer, F. C.; Hao, G. Y.; Scholz, F. G.; Bucci, S. J.; Takahashi, F. S. C.; Vega, R. V.; Giraldo, J. P.; Cao, K. F.; Hoffmann, W. A.; Goldstein, G. 2009 Size-dependent mortality in a Neotropical savanna tree: the role of height-related adjustments in hydraulic architecture and carbon allocation. *Plant, Cell and Environment*, v. 32, p. 1456–1466.