

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

EFEITOS DA PREDACÃO, SAZONALIDADE CLIMÁTICA E TIPO DE
HABITAT NO ESTABELECIMENTO E DESENVOLVIMENTO DAS LENHOSAS
KIELMEYERA CORIACEA (SPRENG.) MART. E *QUALEA GRANDIFLORA*
MART.

IUBATÃ PAULA DE FARIA

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO DEPARTAMENTO
DE ECOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA,
COMO REQUISITO PARCIAL À OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM ECOLOGIA

BRASÍLIA - 2004

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

**EFEITOS DA PREDACÃO, SAZONALIDADE CLIMÁTICA E TIPO DE
HABITAT NO ESTABELECIMENTO E DESENVOLVIMENTO DAS
LENHOSAS *KIELMEYERA CORIACEA* (SPRENG.) MART. E *QUALEA
GRANDIFLORA* MART.**

IUBATÃ PAULA DE FARIA

ORIENTADOR: AUGUSTO CÉSAR FRANCO

BRASÍLIA – 2004

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

TÍTULO: EFEITOS DA PREDACÃO, SAZONALIDADE CLIMÁTICA E TIPO DE HABITAT NO ESTABELECIMENTO E DESENVOLVIMENTO DAS LENHOSAS *KIELMEYERA CORIACEA* (SPRENG.) MART. E *QUALEA GRANDIFLORA* MART.

AUTOR: IUBATÁ PAULA DE FARIA

APROVADA POR:

ORIENTADOR: _____

AUGUSTO CÉSAR FRANCO

DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA.

MEMBRO EXTERNO: _____

SANDRA JANET BUCCI

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA, UNIVERSIDADE DE MIAMI.

MEMBRO INTERNO: _____

RAIMUNDO PAULO BARROS HENRIQUES

DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA.

SUPLENTE: _____

JOHN DUVALL HAY

DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA.

AGRADECIMENTOS

AOS MEUS PAIS E MINHA IRMÃ, E TODA MINHA FAMÍLIA, PELO APOIO, CONSELHOS E POR ENTENDER A MINHA AUSÊNCIA EM DIVERSOS MOMENTOS.

AO PROF. AUGUSTO CÉSAR FRANCO, PELA DISPONIBILIDADE, ACONSELHAMENTO E ORIENTAÇÃO.

À SANDRA J. BUCCI, RAIMUNDO P. B. HENRIQUES E JOHN D. HAY, MEMBROS DA BANCA, PELA PARTICIPAÇÃO.

AOS PROFESSORES DO DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, EM ESPECIAL A PROFESSORA HELENA C. MORAIS, PELA DISPONIBILIDADE E ATENÇÃO.

À BIRGIT ORTHEN, PELA COLABORAÇÃO NA PESQUISA.

AOS “TRÊS MOSQUETEIROS” CECÍLIA, LIZIANE E ISAAC, PELOS MOMENTOS NO CAMPO E PELA ETERNA AJUDA.

À IEDA CORNÉLIO, PELA ETERNA COLABORAÇÃO.

À CAROLINA BERNARDES, PELA AJUDA NO CAMPO.

AO PROF. KINITI, AO CAIO REBULA E A LIZIANE (NOVAMENTE) PELA IDENTIFICAÇÃO DOS INSETOS.

À “MINHA LINDA PSICÓLOGA” GISELE SCHIMTH, PELA COMPANHIA.

AO PESSOAL DO DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, EM ESPECIAL A TODOS DO LABORATÓRIO DE FISIOLOGIA VEGETAL (ELIAS, MARINHO, PROFESSORA MARIA ELISA E GIOVANNA).

AO PESSOAL DA FAZENDA ÁGUA LIMPA, PELO AUXÍLIO PRESTADO DURANTE AS COLETAS DE CAMPO.

A TODOS MEUS AMIGOS DE MESTRADO, PELA FORÇA E APOIO.

A CAPES E AO CNPQ, PELO APOIO FINANCEIRO PRESTADO.

“GRANDES PODERES TRAZEM GRANDES RESPONSABILIDADES.”

BEN PARKER

Sumário	página
Listas de tabelas	viii
Listas de figuras	xi
Resumo	xvii
Abstract	xix
Introdução Geral	001
Referências Bibliográficas	004
CAPÍTULO 1. Caracterização luminosa de duas fitofisionomias do Cerrado: uma área de campo sujo e de cerradão da Fazenda Água Limpa, Distrito Federal	
Introdução	008
Material e Métodos	009
Resultados	011
Discussão	013
Conclusões	014
Referências Bibliográficas	015
Tabelas e Figuras	018
CAPÍTULO 2. Remoção e predação pós-dispersão de sementes das lenhosas <i>Kielmeyera coriacea</i> (Spreng.) Mart. e <i>Qualea grandiflora</i> Mart. em duas fitofisionomias do Cerrado do Brasil Central	
Introdução	022
Material e Métodos	025
Resultados	027
Discussão	029
Conclusões	031
Referências Bibliográficas	032
Tabelas e Figuras	039

CAPÍTULO 3. Germinação, emergência e mortalidade das lenhosas <i>Kielmeyera coriacea</i> (Spreng.) Mart. e <i>Qualea grandiflora</i> Mart. em duas fitofisionomias do Cerraado do Brasil Central	
Introdução	042
Material e Métodos	044
Resultados	048
Discussão	050
Conclusões	053
Referências Bibliográficas	053
Figuras	059
CAPÍTULO 4. Desenvolvimento inicial das lenhosas <i>Kielmeyera coriacea</i> (Spreng.) Mart. e <i>Qualea grandiflora</i> Mart. em duas fitofisionomias típicas do Cerrado	
Introdução	068
Material e Métodos	070
Resultados	073
Discussão	078
Conclusões	082
Referências Bibliográficas	083
Tabelas e Figuras	088
CAPÍTULO 5. Aspectos fenológicos e de crescimento de <i>Kielmeyera coriacea</i> (Spreng.) Mart. e <i>Qualea grandiflora</i> Mart. em duas fitofisionomias típicas do Cerrado	
Introdução	100
Material e Métodos	103
Resultados	106
Discussão	113
Conclusões	117

Rererências Bibliográficas	118
Tabelas e Figuras	125

LISTA DE TABELAS	pág
CAPÍTULO 1	
Tabela 1. Medidas de Densidade de Fluxo de Fótons (média ± erro padrão) obtidas a cada 40 minutos ao longo do período luminoso nas duas fitofisionomias estudadas, campo sujo (CS) e cerradão (CD). Os asteriscos indicam diferenças significativas entre as fitofisionomias, Teste t. $P < 0,01^*$. $P < 0,001^{**}$. $P < 0,0001^{***}$.	018
CAPÍTULO 2	
Tabela 1. Lista dos invertebrados observados em cada fitofisionomia, durante o tempo dos experimentos. CS (campo sujo) e Cd (Cerradão).	039
Tabela 2. Média (± desvio padrão) da massa fresca e seca (g) das sementes (n = 10) das duas espécies observadas. As médias com letras distintas, diferem significativamente entre si através do test t, $\alpha = 0,05$.	040
CAPÍTULO 4	
Tabela 1. Média (± erro padrão) do número total de folhas produzidas por indivíduo de <i>Kielmeyera coriacea</i> e <i>Qualea grandiflora</i> em cada estação chuvosa durante o período estudado (novembro de 1998 a janeiro de 2004) na Fazenda Água Limpa, DF.	088
Tabela 2. Média (± erro padrão) da área foliar calculada a partir de duas folhas de cada indivíduo de <i>Kielmeyera coriacea</i> no campo sujo (n = 35) e cerradão (n = 5) da Fazenda Água Limpa, DF	089
Tabela 3. Média (± erro padrão) da área foliar calculada a partir de duas folhas de cada indivíduo de <i>Qualea grandiflora</i> no campo sujo (n = 37) e cerradão	089

(n = 9) da Fazenda Água Limpa, DF.	
Tabela 4. Média (\pm erro padrão) do comprimento do caule e diâmetro basal do caule dos indivíduos de <i>Kielmeyera coriacea</i> no campo sujo e cerradão da Fazenda Água Limpa, DF. Foram amostrados, 35 indivíduos no campo sujo e 5 no cerradão.	090
Tabela 5. Média (\pm erro padrão) do comprimento do caule e diâmetro basal do caule dos indivíduos de <i>Qualea grandiflora</i> no campo sujo e cerradão da Fazenda Água Limpa, DF. Foram amostrados, 37 indivíduos no campo sujo e 9 no cerradão.	091
Tabela 6. Média (\pm erro padrão) do número de cotilédones e folhas, comprimento e massa total da parte aérea e do sistema radicular, e razão raiz/parte aérea de plântulas de <i>Kielmeyera coriacea</i> com 6 e 11 meses de idade em campo sujo (CS) e cerradão (CD) da Fazenda Água Limpa, DF. Estão identificados os valores do teste t e probabilidade associada	092
CAPÍTULO 5	
Tabela 1. Densidade da população (média \pm erro padrão) de <i>Kielmeyera coriacea</i> (Guttiferae) e <i>Qualea grandiflora</i> (Vochysiaceae) amostrada em 10 quadrantes de 10 m x 10 m de cada fitofisionomia, campo sujo e cerradão da Fazenda Água Limpa, DF.	125
Tabela 2. Valores de altura e diâmetro (média \pm erro padrão) de <i>Kielmeyera coriacea</i> (Guttiferae) medidas no campo sujo (n = 22) e cerradão (n = 21) da Fazenda Água Limpa, DF. As medidas foram realizadas entre 22 de agosto de 2002 (medidas inicial) e 29 de dezembro de 2004 (medidas finais). Foi utilizada ANOVA para identificar diferença entre as fitofisionomias. O asterisco indica diferença significativa, $\alpha = 0,05$.	126
Tabela 3. Média (\pm erro padrão) da área foliar calculada a partir de cinco folhas de cada indivíduo de <i>Kielmeyera coriacea</i> no campo sujo (n = 22 indivíduos; 110 folhas) e cerradão (n = 21 indivíduos; 105 folhas) e de <i>Qualea grandiflora</i> no campo sujo (n = 11 indivíduos; 55 folhas) e cerradão (n = 24 indivíduos; 120 folhas) da Fazenda Água Limpa, DF. A	

coleta dos dados foi realizada em duas datas.	127
Tabela 4. Média (\pm erro padrão) da área foliar danificada por herbívoro ou patógeno calculada a partir de cinco folhas de cada indivíduo de <i>Kielmeyera coriacea</i> no campo sujo (n = 22 indivíduos; 110 folhas) e cerradão (n = 21 indivíduos; 105 folhas) e de <i>Qualea grandiflora</i> no campo sujo (n = 11 indivíduos; 55 folhas) e cerradão (n = 24 indivíduos; 120 folhas) da Fazenda Água Limpa, DF. A coleta dos dados foi realizada em duas datas.	128
Tabela 5. Valores de número de ramos, comprimento e diâmetro (média \pm erro padrão) de <i>Kielmeyera coriacea</i> (Guttiferae) medidas no campo sujo (n = 22) e cerradão (n = 21) da Fazenda Água Limpa, DF. As medidas foram realizadas entre 22 de agosto de 2002 (medidas inicial) e 29 de dezembro de 2004 (medidas finais). Foi utilizada ANOVA para identificar diferença entre as fitofisionomias. O asterisco indica diferença significativa, $\alpha = 0,050$.	129
Tabela 6. Valores de altura e diâmetro (média \pm erro padrão) de <i>Qualea grandiflora</i> (Vochysiaceae) medidas no campo sujo (n = 11) e cerradão (n = 24) da Fazenda Água Limpa, DF. As medidas foram realizadas entre 22 de agosto de 2002 (medidas inicial) e 30 de dezembro de 2004 (medidas finais). Foi utilizada ANOVA para identificar diferença entre as fitofisionomias. O asterisco indica diferença significativa, $\alpha = 0,05$.	130
Tabela 7. Valores de número de ramos, comprimento e diâmetro (média \pm erro padrão) de <i>Qualea grandiflora</i> (Vochysiaceae) medidas no campo sujo (n = 11) e cerradão (n = 24) da Fazenda Água Limpa, DF. As medidas foram realizadas entre 22 de agosto de 2002 (medidas inicial) e 30 de dezembro de 2004 (medidas finais). Foi utilizada ANOVA para identificar diferença entre as fitofisionomias. O asterisco indica diferença significativa, $\alpha = 0,05$.	131

LISTA DE FIGURAS	
CAPÍTULO 1	
Figura 1. Variação na Densidade de Fluxo de Fótons (DFF) a 5, 10 e 50 cm de altura durante o período luminoso diário, no campo sujo e cerradão. A e B, 30 de abril de 1999; C e D, 12 de setembro de 1999; E e F, 08 de abril de 2000.	019
Figura 2. Variação na Densidade de Fluxo de Fótons (DFF) a 5, 10 e 50 cm de altura durante o período luminoso diário, no campo sujo e cerradão. A e B, 14 de junho de 2001; C e D, 12 de janeiro de 2002.	020
Figura 3. Variação na Densidade de Fluxo de Fótons (DFF) a 5, 10 e 50 cm (símbolos fechados) e 100, 200 e 300 cm de altura (símbolos abertos) durante o período luminoso diário, no campo sujo e cerradão durante o dia 25 de setembro de 2003.	021
CAPÍTULO 2	
Figura 1. Percentagem de sementes de <i>Qualea grandiflora</i> removidas ou predadas ao longo do tempo de observação. A dispersão das sementes (n = 100 em cada fitofisionomia) foi realizada no dia 24 de outubro de 2001, na Fazenda Água Limpa, DF. Campo sujo (quadrado escuro) e Cerradão (círculo claro).	040
Figura 2. Percentagem de sementes de <i>Kielmeyera coriacea</i> removidas ou predadas ao longo do tempo do experimento. A dispersão das sementes (n = 500 em cada fitofisionomia) foi realizada no dia 15 de outubro de 2002, na Fazenda Água Limpa, DF. Campo sujo (quadrado escuro) e Cerradão (círculo claro).	041
CAPÍTULO 3	
Figura 1. Precipitação diária entre o período de 1 de novembro de 1998 e 31 de	

dezembro de 2003. Dados fornecidos pela estação meteorológica da Reserva Ecológica do IBGE, DF.	059
Figura 2. Percentagem de emergência de plântulas de <i>Qualea grandiflora</i> ao longo do tempo no campo sujo e cerrado na Fazenda Água Limpa, DF. Foram semeadas 96 sementes em cada fitofisionomia. A semeadura foi realizada dia 4 e 8 de novembro de 1998 no campo sujo e cerrado, respectivamente.	060
Figura 3. Percentagem de mortalidade de plântulas/plantas jovens de <i>Qualea grandiflora</i> no campo sujo e cerrado na Fazenda Água Limpa, DF ao longo dos anos. A semeadura foi realizada dia 4 de novembro de 1998 no campo sujo (retângulo fechado) e cerrado (círculo aberto), respectivamente.	061
Figura 4. Percentagem de emergência de plântulas de <i>Kielmeyera coriacea</i> no campo sujo e cerrado na Fazenda Água Limpa, DF. Foram semeadas 102 sementes em cada fitofisionomia. A semeadura foi realizada dia 4 e 8 de novembro de 1998 no campo sujo e cerrado, respectivamente.	062
Figura 5. Percentagem de mortalidade de plântulas/plantas jovens de <i>Kielmeyera coriacea</i> no campo sujo e cerrado na Fazenda Água Limpa, DF. A semeadura foi realizada dia 4 e 8 de novembro de 1998 no campo sujo (retângulo fechado) e cerrado (círculo aberto), respectivamente.	063
Figura 6. Percentagem de emergência de plântulas de <i>Kielmeyera coriacea</i> pelo tempo em dias após a semeadura no campo sujo e cerrado na Fazenda Água Limpa, DF. A semeadura foi realizada dia 18 de outubro de 2002 no campo sujo e cerrado, respectivamente. Foram semeadas 200 sementes em cada fitofisionomia.	064
Figura 7. Percentagem de mortalidade de plântulas/plantas jovens de <i>Kielmeyera coriacea</i> no campo sujo e cerrado na Fazenda Água Limpa, DF. A semeadura foi realizada dia 18 de outubro de 2002.	065
Figura 8. Percentagem de germinação de sementes de <i>Kielmeyera coriacea</i> pelo tempo em dias após a dispersão no campo sujo e cerrado na Fazenda Água Limpa, DF. A dispersão artificial foi realizada dia 15 de outubro de	

2002 nas duas fitofisionomias. Foram dispersas 500 sementes em cada fitofisionomia.	066
Figura 9. Percentagem de mortalidade de plântulas/plantas jovens de <i>Kielmeyera coriacea</i> no campo sujo e cerradão na Fazenda Água Limpa, DF. A dispersão artificial foi realizada dia 15 de outubro de 2002.	067
CAPÍTULO 4	
Figura 1. Distribuição da pluviosidade (Pluv), temperatura máxima (T _{máx}) e mínima (T _{mín}) mensal durante o período de novembro de 1998 e dezembro de 2003, de acordo com os dados da Estação Meteorológica da Reserva Ecológica do IBGE, DF.	093
Figura 2. Tempo de duração dos cotilédones das plântulas de <i>Kielmeyera coriacea</i> (n = 40 indivíduos no campo sujo e 11 no cerradão) e <i>Qualea grandiflora</i> (n = 56 no campo sujo e 40 no cerradão) nas duas fitofisionomias estudadas, campo sujo (quadrado fechado) e cerradão (círculo aberto) da Fazenda Água Limpa, DF. Considerou-se que a plântula apresentava pelo menos um cotilédone no momento da observação.	094
Figura 3. Número de folhas presentes (média ± erro padrão) observado nos indivíduos jovens de <i>Qualea grandiflora</i> (A) e <i>Kielmeyera coriacea</i> (B) em duas fitofisionomias da Fazenda Água Limpa, DF, durante o tempo de estudo. Foram observados 37 e 9 indivíduos de <i>Qualea grandiflora</i> no campo sujo (quadrado fechado) e cerradão (círculo aberto), respectivamente e 35 e 5 indivíduos de <i>Kielmeyera coriacea</i> . A área hachurada indica o período de estação chuvosa.	095
Figura 4. Percentagem da área foliar removida por herbivoria das folhas presentes nas plantas de <i>Qualea grandiflora</i> e <i>Kielmeyera coriacea</i> no campo sujo e cerradão da Fazenda Água Limpa, DF, durante o período de estudo n. Foram observados 37 e 9 indivíduos de <i>Qualea grandiflora</i> no campo sujo (quadrado fechado) e cerradão (círculo aberto), respectivamente e 35 e 5 indivíduos de <i>Kielmeyera coriacea</i> . A área hachurada indica o	096

período de estação chuvosa.	
Figura 5. Diâmetro basal e comprimento do caule (média \pm erro padrão) ao longo do tempo de estudo, dos indivíduos jovens de <i>Kielmeyera coriacea</i> , no campo sujo (n = 35; quadrado fechado) e no cerradão (n = 5; círculo aberto), na Fazenda Água Limpa, DF. A área hachurada indica o período de estação chuvosa	097
Figura 6. Diâmetro basal e comprimento do caule (média \pm erro padrão) ao longo do tempo de estudo, dos indivíduos jovens de <i>Qualea grandiflora</i> , no campo sujo (n = 37; quadrado fechado) e no cerradão (n = 9; círculo aberto) na Fazenda Água Limpa, DF. A área hachurada indica o período de estação chuvosa.	098
Figura 7. Plântula de <i>Kielmeyera coriacea</i> com 6 meses de idade retirada no dia 18 de maio de 2003 na área de cerradão da Fazenda Água Limpa, DF.	099
Figura 8. Plântula de <i>Kielmeyera coriacea</i> com 6 meses de idade retirada no dia 18 de maio de 2003 na área de campo sujo da Fazenda Água Limpa, DF.	099
CAPÍTULO 5	
Figura 1. Distribuição de frequência dos indivíduos de <i>Kielmeyera coriacea</i> em classes de altura (m) em 10 quadrantes (10 m x 10 m) no campo sujo, e 10 no cerradão da Fazenda Água Limpa, DF. A: medidas realizadas em 22 de agosto de 2002. B: medidas realizadas em 29 de dezembro de 2003.	132
Figura 2. Altura (m) e diâmetro (cm) (média \pm erro padrão) de <i>Kielmeyera coriacea</i> no campo sujo (quadrado escuro; n = 22 indivíduos) e cerradão (círculo claro; n = 21) da Fazenda Água Limpa, DF ao longo do tempo de estudo. A área hachurada indica o período da estação chuvosa.	133
Figura 3. Acompanhamento do número médio de folhas (\pm erro padrão) de <i>Kielmeyera coriacea</i> durante o tempo de estudo, nas duas fitofisionomias estudadas, campo sujo (quadrado escuro; n = 22) e cerradão (círculo branco; n = 21). A área hachurada indica a estação chuvosa.	134
Figura 4. Acompanhamento do número médio de flores e frutos (\pm erro padrão) de	

<p><i>Kielmeyera coriacea</i> no campo sujo (n = 3 indivíduos produziram flores e frutos) durante o período de estudo. A área hachurada indica a estação chuvosa.</p>	135
<p>Figura 5. Acompanhamento mensal do comprimento (m) (média ± erro padrão) dos ramos de <i>Kielmeyera coriacea</i> no campo sujo (quadrado escuro; n = 80 ramos) e cerradão (círculo claro; n = 57) da Fazenda Água Limpa, DF ao longo do tempo de estudo. A área hachurada indica o período da estação chuvosa.</p>	136
<p>Figura 6. Distribuição de frequência dos indivíduos de <i>Qualea grandiflora</i> em classes de altura (m) em 10 quadrantes (10 m x 10 m) no campo sujo, e 10 no cerradão da Fazenda Água Limpa, DF. A: medidas realizadas em 22 de agosto de 2002. B: medidas realizadas em 30 de dezembro de 2003.</p>	137
<p>Figura 7. Altura (m) e diâmetro (cm) (média ± erro padrão) de <i>Qualea grandiflora</i> no campo sujo (quadrado escuro; n = 11 indivíduos) e cerradão (círculo claro; n = 24) da Fazenda Água Limpa, DF ao longo do tempo de estudo. A área hachurada indica o período da estação chuvosa.</p>	138
<p>Figura 8. Acompanhamento do número médio de flores (± erro padrão) de <i>Qualea grandiflora</i> no campo sujo (n = 11 indivíduos produziram flores e frutos) e cerradão (n = 11 dos 24 indivíduos produziram flores) durante o período de estudo. A área hachurada indica a estação chuvosa.</p>	139
<p>Figura 9. Acompanhamento do número médio de frutos (± erro padrão) por indivíduos de <i>Qualea grandiflora</i> que frutificaram no campo sujo (n = 2 indivíduos produziram frutos em 2002 e 7 em 2003) e no cerradão (n = 4 indivíduos produziram frutos em 2002 e 11 em 2003) durante o período de estudo. A área hachurada indica a estação chuvosa.</p>	140
<p>Figura 10. Acompanhamento mensal do diâmetro basal e do comprimento (m) (média ± erro padrão) dos ramos de <i>Qualea grandiflora</i> no campo sujo (quadrado escuro; n = 55 ramos) e cerradão (círculo claro; n = 78) da Fazenda Água Limpa, DF ao longo do tempo de estudo. A área</p>	141

hachurada indica o período da estação chuvosa.	
<p>Figura 11. Acompanhamento mensal do número médio de folhas (\pm erro padrão) por ramos de <i>Qualea grandiflora</i> no campo sujo (quadrado escuro; n = 55 ramos) e cerradão (círculo claro; n = 87) da Fazenda Água Limpa, DF ao longo do tempo de estudo. A área hachurada indica o período da estação chuvosa.</p>	142

RESUMO. O bioma Cerrado, típico do Brasil Central, é caracterizado por diversos tipos de vegetação savânica e por apresentar duas estações bem definidas, uma chuvosa (outubro a abril) e outra seca (maio a setembro). O campo sujo, uma formação campestre e o cerradão, em que predomina o estrato arbóreo são duas fitofisionomias típicas do Cerrado. O objetivo deste estudo foi determinar o efeito da predação de sementes, da sazonalidade climática e do tipo de fitofisionomia no estabelecimento e desenvolvimento das lenhosas *Kielmeyera coriacea* (Guttiferae) e *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) em uma área de campo sujo (CS) e de cerradão (CD) na reserva ecológica da Fazenda Água Limpa pertencente à Universidade de Brasília, Distrito Federal, Brasil. Além disso, comparou-se os padrões fenológicos de indivíduos adultos, dessas duas espécies, que foram encontrados nestas duas fitofisionomias. No primeiro capítulo, faz-se uma caracterização do ambiente luminoso no CS e CD. Foram realizadas seis curvas diárias em diferentes épocas do ano, entre 1999 e 2003. Foi medida a Densidade de Fluxo de Fótons (DFF) na faixa de 400 a 700 nm, a partir de sensores instalados a diferentes alturas da superfície do solo. A disponibilidade de luz no CS foi maior em todas as alturas medidas, apresentando valores máximos de até $2000 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ entre 50 e 300 cm de altura do solo. No CD, os valores não ultrapassaram $1400 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$. No segundo capítulo, analisa-se a remoção e predação pós-dispersão de sementes das duas espécies estudadas. Para isto, foram dispersas 100 sementes de *Q. grandiflora* (em outubro de 2001) e 500 sementes de *K. coriacea* (em outubro de 2002) em cada fitofisionomia. As sementes foram observadas 1, 2, 3, 4, 7, 10, 20, 40, 50, 80, 100 e 200 dias após a dispersão. Foi observada a presença/ausência, condições das sementes e animais predadores. A remoção e predação das sementes das duas espécies foram bastante altas, e ocorreu principalmente nos primeiros dias após a dispersão. Para *K. coriacea* foram removidas ou predadas 95% das sementes no CS e 91% no CD. Para *Q. grandiflora* 100 e 98% das sementes foram removidas no CS e CD, respectivamente. Os principais predadores de sementes foram insetos das Ordens Hymenoptera, Isoptera, Coleoptera e Orthoptera. No terceiro capítulo, foram determinados os padrões de germinação, emergência e sobrevivência das duas espécies no CS e no CD. Em novembro de 1998, foram enterradas 51 sementes de *K. coriacea* e 96 de *Q. grandiflora*, em cada fitofisionomia. Cerca de 69% e 48% das sementes de *Q. grandiflora* emergiram no CS e CD, respectivamente, sendo que a mortalidade foi de 44% no CS e 72% no CD. A emergência de *K. coriacea* foi de 78% no CS e 22% CD, e a mortalidade foi de 12% no CS e 54% no CD. Em outubro de 2002, foi repetido o experimento com *K. coriacea*. Foram enterradas 200 sementes em cada fitofisionomia. A emergência foi de 58% no CS e 32% no CD. E a mortalidade foi de 82% e 88% no CS e CD, respectivamente. A emergência das plântulas ocorreu

nos dois primeiros meses após a dispersão, durante a estação chuvosa. Além disso, analisa-se a germinação de 500 sementes de *K. coriacea* e 100 de *Q. grandiflora*, expostas na superfície do solo. Germinaram 5% e 9% de sementes de *K. coriacea*, e 0% e 2% de *Q. grandiflora* no CS e CD, respectivamente. Portanto, a remoção e predação de sementes expostas na superfície do solo, é uma barreira importante ao estabelecimento das duas espécies. Por outro lado, quando as sementes são enterradas a emergência de plântulas é relativamente alta nas duas fitofisionomias. No quarto capítulo, comparou-se o desenvolvimento inicial das duas espécies no CS e CD. Foram medidos mensalmente o comprimento do caule, o diâmetro basal, o número de folhas e a percentagem de herbivoria entre janeiro de 1999 e janeiro de 2004. A área foliar das duas espécies foi calculada em quatro datas ao longo do período de estudo. Além disso, verifica-se a distribuição de biomassa de *K. coriacea*. Para isto, foram removidas plântulas com 6 e com 11 meses de idade. Após cinco anos de observação, os indivíduos do campo sujo das duas espécies apresentaram valores significativamente maiores de comprimento do caule, com média (\pm erro padrão) de $5,08 \pm 0,70$ cm no CS e $4,18 \pm 1,08$ cm no CD para *K. coriacea* e $18,66 \pm 1,45$ cm no CS e $8,46 \pm 0,97$ cm no CD para *Q. grandiflora*. A produção de folhas das duas espécies, apresentou um padrão decidual, com perda total de folhas no final da estação seca e produção de novas folhas durante o início da estação chuvosa (setembro e outubro). Em *K. coriacea* o número de folhas e a área foliar não diferiram entre CS e CD. Em *Q. grandiflora* a área foliar dos indivíduos do CS foi significativamente maior que do CD, porém o número médio de folhas por indivíduo não diferiu entre as fitofisionomias. A biomassa das raízes e do caule de *K. coriacea* não diferiu entre as fitofisionomias, porém diferiu entre as idades, e foi maior em plântulas com 6 meses. No quinto capítulo, estudou-se a densidade populacional, aspectos fenológicos e padrão de crescimento de indivíduos adultos das duas espécies no CS e CD. A densidade de *K. coriacea* não diferiu entre CS (22 indivíduos/ha) e CD (21 indivíduos/ha), porém os indivíduos do CS apresentam maior altura, diâmetro, número de ramos e de folhas. Por outro lado, *Q. grandiflora* apresentou maior densidade no CD com 24 indivíduos/ha e 11/ha no CS, sendo que os indivíduos do CD apresentaram maior média de altura e maior número de ramos por indivíduo. A produção de folhas dos indivíduos adultos apresentou um padrão decidual, como o observado nos jovens, com perda foliar durante a estação seca, e produção de folhas novas durante o início da estação chuvosa. O CS foi mais favorável para o estabelecimento e desenvolvimento dos indivíduos jovens das duas espécies.

Palavras-chave: estabelecimento, crescimento, fenologia, *Kielmeyera*, *Qualea*, campo sujo, cerradão.

ABSTRACT. Effects of predation, seasonal climate and *habitat* type in the establishment and development of the woody species *Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart. and *Qualea grandiflora* Mart.

The Cerrado Biome of Central Brazil consists of several physiognomies that differ in the predominance among the herbaceous and arboreal stratum, and a seasonal climate with distinctive wet (October to April) and dry (May to September) seasons. The *campo sujo*, a grassland formation and the *cerradão*, a closed woodland formation, are two typical physiognomies of the Cerrado. The objective of this study was to determine the effect of seed predation, seasonal climate and *habitat* type in the establishment and development of the woody species *Kielmeyera coriacea* (Guttiferae) and *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) in a *campo sujo* (CS) and a *cerradão* (CD) site in the ecological reserve of Fazenda Água Limpa, which belongs to the University of Brasília, Federal District, Brazil. In addition, I was compared the phenology patterns of adult individuals of those two species that were found in these two physiognomies. In first chapter, I determined the light availability in the two physiognomies. Six days of measurements were accomplished in different times of the year, between 1999 and 2003. The Photon Flux Density (PFD; 400 to 700 nm) was measured, at different heights from the soil surface. The light availability in CS was larger in all of the measured heights, and reached maximum value of $2000 \mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$ between 50 and 300 cm above the soil surface. In CD, the values reached less than $1400 \mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$. In second chapter, I determined the post-dispersal seed removal and predation for the two species. It was dispersed 100 *Q. grandiflora*' seeds (in October 2001) and 500 *K. coriacea*' seeds (in October 2002) in each physiognomies. I inspected the seeds 1, 2, 3, 4, 7, 10, 20, 40, 50, 80, 100 and 200 days after dispersal. I observed the presence/absence, condition of the seeds and the presence of predators. Seed removal and predation on the two species was high, and it happened mostly in the first days after seed dispersal. About 95% of the *K. coriacea* seeds in CS were removed and 91% in CD. About 100% and 98% of *Q. grandiflora* seeds were removed on CS and CD, respectively. The seed predators were insects from the Ordens Hymenoptera, Isoptera, Coleoptera and Orthoptera. In the third chapter, I observed the germination, emergency and survival of *K. coriacea* and *Q. grandiflora* in CS and CD. In November 1998, 51 *K. coriacea* seeds and 96 of *Q. grandiflora* were buried in each physiognomy. Approximately, 69% and 48% of the *Q. grandiflora* seeds emerged in CS and CD, respectively. Mortality was 44% in CS and 72% in CD. The emergency of *K. coriacea* was approximately 78% in CS and 22% in CD, and the mortality was 12% in CS and 54% in CD. In October 2002, I repeated the experiment with *K. coriacea* and 200 seeds were buried in each physiognomy. The emergency was 58% in CS and 32% in CD. The mortality was 82% and 88% in CS

and CD, respectively. The emergency of the seedlings started during the first two months after seed dispersal, during the rainy season. I analyzed the germination of 500 seeds of *K. coriacea* and 100 of *Q. grandiflora*, exposed in the surface of the soil. About 5% and 9% of *K. coriacea* seeds and 0% and 2% of *Q. grandiflora* germinated in CS and CD, respectively. In the fourth chapter, I followed the initial development of the two species in CS and CD. I measured monthly stem length, basal diameter, number of leaves and the herbivory as percentage of leaf area removal between January 1999 and January 2004. The leaf area of the two species and *K. coriacea* were measured during different days on study'period. I also determined biomass distribution of *K. coriacea* seedlings in the two plant formations. For this, it was removed seedling with 6 and 11 months of age. After five years, the campo sujo' individuals of the two species presented values significantly higher of length of the stem. It averaged (\pm standard error) $5,08 \pm 0,70$ cm in CS and $4,18 \pm 1,08$ cm in *K. coriacea* in CD; $18,66 \pm 1,45$ cm, and $8,46 \pm 0,97$ cm for plants of *Q. grandiflora* in CS and CD, respectively. The production of leaves in the two species showed a decidual pattern, with total loss of leaves in the end of the dry season and production of new leaves at the beginning of the rainy period (september/october). The number of leaves and leaf area of *K. coriacea* didn't differ between CS and CD. In *Q. grandiflora*, the CS individuals' leaf area was significantly larger than of CD, however the mean number of leaves per individual didn't differ between the physiognomies. The roots and stem biomass of *K. coriacea* didn't differ between the physiognomies and also didn't differ between ages. In the fifth chapter, I determined the population density, phenology and growth pattern of individuals of the two species in CS and CD. *K. coriacea* density didn't differ among CS (22 individuals/ha) and CD (21 individuals/ha), however the individuals of CS had higher height, diameter, branches and numbers of leaves. *Q. grandiflora* density was larger in the CD, with 24 individuals/ha compared with 11/ha in CS. The *Q. grandiflora* individuals were higher and more branched in CD. The production of the adult leaves also showed a decidual pattern, as observed in seedlings, with leaf loss during dry, and production of new leaves at the beginning of the rainy period. Therefore, the seed removal and predation in the surface of the soil, were an important barrier to the establishment of the two species. However, when the seeds are buried the seedling emergency was high in the two physiognomies. CS was the most favorable physiognomy for the establishment and development of young individuals of the two species.

Key words: establishment, growth, phenology, *Kielmeyera*, *Qualea*, Cerrado, neotropical savanna.

INTRODUÇÃO GERAL

A vegetação natural que domina o Planalto Central Brasileiro, denominada antigamente como “tabuleiros”, “tabuleiros cerrados”, “capoeira densa”, entre outros nomes, recebia a visita dos botânicos e naturalistas desde o século XIX. Dentre alguns trabalhos, *Flora Brasiliensis* de Martius *et al.* (1840-1906) e *Lagoa Santa* de Warming (1892) são considerados estudos pioneiro, resultantes dessas expedições pelo Brasil. Os botânicos reconheciam toda vegetação presente naquela extensão do território brasileiro designando-a como, “Oreades” (Coutinho 1978, Goodland e Ferri 1979). Atualmente podemos caracterizar toda esta vegetação como, bioma Cerrado.

O Cerrado, considerado em termos mundiais como uma savana neotropical, é a segunda formação vegetal do Brasil quando falamos em dimensão espacial, abrangendo aproximadamente dois milhões de km² (Pereira *et al.* 1997, Oliveira-Filho e Ratter 2002), o que equivale a 24 % do território nacional. Localiza-se basicamente no Brasil Central, abrangendo os estados de Goiás, Tocantins e Distrito Federal, parte dos estados da Bahia, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia e São Paulo (Ribeiro e Walter 1998).

O Cerrado é composto por diversas fitofisionomias, que variam em vegetações com características campestres, florestais e savânicas (Eiten, 1972, Goodland e Pollard 1973, Ratter e Dargie 1992). Nas fisionomias abertas, como o campo sujo, o estrato arbustivo-arbóreo é descontínuo e predomina o estrato herbáceo. No outro extremo, as formações florestais (cerradão) caracterizam-se por um dossel arbóreo relativamente contínuo, com cobertura de 50% a 90% e altura média de 8 a 15 m (Ribeiro e Walter 1998). Isto implica que plântulas de espécies lenhosas podem estar expostas a

condições contrastantes de luz, dependendo do tipo de fitofisionomia de cerrado existente em uma determinada área.

O solo do Cerrado é tipicamente latossolo vermelho ou amarelo, bem drenado, profundo e de baixa fertilidade (Haridassan 1990). A fertilidade do solo e a umidade, assim como a precipitação são fatores importantes na distribuição da vegetação de Cerrado (Oliveira-Filho e Ratter 2002). Existe uma tendência à medida que há condições mais extremas (menor fertilidade, menor profundidade e maior encharcamento do solo), de ocorrer diminuição na riqueza de espécies e abundância de indivíduos (Eiten 1990).

A vegetação do Cerrado apresenta como características gerais, árvores com troncos tortuosos, cascas grossas e cortiçosas (Eiten 1990), relacionadas ao fenômeno natural do fogo, característico de vegetações do tipo savana (Miranda *et al.* 2002). Espécies florestais são mais sensíveis ao fator fogo (Hoffmann e Moreira 2002). A presença do fogo é um possível determinante da presença de floresta ou cerrado (Oliveira-Filho e Ratter 2002).

O clima nessa região é tropical, apresentando duas estações bem definidas, um verão chuvoso e um inverno seco, de quatro a seis meses de duração, o que influencia o comportamento das espécies lenhosas do Cerrado (Rawitscher 1948). Esta sazonalidade pode limitar o estabelecimento de plantas lenhosas, já que as plântulas germinadas na estação chuvosa devem ser capazes de atravessar o período seco subsequente, quando a disponibilidade de água nas camadas superficiais do solo é reduzida (Nardoto *et al.* 1998, Kanegae *et al.* 2000). Entretanto, ao estudar o crescimento inicial de 40 espécies lenhosas de cerrado, Rizzini (1965) constatou que estas possuem crescimento lento da parte aérea e um reduzido alongamento da raiz primária. Nenhuma das espécies investigadas conseguiu enviar suas raízes abaixo de 1 m de profundidade até o segundo ano de vida, indicando que as raízes inicialmente permanecem nas camadas do solo que sofrem maior variação sazonal na disponibilidade de água. Esses resultados foram corroborados por Moreira e Klink (1998) que observaram que 10 espécies do Cerrado

cultivadas em casa de vegetação, apresentavam sistema radicular inferior a 50 cm de profundidade após cinco meses de idade. A baixa fertilidade típica do solo do cerrado, também afeta o desenvolvimento inicial, tornando o crescimento mais lento (Sasaki e Felipe 1997, Godoy e Felipe 1992).

Labouriau *et al.* (1963) em um estudo pioneiro, observaram a emergência de plântulas de espécies lenhosas de cerrado em condições naturais. Handro (1969) relatou que mudas de dois meses de idade de *Andira humilis* Mart. Ex Benth., transplantadas no cerrado durante a estação chuvosa, eram capazes de sobreviver à estação seca subsequente. Em um estudo com duas espécies de *Kielmeyera* no cerrado, Oliveira e Silva (1993), mostraram que estas germinaram em condições naturais e apresentaram alta taxa de sobrevivência, apesar da ação do fogo e da seca. Por outro lado, o sombreamento pela cobertura herbácea e disponibilidade de água limitam o desenvolvimento e produtividade de indivíduos de *Kielmeyera coriacea* no campo sujo (Nardoto *et al.*, 1998). Hoffmann (1996) observou que plântulas de várias espécies de cerrado respondem favoravelmente a um aumento da cobertura arbórea, enquanto Kanegae *et al.* (2000) concluíram que o sombreamento pelo estrato lenhoso limitava o estabelecimento e desenvolvimento de *Bowdichia virgilioides* em uma formação florestal como o cerradão. Braz *et al.* (2000) examinaram os efeitos da estação seca, herbivoria e disponibilidade de luz na sobrevivência e desenvolvimento inicial de *Dalbergia miscolobium* em cerrado *sensu stricto* e campo sujo. Para esta espécie, o ataque de patógenos e herbívoros reduzem consideravelmente a área foliar disponível para a fixação de carbono. Estes estudos indicam que espécies lenhosas do cerrado são capazes de se estabelecer em condições naturais, mas o crescimento inicial é limitado pela sazonalidade climática, a baixa fertilidade do solo, o sombreamento e ação de herbívoros e patógenos.

Alguns trabalhos registraram a alta diversidade de lenhosas presentes no cerrado (Ratter *et al.* 2003). Segundo Myers *et al.* (2000) a riqueza da flora e fauna do Cerrado está entre as mais altas entre

as savanas do mundo. Em um levantamento da flora do Cerrado, Rizzini (1963) relatou que a flora lenhosa deste bioma era composta de 537 espécies pertencentes a 242 gêneros. A grande maioria de tais gêneros ocorre concomitantemente nas formações florestais densa e úmidas (equatorial e tropical). Ratter *et al.* (2003) listaram 951 espécies em 376 áreas de Cerrado e Savana Amazônica estudadas, sendo que 35% das espécies ocorreram num único local.

As espécies *Qualea grandiflora* Mart. (Vochysiaceae) e *Kielmeyera coriacea* (Spr) Mart. (Guttiferae) estão entre as principais espécies de lenhosas do cerrado, possuem uma ampla distribuição pelo bioma e podem ser encontradas tanto em ambientes mais abertos quanto os florestais (Eiten 1972, Goodland e Ferri 1979, Ratter *et al.* 2003). São comuns nos cerrados do Distrito Federal (Ratter 1991).

O objetivo deste estudo foi verificar a influência do tipo de *habitat* no estabelecimento, desenvolvimento e fenologia de indivíduos jovens e adultos de *Qualea grandiflora* e *Kielmeyera coriacea*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAZ, V. S.; KANEGAE, M. F. e FRANCO, A. C. 2000. Estabelecimento e desenvolvimento de *Dalbergia miscolobium* BENTH. Em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. Acta Botânica Brasílica 14(1): 27-35.
- COUTINHO, M. L. 1978. O Conceito de Cerrado. Revista Brasileira de Botânica 1: 17-23.
- EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. The Botanical Review 38(2): 201-341.
- EITEN, G. 1990. Vegetação do Cerrado. In: Pinto, M.N. (ed). Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas. Editora da Universidade de Brasília/SEMATEC, Brasília, DF. pp: 9-65.
- GODOY, S. M. A. e FELIPPE, G. M. 1992. Crescimento inicial de *Qualea cordata*, uma árvore dos cerrados. Revista Brasileira de Botânica 15(1):23-30.

- GOODLAND, R. A. e POLLARD, R. 1973. The brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. *Journal of Ecology* 61:219-224.
- GOODLAND, R. A. e FERRI, M. G. 1979. *Ecologia do Cerrado*. Belo Horizonte, Itatiaia, 193p.
- HANDRO, W. 1969. Contribuição ao estudo da unidade de dispersão e da plântula de *Andira humilis* Mart. Ex Benth. (Leguminosae-Lotoideae). *Boletim Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo* 347, *Botânica* 27:1-189.
- HARIDASAN, M. 1990. Solos do Distrito Federal. *In*: Pinto, M.N. (ed). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Editora da Universidade de Brasília/SEMATEC, Brasília, DF. pp: 309-330.
- HOFFMANN, W. A. 1996. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. *Journal of Ecology* 84: 383-393.
- HOFFMANN, W.A. e MOREIRA, A.G. 2002. The role of fire in population dynamics of woody plants. *In*: Oliveira, P. S. e Marquis, R. J. (eds). *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, USA. pp. 159-177.
- KANEGAE, M. F., BRAZ, V. S. e FRANCO, A. C. 2000. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. *Revista Brasileira de Botânica* 23(4): 457-466.
- LABOURIAU, L. G.; VÁLIO, I. F. M.; LABOURIAU, M. L. e HANDRO, W. 1963. Nota sobre a germinação de sementes de plantas de cerrados em condições naturais. *Revista Brasileira de Biologia* 23 (3):227-237.
- MIRANDA, H.S.; BUSTAMANTE, M.M.C. e MIRANDA, A.C. 2002. The fire factor. *In*: Oliveira, P. S. e Marquis, R. J. (eds). *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, USA. pp. 51-68.

- MOREIRA, A. G. e KLINK, C. A. 2000. Biomass allocation and growth of tree seedlings from two contrasting brazilian savannas. *Ecotropicos* 13 (1): 43-51.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. e KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- NARDOTO, G. B., SOUZA, M. P. e FRANCO, A. C. 1998. Estabelecimento e padrões sazonais de produtividade de *Kielmeyera coriacea* (Spr) Mart. nos cerrados do Planalto Central: efeitos do estresse hídrico e sombreamento. *Revista Brasileira de Botânica* 21:313-319.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. e RATTER, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado biome. In: Oliveira, P. S. e Marquis, R. J. (eds). *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, USA. pp. 91-120.
- OLIVEIRA, P. E. e SILVA, J. C. S. 1993. Reproductive biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) in the cerrado of Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 9:67-79.
- PEREIRA, G.; AGUIAR, J. L. P.; MOREIRA, L. e BEZERRA, H. S. 1997. Área e População do Cerrado. *Boletim de Pesquisa CPAC/EMBRAPA, Brasília, DF*, 32 (7): 759-763.
- RATTER, J.A. 1991. Guia para a vegetação da Fazenda Água Limpa (Brasília, DF). Ed. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S. e RIBEIRO, J.F. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany* 60(1): 57-109.
- RATTER, J. A. e DARGIE, T.C.D. 1992. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. *Edinburgh Journal of Botany*. 49:235-250.
- RAWITSCHER, F. 1948. The water economy of the vegetation of the 'campos cerrados' in Southern Brazil. *Journal of Ecology* 36 (2): 238-268.

- RIBEIRO, J. F. e WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M. e ALMEIDA, S. P. Cerrado – Ambiente e Flora. EMBRAPA/CPAC. Planaltina, DF. p. 89-152.
- RIZZINI, C. T. 1963. A flora do cerrado. *In*: Simpósio sobre o Cerrado, 1963. EdUSP, São Paulo, SP.
- RIZZINI, C. T. 1965. Experimental studies on seedling development of cerrado woody plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 52:410-426.
- SASSAKI, R. M. e FELIPPE, G. M. 1997. Soil type and early growth pattern in *Dalbergia miscolobium* BENTH., a cerrado tree species. *Revista Brasileira de Biologia* 57(4): 603-610.

CAPÍTULO 1

Caracterização luminosa de duas fitofisionomias do Cerrado: uma área de campo sujo e de cerradão da Fazenda Água Limpa, Distrito Federal.

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é um complexo vegetacional, composto por diversas fitofisionomias distribuídas entre formas campestres, savânicas e florestais (Oliveira-Filho e Ratter 2002). Este complexo, localizado principalmente no Planalto Central Brasileiro, apresenta alta diversidade biológica (Myers *et al.* 2000) e atualmente vem sofrendo considerável redução em suas áreas naturais decorrente principalmente da expansão agrícola e ocupação antrópica (Ratter *et al.* 1997, Klink e Moreira 2002). Dentre as principais fitofisionomias do Cerrado, estão: o campo sujo, com uma vegetação herbáceo-arbustiva, com presença de arbustos e subarbustos esparsos num substrato composto predominantemente por gramíneas; e o cerradão, uma formação florestal composta por um dossel contínuo e cobertura arbórea entre 50 e 90% (Ribeiro e Walter 1998).

A disponibilidade de luz pode variar entre estas duas fitofisionomias, pois apresentam um grau distinto de densidade arbórea e estrutura da vegetação (Kanegae *et al.* 2000). O ambiente vai se modificar rapidamente ao longo da estrutura vertical de uma formação campestre, como o campo sujo. Por outro lado, as variações no nível de sombreamento próximo à superfície do solo não são marcantes em uma fitofisionomia como o cerradão, que apresenta um dossel arbóreo mais desenvolvido e uma maior altura da vegetação. As espécies arbóreas variam enormemente na sua capacidade de responder à alteração na disponibilidade de luz (Thompson *et al.* 1992). As plantas podem apresentar diversas

respostas às alterações na disponibilidade luminosa, como espessura foliar, densidade estomática, teor de nitrogênio, o que leva a alteração na distribuição da biomassa (Popma e Bongers 1991, Osunkoya *et al.* 1994).

Alguns trabalhos verificaram a influência do sombreamento no estabelecimento e crescimento de espécies de Cerrado. Nardoto *et al.* (1998) observaram que a disponibilidade de luz em função da altura e da época do ano poderiam estar limitando a aquisição de CO₂ por plantas de *Kielmeyera coriacea*. Em um estudo em viveiro sobre o efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Sclerolobium paniculatum*, Felfili *et al.* (2001) observaram que esta espécie apresentou maior altura em 90% de sombreamento, enquanto os indivíduos em simulação de clareira (50% de sombreamento) apresentaram maior produção de matéria seca, tanto para a planta inteira quanto para a raiz. Kanegae *et al.* (2000) observaram que indivíduos jovens de *Bowdichia virgilioides* após 15 meses de desenvolvimento, desde a semeadura, apresentaram maior comprimento da parte aérea e número de folíolos no campo sujo, quando comparado ao cerradão.

Este estudo teve como objetivo verificar e caracterizar a disponibilidade de luz em 5, 10, 15, 20, 50, 100, 200 e 300 cm de altura acima do solo em uma área de campo sujo e um cerradão. Estas duas fitofisionomias foram escolhidas pelas condições contrastantes em termos de densidade arbórea.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade de Brasília, DF (Fazenda Água Limpa – FAL), localizada a cerca de 20 km ao sul da cidade de Brasília (15°57' S e 47°57' O), altitude de cerca de 1060 m. A última queimada na área de estudo foi em 1991. Os solos da área de

estudo são distróficos, com baixa fertilidade e praticamente não diferem em conteúdo nutricional entre as duas fitofisionomias (Haridasan 1987). Em um levantamento do estrato lenhoso, com diâmetro de caule acima de 5 cm, a 30 cm do solo, a área de campo sujo, apresentou uma densidade de 533 indivíduos por hectare, enquanto o cerradão apresentou uma densidade de 2800 indivíduos (Kanegae *et al.* 2000). Em outubro de 2002, no cerradão, foi mensurada a altura do dossel, utilizando um altímetro em 10 pontos distribuídos aleatoriamente, sendo que a média foi de $8,07 \pm 0,39$ m de altura. No campo sujo predomina o dossel herbáceo, com uma altura média de $39,8 \pm 3,31$ cm. Em novembro de 2004, foi mensurada a altura do dossel arbóreo no campo sujo, sendo que a média foi de $4,0 \pm 0,27$ m.

2.2. METODOLOGIA DE CAMPO

Para estimar a disponibilidade de luz em cada fitofisionomia, foram instalados fotodiodos em uma haste metálica a 5, 10, 15, 20 e 50 cm de altura da superfície do solo, acopladas a um milivoltímetro. Os fotodiodos foram previamente calibrados em termos de densidade de fluxo de fótons (DFF), na faixa de 400 a 700 nm, contra um sensor de quanta, da LICOR, U.S.A., modelo LI-190-S. Foram realizadas medidas do curso diário da DFF em seis datas distintas, para representar as condições luminosas ao longo da estação de crescimento: início da estação chuvosa (12 de setembro de 1999 e 25 de setembro de 2003); meio da estação chuvosa (12 de janeiro de 2002); final da estação chuvosa (30 de abril de 1999 e 8 de abril de 2000); e início da estação seca (14 de junho de 2001). No dia 25 de setembro de 2003 também foram realizadas medidas a 100, 200 e 300 cm de altura acima do solo.

As medidas foram obtidas em pontos aleatórios, a partir do início da manhã, entre 7 e 8 h, e realizadas ao longo do dia em intervalos de 40 minutos, na área de campo sujo e cerradão, e duravam até o final da tarde, entre 17 e 18 h. Em cada medição foram realizadas seis réplicas por altura do solo em cada ambiente. Os fotodiodos ficaram orientados paralelos à superfície do solo e mediram a DFF

incidente numa superfície horizontal em cada uma das alturas medidas. No campo sujo, os fotodiodos acima de 50 cm de altura ficaram, em todas as medidas, acima do dossel graminoso. Nas áreas utilizadas foi evitada qualquer modificação da vegetação local, como o pisoteio de gramíneas.

2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi verificada com o teste Kolmogorov-Smirnov (Zar 1999). Foi utilizada uma ANOVA para verificar a diferença de DFF entre as fitofisionomias, e outra para verificar o efeito entre as alturas. A média diária de DFF foi calculada para cada altura mensurada, a partir da média de cada horário (seis réplicas por horário) durante o período do dia. O nível de significância utilizado para os teste foi de 0,050. As análises foram realizadas no programa estatístico SYSTAT, versão 7.0 para Windows (SPSS 1997) e os gráficos no programa Origin versão 5.0 (Microcal Software, Inc. 1991-1997).

3. RESULTADOS

As médias diárias de DFF do campo sujo foram significativamente maiores, quando comparadas às médias do cerradão em todas as alturas (Tabela 1). No campo sujo, foi verificado um efeito da variação da DFF em função da altura, exceto durante o meio da estação chuvosa (no dia 12 de janeiro de 2002) em que a presença de muitas nuvens foi característica constante neste dia. Em geral, para todas as medidas, as alturas mais próximas do solo apresentam menores valores médios de DFF. Entre 5 e 50 cm de altura, houve um aumento significativo da DFF em função da altura no campo sujo, enquanto no cerradão, os valores permaneceram relativamente constantes (Tabela 1).

Além dessas variações em função do tipo de fitofisionomia, os valores máximos de DFF, a diferentes alturas do solo, variaram em função da época do ano e entre dias ensolarados e nublados, que caracterizam a estação chuvosa. Durante o início da estação chuvosa, o dia 12 de setembro de 1999 foi ensolarado, mas com nuvens por volta do meio dia e que se acentuaram no período da tarde, a DFF apresentou oscilações ao longo do período diurno, e atingiu valores de $2026 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no campo sujo a 50 cm do solo e $1143 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no cerradão, à mesma altura (Figura 1). A média no campo sujo chegou a $1019,0 \pm 150,4 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (\pm erro padrão) e $384,9 \pm 71,2$ no cerradão (Tabela 1). No dia 25 de setembro de 2003, a presença de sol ocorreu praticamente durante todas as medidas, com a ocorrência de poucos momentos com nuvens.

Durante o meio da estação chuvosa, o dia 12 de janeiro de 2002 caracterizou-se por ser bastante nublado, principalmente durante o período da manhã, o que contribuiu para uma redução na média de DFF durante este período (Figura 2). Neste dia, os picos ocorreram entre 12 e 14 h no campo sujo e 13 h no cerradão (Figura 2). As variações diárias da DFF vêm caracterizar dias típicos da região durante este período (Figura 1). No final da estação chuvosa, em 30 de abril de 1999, o dia esteve nublado por quase todo o tempo e a DFF atingiu um máximo de $1338 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no campo sujo a 50 cm de altura e $911 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no cerradão. No ano seguinte, em 8 de abril de 2000, em um dia nublado, foram observados os maiores valores de DFF, $2081 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no campo sujo a altura de 50 cm e $1157 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no cerradão a 50 cm do solo (Figura 1).

Em 14 de junho de 2001, durante o início da estação seca, os valores de DFF atingiram um máximo de $1250 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ a 50 cm do solo no campo sujo e $405 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no cerradão à altura de 50 cm do solo. Os picos de luminosidades encontram-se geralmente entre 11 e 14 horas do dia (Figura 2).

Durante o dia 25 de setembro de 2003, a média diária de DFF no campo sujo chega a ser cerca de duas vezes maior que a do cerradão, principalmente a 100, 200 e 300 cm de altura do solo (Tabela

1). Os valores de DFF observados a 100, 200 e 300 cm de altura do solo no campo sujo atingiram marcas acima de $2000 \mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$ principalmente entre de 11 e 14 h (Figura 3). No campo sujo, altura superior a 40-50 cm do solo não apresenta sombreamento por gramíneas e o efeito do sombreamento por arbustos ou árvores foi reduzido, o que pode ser bem evidenciado nas medidas a 100, 200 e 300 cm de altura do solo, que não diferem entre si (Figura 3). No cerradão, a cobertura arbórea ainda reduz a luminosidade disponível, mesmo a 300 cm de altura do solo (Figura 3). A altura de 50 cm do solo, a luminosidade no cerradão apresenta um pico isolado de $1252 \mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$ por volta das 13 h (Figura 3), porém a média diária observada a mesma altura foi de $416,3 \pm 80,6 \mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$ (Tabela 1). No campo sujo, os maiores valores de DFF a 50 cm de altura do solo se estendem entre 10 e 13 horas (Figura 3).

4. DISCUSSÃO

Em termos de luminosidade, plantas pequenas teriam seu crescimento limitado por luz, especialmente no cerradão, enquanto no campo sujo praticamente não ocorre interceptação da irradiação solar acima de 50 cm de altura. Segundo Nardoto *et al.* (1998), o sombreamento causado pelo dossel graminoso de um campo sujo, por exemplo, deve limitar o crescimento de indivíduos jovens de *Kielmeyera coriacea*, abaixo do dossel graminoso, porém, indivíduos maiores e com as folhas acima desta cobertura herbácea, estariam expostos a um aumento acentuado na disponibilidade de luz, e conseqüentemente na fotossíntese potencial.

A leguminosa *Dalbergia miscolobium*, outra espécie típica do Cerrado, também apresenta limitação da aquisição de CO_2 em função da disponibilidade de luz, principalmente durante as fases iniciais de desenvolvimento (Braz *et al.* 2000). Por outro lado, à medida que o indivíduo cresce e atravessa uma barreira limitante, como o estrato graminoso, por exemplo, em termos de fotoinibição, o excesso de luz pode ser um fator limitante em ambientes abertos como o campo sujo (Franco 2002).

Em ambientes florestais, a disponibilidade de luz é um dos principais fatores limitantes na fase de estabelecimento e desenvolvimento inicial de muitas espécies (Osunkoya *et al.* 1993, Felfili *et al.* 2001). Hoffmann (1996) observou que a espécie *Miconia albicans*, típica de áreas abertas, apresenta baixo sucesso de estabelecimento em ambientes com maior densidade de cobertura arbórea, como o cerrado. Por outro lado, o mesmo estudo verificou que espécies tipicamente de áreas abertas, como *Guapira noxia* e *Kielmeyera coriacea* apresentaram um bom percentual de sucesso de estabelecimento em áreas de cerrado.

Em Matas de Galeria, a DFF incidente sob dossel fechado, variou entre 0,27% a 2,09% da luz solar total (Felfili *et al.* 2001). Em clareiras de matas, esses valores são maiores, podendo variar de 1,67% a 3,40% com médias entre 5% e 32% (Mac-Dougall e Kellman 1992, Felfili 2001). A disponibilidade de luz é bem maior no campo sujo e no cerrado. No campo sujo, mesmo a 5 cm da superfície do solo, incide cerca de 44% da DFF medida em uma área sem obstrução pela vegetação. Estes valores diminuem para 30% no cerrado.

5. CONCLUSÕES

- Comparando as duas áreas estudadas, os valores médios de Densidade de Fluxo de Fótons são significativamente maiores no campo sujo.
- No campo sujo, os valores médios de DFF observados a 50 cm de altura a partir do solo são substancialmente maiores quando comparados aos valores a 5 cm.
- No cerrado, os valores médios de DFF não diferem entre 5, 10, 15, 20 e 50 cm de altura da superfície do solo. O mesmo ocorre quando comparamos 100, 200 e 300 cm.

- Os maiores valores de DFF foram observados no campo sujo e atingiram cerca de 2000 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ entre os horários de 10 e 14 h.

- A variação da DFF em função de pequenas variações da altura é característica do campo sujo. O dossel graminoso reduz a disponibilidade de luz apenas nas alturas mais próximas do solo. No cerrado, a presença de árvores restringe grandes variações na disponibilidade de luz em função da altura nos primeiros anos de vida de uma planta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAZ, V. S.; KANEGAE, M. F. e FRANCO, A. C. 2000. Estabelecimento e desenvolvimento de *Dalbergia miscolobium* Benth. em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. *Acta Botânica Brasílica* 14(1): 27-35.
- FELFILI, J. M.; FRANCO, A. C.; FAGG, C. W. e SOUSA-SILVA, J. C. 2001. Desenvolvimento inicial de espécies de Mata de Galeria, In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. e Sousa-Silva, J. C. (eds). *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria*. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, DF. pp. 779-811.
- FELFILI, J. M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C.; RESENDE, A. V. e NOGUEIRA, M. V. P. 2001. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. Var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. *Revista Brasileira de Botânica* 22 (2): 297-301.
- FRANCO, A. C. 2002. Ecophysiology of woody plants. In: Oliveira, P. S. e Marquis, R. J. (eds). *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, USA. pp. 178-197.

- HARIDASAN, M. 1987. Distribution and mineral nutrition of aluminium-accumulating species in different plant communities of the cerrado region of central Brazil, In: San José, J.J. e Montes, R. (eds.). La capacidad bioproductiva de sabanas. UNESCO/CIET, Caracas. pp. 309-348.
- HOFFMANN, W. A. 1996. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. *Journal of Ecology* 84: 383-393.
- KANEGAE, M. F.; BRAZ, V. S. e FRANCO, A. C. 2000. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. *Revista Brasileira de Botânica* 23(4): 457-466.
- KLINK, C. A. e MOREIRA, A. G. 2002. Past and current human occupation, and land use. In: Oliveira, P. S. e Marquis, R. J. (eds). *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, USA. pp. 69-88.
- MAC DOUGALL, D. KELLMAN, M. 1992. The understorey light regime and patterns of tree seedlings in tropical riparian forest patches. *Journal of Biogeography* 19: 667-675.
- NARDOTO, G. B.; SOUZA, M. P. e FRANCO, A. C. 1998. Estabelecimento e padrões sazonais de produtividade de *Kielmeyera coriacea* (Spr) Mart. nos cerrados do Planalto Central: efeitos do estresse hídrico e sombreamento. *Revista Brasileira de Botânica* 21(3): 313-319.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. e RATTER, J. A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado biome. In: Oliveira, P. S. e Marquis, R. J. (eds). *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, USA. pp. 91-120.
- OSUNKOYA, O. O., ASH, J. E., HOPKINS, M. S. e GRAHAN, A. 1992. Influence of seed size and seedling ecological attributes on shade-tolerance of rain-forest tree species in northern Queensland. *Journal of Ecology* 82: 149-163.
- OSUNKOYA, O. O., ASH, J. E., GRAHAN, A. e HOPKINS, M. S. 1993. Growth of tree seedlings in tropical rain forests of North Queensland, Australia. *Journal of Tropical Ecology* 9: 1-18.

- POPMA, J. e BONGERS, F. 1991. Acclimation of seedlings of three Mexican tropical rain forest tree species to a change in light availability. *Journal of Tropical Ecology* 7: 85-97.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F. e BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80:223-230.
- RIBEIRO, J. F. e WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado, In: Sano, S.M e Almeida, S.P. (eds). *Cerrado: ambiente e Flora*. EMBRAPA-CPAC. Planaltina-DF. pp. 89-166.
- THOMPSON, W. A., HUANG, L. W. e KRIEDEMANN, P. E. 1992. Photosynthetic response to light and nutrient to sun-tolerant and shade tolerant rainforest trees II. Leaf gas exchange and component processes of photosynthesis. *Australian Journal of Plant Physiology* 19: 19-42.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Upper saddle river, New Jersey, USA.

Tabela 1. Medidas de Densidade de Fluxo de Fótons (média \pm erro padrão) obtidas a cada 40 minutos ao longo do período luminoso nas duas fitofisionomias estudadas, campo sujo (CS) e cerradão (CD). Os asteriscos indicam diferenças significativas entre as fitofisionomias, Teste t. $P < 0,01^*$. $P < 0,001^{**}$. $P < 0,0001^{***}$. A letra **A** indica diferença significativa entre as alturas. ANOVA, $\alpha = 0,050$. Para os testes de ANOVA entre as alturas (n = 6 réplicas para cada altura).

Data	habitat	Altura do solo					F	P	
		5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	50 cm			
30/ABR/1999	CD	284,0 \pm 55,1*	295,7 \pm 56,7*	276,0 \pm 53,3*	228,1 \pm 55,3**	278,6 \pm 67,6*	1,045	0,404	
	CS	327,4 \pm 62,3*	494,5 \pm 100,6*	574,1 \pm 107,8*	598,5 \pm 96,6**	795,1 \pm 112,9*	6,512	< 0,0001 A	
12/SET/1999	CD	329,7 \pm 66,95**	309,0 \pm 51,31*	325,0 \pm 52,9**	368,6 \pm 61,6***	384,9 \pm 71,2***	0,535	0,711	
	CS	755,5 \pm 129,4**	884,3 \pm 139,1*	818,9 \pm 129,9**	924,5 \pm 134,0***	1019,0 \pm 150,4***	16,134	< 0,0001 A	
8/ABR/2000	CD	266,7 \pm 63,4**	264,9 \pm 64,4**	327,2 \pm 75,2**	313,4 \pm 78,41**	472,2 \pm 100,2***	1,761	0,168	
	CS	802,1 \pm 170,2**	837,1 \pm 148,6**	878,0 \pm 155,6**	980,6 \pm 159,9**	1120,6 \pm 169,4***	11,068	< 0,0001 A	
14/JUN/2001	CD	113,7 \pm 55,9*	143,3 \pm 56,9*	158,9 \pm 63,3**	158,0 \pm 75,3*	177,1 \pm 87,6**	0,139	0,966	
	CS	283,9 \pm 77,3*	446,4 \pm 83,5*	513,5 \pm 109,3**	548,0 \pm 83,7*	692,3 \pm 127,6**	8,257	< 0,0001 A	
12/JAN/2002	CD	119,7 \pm 55,1*	117,3 \pm 56,9**	183,9 \pm 53,3*	149,0 \pm 55,3**	153,1 \pm 67,6**	0,183	0,944	
	CS	293,9 \pm 62,3*	468,4 \pm 100,6**	481,5 \pm 107,8*	524,0 \pm 96,6**	674,3 \pm 112,9**	1,738	0,173	
25/SET/2003	CD	364,1 \pm 56,9*	382,1 \pm 61,2**	449,7 \pm 89,6**	393,8 \pm 85,9**	416,3 \pm 80,6*	0,967	0,443	
	CS	526,7 \pm 85,9*	675,8 \pm 112,1**	825,3 \pm 128,4**	907,8 \pm 135,0**	919,5 \pm 133,8*	2,357	0,081	
25/SET/2003		100 cm		200 cm		300 cm			
	CD	545,7 \pm 89,1***		592,3 \pm 90,5***		635,9 \pm 91,8**		0,399	0,677
	CS	1089,3 \pm 159,3***		1114,2 \pm 159,9***		1205,9 \pm 169,5**		3,051	0,077
25/SET/2003	CD	TESTE ENTRE TODAS AS ALTURAS (de 5 a 300 cm)					4,154	0,002 A	
	CS	TESTE ENTRE TODAS AS ALTURAS (de 5 a 300 cm)					6,683	< 0,0001 A	

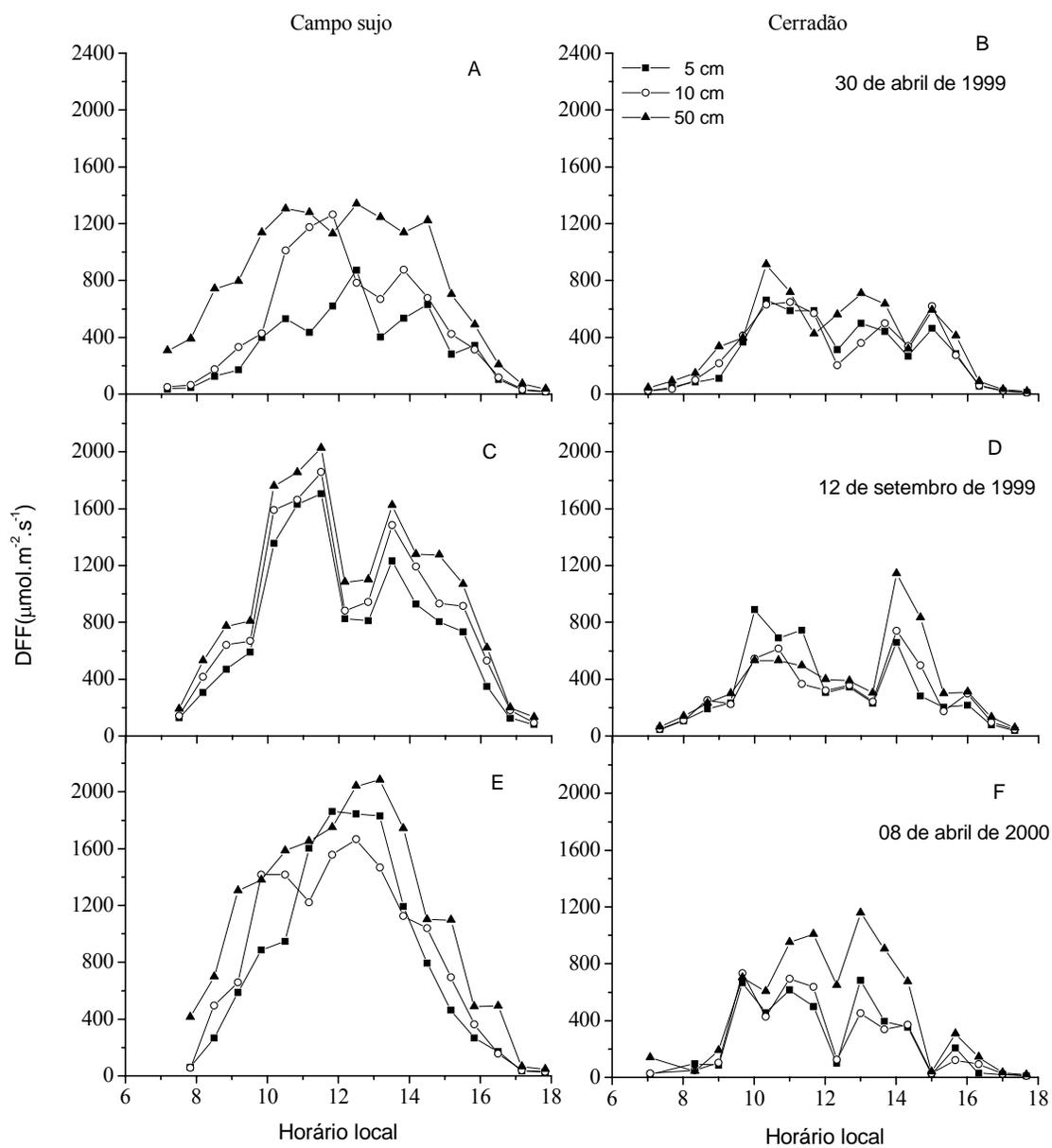


Figura 1. Variação na Densidade de Fluxo de Fótons (DFF), médias a 5, 10 e 50 cm de altura durante o período luminoso diário, no campo sujo e cerradão. A e B, 30 de abril de 1999; C e D, 12 de setembro de 1999; E e F, 08 de abril de 2000.

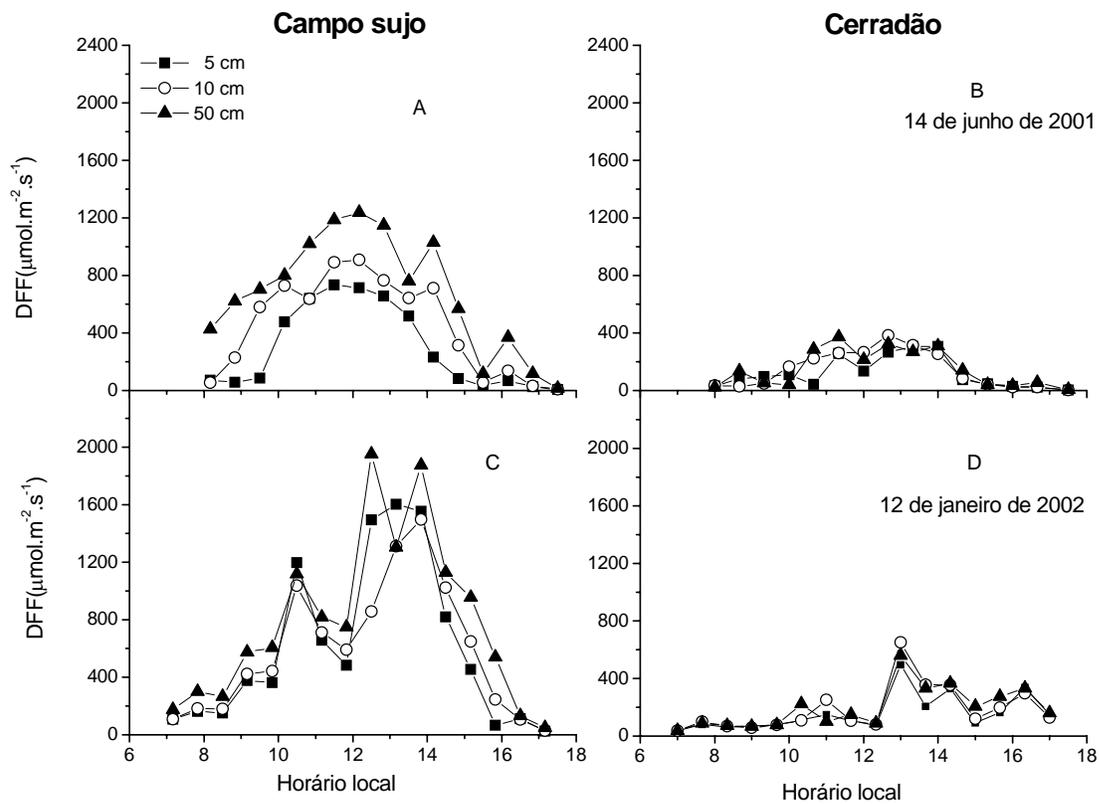


Figura 2. Variação na Densidade de Fluxo de Fótons (DFF), médias a 5, 10 e 50 cm de altura durante o período luminoso diário, no campo sujo e cerradão. A e B, 14 de junho de 2001; C e D, 12 de janeiro de 2002.

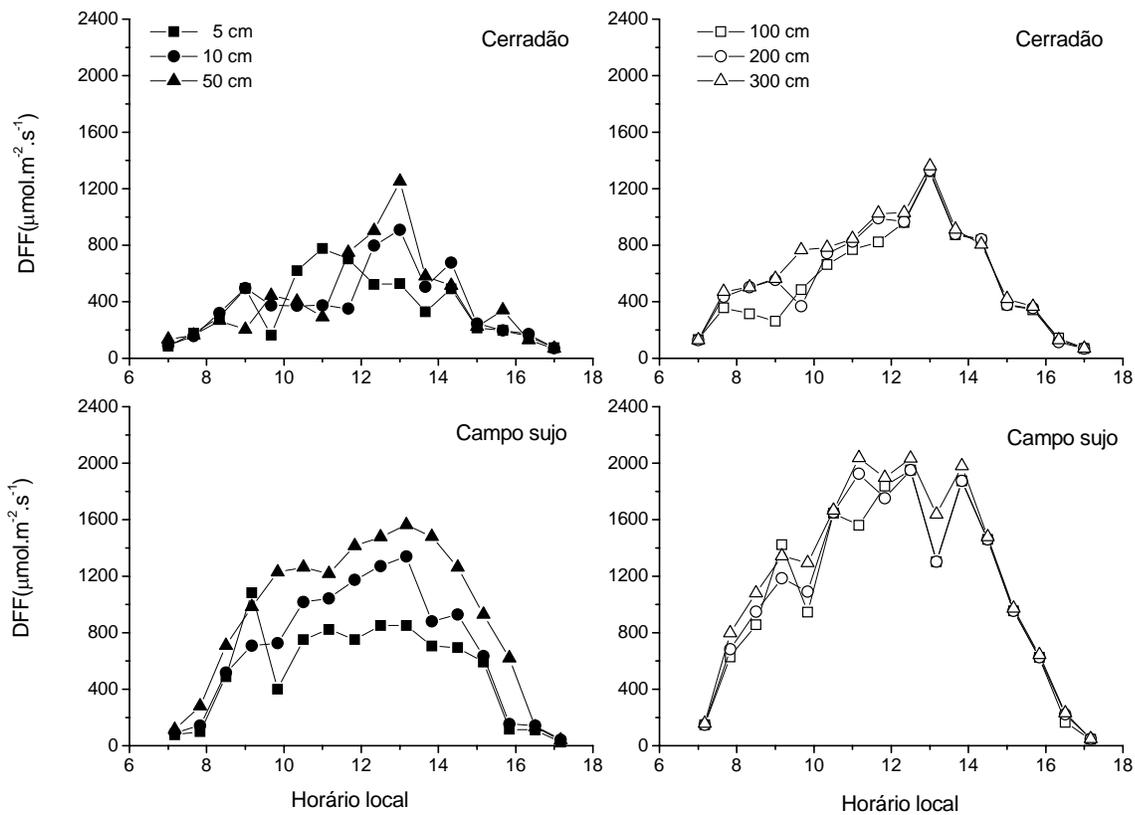


Figura 3. Variação na Densidade de Fluxo de Fótons (DFF), médias a 5, 10 e 50 cm (símbolos fechados) e 100, 200 e 300 cm de altura (símbolos abertos) durante o período luminoso diário, no campo sujo e cerradão durante o dia 25 de setembro de 2003.

CAPÍTULO 2

Remoção e predação pós-dispersão de sementes das lenhosas *Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart. e *Qualea grandiflora* Mart. em duas fitofisionomias do Cerrado do Brasil Central.

1. INTRODUÇÃO

O padrão de distribuição dos indivíduos de uma população de plantas é consequência do sucesso destes estabelecerem-se e reproduzirem-se no tempo e no espaço (Stebbins 1971, Krebs 1994, Nathan e Muller-Landau 2000). Estes processos determinam o sucesso reprodutivo de uma espécie vegetal (Nathan e Muller-Landau 2000) e em ambientes neotropicais podem ser afetados direta e indiretamente por diversos fatores como polinização (Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger 1988, Bawa 1990, Oliveira e Gibbs 2000); produção, dispersão e germinação de sementes (Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger 1983, Pinheiro e Ribeiro 2001, Sousa-Silva *et al.* 2001, Resende 2003); e estabelecimento e crescimento de plântulas (Hoffmann 1996, 1998, Nardoto *et al.* 1998, Braz *et al.* 2000, Moreira e Klink 2000, Kanegae *et al.* 2000).

A dispersão em plantas, é definida como o transporte de diásporos da planta mãe até o local de estabelecimento (Pijl 1982). Esse estabelecimento depende não apenas da presença da semente, mas de vários fatores bióticos e abióticos que resultam da interação da semente e da plântula com outras espécies locais e com as condições físicas e químicas do ambiente, como umidade, temperatura, luminosidade, tipo de solo, sazonalidade climática, etc (Ricklefs 1996, Kozlowski e Pallardy 1997, Larcher 2000, Felfili *et al.* 2001). A remoção de sementes pós-dispersão, ou dispersão secundária,

muitas vezes realizada por insetos e mamíferos (Forget 1996, Pizo e Oliveira 1998, 1999, Silva e Tabarelli 2001), alteram a dispersão original, produzida pelo dispersor primário (Roberts e Heithaus 1986 e Kaufmann *et al.* 1991), ampliando a área de distribuição e eventualmente o estabelecimento (Levey e Byrne 1993).

As sementes podem ser consideradas recursos consumidos por vertebrados e invertebrados (Janzen 1971, Hulme 1997, Orrock *et al.* 2003). A predação de sementes é uma relação interespecífica com importante função na dinâmica do ecossistema, servindo como barreira ao estabelecimento e distribuição das espécies (Brown e Heske 1990, Nascimento e Proctor 1996, Holl e Lulow 1997, Hulme 1997, Pizo 1997, Howe e Brown 1999, 2000). A remoção e predação de sementes por animais são processos bastante estudados em florestas neotropicais (Magnusson e Sanaiotti 1987, Forget 1996, Nepstad *et al.* 1996, Holl e Lulow 1997, Pizo 1997, Pizo e Oliveira 1998, 1999, 2000, Pizo e Simão 2001, Silva e Tabarelli 2001, Guariguata *et al.* 2002), porém, quando falamos em formações savânicas, como o Cerrado, poucos estudos observaram tais processos. Silva (1980) e Motta-Júnior (1991) observaram comportamento de bandos mistos de aves forrageando em áreas de cerrado *sensu stricto*, campo sujo e matas de galeria e ciliar, alimentando-se de diversas espécies vegetais destes ambientes e muitas vezes predando as sementes. Oliveira e Silva (1993) observaram predação de sementes de *Kielmeyera coriacea* e *Kielmeyera speciosa* pelo besouro *Anthonomus biplagiatus* (Cucullionidae). No entanto, não houve nestes trabalhos uma quantificação destes processos.

O Cerrado é o segundo maior bioma do país em área de extensão, representando cerca de 23% do território nacional, localizando-se principalmente no Planalto Central Brasileiro (Ribeiro e Walter 1998). O Cerrado, por apresentar alta riqueza biológica e pelo alto grau de alteração das paisagens naturais causada pela intensa pressão antrópica resultante da expansão da agropecuária, é considerado uma área de grande prioridade para conservação (Ratter *et al.* 1997, Myers *et al.* 2000). Em termos de

vegetação apresenta várias fitofisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres. Entre as fitofisionomias mais características estão o cerrado e o campo sujo (Ribeiro e Walter 1998).

O cerrado é uma formação florestal com aspectos xeromórficos, apresentando espécies que ocorrem no cerrado *sensu stricto* e também por espécies de mata, com uma cobertura arbórea que varia entre 50 e 90% (Goodland e Ferri 1979, Ribeiro e Walter 1998). O campo sujo é um tipo fisionômico onde predominam o estrato herbáceo-arbustivo contínuo com cerca de 40-50 cm de altura, e alguns indivíduos das espécies arbóreas comuns no cerrado *sensu stricto* (Eiten 1972, Ribeiro e Walter 1998).

O clima é classificado como Aw de Köppen (tropical chuvoso), com uma precipitação anual média variando entre 1100 mm a 1600 mm, caracterizado pela alternância entre uma estação chuvosa (novembro a abril), e outra seca (maio a outubro). Os solos geralmente são ácidos e com altas taxas de saturação por alumínio (Batmanian e Haridasan 1985).

A espécie *Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart. (Guttiferae), é caducifólia, típica de áreas mais abertas de cerrado e popularmente conhecida como pau-santo. Os indivíduos adultos atingem uma altura média de 3-6 m. Espécie bastante comum nos cerrados do Distrito Federal (Ratter 1991), e com ampla distribuição geográfica, ocorrendo em 70% das 376 áreas analisadas em termos de composição florística no Cerrado e Savana Amazônica (Ratter *et al.* 2003). A época de produção do fruto seco deiscente ocorre durante a estação chuvosa, entre outubro e março. Apresenta síndrome de dispersão anemocórica, com sementes do tipo autogiro rotativo de 6 cm de comprimento, cerca de 63 sementes por fruto (Oliveira e Silva 1993), e época de dispersão entre os meses de setembro a outubro (Oliveira 1998).

A espécie *Qualea grandiflora* Mart. (Vochysiaceae), conhecida popularmente como pau-terra-da-folha-larga, é uma arbórea decídua comum nos cerrados do Distrito Federal (Ratter 1991), com ocorrência em 85% das 376 áreas amostradas em uma análise da composição florística do Cerrado e da Savana Amazônica (Ratter *et al.* 2003). Apresenta fruto seco deiscente, com frutificação entre os meses

de outubro e junho. Síndrome de dispersão anemocórica, com sementes do tipo autogiro de 3,5 a 4,0 cm de comprimento, e época de dispersão na estação seca entre os meses de julho a setembro (Melo *et al.* 1998, Resende 2003).

Este estudo teve como objetivo verificar a predação pós-dispersão de sementes de *Qualea grandiflora* Mart. e *Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart. em duas fitofisionomias distintas do Cerrado, o campo sujo e o cerradão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade de Brasília, DF (Fazenda Água Limpa – FAL), localizada a cerca de 20 km ao sul da cidade de Brasília (15°57' S e 47°57' O), altitude de cerca de 1060 m. A última queimada na área de estudo foi em 1991. Os solos da área de estudo são distróficos, com baixa fertilidade e praticamente não diferem em conteúdo nutricional entre as duas fitofisionomias (Haridasan 1987). Em um levantamento do estrato lenhoso, com diâmetro de caule acima de 5 cm, a 30 cm do solo, a área de campo sujo apresentou uma densidade de 533 indivíduos por hectare, enquanto o cerradão apresentou uma densidade de 2800 indivíduos (Kanegae *et al.* 2000).

2.2. COLETA DE SEMENTES E EXPERIMENTO DE LABORATÓRIO

As sementes de *Qualea grandiflora* foram coletadas entre agosto e setembro de 2001 e *Kielmeyera coriacea* entre julho e setembro de 2002, ambas, em áreas de campo sujo e cerrado *sensu stricto* na própria FAL. Com o objetivo de verificar a viabilidade, foram colocadas para germinar 20 sementes do lote coletado, em placas de petri com papel filtro embebido diariamente em água destilada. As sementes foram previamente tratadas em hipoclorito de sódio por 5 minutos e lavadas em água destilada para evitar a proliferação de fungos. No laboratório, não foram controladas a temperatura do ar, irradiância e fotoperíodo, porém os valores de temperatura estavam na faixa de 25 °C e a irradiância logo acima das placas de petri foi de 1 W m⁻². Nestas condições, 90% das sementes germinaram em 14 dias em *Qualea grandiflora* e 100% das sementes de *Kielmeyera coriacea* germinaram em 10 dias.

2.3. EXPERIMENTO DE CAMPO

Para a observação de predação pós-dispersão de sementes no campo sujo e cerrado, foram realizados dois experimentos de dispersão: (i) em 24 de outubro de 2001 foram dispersas 100 sementes de *Qualea grandiflora* em cada fitofisionomia; e (ii) em 15 de outubro de 2002 foram dispersas 500 sementes de *Kielmeyera coriacea* em cada ambiente. Ambos os experimentos foram iniciados entre a transição da estação seca e chuvosa, ainda dentro da época da dispersão natural destas espécies.

Ao longo de uma trilha de 100 m de comprimento, foram colocadas na superfície do solo 10 sementes a cada 10 metros de distância, totalizando 2 trilhas com sementes de *Qualea grandiflora* e 10 trilhas com sementes de *Kielmeyera coriacea*. As áreas de dispersão das sementes foram marcadas por uma argola de arame. As argolas com cerca de 10 cm de diâmetro serviram para limitar o espaço ao qual as sementes eram dispostas e facilitavam a observação. Foi considerado predação das sementes

quando: (i) as sementes eram removidas, e não se encontravam na área da argola, e (ii) tinham seus endospermas consumidos, restando alguns fragmentos das sementes consumidas na área.

Foram realizadas vistorias 1, 4, 8, 24, 36 e 48 horas após a instalação do experimento e após 3, 4, 7, 10, 20, 40, 50, 80, 100 e 200 dias. Foram observadas, presença, ausência e condições das sementes, além de presença e indícios de visitas de animais nas argolas. Durante as vistorias foram coletados animais com auxílio de puçar e pinças, para posterior identificação, além de observados alguns comportamentos característicos relacionados a predação de sementes. Para determinar a massa fresca e seca das sementes ($n = 10$) das duas espécies, utilizamos uma balança Analitical Standard Ohaus modelo AS 120, capacidade máxima 122 g (precisão de 0.0001 g). As sementes foram secadas em estufa por 48 horas a 60 °C de temperatura.

2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram comparados os valores da massa seca e fresca das sementes das espécies utilizando um teste t. Foi utilizado teste Qui-quadrado em tabela de contingência 2 x 2 para analisar o número de sementes que germinaram entre fitofisionomias (Zar 1999). A normalidade dos dados foi testada com o teste Kolmogorov-Smirnov (Zar 1999). O nível de significância utilizado para os testes foi de 0.05. As análises foram realizadas no programa estatístico SYSTAT, versão 7.0 para Windows (SPSS 1997) e os gráficos no programa Origin versão 5.0 (Microcal Software, Inc. 1991-1997).

3. RESULTADOS

A predação de sementes das duas espécies estudadas foi alta e ocorreu principalmente nos primeiros dias após a dispersão. A predação de sementes de *Qualea grandiflora* foi maior no campo

sujo durante os primeiros 40 dias, porém entre o 40° e 50° dia igualaram-se e assim seguiu até o fim do experimento (Figura 1). Já nos primeiros 100 dias de experimento, 90 e 86% das sementes foram removidas ou predadas no campo sujo e cerradão, respectivamente. No campo sujo, ao término do experimento, todas as sementes foram predadas, enquanto no cerradão duas sementes germinaram, mas não se desenvolveram. O restante das sementes foram predadas.

As sementes de *Kielmeyera coriacea*, apresentaram predação de 95% no campo sujo e 91% no cerradão (Figura 2). O restante de sementes que não foram predadas germinaram ao longo do experimento, sendo um total de 25 sementes (5%) no campo sujo e 45 (9%) no cerradão. Este valor diferiu significativamente entre as fitofisionomias ($X^2_{0,05,1} = 5,545$; $p = 0,023$). No campo sujo, a percentagem de predação foi maior até o 20° dia, com cerca de 55,6%, quando comparamos com 31% no cerradão. A partir desse momento, entre as vistorias do 20° e 40° dia, houve uma alta percentagem de remoção e predação no ambiente do cerradão, ordem de 60%, totalizando 91% de remoção e predação em 40 dias de experimento nesta fitofisionomia (Figura 2).

Durante as vistorias, todos os predadores observados e capturados foram invertebrados (Tabela 1). As principais ordens representadas foram, Hymenoptera, Isoptera e Orthoptera. A presença de predadores foi observada ao longo dos 200 dias em ambos os experimentos. Porém, observou-se maior número de registros nos primeiros dias, entre outubro e novembro de 2001 e também de 2002. O padrão de predação das sementes foi muito parecido entre as espécies e entre os ambientes. As sementes (i) eram removidas, e não se encontravam na área da argola, foi considerado neste caso, removida por predação, ou (ii) apresentavam seus endospermas consumidos, restando alguns fragmentos das sementes consumidas na área. Muitos dos invertebrados encontrados durante as vistorias, foram observados consumindo o endosperma da semente, principalmente as formigas e cupins.

A massa seca das sementes diferiu entre as duas espécies ($t_{0.05(2),9} = 4.4549$, $p = 0.002$), assim como a massa fresca ($t_{0.05(2),9} = 6.6812$, $p = 0.0001$). As sementes de *Qualea grandiflora* apresentaram maior massa (Tabela 2).

4. DISCUSSÃO

A remoção e predação de sementes foram altas nas duas fitofisionomias, atingindo valores de 100% para *Qualea grandiflora* e superiores a 90% para *Kielmeyera coriacea*. Altos valores de remoção e predação das sementes podem representar mais uma barreira ao estabelecimento das plântulas.

Segundo Nepstad *et al.* (1996), em florestas tropicais, sementes com massa acima de 1 g apresentaram remoção inferiores a 20%, enquanto sementes mais leves têm uma remoção superior a 60% em 10 dias de observação. Existe uma relação inversa entre a massa das sementes e a taxa de remoção. As sementes pequenas têm uma maior probabilidade de remoção que dependerá do número de predadores, neste caso principalmente invertebrados, enquanto as sementes maiores são predadas por animais maiores, como mamíferos e aves.

A massa das sementes está relacionada com o modo de dispersão, a forma de crescimento, desenvolvimento da plântula e com as condições ambientais (Oakwood *et al.* 1993, Edwards e Westoby 1996, Lord *et al.* 1997). As duas espécies estudadas apresentam síndrome de dispersão anemocórica (Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger 1983, Resende 2003), e sementes leves. A massa das sementes de *Qualea grandiflora* e *Kielmeyera coriacea* provavelmente tem relação com a alta remoção das mesmas nas fitofisionomias estudadas, já que há uma relação entre a taxa de remoção de sementes e sua massa (Nepstad *et al.* 1996). Apesar do fato dos predadores encontrados em sementes de *Kielmeyera coriacea* e *Qualea grandiflora* serem de invertebrados e apresentarem limitações em

remover sementes de maior porte, a remoção de sementes muitas vezes pode ser atribuída a pequenos mamíferos, sendo que estes roedores apresentam capacidade de predar inclusive sementes maiores (Nepstad *et al.* 1996).

A predação de sementes por insetos em ambientes tropicais, pode ser responsável pela redução de sementes disponíveis para o estabelecimento (Nascimento e Proctor 1996, Nepstad *et al.* 1996, Pizo 1997, Simon e Hay 2003). Espécies das famílias Bruchidae e Scolyidae foram observadas como coleópteros predadores de sementes de *Bactris acanthocarpa* (Arecaceae) no nordeste brasileiro (Silva e Tabarelli 2001). O besouro do gênero *Anthonomus* (Coleoptera: Curculionidae), encontrado no campo sujo, predando sementes de *Kielmeyera coriacea* neste estudo, também foi documentada como responsável pela redução no estabelecimento de plântulas de *Kielmeyera coriacea* por atacar sementes em pré-dispersão no Cerrado (Oliveira e Silva 1993). Simon e Hay (2003) numa comparação de predação pré-dispersão de sementes e estabelecimento entre espécies de *Mimosa* no Cerrado, observaram que os principais predadores de sementes foram coleópteros das Famílias Curculionidae e Bruchidae.

As formigas são consideradas em alguns estudos como bons dispersores de sementes, principalmente no papel de dispersores secundários (Pizo 1998, Pizo e Oliveira 1999, Nathan e Muller-Landau 2000 e Orrock *et al.* 2003). Porém, neste experimento as formigas não atuaram como dispersoras, pois, cortavam as sementes, fragmentando-as, impossibilitando assim qualquer germinação posterior. Assim como as formigas, os cupins consumiam as sementes, cortando e fragmentando principalmente, o endosperma. Em condições naturais, indivíduos de *Armitermes euamignathus* não se alimentam de outras fontes quando há disponibilidade de madeira morta próxima ao ninho (Domingos 1983). No campo sujo, a disponibilidade de madeira morta no solo é baixa, o que pode conseqüentemente levar esta espécie a explorar novos recursos alimentares. Na ausência ou escassez de madeira morta, esta espécie pode consumir, cascas, troncos e raízes vivas, além de outros detritos. No

cerradão, esta espécie de cupim não foi observada entre as sementes. A maior disponibilidade de matéria morta no solo do cerradão deve garantir a esta espécie de cupim uma dieta preferencialmente deste componente.

Desta maneira, a remoção e predação das sementes de *Qualea grandiflora* e *Kielmeyera coriacea*, reduziram consideravelmente a quantidade de sementes disponíveis para germinação. Apesar das sementes estarem viáveis e de terem sido dispersas no período mais favorável para a germinação no Cerrado, o início da estação chuvosa, (Oliveira 1998), a germinação de *Qualea grandiflora* (2% no cerradão e 0% no campo sujo) e *Kielmeyera coriacea* (9% no cerradão e 5% no campo sujo) foi baixa, corroborando os valores típicos de germinação encontrados em cerrado *sensu stricto* e cerradão, quando as sementes são dispersas pela superfície do solo (Hoffmann 1996). Oliveira e Silva (1993) observaram no cerrado, uma germinação de 40% em *Kielmeyera coriacea* e 9% em *Kielmeyera speciosa*, porém as sementes foram enterradas, o que diminui a ocorrência de predação.

No Cerrado, a abundância de indivíduos das Ordens Coleoptera, Hymenoptera, Isoptera e Orthoptera, que foram coletados durante as vistorias de remoção e predação nas áreas estudadas, apresenta um pico entre os meses de outubro a dezembro (Pinheiro *et al.* 2002), período que coincide com os primeiros dias do experimento de remoção. Portanto, a melhor época para a germinação é também de maior abundância de insetos herbívoros e predadores.

5. CONCLUSÕES

- A remoção e predação de sementes de *Qualea grandiflora* e *Kielmeyera coriacea* é alta nas duas fitofisionomias estudadas.

- A remoção e predação de sementes ocorrem principalmente nos primeiro dois meses após a dispersão.

- Os predadores de sementes observados neste estudo encontram-se entre as Ordens Hymenoptera, Isoptera, Coleoptera e Orthoptera.

- A remoção e predação é uma barreira importante ao estabelecimento dessas duas espécies, pois reduz substancialmente a disponibilidade de sementes que podem germinar.

- No cerradão, o número de sementes de *Kielmeyera coriacea* que germinaram foi maior que no campo sujo. Em *Qualea grandiflora* não houve diferença entre as fitofisionomias, sendo que nenhuma das sementes resultou em estabelecimento de uma planta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATMANIAN, G. J. e HARIDASAN, M. 1985. Primary production and accumulation of nutrients by the ground layer community of cerrado vegetation of central Brazil. *Plant and Soil* 88: 437-440.

BAWA, K. S. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 399-422.

BRAZ, V. S.; KANEGAE, M. F. e FRANCO, A. C. 2000. Estabelecimento e desenvolvimento de *Dalbergia miscolobium* Benth. em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. *Acta Botânica Brasílica* 14(1): 27-35.

BROWN, J. H. e HESKE, E. J. 1990. Control of a desert-grassland transition by a keystone rodent guild. *Science* 250: 1705-1707.

EDWARDS, W. e WESTOBY, M. 1996. Reserve mass and dispersal investment in relation to geographic range of plant species: Phylogenetically independent contrasts. *Journal of Biogeography* 23: 329-338.

EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Reviews* 38:201-341.

- FELFILI, J. M.; FRANCO, A. C.; FAGG, C. W. e SOUSA-SILVA, J. C. 2001. Desenvolvimento inicial de espécies de Mata de Galeria, In: Ribeiro, J.F.; Fonseca, C.E.L. e Sousa-Silva, J.C. (eds). Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, DF. pp. 779-811.
- FORGET, P. 1996. Removal of seeds of *Carapa procera* (meliaceae) by rodents and their fate in rainforest in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 12: 751-761.
- GOODLAND, R. J. e FERRI, M. G. 1979. *Ecologia do Cerrado*. Ed. Itatiaia e Ed. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.193p.
- GOTTSBERGER, G. e SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1983. Dispersal and distribution in the Cerrado vegetation of Brazil. *Sonderbänd des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg* 7: 315-352.
- GUARIGUATA, M. R.; CLAIRE, H. A. e JONES, G. 2002. Tree seed fate in a logged and fragmented forest landscape, northeastern Costa Rica. *Biotropica* 34(3): 405-415.
- HARIDASAN, M. 1987. Distribution and mineral nutrition of aluminium-accumulating species in different plant communities of the cerrado region of central Brazil, In: San José, J.J. e Montes, R. (eds). *La capacidad bioproductiva de sabanas*. UNESCO/CIET, Caracas. pp. 309-348.
- HOFFMANN, W. A. 1996. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. *Journal of Ecology* 84: 383-393.
- HOFFMANN, W. A. 1998. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. *Journal of Applied Ecology* 35: 422-433.
- HOLL, K. D. e LULOW, M. E. 1997. Effects of species, habitat, and distance from edge on post-dispersal seed predation in a tropical rainforest. *Biotropica* 29(4): 459-468.

- HOWE, H. F. e BROWN, J. S. 1999. Effects of birds and rodents on synthetic tallgrass communities. *Ecology* 80: 1776-1781.
- HOWE, H. F. e BROWN, J. S. 2000. Early consequences of rodent granivory on synthetic dicot communities. *Ecological Applications* 10: 917-924.
- HULME, P.E. 1997. Post-dispersal seed predation and the establishment of vertebrate dispersed plants in Mediterranean scrublands. *Oecologia* 111: 91-98.
- JANZEN, D. H. 1971. Seed predation by animals. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 465-492.
- KANEGAE, M. F.; BRAZ, V. S. e FRANCO, A. C. 2000. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. *Revista Brasileira de Botânica* 23(4): 457-466.
- KAUFMANN, S.; McKEY, D. B.; HOSSAERT-McKEY, M. e HORVITS, C. C. 1991. Adaptations for a two-phase seed dispersal system involving vertebrates and ants in a hemiepiphytic fig (*Ficus microcarpa*: Moraceae). *American Journal of Botany* 78: 971-977.
- KREBS, C. J. 1994. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. 4th ed. HarperCollins College Publishers, New York, NY. 801p.
- KOZLOWSKI, T. T. e PALLARDY, S. G. 1997. *Physiology of woody plants*. 2nd ed. Academic Press, San Diego, CA. 411p.
- LEVEY, D. J. e BYRNE, M. M. 1993. Complex ant-plant interactions: rain-forest ants as secondary dispersers and post dispersal seed predators. *Ecology* 74: 1802-1812.
- LORD, J.; EGAN, J. e CLIFFORD, T. 1997. Large seeds in tropical floras: Consistent patterns independent of growth form and dispersal mode. *Journal of Biogeography* 24: 205-211.
- MAGNUSSON, W. E. e SANAIOTTI, T. M. 1987. Dispersal of *Miconia* seeds by the rat *Bolomys lasiurus*. *Journal of Tropical Ecology* 3: 277-278.

- MELO, J. T.; SILVA, J. A.; TORRES, R. A. A.; SILVEIRA, C. E. S. e CALDAS, L. S. 1998. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do Cerrado, In: Sano, S.M e Almeida, S.P. (eds). Cerrado: ambiente e Flora. EMBRAPA-CPAC. Planaltina-DF. p. 195-243.
- MOREIRA, A. G. e KLINK, C. A. 2000. Biomass allocation and growth of tree seedlings from two contrasting Brazilian savannas. *Ecotropicos* 13(1): 43-51.
- MOTTA-JÚNIOR, J. C. 1991. A exploração de frutos como alimentos por aves de mata ciliar numa região do Distrito Federal. Dissertação de mestrado, UNESP, Rio Claro-SP.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. e KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- NASCIMENTO, M. T. e PROCTOR, J. 1996. Seed attack by beetles and leaf-cutter ants on *Peltogyne gracilipes* Ducke (Caesalpinaceae) on Maracá Island, Brazilian Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 12: 723-727.
- NARDOTO, G. B.; SOUZA, M. P. e FRANCO, A. C. 1998. Estabelecimento e padrões sazonais de produtividade de *Kielmeyera coriacea* (Spr) Mart. nos cerrados do Planalto Central: efeitos do estresse hídrico e sombreamento. *Revista Brasileira de Botânica* 21(3): 313-319.
- NATHAN, R. e MULLER-LANDAU, H. C. 2000. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Tree* 15(7): 278-285.
- NEPSTAD, D. C.; UHL, C.; PEREIRA, C. A. e da SILVA, J. M. C. 1996. A comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of eastern Amazonia. *Oikos* 76: 25-39.
- OAKWOOD, M.; JURADO, E.; LEISNMAN, M. e WESTOBY, M. 1993. Geographic ranges of plant species in relation to dispersal morphology, growth form and diaspore weight. *Journal of Biogeography* 20: 563-572.
- OLIVEIRA, P. E. 1998. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado, In: Sano, S. M e Almeida, S. P. (eds). Cerrado: ambiente e Flora. EMBRAPA-CPAC. Planaltina-DF. pp. 169-192.

- OLIVEIRA, P. E. e GIBBS, P. E. 2000. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. *Flora* 195: 311-329.
- OLIVEIRA, P. E. e SILVA, J. C. S. 1993. Reproductive biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) in the cerrados of Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 9: 67-79.
- ORROCK, J. L.; DANIELSON, B. J.; BURNS, M. J. e LEVEY, D. J. 2003. Spatial ecology of predator-prey interactions: corridors and patch shape influence seed predation. *Ecology* 84 (10): 2589-2599.
- PIJL, L. van der. 1982. Principles of dispersal in higher plants. Springer-Verlag, Berlin. 199p.
- PINHEIRO, F.; DINIZ, I. R.; COELHO, D. e BANDEIRA, M. P. S. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Austral Ecology* 27: 132-136.
- PINHEIRO, F. e RIBEIRO, J. F. 2001. Síndromes de dispersão de sementes em Matas de Galeria do Distrito Federal, In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. e Sousa-Silva, J.C. (eds). Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, DF. pp. 335-375.
- PIZO, M. A. 1997. Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 13: 559-578.
- PIZO, M. A. e SIMÃO, I. 2001. Seed deposition patterns and the survival of seeds and seedlings of the palm *Euterpe edulis*. *Acta Oecologica* 22: 229-233.
- PIZO, M. A. e OLIVEIRA, P. S. 1998. Interaction between ants and seeds of a nonmyrmecochorous neotropical tree, *Cabralea canjerana* (Meliaceae), in the Atlantic Forest of southeast Brazil. *American Journal of Botany* 85(5): 669-674.
- PIZO, M. A. e OLIVEIRA, P. S. 1999. Removal of seeds from vertebrate faeces by ants: effects of seed species and deposition site. *Canadian Journal of Zoology* 77: 1595-1602.
- PIZO, M. A. e OLIVEIRA, P. S. 2000. The use of fruits and seeds by ants in the Atlantic forest of southeast Brazil. *Biotropica* 32(4b): 851-861.

- RESENDE, J. L. 2003. Síndromes de dispersão e fenologia reprodutiva de 50 espécies amplamente distribuídas no cerrado sentido restrito. Dissertação de mestrado, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília-DF.
- RATTER, J. A. 1991. Guia para a vegetação da Fazenda Água Limpa (Brasília, DF). Ed. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S. e RIBEIRO, J. F. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany* 60(1): 57-109.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F. e BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80:223-230.
- RIBEIRO, J. F. e WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado, In: Sano, S.M e Almeida, S.P. (eds). *Cerrado: ambiente e Flora*. EMBRAPA-CPAC. Planaltina-DF. p. 89-166.
- RICKLEFS, R. E. 1996. *A economia da natureza*. 3ª ed. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro-RJ. 470p.
- ROBERTS, J. T. e HEITHAUS, E. R. 1986. Ants rearrange the vertebrate generated seed shadow of a neotropical fig tree. *Ecology* 67: 1046-1051.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. e GOTTSBERGER, G. 1988. A polinização das plantas do Cerrado. *Revista Brasileira de Biologia* 48: 651-663.
- SILVA, E. M. D. 1980. Composição e comportamento de grupos heteroespecíficos de aves em áreas de cerrado, no Distrito Federal. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília-DF.
- SILVA, M. G. e TABARELLI, M. 2001. Seed dispersal, plant recruitment and spatial distribution of *Bactris acanthocarpa* Martius (Arecaceae) in a remnant of Atlantic forest in northeast Brazil. *Acta Oecologica* 22: 259-268.

- SIMON, M. F. e HAY, J. D. 2003. Comparison of a common and rare species of *Mimosa* (Mimosaceae) in Central Brazil. *Austral Ecology* 28: 315-326.
- SOUSA-SILVA, J. C.; RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. e ANTUNES, N. B. 2001. Germinação de sementes e emergência de plântulas de espécies arbóreas e arbustivas que ocorrem em Matas de Galeria, In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. e Sousa-Silva, J. C. (eds). *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria*. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, DF. p. 379-422.
- STEBBINS, G. L. 1971. Adaptive radiation of reproductive characteristic in angiosperms II: seeds and seedlings. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 237-260.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4th edition. Prentice Hall, Upper saddle river, New Jersey, USA.

Tabela 1. Lista dos invertebrados observados em cada fitofisionomia, durante o tempo dos experimentos. CS (campo sujo) e Cd (Cerradão).

Espécie	Ordem (família), espécie	Fitofisionomia	
		CS	Cd
<i>Q. grandiflora</i>	Coleoptera (Staphylinidae)		
	sp1	X	--
	Hymenoptera (Formicidae)		
	sp1	X	X
<i>K. coriacea</i>	Isoptera (Termitidae)		
	sp1	X	X
	Coleoptera (Família?)		
	sp1	--	X
	Coleoptera (Curculionidae)		
	<i>Anthonomus</i> sp	X	--
	Hymenoptera (Formicidae)		
	<i>Azteca</i> sp	X	X
	<i>Camponotus</i> sp	X	
	Isoptera (Termitidae)		
	<i>Nasutitermes</i> sp	--	X
	<i>Armitermes euamignathus</i>	X	--
	sp3		
Orthoptera (Gryllidae)			
sp1	X	X	
Orthoptera (Acrididae)			
sp1	X	--	

Tabela 2. Média (\pm desvio padrão) da massa fresca e seca (g) das sementes ($n = 10$) das duas espécies observadas. O valor de P com asterisco apresenta a média significativamente distinta entre si através do test t , $\alpha = 0,05$.

espécies	massa fresca	massa seca	t	P
<i>Kielmeyera coriacea</i>	0,0348 \pm 0,0047	0,0258 \pm 0,0033	1,045	0,3097
<i>Qualea grandiflora</i>	0,1010 \pm 0,0309	0,0875 \pm 0,0266	3,602	0,0031*

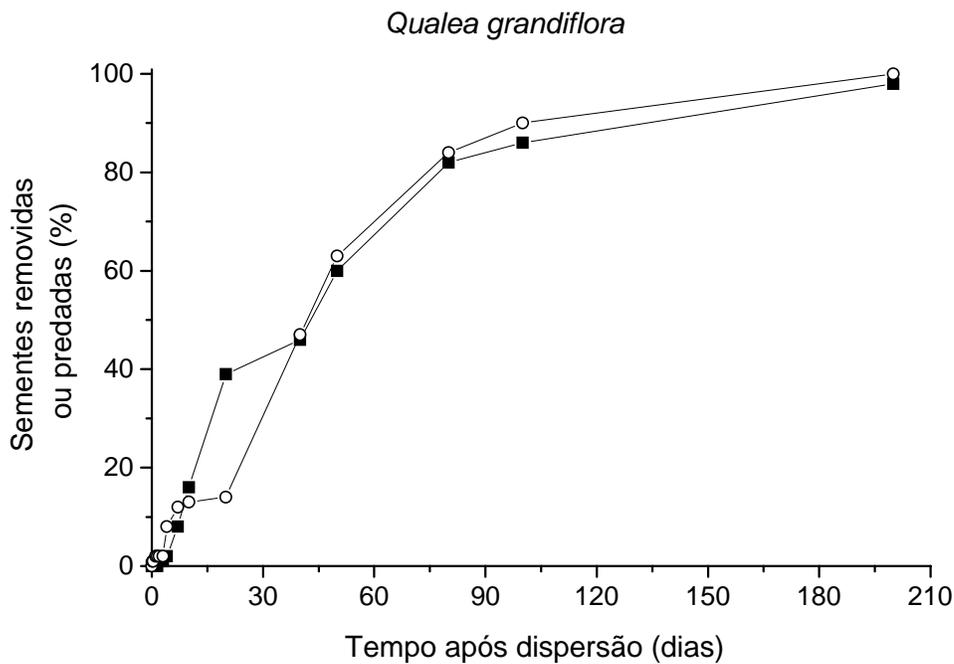


Figura 1. Percentagem cumulativa de sementes de *Qualea grandiflora* removidas ou predadas ao longo do tempo de observação. A dispersão das sementes ($n = 100$ em cada fitofisionomia) foi realizada no dia 24 de outubro de 2001, na Fazenda Água Limpa, DF. Campo sujo (quadrado escuro) e Cerradão (círculo claro).

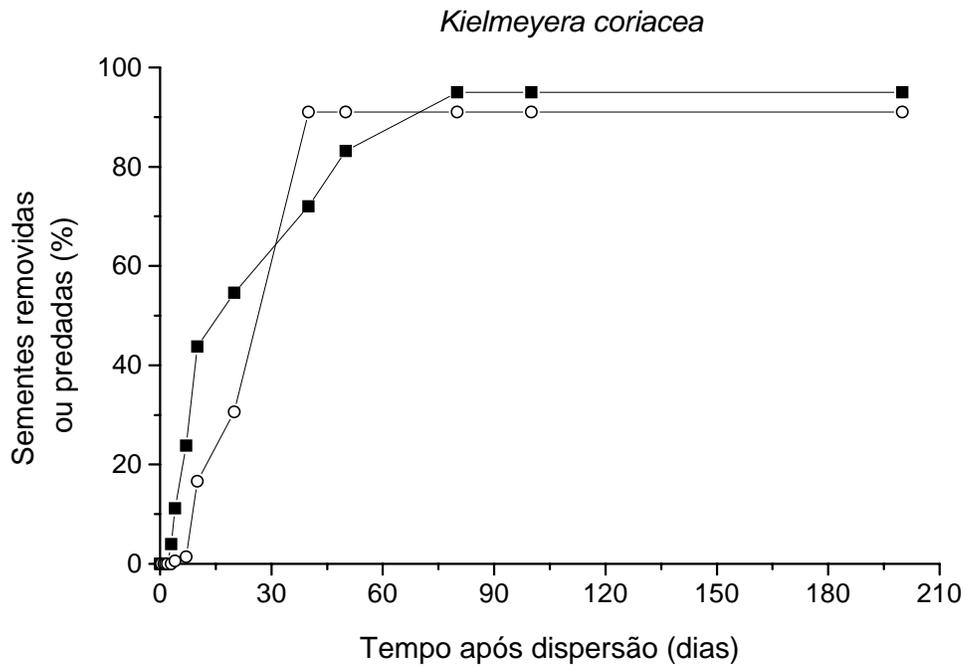


Figura 2. Percentagem cumulativa de sementes de *Kielmeyera coriacea* removidas ou predadas ao longo do tempo do experimento. A dispersão das sementes ($n = 500$ em cada fitofisionomia) foi realizada no dia 15 de outubro de 2002, na Fazenda Água Limpa, DF. Campo sujo (quadrado escuro) e Cerradão (círculo claro).

CAPÍTULO 3

Germinação, emergência e mortalidade das lenhosas *Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart. e *Qualea grandiflora* Mart. em duas fitofisionomias do Cerrado do Brasil Central.

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado cobre 2 milhões km² do Brasil Central, representando cerca de 23% do território do país. Em termos de área, trata-se do segundo maior domínio morfoclimático do Brasil e da América do Sul, perdendo apenas para a Floresta Amazônica (Ratter *et al.* 1997, Ribeiro e Walter 1998). Este bioma, apresenta queimadas naturais e sazonalidade climática bem marcada (Ratter *et al.* 1997), com estação seca entre os meses de maio a outubro e 1500 mm de média anual de precipitação (Ribeiro e Walter 1998). Alguns estudos florísticos e faunísticos caracterizam o Cerrado com uma elevada diversidade de espécies, o que se deve, em grande parte, à sua variedade de paisagens e fitofisionomias (Ribeiro *et al.* 1985, Vitt 1991, Silva 1995, Marinho-Filho 1996, Mendonça *et al.* 1998, Camargo 2001 e Ratter *et al.* 2003).

Segundo Goodland (1971), a fisionomia chamada de Cerrado, trata-se de um mosaico vegetacional composto por formações florestais com dossel mais ou menos fechado (cerradão); fisionomia densa de árvores e arbustos com até 12 m de altura e um estrato herbáceo-graminoso dominante (cerrado *sensu stricto*); fisionomia mais aberta apresentando estrato arbóreo-arbustivo (campo cerrado) e por áreas de gramíneas predominantes com arbustos espaçados e espécies arbóreas comuns ao cerrado *sensu stricto* (campo sujo).

O conhecimento da biologia das sementes tem papel essencial na compreensão do ciclo de vida das plantas e na dinâmica das comunidades (Vásquez-Yanes e Orozco-Segovia 1993). Em condições naturais, as sementes da flora do Cerrado tem sido pouco estudadas quanto ao seu comportamento na comunidade. Rizzini e Heringer (1962) afirmaram que no Cerrado encontrava-se plantas recém germinadas excepcionalmente, pois as condições ambientais do bioma seriam desfavoráveis para a germinação. No entanto, Labouriau *et al.* (1963) durante uma expedição pelo cerrado do Triângulo mineiro, durante a estação chuvosa, chamavam a atenção para a grande quantidade de sementes e plântulas de diversas espécies encontradas no substrato. Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger (1983) observaram em um cerrado aberto e um cerradão em Botucatu, São Paulo, que em 271 espécies, 52% apresentavam síndrome zoocórica de dispersão de sementes e 30% eram anemocóricas. Mais recentemente, foram descritas as épocas de dispersão e resistência à dessecação das sementes do estrato arbustivo-arbóreo do cerrado *lato sensu*, com a conclusão de que as sementes que não resistem à dessecação são dispersas na primeira metade da época chuvosa enquanto as sementes dispersas na segunda metade da estação chuvosa têm dormência (Wetzel 1997). Em matas de galeria, as síndromes de dispersão de 370 espécies vegetais dentre o estrato arbóreo e arbustivo, apresentam 72% zoocóricas e 24% anemocóricas (Pinheiro e Ribeiro 2001). A dispersão de sementes e fenologia de 50 espécies típicas de cerrado *sensu stricto* apresenta anemocoria (Resende 2003).

A germinação de sementes e estabelecimento das plântulas depende de fatores ambientais, como umidade, temperatura, oxigênio, luminosidade (Fenner 1985, Bewley e Black 1994 e Felfili *et al.* 2001). Alguns trabalhos com espécies típicas de Cerrado investigaram a interação e influência de tais fatores na germinação e desenvolvimento de indivíduos jovens, porém em condições de laboratório, como casas de vegetação e câmaras de crescimento (Barbosa *et al.* 1993, Paulilo *et al.* 1993, Joly 1996, Mossri 1997, Sasaki e Felipe 1997, Felfili *et al.* 1999 e Ferreira 2000). A sazonalidade do clima, o solo pobre em nutrientes, a presença de fogo apresentam papel fundamental na germinação, no

estabelecimento e no desenvolvimento inicial de diversas lenhosas do Cerrado (Oliveira e Silva 1993, Hoffman 1996, 1998, Landim e Hay 1996, Sasaki e Felipe 1997, Nardoto *et al.* 1998, Kanegae *et al.* 2000, Braz *et al.* 2000 e Simon e Hay 2003). Hoffmann (1996) mostrou que plântulas de várias espécies de Cerrado responderam positivamente ao aumento da cobertura arbórea. Por outro lado, *Bowdichia virgilioides* Kunth. apresentou maior porcentagem de emergência e sobrevivência de plantas no campo sujo do que no cerradão (Kanegae *et al.* 2000). De acordo com o Capítulo 2, o efeito da remoção (predação) das sementes de *Kielmeyera coriacea* e *Qualea grandiflora* é o principal fator de mortalidade pós-dispersão, limitando a uma porcentagem bem reduzida, a germinação das sementes. Portanto, as sementes quando enterradas, têm os efeitos da dessecação, remoção e predação atenuados e devem apresentar taxas maiores de estabelecimento. O objetivo deste estudo foi verificar a germinação, emergência e sobrevivência das lenhosas *Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart. e *Qualea grandiflora* Mart. em função do tipo de fitofisionomia. Também foram analisadas as situações quando as sementes são enterradas e quando são apenas colocadas na superfície do solo sem qualquer proteção contra herbívoros e dessecação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO E ESPÉCIES UTILIZADAS

O estudo foi realizado em um cerradão e um campo sujo, na Reserva Ecológica da Fazenda Experimental da Universidade de Brasília, DF (Fazenda Água Limpa – FAL), localizada a cerca de 20 km ao sul da cidade de Brasília (15°57' S e 47°57' O), altitude de cerca de 1060 m. A última queimada na área de estudo foi em 1991. A FAL possui uma área de 4000 ha, integrando em conjunto com a

Reserva Ecológica do IBGE e o Jardim Botânico de Brasília, a área de Proteção Ambiental (APA) Gama-Cabeça de Veado, somando mais de 9000 ha.

As espécies de lenhosas *Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart. (Guttiferae) e *Qualea grandiflora* Mart. (Vochysiaceae) apresentam ampla distribuição no bioma Cerrado (Ratter *et al.* 2003). Ambas possuem longo tempo de frutificação e sementes anemocóricas (Oliveira e Moreira 1992), e época de dispersão das sementes variando entre agosto e novembro (Wetzel 1997, Oliveira 1998).

2.2. DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Os dados pluviométricos foram obtidos na Estação Meteorológica da Reserva Ecológica do IBGE (15°57' e 47°57'), localizada próxima à área do estudo. Para caracterizar a estação seca, foram considerados os períodos de estiagens superiores a quinze dias contínuos, levando em consideração que chuvas diárias eventuais de no máximo 5,0 mm dentro destes períodos de estiagem, não foram considerados como sendo da estação chuvosa, a não ser que tais chuvas se repetissem por vários dias (Figura 1). A distribuição das chuvas apresentou o padrão comum da região central do Brasil, com a maior parte da precipitação ocorrendo entre o final de setembro e abril (Figura 1). Em geral, as estações secas estenderam-se de maio a início de setembro em todos os anos observados.

2.3. COLETA DE SEMENTES E EXPERIMENTO DE LABORATÓRIO

Foram coletados dois lotes de sementes de *Qualea grandiflora*: (i) em outubro de 1998 em região de Cerrado do Distrito Federal, e (ii) entre agosto e setembro de 2001 em áreas de campo sujo, cerrado *sensu stricto* e cerradão da FAL; e dois lotes de sementes de *Kielmeyera coriacea*: (i) entre setembro e outubro de 1998, e (ii) entre julho e setembro de 2002 em áreas de campo sujo e cerrado *sensu stricto* da FAL.

Com o objetivo de verificar a viabilidade, foram colocadas para germinar, 20 sementes de cada lote, em placas de petri com papel filtro embebido diariamente em água destilada. As sementes foram previamente tratadas em hipoclorito de sódio por 5 minutos e lavadas em água destilada para evitar a proliferação de fungos. A temperatura do ar, irradiância e fotoperíodo do laboratório não foram controlados, porém os valores de temperatura estavam na faixa de 25 °C e a irradiância logo acima das placas de petri foi de aproximadamente 1 W m⁻². Considerou-se como germinação a profusão da radícula vista a olho nu.

2.4. EXPERIMENTO DE CAMPO

Experimento 1. (Sementes enterradas) Foram plantadas entre os dias 4 e 8 de novembro de 1998, (i) 96 sementes de *Qualea grandiflora*, e (ii) 51 sementes de *Kielmeyera coriacea*, em cada fitofisionomia. As sementes foram dispostas em covas com aproximadamente 3 cm de profundidade e distância entre as covas de 1,5 m. Cada cova recebeu 3 sementes, que foram recobertas pelo solo, diminuindo a possibilidade de predação e dessecação.

O monitoramento foi realizado semanalmente nos dois primeiros meses, e após este período tornou-se mensal. Foram observadas a emergência (emissão de parte aérea ou de cotilédone) e mortalidade das plântulas nas duas fitofisionomias.

Experimento 2. (Sementes enterradas) No dia 18 de outubro de 2002 foram plantadas 200 sementes de *Kielmeyera coriacea* em cada fitofisionomia. Cada semente foi disposta em uma cova com 3 cm de profundidade e recoberta pelo solo. As covas estavam dispostas ao longo das áreas estudadas. Foram observadas emergência e mortalidade, conforme o experimento 1.

Experimento 3. (Sementes expostas no solo) Em cada fitofisionomia: (i) foram dispersas 100 sementes de *Qualea grandiflora* em 24 de outubro de 2001 e (ii) 500 sementes de *Kielmeyera coriacea* no dia 15 de outubro de 2002. A metodologia de monitoramento está descrita no capítulo 2. Neste experimento, como as sementes foram dispersadas na superfície do solo e não enterradas, foi observada a germinação (emissão de radícula) e a mortalidade das plântulas.

Nos experimento de campo, tanto a semeadura (experimento 1 e 2), quanto à dispersão artificial (experimento 3), foram realizadas no período natural de dispersão das espécies estudadas, de acordo com Wetzel (1997) e Oliveira (1998).

2.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para verificar diferenças nos padrões de emergência e mortalidade entre as fitofisionomias, foi utilizado o método descrito por Estabrook *et al.* (1982). Foi realizado o teste Qui-quadrado para comparar o número de emergência e mortalidade entre as fitofisionomias (Sokal e Rohlf 1995). O nível de significância utilizado para os testes foi de 0.05.

3. RESULTADOS

Germinação em laboratório. A germinação de sementes de *Qualea grandiflora* em laboratório foi de 90% em 14 dias nos lotes de 1998 e 2001. Para *Kielmeyera coriacea*, as 20 sementes (100%) germinaram em 13 e 10 dias nos lotes de 1998 e 2002, respectivamente.

Experimento 1. Em geral, a emergência foi alta em ambas as espécies. Para *Qualea grandiflora* sob condições naturais, a emergência foi maior no campo sujo ($\chi^2 = 7,74$; $\nu = 1$; $0,005 < p < 0,01$) em que 66 plântulas (69%) emergiram e 46 plântulas (48%) no cerradão, entre o 25º e o 66º dia após a semeadura (Figura 2). O padrão das curvas de emergência de *Qualea grandiflora*, entre as duas fitofisionomias não diferiram estatisticamente (teste Kolmogorov-Smirnov, diferença observada (D) = 0,196, calculada (T) = 0,261). A emergência no cerradão começou primeiro que no campo sujo e foi mais gradual, se estendendo num espaço menor de tempo, em torno de 45 dias. No campo sujo, o período de emergência foi mais tardio, e estendeu-se por um tempo maior, apesar da maioria das sementes ter emergido em pouco mais de 20 dias (Figura 2). Todas as plântulas emergiram durante a estação chuvosa.

A mortalidade de plântulas de *Qualea grandiflora* foi maior no cerradão ($\chi^2 = 14,55$; $\nu = 1$; $p < 0,001$) e ocorreu principalmente nos primeiros meses após a emergência, no período em que as plântulas estavam se estabelecendo, durante a estação chuvosa (Figura 3). Nota-se que a mortalidade a partir de maio e junho de 1999 ficou estável, e que permaneceu constante até o meio da estação chuvosa subsequente (janeiro de 2000). Algumas plantas morreram durante os outros anos de experimento, em ambas as fitofisionomias. Porém, a mortalidade ocorreu principalmente durante a estação chuvosa. Das plantas que emergiram, a mortalidade após cinco anos de experimento foi de 29 plântulas (44%) no campo sujo e 10 plântulas (72%) no cerradão.

Sob condições naturais, a emergência de *Kielmeyera coriacea* foi estatisticamente maior no campo sujo ($\chi^2 = 10,25$; $\nu = 1$; $0,001 < p < 0,005$), 40 plântulas (78%) contra 11 plântulas (22%) no cerradão. A curva de distribuição da emergência ao longo do tempo não diferiram entre si ($D = 0,157$; $T = 0,453$). A emergência em ambas as fitofisionomias ocorre em geral até o 40º dia após a semeadura, durante a estação chuvosa (Figura 4).

Ao longo do tempo o padrão da curva de mortalidade das plantas emergentes, não diferiu entre as fitofisionomias ($D = 0,500$; $T = 0,823$), porém os valores na mortalidade de plântulas de *Kielmeyera coriacea*, a exemplo do que ocorre com *Qualea grandiflora*, foi maior no cerradão ($\chi^2 = 11,67$; $\nu = 1$; $p < 0,00001$), com 6 plântulas (54%), contra 5 (12%) no campo sujo. Nas duas fitofisionomias, a mortalidade ocorre quase que exclusivamente no primeiro ano de experimento, de janeiro a setembro de 1999, durante a estação chuvosa e seca (Figura 5).

Experimento 2. A emergência de plântulas de *Kielmeyera coriacea* semeadas em outubro de 2002 ocorreu entre o 30º e o 65º dia após a semeadura, sendo significativamente maior no campo sujo, com 116 plântulas (58%) e 63 plântulas (32%) no cerradão ($\chi^2 = 2,46$; $\nu = 1$; $p < 0,0001$). Toda emergência ocorreu durante a estação chuvosa, no final de 2002 (Figura 6). O padrão da curva de emergência de plântulas ao longo do tempo de observação foi diferente entre campo sujo e cerradão ($D = 0,338$; $T = 0,213$).

A mortalidade foi bastante alta, e não diferiram entre as fitofisionomias ($\chi^2 = 1,60$; $\nu = 1$; $0,10 < p < 0,25$). Do total de plântulas que emergiram, 85 (82%) e 45 (88%) morreram no campo sujo e cerradão, respectivamente. O padrão da curva de mortalidade ao longo do tempo diferiu entre as duas áreas ($D = 0,335$; $T = 0,251$). A mortalidade de plântulas no campo sujo atingiu valores superiores ao cerradão até o mês de agosto de 2003, porém em setembro a mortalidade no cerradão já atingia 80%,

enquanto no campo sujo não passava dos 70% (Figura 7). Neste experimento, a maior parte da mortalidade ocorreu durante a estação seca de 2003.

Experimento 3. A germinação de sementes de *Qualea grandiflora* foi extremamente baixa. Apenas duas sementes germinaram no cerradão, enquanto não houve germinação no campo sujo. A alta remoção e predação das sementes expostas na superfície do solo, interferiram na germinação das mesmas (ver capítulo 1). A mortalidade neste caso, restringiu-se às duas únicas plântulas presentes no cerradão, ainda em março de 2002 (durante a estação chuvosa), quando já estavam mortas.

A emergência de plântulas de *Kielmeyera coriacea*, foi maior que de *Qualea grandiflora*. Germinaram 25 (5%) e 45 sementes (9%) no campo sujo e cerradão, respectivamente (Figura 8). Houve diferença nos valores de germinação entre as duas fitofisionomias ($\chi^2 = 6,77$; $\nu = 1$; $0,005 < p < 0,01$), assim como, no padrão da curva de distribuição de germinação ao longo do tempo ($D = 0,335$; $T = 0,251$). A mortalidade foi igual nos dois ambientes ($\chi^2 = 1,66$; $\nu = 1$; $0,10 < p < 0,25$), 21 plântulas (84%) no campo sujo e 41 plântulas (91%) no cerradão, e não houve diferença entre os padrões das curvas ($D = 0,098$; $T = 0,365$). A mortalidade ocorreu quase que totalmente durante a estação chuvosa até abril de 2003 (Figura 9).

4. DISCUSSÃO

As sementes enterradas apresentaram valores de emergência e sobrevivência de plântulas maiores, principalmente no campo sujo. A emergência das plântulas de *Qualea grandiflora* e *Kielmeyera coriacea* ocorreu em uma grande maioria ainda durante a estação chuvosa, nos primeiros dois meses após a semeadura, Resultados semelhantes foram observados para *Kielmeyera coriacea* e

Kielmeyera speciosa em uma área de cerrado (Oliveira e Silva 1993) e *Bowdichia virgilioides* no campo sujo e cerradão (Kanegae *et al.* 2000). Nesses dois trabalhos as sementes foram enterradas.

A emergência de *Qualea grandiflora* e *Kielmeyera coriacea* diferiu entre as fitofisionomias. O campo sujo apresentou maior emergência quando as sementes foram enterradas e menor quando foram dispersas na superfície do solo. Como o cerradão apresenta uma estrutura arbórea que resulta em maior cobertura e menor disponibilidade de luz, principalmente nos estratos inferiores (ver capítulo 5), poderia influenciar a emergência e sobrevivência das plântulas das duas espécies. No entanto, a maioria das espécies do Cerrado apresenta sementes indiferentes ao fator de luminosidade (Melo *et al.* 1998). Hoffmann (1996) demonstrou que a acumulação de liteira no solo depende da densidade de cobertura da área. A massa de liteira acumulada em intervalos de dois meses em 0.25 m² apresentou média de 366,7 ± 51,2g em um cerradão da Reserva ecológica do IBGE. Hoffmann (1996) observou que em áreas com alta densidade de arbóreas, a liteira tem um efeito negativo no estabelecimento de *Miconia albicans*, porém em áreas abertas o efeito é positivo. Portanto, a maior mortalidade de plântulas no cerradão observadas no experimento 1, pode ser decorrente também da acumulação da camada de liteira que é maior no cerradão.

Os primeiros meses após a emergência das plântulas foram os mais críticos para a sobrevivência de *Qualea grandiflora* e *Kielmeyera coriacea*. Com exceção do experimento 2, a maior parte da mortalidade ocorreu ainda durante a estação chuvosa. Dados que corroboram o padrão encontrado para as plântulas de *Kielmeyera coriacea* em campo sujo (Nardoto *et al.* 1998), *Bowdichia virgilioides* em campo sujo e cerradão (Kanegae *et al.* 2000), *Dalbergia miscolobium* em campo sujo e cerrado *sensu stricto* (Braz *et al.* 2000) e espécies de *Mimosa* em cerrado *sensu stricto* e campo rupestre (Simon e Hay 2003), em que a estação seca não influenciou a sobrevivência.

As espécies lenhosas que apresentam sistemas radiculares pouco profundos não teriam acesso às reservas de água do subsolo (Rawitscher 1948), e estariam submetidas aos padrões de disponibilidade de água nas camadas menos profundas. As camadas superficiais do solo em savanas neotropicais durante a estação seca e os veranicos tem uma redução na disponibilidade de água (Nardoto *et al.* 1998, Jackson *et al.* 1999 e Kanegae *et al.* 2000) e aumento da biomassa da raiz de gramíneas (Jurena e Archer 2003). O sistema radicular de *Qualea grandiflora* e *Kielmeyera coriacea* e outras oito plântulas de espécies de Cerrado com cinco meses de idade, atingem cerca de 50 cm de profundidade (Moreira e Klink 2000). As camadas superficiais do solo secam rapidamente mesmo durante veranicos (Franco 2002). Desta maneira, períodos secos de curta duração e que ocorrem nas estações chuvosas podem prejudicar a sobrevivência de espécies de Cerrado, como o observado no estabelecimento de *Roupala montana* e *Miconia albicans* (Hoffmann 1996).

O experimento 2 apresentou a maior percentagem de mortalidade durante a estação seca de 2003 (Figura 7), diferindo do padrão observado no experimento 1. No experimento 2, a mortalidade inicial, ainda durante a estação chuvosa, foi baixa nas duas fitofisionomias, sendo a estação seca um obstáculo limitante a sobrevivência dos indivíduos jovens.

O experimento 3 (sementes não enterradas), apresentou uma baixa germinação em ambas fitofisionomias. Como as sementes ficaram expostas no solo, a predação e remoção afetaram a taxa de germinação, assim como a mortalidade das plântulas. As sementes ao germinarem tinham que fixar suas radículas ao solo. E durante este período, entre a profusão e fixação, a radícula fica exposta ao consumo pelos herbívoros e a dessecação pelo sol.

5. CONCLUSÕES

- Quando as sementes são enterradas (diminuindo o risco de predação), a emergência de *Qualea grandiflora* e *Kielmeyera coriacea* é alta nas duas fitofisionomias estudadas, porém é significativamente maior no campo sujo.

- A emergência das plântulas ocorreu principalmente nos primeiro dois meses após a semeadura, ainda durante a estação chuvosa.

- Os primeiros meses são os mais críticos na sobrevivência das duas espécies estudadas, tanto no campo sujo quanto no cerradão.

- A estação seca pode representar uma barreira à sobrevivência de plântulas de *Kielmeyera coriacea*, como observado no experimento 2.

- Em geral, o campo sujo apresenta maior emergência e menor mortalidade de plântulas.

- As sementes que não são enterradas, apresentam baixa germinação, devido a grande remoção e predação das sementes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, L. M.; BARBOSA, J. M.; BENDINELLI, C.; ASPERTI, L. M.; BELASQUE, E. F. e BATISTA, E. A. 1993. Efeitos de geadas em mudas de espécies arbóreas de mata ciliar utilizadas em ensaios de campo. *Acta Botanica Brasilica* 7: 95-105.
- BEWLEY, J. D. e BLACK, M. 1994. *Seeds: physiology of development and germination*. Springer-Verlag, New York, NY, USA.

- BRAZ, V. S.; KANEGAE, M. F. e FRANCO, A. C. 2000. Estabelecimento e desenvolvimento de *Dalbergia miscolobium* Benth. em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. *Acta Botânica Brasilica* 14(1): 27-35.
- CAMARGO, A. J. A. 2001. Importância das matas de galeria para a conservação de lepidópteros do Cerrado. In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. e Sousa-Silva, J. C. (eds). Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, DF. p. 606-634.
- ESTABROOK, G.; WINSOR, J.; STEPHENSON, A. e HOWE, H. 1982. When are two phenological patterns different? *Botanical Gazette* 143: 374-378.
- FELFILI, J. M.; FRANCO, A. C.; FAGG, C. W. e SOUSA-SILVA, J. C. 2001. Desenvolvimento inicial de espécies de Mata de Galeria, In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. e Sousa-Silva, J. C. (eds). Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, DF. pp. 779-811.
- FELFILI, J. M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C.; RESENDE, A. V. e NOGUEIRA, M. V. P. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. Var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. Sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. *Revista Brasileira de Botânica* 22 (2): 297-301.
- FENNER, M. 1985. *Seed Ecology*. Chapman and Hall Ltd. New York, NY, USA.
- FERREIRA, J. N. 2000. Germinação e crescimento de plântulas de *Piptadenia onoacantha* Mart. e *Vochysia tucanorum* Mart. sob inundação em diferentes níveis de luminosidade. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- FRANCO, A. C. 2002. Ecophysiology of woody plants. In: Oliveira, P. S. e Marquis, R. J. (eds). *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, USA. pp. 178-197.

- GOODLAND, R. 1971. A physiognomic analysis of the cerrado vegetation of Central Brazil. *Journal of Ecology* 59: 411-419.
- GOTTSBERGER, G. e SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1983. Dispersal and distribution in the Cerrado vegetation of Brazil. *Sonderbänd des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg* 7: 315-352.
- HOFFMANN, W. A. 1996. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. *Journal of Ecology* 84: 383-393.
- HOFFMANN, W. A. 1998. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. *Journal of Applied Ecology* 35: 422-433.
- JACKSON, P. C.; MEINZER, F. C.; BUSTAMANTE, M.; GOLDSTEIN, G.; FRANCO, A.; RUNDEL, P. W.; CALDAS, L.; IGLER, E. e CAUSIN, F. 1999. Partitioning of soil water among tree species in a Brazilian Cerrado ecosystem. *Tree Physiology* 19: 717-724.
- JOLY, C. A. 1996. The role of oxygen diffusion to the root system on the flooding tolerance of tropical trees. *Revista Brasileira de Biologia* 56(2): 375-382.
- JURENA, P. N. e ARCHER, S. 2003. Woody plant establishment and spatial heterogeneity in grasslands. *Ecology* 84(4): 907-919.
- KANEGAE, M. F.; BRAZ, V. S. e FRANCO, A. C. 2000. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. *Revista Brasileira de Botânica* 23(4): 457-466.
- LABOURIAU, L. G.; VÁLIO, I. F. M.; LABOURIAU, M. L. S. e HANDRO, W. 1963. Nota sobre a germinação de sementes de plantas de Cerrados em condições naturais. *Revista Brasileira de Biologia* 23 (3): 227-237.

- LANDIM, M. F. e HAY, J. D. 1996. Impacto do fogo sobre alguns aspectos da biologia reprodutiva de *Kielmeyera coriacea* Mart. Revista Brasileira de Biologia 56(1): 127-134.
- MARINHO-FILHO, J. 1996. The Brazilian Cerrado bat fauna and its conservation. Chiroptera Neotropical 2 (1): 37-39.
- MELO, J. T.; SILVA, J. A.; TORRES, R. A. A.; SILVEIRA, C. E. S. e CALDAS, L. S. 1998. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do Cerrado, In: Sano, S. M e Almeida, S. P. (eds). Cerrado: ambiente e Flora. EMBRAPA-CPAC. Planaltina-DF. p. 195-243.
- MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FIGUEIRAS, T. S. e NOGUEIRA, P. E. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado, In: Sano, S. M e Almeida, S. P. (eds). Cerrado: ambiente e Flora. EMBRAPA-CPAC. Planaltina-DF. p. 289-556.
- MOREIRA, A. G. e KLINK, C. A. 2000. Biomass allocation and growth of tree seedlings from two contrasting Brazilian savannas. Ecotropicos 13(1): 43-51.
- MOSSRI, B. B. 1997. Germinação e crescimento inicial de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee & Lang. E *Cecropia pachystachya* Trec.: Duas espécies de níveis sucessionais diferentes de mata de galeria. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- NARDOTO, G. B.; SOUZA, M. P. e FRANCO, A. C. 1998. Estabelecimento e padrões sazonais de produtividade de *Kielmeyera coriacea* (Spr) Mart. nos cerrados do Planalto Central: efeitos do estresse hídrico e sombreamento. Revista Brasileira de Botânica 21(3): 313-319.
- OLIVEIRA, P. E. 1998. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado, In: Sano, S. M e Almeida, S. P. (eds). Cerrado: ambiente e Flora. EMBRAPA-CPAC. Planaltina-DF. p. 169-192.
- OLIVEIRA, P. E. e MOREIRA, A. D. 1992. Anemocoria em espécies de cerrado e mata de galeria de Brasília, DF. Revista Brasileira de Botânica 15(2): 163-174.

- OLIVEIRA, P. E. e SILVA, J. C. S. 1993. Reproductive biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) in the cerrados of Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 9: 67-79.
- PAULILO, M. T. S.; FELIPPE, G. M. e DALE, J. E. 1993. Crescimento inicial de *Qualea grandiflora*. *Revista Brasileira de Botânica* 16 (1): 37-46.
- PINHEIRO, F. e RIBEIRO, J. F. 2001. Síndromes de dispersão de sementes em Matas de Galeria do Distrito Federal, In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. e Sousa-Silva, J. C. (eds). *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria*. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, DF. p. 335-375.
- RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S. e RIBEIRO, J. F. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany* 60(1): 57-109.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F. e BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80:223-230.
- RAWITSCHER, F. 1948. The water economy of the vegetation of the 'Campos Cerrados' in southern Brazil. *Journal of Ecology* 36: 237-268.
- RESENDE, J. L. 2003. Síndromes de dispersão e fenologia reprodutiva de 50 espécies amplamente distribuídas no cerrado sentido restrito. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília-DF.
- RIBEIRO, J. F.; SILVA, J. C. S. e BATMANIAN, G. J. 1985. Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina, DF. *Revista Brasileira de Botânica* 8: 131-142.
- RIBEIRO, J. F. e WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado, In: Sano, S.M e Almeida, S.P. (eds). *Cerrado: ambiente e Flora*. EMBRAPA-CPAC. Planaltina-DF. p. 89-166.
- RIZZINI, C. T. e HERINGER, E. 1962. Studies on the underground organs of trees and shrubs from some Southern Brazilian Savanas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 34(2): 235-247.

- SASSAKI, R. M. e FELIPPE, G. M. 1997. Soil type and early growth pattern in *Dalbergia miscolobium* Benth., a cerrado tree species. *Revista brasileira de Biologia* 57 (4): 603-610.
- SILVA, J. M. C. 1995. Birds of the Cerrado region, South America. *Steenstrupia* 21: 69-92.
- SIMON, M. F. e HAY, J. D. 2003. Comparison of a common and rare species of *Mimosa* (Mimosaceae) in Central Brazil. *Austral Ecology* 28: 315-326.
- SOKAL, R. R. e ROLFH, F. J. 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. 3d ed. W. H. Freeman and Company, New York, USA.
- VÀZQUEZ-YANES, C. A. e OROZCO-SEGOVIA, A. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the Tropical Rainforest. *Annual Review of Ecology* 24: 69-87.
- VITT, L. J. 1991. An introduction to the ecology of Cerrado lizards. *Journal of Herpetology* 25 (1): 76-90.
- WETZEL, M. M. V. S. 1997. Época de dispersão e fisiologia de sementes do Cerrado. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília-DF.

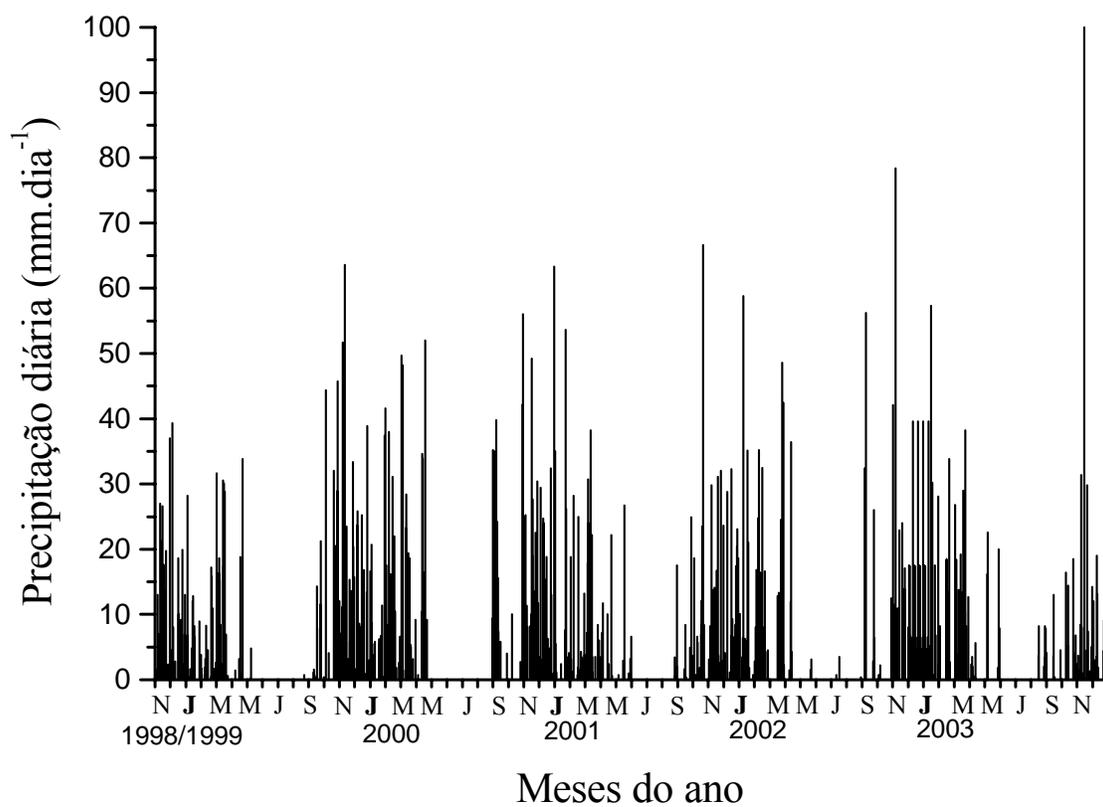


Figura 1. Precipitação diária entre o período de 1 de novembro de 1998 e 31 de dezembro de 2003.

Dados fornecidos pela estação metereológica da Reserva Ecológica do IBGE, DF.

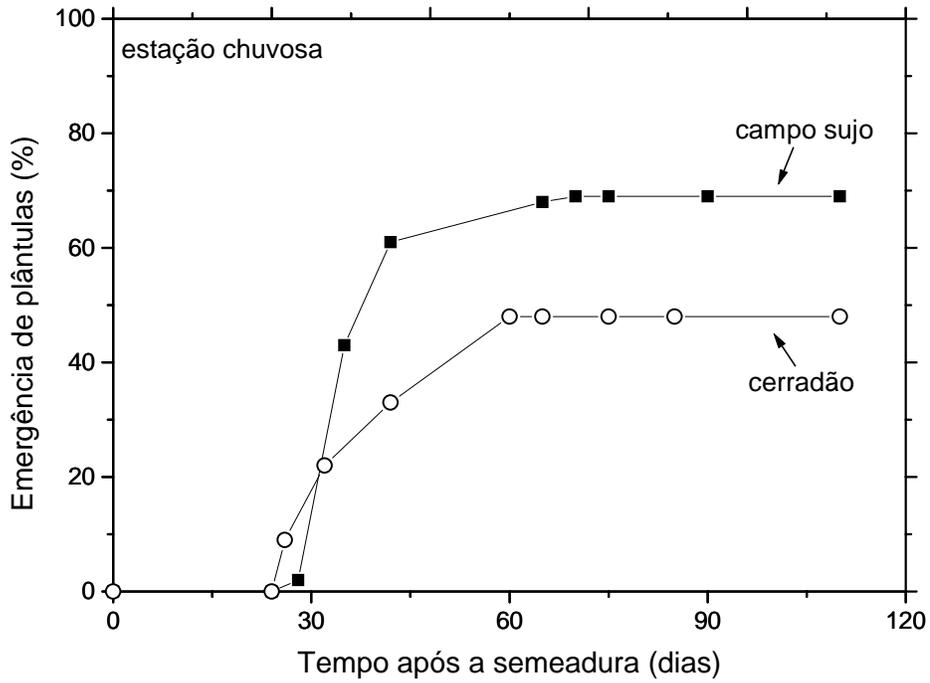


Figura 2. Percentagem cumulativa de emergência de plântulas de *Qualea grandiflora* ao longo do tempo no campo sujo e cerradão na Fazenda Água Limpa, DF. Foram semeadas 96 sementes em cada fitofisionomia. A semeadura foi realizada dia 4 e 8 de novembro de 1998 no campo sujo e cerradão, respectivamente.

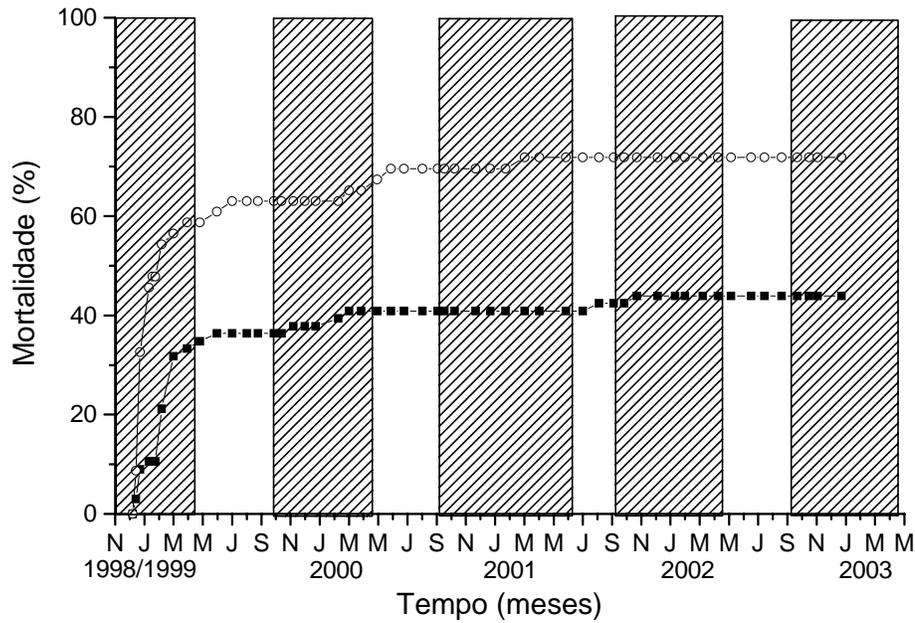


Figura 3. Percentagem cumulativa de mortalidade de plântulas/plantas jovens de *Qualea grandiflora* no campo sujo e cerradão na Fazenda Água Limpa, DF ao longo dos anos. A semeadura foi realizada dia 4 de novembro de 1998 no campo sujo (retângulo fechado) e cerradão (círculo aberto), respectivamente. A área hachurada indica a estação chuvosa.

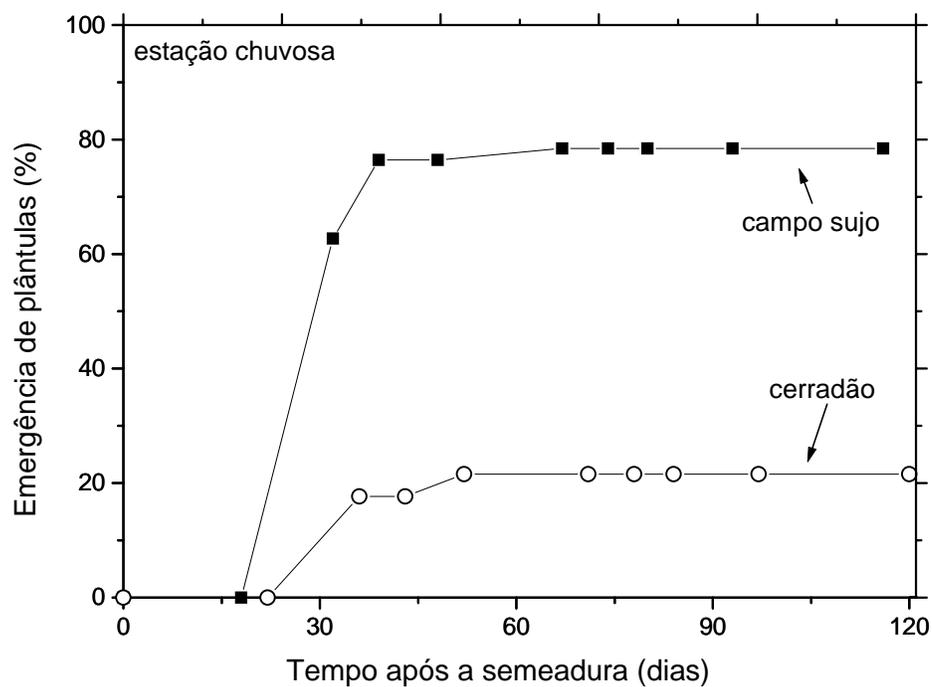


Figura 4. Percentagem cumulativa de emergência de plântulas de *Kielmeyera coriacea* no campo sujo e cerradão na Fazenda Água Limpa, DF. Foram semeadas 102 sementes em cada fitofisionomia. A semeadura foi realizada dia 4 e 8 de novembro de 1998 no campo sujo e cerradão, respectivamente.

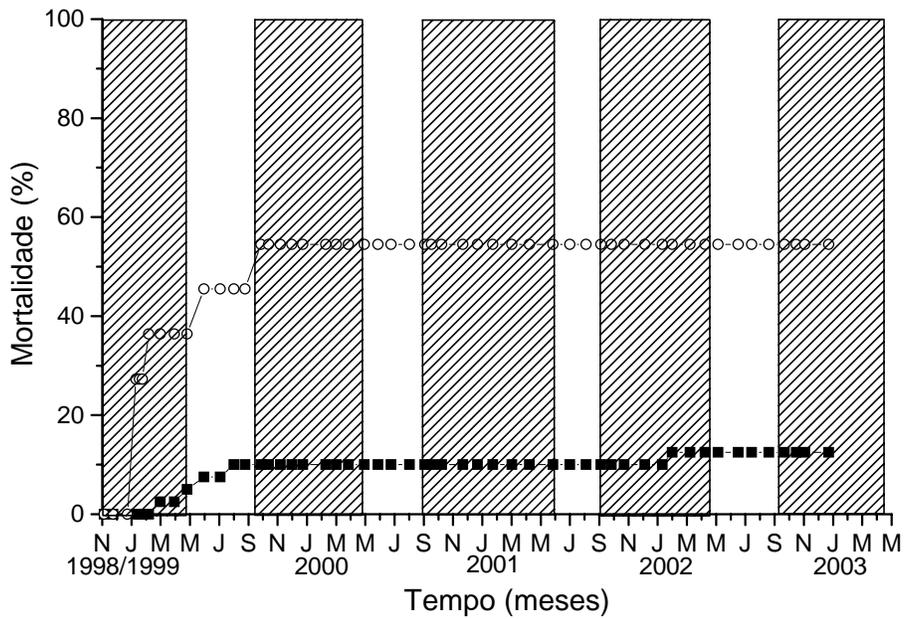


Figura 5. Percentagem cumulativa de mortalidade de plântulas/plantas jovens de *Kielmeyera coriacea* no campo sujo e cerradão na Fazenda Água Limpa, DF. A semeadura foi realizada dia 4 e 8 de novembro de 1998 no campo sujo (retângulo fechado) e cerradão (círculo aberto), respectivamente. As áreas hachuradas indicam os períodos das estações chuvosas.

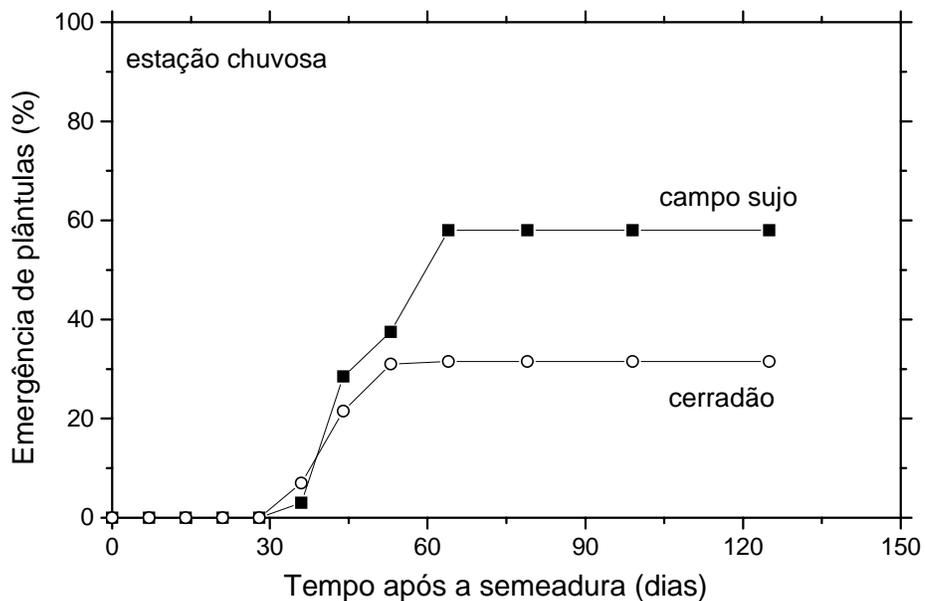


Figura 6. Percentagem cumulativa de emergência de plântulas de *Kielmeyera coriacea* pelo tempo em dias após a semeadura no campo sujo e cerradão na Fazenda Água Limpa, DF. A semeadura foi realizada dia 18 de outubro de 2002 no campo sujo e cerradão, respectivamente. Foram semeadas 200 sementes em cada fitofisionomia.

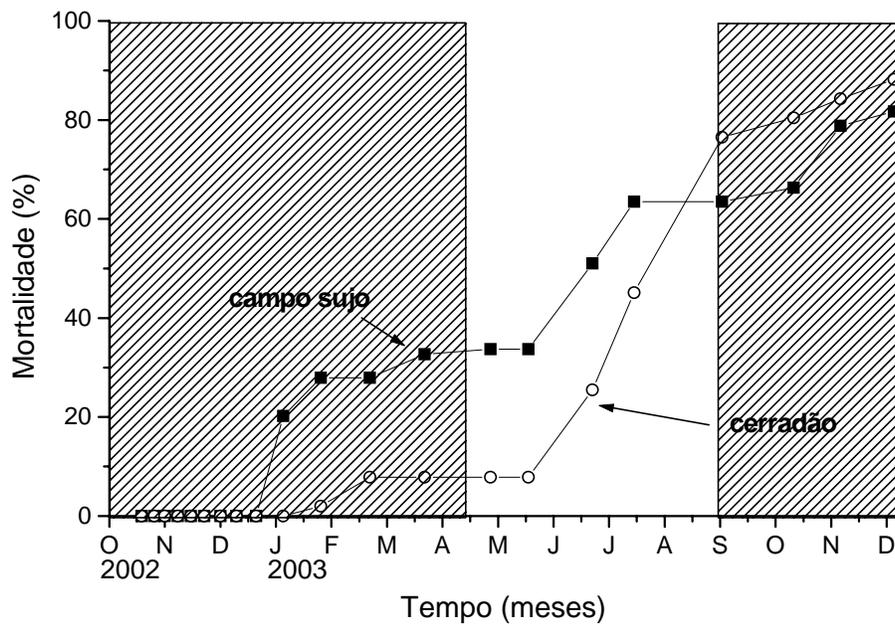


Figura 7. Percentagem cumulativa de mortalidade de plântulas/plantas jovens de *Kilmeyera coriacea* no campo sujo e cerradão na Fazenda Água Limpa, DF. A semeadura foi realizada dia 18 de outubro de 2002. As áreas hachuradas indicam os períodos das estações chuvosas.

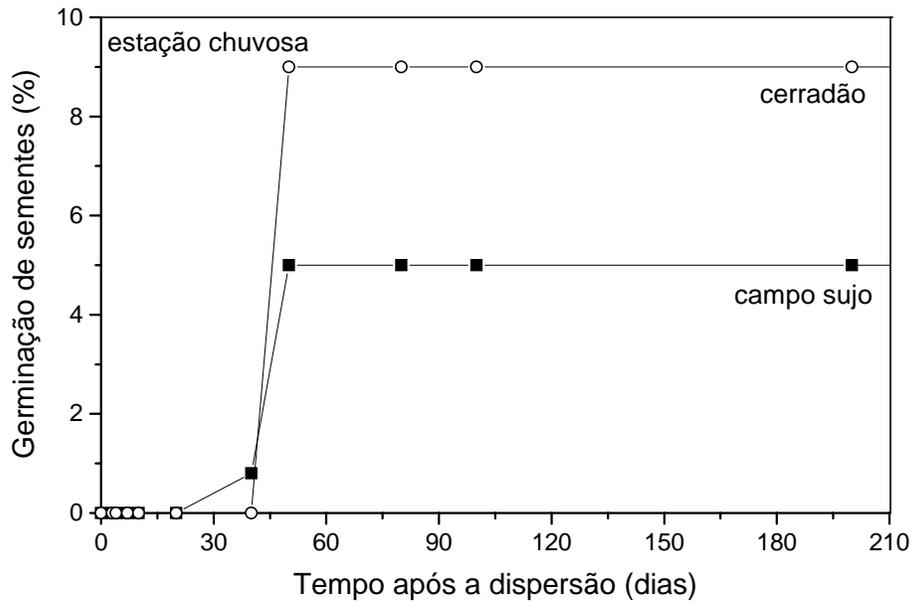


Figura 8. Percentagem cumulativa de germinação de sementes de *Kielmeyera coriacea* pelo tempo em dias após a dispersão no campo sujo e cerrado na Fazenda Água Limpa, DF. A dispersão artificial foi realizada dia 15 de outubro de 2002 nas duas fitofisionomias. Foram dispersas 500 sementes em cada fitofisionomia.

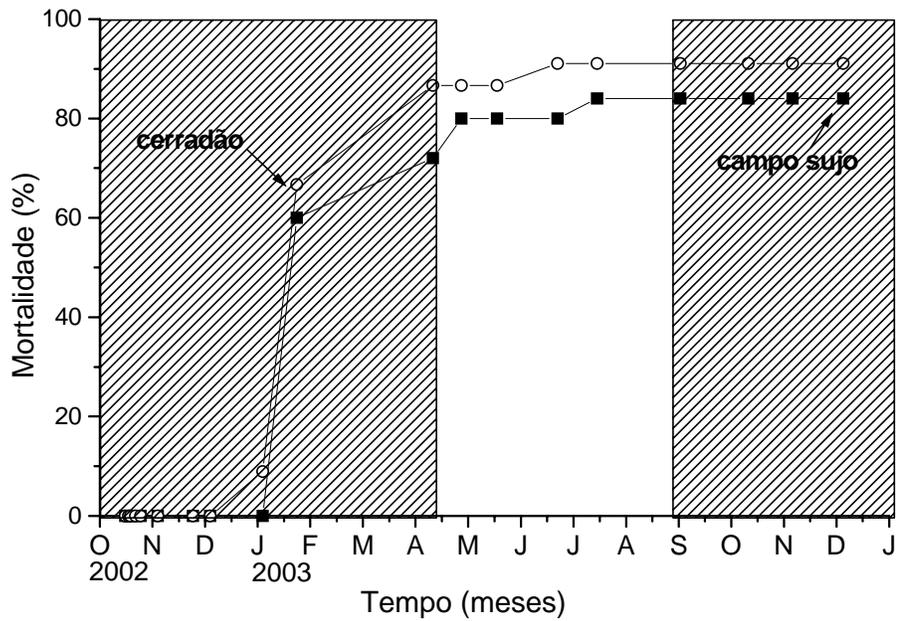


Figura 9. Percentagem cumulativa de mortalidade de plântulas/plantas jovens de *Kilmeyera coriacea* no campo sujo e cerradão na Fazenda Água Limpa, DF. A dispersão artificial foi realizada dia 15 de outubro de 2002. As áreas hachuradas indicam os períodos das estações chuvosas.

CAPÍTULO 4

Desenvolvimento inicial das lenhosas *Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart. e *Qualea grandiflora* Mart. em duas fitofisionomias típicas do Cerrado.

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado, bioma típico do Planalto Central Brasileiro, é caracterizado por apresentar várias formas savânicas que variam desde formas campestres até florestais (Coutinho 1978). Nas fisionomias abertas, como o campo sujo, o estrato arbustivo-arbóreo é descontínuo, e predomina o estrato herbáceo. No outro extremo, as formações florestais (cerradão) caracterizam-se por um dossel arbóreo relativamente contínuo, com cobertura de 50% a 90% e altura média de 8 a 15 m (Ribeiro e Walter 1998). Isto implica que plântulas de espécies lenhosas podem estar expostas a condições contrastantes de luz, dependendo do tipo de fitofisionomia de cerrado existente em uma determinada área. A disponibilidade de luz distinta entre as fitofisionomias, interfere no estabelecimento e crescimento de espécies lenhosas de cerrado (Hoffmann 1996, Nardoto *et al.* 1998 e Kanegae *et al.* 2000).

Hoffmann e Franco (2003) ao estudarem 18 espécies vegetais de savana e floresta, observaram que a luz não teve efeito global na taxa de crescimento relativo nas espécies, nem quando testada nos grupos de floresta e savana separadamente. Porém, individualmente as espécies de savana, *Brosimum gaudichaudis* e *Hymenaea stignocarpa* apresentaram maior crescimento em altos níveis de luminosidade. Segundo Braz *et al.* (2000), *Dalbergia miscolobium* (Fabaceae), uma lenhosa típica de Cerrado, apresenta maior potencial de assimilação de CO₂ no campo sujo, se comparado ao cerrado *sensu stricto*, principalmente acima de 50 cm do solo, onde o efeito do sombreamento por gramíneas é

menor. A esta altura do solo, os valores estimados de assimilação de CO₂ por *Dalbergia miscolobium* atingiriam 70% do máximo no campo sujo e entre 50 e 60% no cerrado *sensu stricto*, tendo como referência as curvas de resposta fotossintética a luz, e valor máximo de assimilação de CO₂ (A^{max}) igual a 5,25 μmol.m⁻².s⁻¹, encontrado para esta espécie por Sasaki *et al.* (1997).

O clima nessa região é tropical, apresentando duas estações bem definidas, um verão chuvoso e um inverno seco, de quatro a seis meses de duração (Ribeiro e Walter 1998). Oliveira e Silva (1993) e Nardoto *et al.* (1998) observaram que indivíduos jovens de *Kielmeyera coriacea* apresentam um padrão de produtividade que acompanha a sazonalidade do clima, perdendo suas folhas no início da estação seca quando as chuvas diminuem drasticamente, permanecendo com a parte aérea reduzida e rebrotando no início da estação chuvosa. Indivíduos jovens da leguminosa *Bowdichia virgilioides*, uma arbórea típica de Cerrado, também apresentam uma redução no número de folíolos e interrupção no crescimento da parte aérea nesta época do ano (Kanegae *et al.* 2000).

Esta sazonalidade climática pode limitar o estabelecimento e desenvolvimento de lenhosas, já que as plântulas germinadas na estação chuvosa devem ser capazes de atravessar o período seco subsequente, quando a disponibilidade de água nas camadas superficiais do solo é reduzida (Sarmiento *et al.* 1985, Jackson *et al.* 1999 e Franco 2002).

De acordo com Rizzini (1965), o crescimento inicial de 40 espécies lenhosas de cerrado, apresentou um lento incremento da parte aérea e um reduzido alongamento da raiz primária. Nenhuma das espécies investigadas conseguiu enviar suas raízes abaixo de 1 m de profundidade até o segundo ano de vida, indicando que as raízes inicialmente permanecem nas camadas do solo que sofrem maior variação sazonal na disponibilidade de água. Esses resultados foram corroborados por Moreira e Klink (2000), que observaram que 10 espécies de plantas de cerrado *sensu stricto* e cerradão cultivadas em casa de vegetação, apresentaram sistema radicular inferior a 50 cm de profundidade aos cinco meses de idade.

Nos estágios iniciais de desenvolvimento, as relações de crescimento podem rapidamente se modificar, à medida que a planta cresce, e as superfícies das folhas ficam mais expostas à luz, especialmente no campo sujo, onde o estrato herbáceo geralmente atinge menos de 50 cm de altura. Portanto, este estudo teve por objetivo comparar os padrões de desenvolvimento e fenologia de plantas de *Kielmeyera coriacea* e *Qualea grandiflora* em duas fitofisionomias típicas do bioma Cerrado, campo sujo e cerradão. As plantas foram acompanhadas ao longo dos cinco primeiros anos de vida, a partir da emergência em condições naturais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO E ESPÉCIES UTILIZADAS

O trabalho foi desenvolvido na Reserva Ecológica da Fazenda Água Limpa (15°57' S e 47°55' O) da Universidade de Brasília, Distrito Federal, localizada a cerca de 20 km ao sul da cidade de Brasília, altitude aproximada de 1060 m. Os dados foram coletados entre novembro de 1998 e janeiro de 2004, em uma área de campo sujo e outra de cerradão. Segundo os dados da estação meteorológica da Reserva Ecológica do IBGE (15°57' S e 47°57' O), a precipitação média anual fica por volta de 1500 mm, com uma estação seca entre maio e setembro. Os solos da área de estudo são distróficos e praticamente não diferem entre as fitofisionomias (Haridasan 1987). Considerando-se todas as lenhosas que apresentaram um diâmetro de caule de pelo menos 5 cm, a 30 cm do solo, a área de campo sujo apresentou uma densidade de 533 indivíduos por hectare, enquanto o cerradão apresentou uma densidade de 2800 indivíduos por hectare (Kanegae *et al.* 2000).

A espécie *Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart. (Guttiferae) é uma espécie arbórea-arbustiva comum nos cerrados do Distrito Federal (Ratter 1991). Espécie decídua, anemocórica, frutificando de novembro a setembro do ano seguinte, a maturação dos frutos coincide com a estação seca (Landim e

Hay 1996). Esta árvore é conhecida popularmente como pau-santo, e apresenta ampla distribuição pelo bioma Cerrado (Goodland e Ferri 1979, Ratter *et al.* 2003).

A espécie *Qualea grandiflora* Mart. (Vochysiaceae) é uma árvore amplamente dispersa pelos cerrados do Brasil Central e está entre as principais espécies quanto à predominância no bioma, sendo conhecida popularmente como pau-terra (Ratter *et al.* 2003, Goodland e Ferri 1979). Planta decídua, anemocórica, típica do cerrado *sensu stricto*, campos cerrados e cerradão, quando adulta atinge altura de 7-12 m (Goodland e Ferri 1979). A maturação dos frutos ocorre durante os meses de agosto e setembro, com a planta quase totalmente despida de sua folhagem (Lorenzi 1992).

2.2. METODOLOGIA DE CAMPO

Crescimento e Fenologia. O experimento teve início em novembro de 1998, quando 96 sementes de *Qualea grandiflora* e 51 sementes de *Kielmeyera coriacea* foram plantadas em cada fitofisionomia estudada, campo sujo e cerradão. As observações e análises foram feitas com os indivíduos que após a emergência, sobreviveram durante o período do estudo, cerca de 37 e 9 indivíduos no campo sujo e cerradão, respectivamente para *Qualea grandiflora* e 35 no campo sujo e 5 no cerradão para *Kielmeyera coriacea*.

Para examinar os efeitos do tipo de fitofisionomia no desenvolvimento dos indivíduos jovens das duas espécies, foram observados o tempo de duração dos cotilédones, o comprimento da parte aérea, o diâmetro basal do caule, número de folhas presentes e a porcentagem de área foliar que foi removida de cada folha presente na planta, considerando como sendo por herbívoros ou patógenos, ou seja, para as folhas presentes em cada planta, foi estimada uma porcentagem de remoção da área foliar. As medidas de crescimento foram realizadas semanalmente nos dois primeiros meses após a semeadura, e posteriormente tornaram-se mensais.

Área foliar. Para estimar a superfície fotossintetizante disponível nas duas espécies em cada um dos ambientes, foram realizadas medidas de duas folhas representativas de cada indivíduo. Foram desenhados moldes em papel a partir das folhas dos indivíduos estudados. A área dos moldes desenhados foi calculada através do medidor portátil de área foliar (Portable Leaf Area Meter CI-202, CID, Inc. Vancouver, WA 98682, USA 1996). As medições de área foliar foram feitas em quatro datas ao longo do período do estudo, nos dias 26 de março de 2000, 8 de março de 2001, 20 de janeiro de 2002 e 15 de novembro de 2003. Em todos os casos, foram consideradas apenas folhas adultas, portanto, com a lâmina foliar totalmente expandida.

Distribuição de biomassa em *Kielmeyera coriacea*. A distribuição da biomassa (razão entre raiz e parte aérea) foi medida nos indivíduos jovens de *Kielmeyera coriacea*. No dia 18 de outubro de 2002 foram plantadas 200 sementes de *Kielmeyera coriacea* em cada fitofisionomia, campo sujo e cerradão (ver Capítulo 3). Do total de plântulas que emergiram e sobreviveram, 24 foram removidas, sendo 12 plântulas com 6 meses de idade no dia 18 de maio de 2003 e posteriormente, 12 plântulas com 11 meses de idade no dia 2 de novembro de 2003. Em cada uma das datas, foram removidas 6 plântulas em cada fitofisionomia, e foram observados número de folhas, presença e número de cotilédones, comprimento e massa do caule e da raiz, e razão raiz/parte aérea.

A biomassa em gramas, foi calculada a partir do material coletado no campo e seco em estufa durante cinco dias a 70° C. A massa foi medida com uma balança digital (Analytical Standard Ohaus modelo AS 120), com capacidade máxima 122 g e precisão de 0.0001 g.

Não foi realizado o mesmo tipo de estudo de distribuição de biomassa com *Qualea grandiflora*, devido à falta de sementes durante o período de implantação do projeto, em outubro de 2002.

2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para o teste de normalidade foi utilizado Kolmogorov-Smirnov (Zar 1999). Diferenças significativas entre as fitofisionomias para cada parâmetro de crescimento observado, foram analisadas pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney (Zar 1999). As diferenças entre fitofisionomias para os dados de área foliar foram verificadas através de Análise de Variância e dados de biomassa foram analisadas através do teste t. O nível de significância utilizado para os testes foi de 0.05. As análises foram realizadas no programa estatístico SYSTAT, versão 7.0 para Windows (SPSS 1997) e os gráficos no programa Origin versão 5.0 (Microcal Software, Inc. 1991-1997).

3. RESULTADOS

A precipitação média anual de 1999 a 2003 foi de 1270 mm, de acordo com os dados da Reserva Ecológica do IBGE, DF. Nos quatro primeiros anos avaliados, a estação seca ficou definida principalmente entre os meses de maio e agosto, quando em geral, a precipitação mensal encontra-se num intervalo entre 0 e 50 mm (Figura 1). O valor médio da temperatura, dentro do mesmo período (1999 a 2003), foi de 31,0 °C e 10,9 °C para temperatura máxima e mínima, respectivamente. Os meses mais secos apresentaram maiores amplitudes térmicas e menores temperaturas (Figura 1).

Os cotilédones das plântulas de *Kielmeyera coriacea* permaneceram por período relativamente longo. Todos os indivíduos do cerradão até junho possuíam cotilédones (160 dias após a emergência), no mesmo período cerca de 85% dos indivíduos no campo sujo também apresentavam pelo menos um dos cotilédones. Após 190 dias de observação, nenhum dos indivíduos de *Kielmeyera coriacea* de ambas fitofisionomias apresentavam cotilédones (Figura 2). Desta maneira, a maior parte da perda dos

cotilédones ocorreu principalmente entre o 160° e 190° dia, sendo que no campo sujo, a queda deste órgão, já foi observada a partir do 120° dia (Figura 2).

Os indivíduos de *Qualea grandiflora* apresentaram uma redução mais gradual no número de plântulas com pelo menos um cotilédone presente (Figura 2). As plântulas começaram a perder os cotilédones cerca de 40 dias após a emergência. Passados 125 dias, cerca de 80% dos indivíduos observados em cada fitofisionomia, ainda apresentavam ao menos um cotilédone. No cerradão, após 150 dias de observação, cerca de 40% das plântulas possuíam cotilédone. No campo sujo, a partir do 160° dia, cerca de 50% de plântulas apresentavam cotilédones. Após 190 dias, menos de 20% das plântulas em ambas fitofisionomias, ainda apresentavam ao menos um cotilédone.

As primeiras folhas de *Kielmeyera coriacea* e *Qualea grandiflora* surgiram entre a oitava e décima semana após a emergência, tanto no campo sujo quanto no cerradão (Figura 3). A produção de folhas em ambas as espécies, ocorreu somente durante à estação chuvosa (Figura 3).

A abscisão foliar ocorre gradualmente no início da seca, mas acentua-se em julho, em *Qualea grandiflora*. Em *Kielmeyera coriacea* a abscisão foliar tende a se iniciar ainda durante a época chuvosa (figura 3). As plantas das duas espécies, permanecem sem folhas por um período relativamente curto (Figura 3). Nos indivíduos de *Qualea grandiflora*, a perda total de folhas ocorre entre o final da estação seca e início das chuvas, em geral um período de um mês. Já os indivíduos de *Kielmeyera coriacea* permanecem totalmente sem folhas durante um período maior de tempo se comparada com *Qualea grandiflora*. Durante a estação seca de 1999, os indivíduos de *Kielmeyera coriacea* passaram os meses de julho a setembro sem folhas, caracterizando o maior período observado ao longo desse experimento. Nos anos posteriores, o período sem folha variou entre um e dois meses (Figura 3).

A produção de folhas é retomada com o início das chuvas, se estendendo até meados do período chuvoso, meses de janeiro e fevereiro. Não foi encontrada diferença significativa na média de folhas por indivíduo entre as fitofisionomias, tanto para *Kielmeyera coriacea* ($U_{0,05(2)}_{35,5} = 109,5; p = 0,427$),

como para *Qualea grandiflora* ($U_{0,05(2)} = 37,9$; $p = 0,144$). Ambas as espécies apresentaram um incremento no número de folhas por indivíduos, entre a primeira e segunda estação chuvosa, após a emergência das plântulas, o que se manteve relativamente constante nos anos subseqüentes (Tabela 1).

A área foliar dos indivíduos de *Kielmeyera coriacea* não apresentou diferença significativa entre as duas fitofisionomias, em nenhuma das medidas realizadas durante o período de estudo (Tabela 2). Porém no campo sujo, houve um aumento significativo na média da área foliar ao longo dos 5 anos de estudo. A média de $7,21 \text{ cm}^2$ em março de 2000, passou para $10,54 \text{ cm}^2$ em novembro de 2003 (Tabela 2), indicando que no desenvolvimento inicial, à medida que os indivíduos envelhecem no campo sujo, passam a produzir folhas com maior área. Não foi encontrada diferença entre os valores médios de área foliar no cerradão ao longo dos anos ($F_{0,05(2)} = 1,601$; $gl = 72$; $p = 0,206$) (Tabela 2).

Os indivíduos de *Qualea grandiflora* apresentaram diferença na média da área foliar entre as fitofisionomias, sendo a área foliar dos indivíduos do campo sujo sempre maior quando comparada ao cerradão (Tabela 3). Assim como ocorreu em *Kielmeyera coriacea* no campo sujo, os indivíduos de *Qualea grandiflora*, em ambas fitofisionomias, apresentaram um acréscimo na área foliar entre os anos observados (Tabela 3).

A Figura 4 mostra os valores estimados em percentagem da área foliar removida por herbívoros ou patógenos em *Qualea grandiflora* e *Kielmeyera coriacea* nas duas fitofisionomias ao longo do estudo. De maneira geral, os valores encontrados não ultrapassam 20%, com exceção do primeiro ano do experimento, quando a estimativa de área foliar removida em *Qualea grandiflora* ficou acima dos 40% no cerradão. Durante o período de estudo, não foi observado a presença ou associação de insetos ou outros animais aos indivíduos observados.

O comprimento do caule das plantas de *Kielmeyera coriacea* aumentou apenas durante as estações chuvosas (Figura 5). Observamos alguns decréscimos no comprimento do caule ao longo do estudo, em geral, associados aos períodos de estiagem. Durante a abscisão foliar, parte do caule resseca

e cai junto ao pecíolo, caracterizando um decréscimo no comprimento do caule. Após 60 meses de observação, não foi encontrada diferença significativa entre as fitofisionomias ($U_{0.05(2)} 35,5 = 104$; $p = 0,972$), quando a média do comprimento do caule foi de $5,08 \pm 0,70$ cm (média \pm erro padrão) no campo sujo e $4,18 \pm 1,08$ cm no cerradão (Tabela 4). No campo sujo, observamos um investimento acentuado no comprimento do caule durante o início das estações chuvosas de 2002, 2003 e 2004.

O diâmetro basal das plantas de *Kielmeyera coriacea* em janeiro de 2004, atingiu média de $0,26 \pm 0,02$ cm no campo sujo e $0,25 \pm 0,04$ cm no cerradão (Tabela 4), e apesar da grande variação nos valores, observamos um pequeno acréscimo ao longo dos cinco anos de estudo (Figura 5). Em geral, no campo sujo, o aumento do diâmetro do caule ocorreu apenas durante os períodos de chuva, distintamente do cerradão, em que há crescimento e decréscimo independente da estação. A Tabela 4 mostra que, os valores médios dos diâmetros no campo sujo diferem entre os anos, isto fica bem evidente quando comparamos os valores de fevereiro de 1999 e janeiro de 2004 em que a média passou de $0,19 \pm 0,01$ cm para $0,26 \pm 0,02$ cm, o mesmo não foi observado no cerradão, em que a média em fevereiro de 2000 era de $0,22 \pm 0,01$ e quatro anos depois igual a $0,25 \pm 0,04$.

As plantas de *Qualea grandiflora* apresentaram diferença bem evidente entre as fitofisionomias, tanto no comprimento ($U_{0.05(2)} 37,9 = 306,5$; $p < 0,001$), quanto no diâmetro do caule ($U_{0.05(2)} 37,9 = 295$; $p = 0,001$), com valores significativamente maiores no campo sujo (Tabela 5). Após os 60 meses de estudo, a média do comprimento do caule foi de $18,66 \pm 1,45$ cm no campo sujo e $8,46 \pm 0,97$ cm no cerradão. O crescimento do caule ocorreu durante a estação chuvosa, em ambas as fitofisionomias (Figura 6), o crescimento apesar de lento, foi quase que contínuo, principalmente no campo sujo, em que os valores médios diferem entre os anos (Tabela 5). Em geral, durante o período de seca, o comprimento permanecia o mesmo do período das chuvas ou apresentava um pequeno decréscimo em seu valor médio, como observado no final da estação seca de 2002 (Figura 6).

O diâmetro basal do caule das plantas de *Qualea grandiflora* apesar de distinto entre as fitofisionomias, apresenta um padrão semelhante de desenvolvimento. Observou-se aumento e diminuição dos valores do diâmetro independente da estação climática (Figura 6). Como observado no comprimento do caule, o diâmetro também apresenta um incremento significativo ao longo dos anos (Tabela 5).

O sistema radicular de *Kielmeyera coriacea* nas plantas removidas do solo, apresentou raiz primária mais longa e pequenas ramificação secundárias (Figura 7). Foi observado logo após o término do caule, já na porção do solo próximo à superfície, um xilopódio, em geral com diâmetro mais dilatado que o resto da raiz. O comprimento da raiz principal das plantas, após seis meses de crescimento, atingiu $11,83 \pm 1,22$ cm no campo sujo e $8,58 \pm 1,24$ cm no cerradão, enquanto o comprimento do caule foi igual a $2,05 \pm 0,17$ cm e $2,08 \pm 0,25$ cm no campo sujo e cerradão, respectivamente. Tanto as raízes quanto o caule não apresentaram diferenças nos valores de comprimento entre as fitofisionomias (Tabela 6). O comprimento da raiz principal das plantas, com onze meses de idade, atingiu $12,85 \pm 0,77$ cm no campo sujo e $10,57 \pm 1,25$ no cerradão e também não variaram entre as duas fitofisionomias (Tabela 6).

A biomassa do sistema radicular das plantas coletadas no campo sujo foi maior em plantas com seis meses de idade com $2,58 \pm 0,02$ g quando comparamos com $1,99 \pm 0,05$ g das plantas com onze meses ($t_{0,05(2)} = 7,750$; $gl = 11$; $p < 0,001$). No cerradão, observamos o mesmo resultado, a biomassa radicular foi maior em plantas com seis meses de idade ($t_{0,05(2)} = 11,526$; $gl = 11$; $p < 0,001$); as plantas com seis meses atingiram $2,13 \pm 0,16$ g comparado com $1,89 \pm 0,03$ g das plantas com onze meses de idade. Não foi observada diferença significativa dos valores de biomassa radicular entre as fitofisionomias (Tabela 6).

A parte aérea das plantas de *Kielmeyera coriacea* consistia de caule, folhas e cotilédones, exceto o último para plantas com onze meses de idade (Tabela 6). No campo sujo, a massa seca medida

a partir destes componentes, foi de $2,25 \pm 0,19$ g (plantas com seis meses) e $1,81 \pm 0,23$ g (plantas com onze meses). No cerradão, foi de $2,13 \pm 0,16$ g (seis meses) e $1,85 \pm 0,13$ g (onze meses).

A parte aérea e a razão raiz/parte aérea não diferiram significativamente entre as fitofisionomias (Tabela 6). Porém, no cerradão as plantas com seis meses de idade apresentaram razão significativamente maior quando comparada ao valor das plantas de onze meses ($t_{0.05(2)} = 2,432$; $gl = 11$; $p = 0,035$).

4. DISCUSSÃO

O estabelecimento de plântulas, como foi verificado no Capítulo 2, ocorre distintamente entre campo sujo e cerradão em ambas as espécies aqui estudadas, favorecendo plantas de áreas mais abertas como o campo sujo. O desenvolvimento das duas lenhosas, *Kielmeyera coriacea* e *Qualea grandiflora* ocorre nas duas fitofisionomias, inclusive mantendo sua fenologia ao longo dos anos.

Os padrões de duração dos cotilédones foram bastante similares nas duas fitofisionomias, acima de 160 dias em ambas as espécies (Figura 2). Um estudo de Felipe e Dale (1990), mostra que os cotilédones de *Qualea grandiflora* semeados *in vitro* surgem por volta do 20º dia e logo formam uma superfície fotossinteticamente ativa, e permanecem com uma aparência saudável por cerca de 100 dias, ou até mesmo 190 dias, como observado em outro estudo por Paulilo *et al.* (1993). Os cotilédones da leguminosa *Dalbergia miscolobium* exercem importante função fotossintética, inclusive quando retirados, a planta apresenta uma redução na taxa de seu crescimento (Sasaki e Felipe 1992). Cotilédones de indivíduos de *Kielmeyera coriacea* transplantados para um campo sujo em novembro e dezembro de 1994, permaneceram com cotilédones até maio de 1995, sugerindo importante função deste órgão durante o desenvolvimento inicial (Nardoto *et al.* 1998). Espécies arbóreas de Cerrado apresentam cotilédones por período de tempo variável, desde um ou mais meses, porém exercendo um

papel importante no estabelecimento e desenvolvimento (Handro 1969, Godoy e Felipe 1992, Sasaki e Felipe 1992, Kanegae *et al.* 2000). Portanto, o longo período de permanência do cotilédone, é consistente com a importância fotossintética deste órgão durante o desenvolvimento inicial de *Kielmeyera coriacea* e *Qualea grandiflora*.

A sazonalidade climática influenciou na produção de folhas de indivíduos jovens de *Kielmeyera coriacea* e *Qualea grandiflora*, caracterizando um padrão de produção de folhas novas sempre associado à estação úmida, e abscisão foliar à estação seca. Como ocorre em indivíduos adultos (Morais *et al.* 1995), em ambas as espécies, os indivíduos jovens de acordo com os resultados, também se enquadram como decídua com queda total das folhas velhas antes do desenvolvimento de folhas novas. A indisponibilidade de água nas camadas mais superficiais do solo do Cerrado durante o período de estiagem (Jackson *et al.* 1999), interfere em diversos processos ecológicos e fisiológicos de espécies arbóreas, como na riqueza (Sarmiento 1996), nos padrões de transpiração, condutância estomática e fotossíntese (Goldstein *et al.* 1986, Sasaki *et al.* 1997). Um estudo realizado por Paulilo *et al.* (1998) mostra que plântulas de *Qualea grandiflora* quando estão sob tratamento de baixo déficit hídrico apresentam diminuição em sua biomassa, decréscimo na transpiração e condutância, restringindo a perda de água pela folha, conseqüentemente a entrada de CO₂ e a taxa fotossintética.

Oliveira e Silva (1993) encontraram que indivíduos jovens de duas espécies de *Kielmeyera* perdem as folhas e também grande parte do caule durante a estação seca, e que rebrotam anualmente do solo. Nardoto *et al.* (1998) observaram o mesmo comportamento em plantas jovens de *Kielmeyera coriacea*. Durante a estação seca, as lenhosas *Bowdichia virgilioides* (Kanegae *et al.* 2000) e *Dalbergia miscolobium* (Braz *et al.* 2000), ambas típicas do Cerrado, apresentam uma redução no número de folhas presentes, assim como, o não crescimento do caule.

Com relação à área foliar, os indivíduos de *Kielmeyera coriacea* no campo sujo apresentaram um acréscimo com o passar do tempo. Neste caso, a maior disponibilidade de luz no campo sujo (ver

Capítulo 1), permitiu que, a lâmina foliar produzida em cada renovação de folhas fosse maior, o que não foi observado em indivíduos do cerradão. Provavelmente o sombreamento tenha limitado a expansão foliar. As espécies arbóreas apresentam diversas variações em resposta à disponibilidade luminosa (Thompson *et al.* 1992). As respostas podem envolver alterações nas características das folhas e distribuição de biomassa da planta em geral (Popma e Bongers 1991, Felfili *et al.* 1999, Nakazono *et al.* 2001). A área foliar das plantas de *Qualea grandiflora* apresentou valores significativamente maiores no campo sujo. No entanto, a área foliar aumentou com o passar dos anos nas duas fitofisionomias. Paulilo *et al.* (1993) observou que o primeiro par de folhas de indivíduos de *Qualea grandiflora* apresentaram $4 \pm 1 \text{ cm}^2$, e o segundo par $5 \pm 1 \text{ cm}^2$ caracterizando um pequeno aumento.

As medidas de crescimento do caule, como o comprimento e o diâmetro, diferiram entre fitofisionomias apenas na espécie *Qualea grandiflora*. Os indivíduos desta espécie apresentaram valores significativamente maiores no campo sujo, diferença que foi acentuando com o passar do período de estudo, porém caracteriza um crescimento lento, como observado em outras lenhosas de Cerrado (Godoy e Felipe 1992, Nardoto *et al.* 1998, Braz *et al.* 2000, Kanegae *et al.* 2000, Moreira e Klink 2000, Hoffmann 2000, Hoffmann e Franco 2003). O crescimento do caule em indivíduos de *Kielmeyera coriacea* é ainda mais lento, após 60 meses atingiu $5,08 \pm 0,70 \text{ cm}$ no campo sujo e $4,18 \pm 1,08 \text{ cm}$ no cerradão, corroborando Oliveira e Silva (1993) e Nardoto *et al.* (1998) que observaram valores similares de crescimento.

Os danos decorrentes de herbivoria ou ataque por patógenos na lâmina foliar, e que ocasionaram redução da área das folhas presentes nas plantas das duas espécies, apresentaram um intervalo variando entre 0-20%, com exceção das plântulas de *Qualea grandiflora* durante os primeiros meses de desenvolvimento, em que a estimativa de remoção ultrapassou os 40% (Figura 4). Porém, os valores mais constantes concentraram-se por volta dos 10%. No Cerrado, os danos causados por

patógenos são maiores que por insetos, cerca de 17,3% versus 6,8%, respectivamente (Marquis *et al.* 2001). A secreção dos nectários extraflorais presentes em *Qualea grandiflora* aumenta a visitação de formigas, que por sua vez passam a atuar como agentes anti-herbívoros, enquanto forrageiam e conseqüentemente diminuem o impacto da herbivoria (Oliveira *et al.* 1987, Costa *et al.* 1992). Porém, não foi observada a presença de formigas nos indivíduos de *Qualea grandiflora* e nem glândulas nectárias formadas. Desta maneira, este tipo de estratégia, como nectários extraflorais, deve ser característica de plantas adultas com maior disponibilidade de recursos.

Em *Kielmeyera coriacea*, os valores estimados de danos por herbívoros e patógenos ficam na faixa de 10% (Figura 4). Assim, como observado nos indivíduos jovens durante este estudo, os indivíduos adultos de *Kielmeyera coriacea* também apresentam látex (Oliveira e Silva 1993), o que pode servir de barreira a determinados herbívoros (Coley e Barone 1996), é possível que a produção de látex tenha um baixo custo energético, pois desde os primeiros meses após a germinação os indivíduos já apresentam esta defesa. Espécies que apresentam látex, possuem herbívoros específicos com comportamentos adequados para sabotar esta defesa (Lewinsohn e Vasconcellos-Neto 2000). Porém, não foram observados herbívoros associados aos indivíduos de *Kielmeyera coriacea* durante o período de estudo.

Com relação à razão raiz/parte aérea, observamos que as plantas com seis e onze meses de idade do campo sujo apresentaram valores iguais, enquanto no cerrado esta razão é maior em plantas mais novas (seis meses). Plantas com onze meses de idade apresentaram a razão raiz/parte aérea igual a 0,92 no campo sujo e 0,98 no cerrado. De acordo com Moreira e Klink (2000), a razão raiz/parte aérea de *Kielmeyera coriacea* aumenta consideravelmente durante o desenvolvimento inicial, atingindo cerca de 8,5 vezes de raiz por parte aérea em sete meses, a raiz de indivíduos com sete meses de idade chegaram em cerca de 30 cm de comprimento. A taxa de crescimento relativo para espécies de áreas abertas do Cerrado como *Dalbergia miscolobium*, *Eriotheca pubescens* e *Striphnodrendron*

adstringens é baixa em relação a outras espécies de fitofisionomias mais fechadas, *Kielmeyera coriacea* apresentou taxa de crescimento relativo da raiz de $0,083 \text{ mg. mg}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ com plantas com 30 dias de idade, e redução para $0,043 \text{ mg. mg}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ com plantas de 150 dias de idade (Klink e Moreira 2000).

5. CONCLUSÕES

- A fitofisionomia do campo sujo foi a mais favorável para o desenvolvimento de *Qualea grandiflora*. Os indivíduos apresentaram nesta fitofisionomia maiores valores de área foliar, comprimento e diâmetro do caule. As diferenças nestes parâmetros não foram significativas para *Kielmeyera coriacea*.

- A duração dos cotilédones chegou em seis meses, conferindo a este órgão um importante papel ao desenvolvimento destas duas espécies, e não diferiu entre as fitofisionomias.

- A produção de folhas apresentou um padrão decidual, com perda total das folhas durante a estação seca e produção de folhas novas no início das chuvas. O valor médio de folhas presentes por plantas de cada espécie não diferiu entre as fitofisionomias.

- A área foliar de *Kielmeyera coriacea* não diferiu entre as fitofisionomias. Porém apresentou um aumento ao longo dos anos observados.

- As folhas de campo sujo de *Qualea grandiflora* apresentaram maior área foliar em comparação as folhas do cerrado.

- A razão raiz/parte aérea, das plantas de *Kielmeyera coriacea* não diferiram entre as plantas de seis e onze meses e entre fitofisionomias.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAZ, V.S.; KANEGAE, M.F. e FRANCO, A.C. 2000. Estabelecimento e desenvolvimento de *Dalbergia miscolobium* Benth. em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. *Acta Botânica Brasílica* 14(1): 27-35.
- COLEY, P.D. e BARONE, J.A. 1996. Herbivory and plant defenses in Tropical Forests. *Annual Reviews Ecological Systematics* 27: 305-335.
- COSTA, F.M.C.B., OLIVEIRA-FILHO, A.T. e OLIVEIRA, P.S. 1992. The role of extrafloral nectaries in *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) in limiting herbivory: an experiment of ant protection in cerrado vegetation. *Ecological Entomology* 17: 363-365.
- COUTINHO, M.L. 1978. O conceito de Cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 1: 17-23.
- FELFILI, J.M.; HILGBERT, L.F.; FRANCO, A.C.; SOUSA-SILVA, J.C.; RESENDE, A.V. e NOGUEIRA, M.V.P. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. Var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. *Revista Brasileira de Botânica* 22 (2): 297-301.
- FELIPPE, G.M. e DALE, J.E. 1990. The effects of phosphate supply on growth of plants from the Brazilian Cerrado: experiments with seedlings of the annual weed, *Bidens gardneri* Baker (Compositae) and the tree, *Qualea grandiflora* (Mart.) (Vochysiaceae). *Oecologia* 82: 81-86.
- FRANCO, A.C. 2002. Ecophysiology of woody plants. In: Oliveira, P. S. e Marquis, R. J. (eds). *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, USA. pp. 178-197.
- GODOY, S. M. A. e FELIPPE, G. M. 1992. Crescimento inicial de *Qualea cordata*, uma árvore dos cerrados. *Revista Brasileira de Botânica* 15 (1):23-30.

- GOLDSTEIN, G. SARMIENTO, G. e MEINZER, F. 1986. Patrones diarios y estacionales em las relaciones hídricas de árboles siempreverdes de la sabana tropical. *Acta Ecological/Ecologia Plantarum* 7(21):107-119.
- GOODLAND, R.J. e FERRI, M.G. 1979. *Ecologia do Cerrado*. Ed. Itatiaia e Ed. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.193p.
- HANDRO, W. 1969. Contribuição ao estudo da unidade de dispersão e da plântula de *Andira humilis* Mart. Ex Benth. (Leguminosae-Lotoidea). *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica* 27: 1-189.
- HARIDASAN, M. 1987. Distribution and mineral nutrition of aluminium-accumulating species in different plant communities of the cerrado region of central Brazil, In: San José, J.J. e Montes, R. (eds). *La capacidad bioproductiva de sabanas*. UNESCO/CIET, Caracas, p. 309-348.
- HOFFMANN, W.A. 1996. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. *Journal of Ecology* 84: 383-393.
- HOFFMANN, W.A. 2000. Post-establishment seedling success in the Brazilian Cerrado: A comparison of savanna and forest species. *Biotropica* 32(1): 62-69.
- HOFFMANN, W.A. e FRANCO, A.C. 2003. Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. *Journal of Ecology* 91: 475-484.
- JACKSON, P.C.; MEINZER, F.C.; BUSTAMENTE, M.; GOLDSTEIN, G.; FRANCO, A.; RUNDEL, P.W.; CALDAS, L.; IGLER, E. e CAUSIN, F. 1999. Partitioning of soil water among tree species in a Brazilian Cerrado ecosystem. *Tree Physiology* 19: 717-724.
- KANEGAE, M.F.; BRAZ, V.S. e FRANCO, A.C. 2000. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. *Revista Brasileira de Botânica* 23(4): 457-466.

- LANDIM, M.F. e HAY, J.D. 1996. Impacto do fogo sobre alguns aspectos da biologia reprodutiva de *Kielmeyera coriacea* Mart. Revista Brasileira de Biologia 56(1): 127-134.
- LEWINSOHN, T. M. e VASCONCELLOS-NETO, J. 2000. Como insetos sabotam defesas de plantas o caso do látex. In: Martins, R. P., Lewinsohn, T.M. e Barbeiros, M.S (eds). Ecologia e comportamento de insetos. Série Oecologia Brasiliensis, VIII: 281-298.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Ed. Nova Odessa, São Paulo.
- MARQUIS, R.J., DINIZ, I.R. e MORAIS, H.C. 2001. Patterns and correlates of interspecific variation in foliar insect herbivory and pathogen attack in Brazilian cerrado. Journal of Tropical Ecology 17: 127-148.
- MORAIS, H.C., DINIZ, I.R. e BAUMGARTEN, L. 1995. Padrões de produção de folhas e sua utilização por larvas de Lepidóptera em um cerrado de Brasília. Revista Brasileira de Botânica 18 (2): 163-170.
- MOREIRA, A.G. e KLINK, C.A. 2000. Biomass allocation and growth of tree seedlings from two contrasting Brazilian savannas. Ecotropicos 13(1): 43-51.
- NAKAZONO, E. M., COSTA, M.C., FUTATSUGI, K. e PAULILO, M.T.S. 2001. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. Revista Brasileira de Botânica 24(2): 174-179.
- NARDOTO, G.B.; SOUZA, M.P. e FRANCO, A.C. 1998. Estabelecimento e padrões sazonais de produtividade de *Kielmeyera coriacea* (Spr) Mart. Nos cerrados do Planalto Central: efeitos do estresse hídrico e sombreamento. Revista Brasileira de Botânica 21(3): 313-319.
- OLIVEIRA, P.E. e SILVA, J.C.S. 1993. Reproductive biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) in the cerrados of Central Brazil. Journal of Tropical Ecology 9: 67-79.

- OLIVEIRA, P.S., SILVA, A.F. e MARTINS, A.B. 1987. Ant foraging on extrafloral nectaries of *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) in cerrado vegetation: ants as potential antiherbivore agents. *Oecologia* (Berlin) 74: 228-230.
- PAULILO, M. T. S.; FELIPPE, G. M. e DALE, J. E. 1998. Root/shoot partitioning and water relations in *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) seedling under water stress. *Revista de Biologia Tropical*, 46 (1): 41-44.
- PAULILO, M. T. S.; FELIPPE, G. M. e DALE, J. E. 1993. Crescimento inicial de *Qualea grandiflora*. *Revista Brasileira de Botânica* 16 (1): 37-46.
- POPMA, J. e BONGERS, F. 1991. Acclimation of seedling of three Mexican tropical rain forest tree species to a change in light availability. *Journal of Tropical Ecology* 7: 85-97.
- RATTER, J.A. 1991. Guia para a vegetação da Fazenda Água Limpa (Brasília, DF). Ed. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S. e RIBEIRO, J.F. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany* 60(1): 57-109.
- RIBEIRO, J.F. e WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado, In: Sano, S.M e Almeida, S.P. (eds). *Cerrado: ambiente e Flora*. EMBRAPA-CPAC. Planaltina-DF. pp. 89-166.
- RIZZINI, C.T. 1965. Experimental studies on seedling development of cerrado woody plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 52: 410-426.
- SARMIENTO, G. 1996. Biodiversity and water relations in Tropical Savannas. In: Solbrig, J., Medina, E. e Silva, J. F. (eds). *Biodiversity and Savanna Ecosystem processes*. *Ecological Studies* 121:61-73.
- SARMIENTO, G., GOLDSTEIN, G. e MEINZER, F. 1985. Adaptive strategies of woody species of neotropical savannas. *Biological Reviews of Cambridge Philosophical Society* 60: 315-355.

- SASSAKI, R.M. e FELIPPE, G.M. 1992. Remoção dos cotilédones e desenvolvimento inicial de *Dalbergia miscolobium*. Revista Brasileira de Botânica 15:5-16.
- SASSAKI, R.M. e FELIPPE, G.M. 1997. Soil type and early growth pattern in *Dalbergia miscolobium* Benth., a cerrado tree species. Revista Brasileira de Biologia 57 (4): 603-610.
- SASSAKI, R. M., MACHADO, E. C., LAGÔA, A.M.M.A. e FELIPPE, G. M. 1997. Effect of water on photosynthesis of *Dalbergia miscolobium* Benth., a cerrado tree species. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal 9(2): 83-87.
- THOMPSON, W.A. HUANG, L.K. e KRIEDEMANN, P.E. 1992. The effect of light quantity and quality during development on the photosynthetic characteristics of six Australian rainforest tree species. Oecologia 87: 110-117.
- ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Upper saddle river, New Jersey, USA.

Tabela 1. Média (\pm erro padrão) do número total de folhas produzidas por indivíduo de *Kielmeyera coriacea* e *Qualea grandiflora* em cada estação chuvosa durante o período estudado (novembro de 1998 a janeiro de 2004) na Fazenda Água Limpa, DF.

período	<i>Kielmeyera coriacea</i>		<i>Qualea grandiflora</i>	
	campo sujo (n = 35)	cerradão (n = 5)	campo sujo (n = 37)	cerradão (n = 9)
Fev 1999	1,62 \pm 0,11 a	2,00 \pm 0,00 a	3,44 \pm 0,22 a	2,40 \pm 0,23 a
Fev 2000	3,37 \pm 0,20 b	3,60 \pm 0,40 b	9,85 \pm 0,57 b	6,20 \pm 0,53 b
Jan 2001	3,50 \pm 0,23 b	3,80 \pm 0,37 b	11,28 \pm 0,82 b	6,27 \pm 1,00 b
Jan 2002	3,28 \pm 0,18 b	2,60 \pm 0,24 b	10,20 \pm 0,68 b	8,20 \pm 0,66 b
Jan 2003	3,37 \pm 0,20 b	3,20 \pm 0,20 b	9,43 \pm 0,61 b	7,78 \pm 0,70 b
Jan 2004	3,72 \pm 0,31 b	3,00 \pm 0,45 b	9,34 \pm 0,50 b	8,25 \pm 0,92 b

As médias seguidas de uma mesma letra, entre as linhas, não diferem pelo teste Mann-Whitney, $\alpha = 0,05$.

Tabela 2. Média (\pm erro padrão) da área foliar calculada a partir de duas folhas de cada indivíduo de *Kielmeyera coriacea* no campo sujo (n = 35) e cerradão (n = 5) da Fazenda Água Limpa, DF.

Data	Área foliar (cm ²)		ANOVA entre fitofisionomias	
	campo sujo	cerradão	F _{0,05(2) 1,38}	P
26 de março de 2000	7,21 \pm 0,31 a	7,63 \pm 1,20 a	0,197	0,658
8 de março de 2001	7,68 \pm 0,63 ab	5,24 \pm 0,69 a	1,952	0,161
20 de janeiro de 2002	8,69 \pm 0,67 bc	8,10 \pm 1,24 a	0,099	0,754
15 de novembro de 2003	10,54 \pm 0,68 c	8,59 \pm 1,43 a	1,032	0,313

Entre as linhas, as médias seguidas de uma mesma letra, não diferem pela ANOVA, $\alpha = 0,05$. Entre as fitofisionomias, não há diferença significativa pela ANOVA, $\alpha = 0,05$.

Tabela 3. Média (\pm erro padrão) da área foliar calculada a partir de duas folhas de cada indivíduo de *Qualea grandiflora* no campo sujo (n = 37) e cerradão (n = 9) da Fazenda Água Limpa, DF.

Data	Área foliar (cm ²)		ANOVA entre fitofisionomias	
	campo sujo	cerradão	F _{0,05(2) 1,44}	P
26 de março de 2000	1,87 \pm 0,06 a	0,87 \pm 0,12 a	45,691	<0,001*
8 de março de 2001	2,40 \pm 0,14 b	1,62 \pm 0,21 b	6,729	0,011*
20 de janeiro de 2002	3,10 \pm 0,18 c	1,90 \pm 0,23 bc	10,054	0,002*
15 de novembro de 2003	3,43 \pm 0,19 c	2,43 \pm 0,28 c	5,712	0,019*

As médias seguidas de uma mesma letra, entre as linhas, não diferem pela ANOVA, $\alpha = 0,05$. Entre as fitofisionomias, o asterisco indica diferença significativa.

Tabela 4. Média (\pm erro padrão) do comprimento do caule e diâmetro basal do caule dos indivíduos de *Kielmeyera coriacea* no campo sujo e cerradão da Fazenda Água Limpa, DF. Foram amostrados, 35 indivíduos no campo sujo e 5 no cerradão.

período	Comprimento do caule (cm)		Diâmetro basal do caule (cm)	
	campo sujo	cerradão	campo sujo	cerradão
Fev 1999	2,43 \pm 0,06 a	n.m	0,19 \pm 0,01 a	n.m
Fev 2000	1,95 \pm 0,18 a	2,28 \pm 0,26 a	0,17 \pm 0,01 b	0,22 \pm 0,01 a
Jan 2001	2,10 \pm 0,17 a	2,76 \pm 0,29 a	0,18 \pm 0,01 a	0,24 \pm 0,02 a
Jan 2002	2,89 \pm 0,29 b	3,72 \pm 0,45 a	0,22 \pm 0,01 c	0,20 \pm 0,01 a
Jan 2003	4,20 \pm 0,52 c	3,36 \pm 0,72 a	0,26 \pm 0,02 c	0,21 \pm 0,03 a
Jan 2004	5,08 \pm 0,70 c	4,18 \pm 1,08 a	0,26 \pm 0,02 c	0,25 \pm 0,04 a

As médias seguidas de uma mesma letra, entre as linhas, não diferem pelo teste Mann-Whitney,

$\alpha = 0,05$.

n.m = não mensurado.

Tabela 5. Média (\pm erro padrão) do comprimento do caule e diâmetro basal do caule dos indivíduos de *Qualea grandiflora* no campo sujo e cerradão da Fazenda Água Limpa, DF. Foram amostrados, 37 indivíduos no campo sujo e 9 no cerradão.

período	Comprimento do caule (cm)		Diâmetro basal do caule (mm)	
	campo sujo	cerradão	campo sujo	cerradão
Fev 1999	3,77 \pm 0,45 a	3,28 \pm 0,23 a	n.m	n.m
Fev 2000	5,78 \pm 0,45 b	4,29 \pm 0,54 b	0,18 \pm 0,01 a	0,14 \pm 0,01 a
Jan 2001	9,14 \pm 0,68 c	4,90 \pm 0,70 b	0,20 \pm 0,01 b	0,17 \pm 0,01 b
Jan 2002	12,02 \pm 0,88 d	6,52 \pm 0,73 c	0,20 \pm 0,01 b	0,15 \pm 0,02 ab
Jan 2003	16,29 \pm 1,27 e	8,42 \pm 0,90 cd	0,27 \pm 0,01 c	0,18 \pm 0,01 c
Jan 2004	18,66 \pm 1,45 f	8,46 \pm 0,97 d	0,27 \pm 0,01 c	0,18 \pm 0,01 c

As médias seguidas de uma mesma letra, entre as linhas, não diferem pelo teste Mann-Whitney,

$\alpha = 0,05$.

n.m = não mensurado.

Tabela 6. Média (\pm erro padrão) do número de cotilédones e folhas, comprimento e massa total da parte aérea e do sistema radicular, e razão raiz/parte aérea de plântulas de *Kielmeyera coriacea* com 6 e 11 meses de idade em campo sujo (CS) e cerradão (CD) da Fazenda Água Limpa, DF. Estão identificados os valores do teste t e probabilidade associada.

18 de maio de 2003 (6 meses de idade)				
	CS (n = 6)	CD (n = 6)	t	p
cotilédones	1,50 \pm 0,34	1,50 \pm 0,34	0	1,000
número de folhas	3,67 \pm 0,42	1,50 \pm 0,34	0,620	0,549
comprimento do caule (cm)	2,05 \pm 0,17	2,08 \pm 0,25	0,109	0,915
comprimento da raiz principal (cm)	11,83 \pm 1,22	8,58 \pm 1,24	1,863	0,092
parte aérea (g)	2,25 \pm 0,19	2,13 \pm 0,16	0,457	0,657
sistema radicular(g)	2,58 \pm 0,02	2,54 \pm 0,03	1,051	0,318
razão raiz /parte aérea	1,20 \pm 0,27	1,22 \pm 0,23	0,210	0,838
2 de novembro de 2003 (11 meses de idade)				
	CS (n = 6)	CD (n = 6)	t	p
cotilédones	0	0	-	-
número de folhas	3,83 \pm 0,17	3,67 \pm 0,21	0,637	0,550
comprimento do caule (cm)	2,41 \pm 0,18	2,35 \pm 0,22	0,238	0,816
comprimento da raiz principal (cm)	12,85 \pm 0,77	10,57 \pm 1,25	1,557	0,150
parte aérea (g)	1,81 \pm 0,23	1,85 \pm 0,13	0,289	0,779
Sistema radicular(g)	1,99 \pm 0,05	1,89 \pm 0,03	1,597	0,141
razão raiz /parte aérea	0,92 \pm 0,06	0,98 \pm 0,04	0,910	0,384

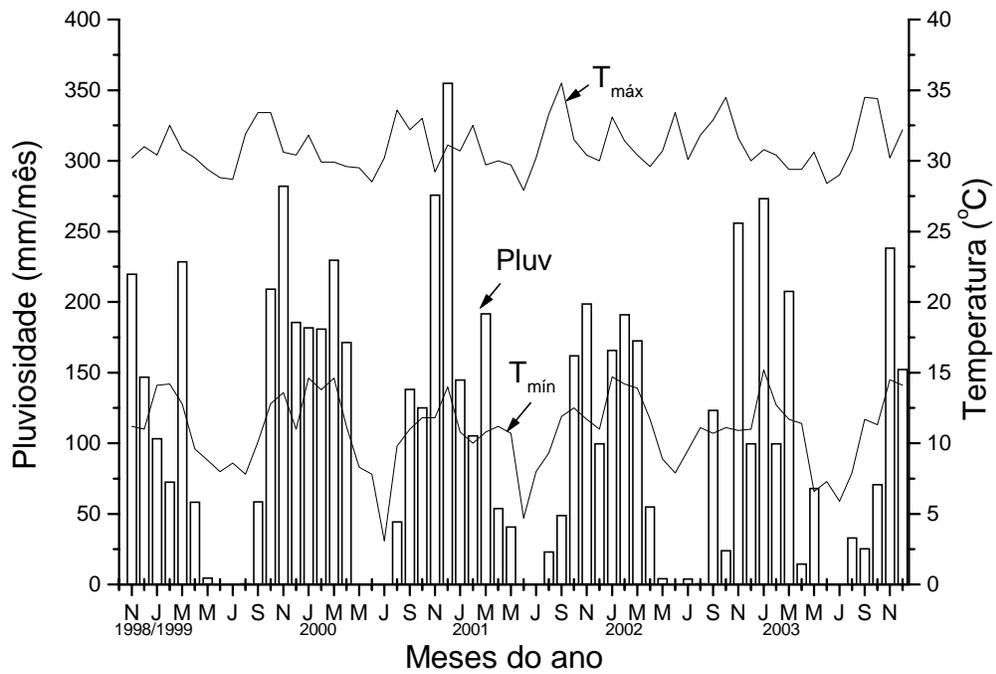


Figura 1. Distribuição da pluviosidade (Pluv), temperatura máxima (T_{máx}) e mínima (T_{mín}) mensal durante o período de novembro de 1998 e dezembro de 2003, de acordo com os dados da Estação Meteorológica da Reserva Ecológica do IBGE, DF.

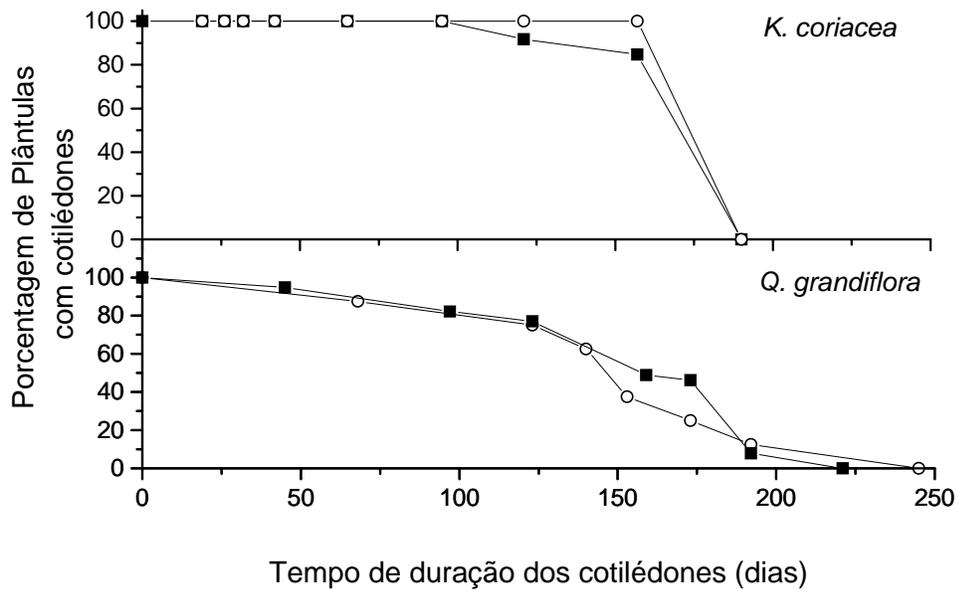


Figura 2. Tempo de duração dos cotilédones das plântulas de *Kielmeyera coriacea* (n = 40 indivíduos no campo sujo e 11 no cerradão) e *Qualea grandiflora* (n = 56 no campo sujo e 40 no cerradão) nas duas fitofisionomias estudadas, campo sujo (quadrado fechado) e cerradão (círculo aberto) da Fazenda Água Limpa, DF. Considerou-se que a plântula apresentava pelo menos um cotilédone no momento da observação.

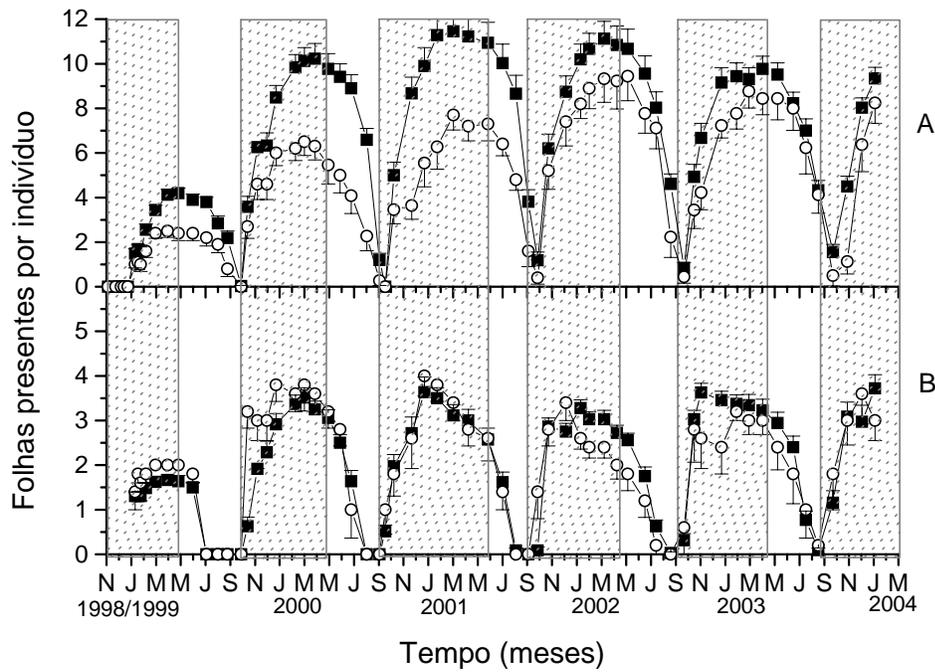


Figura 3. Número de folhas presentes (média \pm erro padrão) observado nos indivíduos jovens de *Qualea grandiflora* (A) e *Kielmeyera coriacea* (B) em duas fitofisionomias da Fazenda Água Limpa, DF, durante o tempo de estudo. Foram observados 37 e 9 indivíduos de *Qualea grandiflora* no campo sujo (quadrado fechado) e cerradão (círculo aberto), respectivamente, 35 e 5 indivíduos de *Kielmeyera coriacea*. A área hachurada indica o período de estação chuvosa.

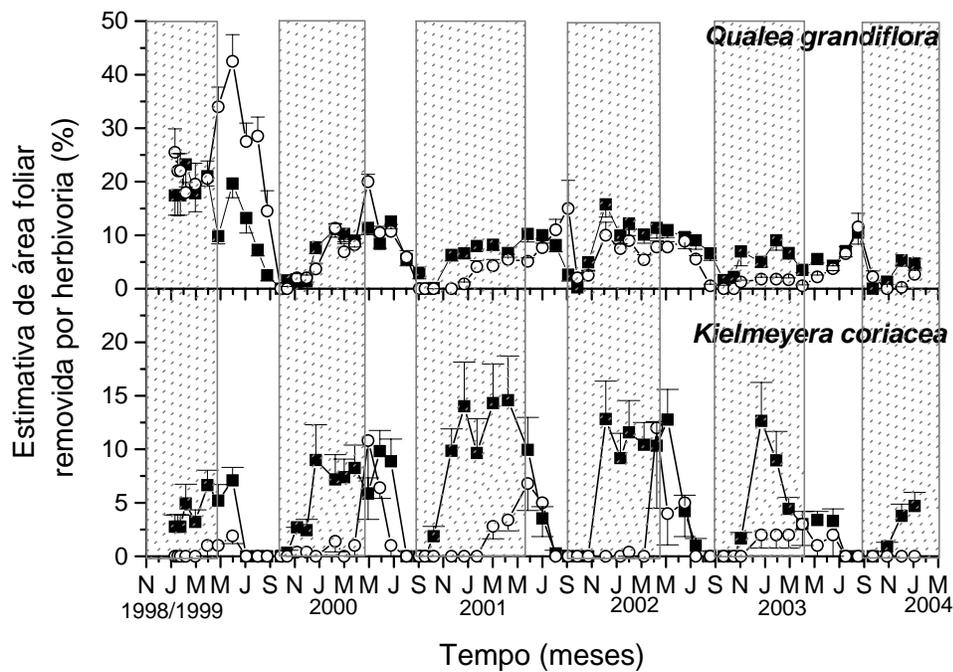


Figura 4. Percentagem da área foliar removida por herbivoria das folhas presentes nas plantas de *Qualea grandiflora* e *Kielmeyera coriacea* no campo sujo e cerradão da Fazenda Água Limpa, DF, durante o período de estudo. Foram observados 37 e 9 indivíduos de *Qualea grandiflora* no campo sujo (quadrado fechado) e cerradão (círculo aberto), respectivamente, e 35 e 5 indivíduos de *Kielmeyera coriacea*. A área hachurada indica o período de estação chuvosa.

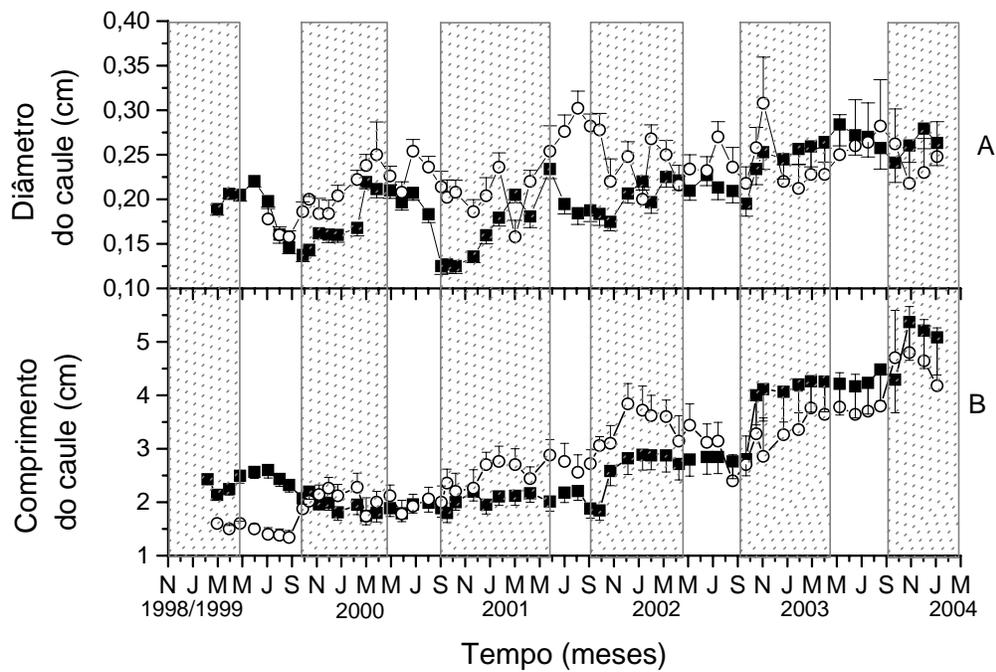


Figura 5. Diâmetro basal (A) e comprimento do caule (B) (média \pm erro padrão) ao longo do tempo de estudo, dos indivíduos jovens de *Kielmeyera coriacea*, no campo sujo (n = 35; quadrado fechado) e no cerradão (n = 5; círculo aberto), na Fazenda Água Limpa, DF. A área hachurada indica o período de estação chuvosa.

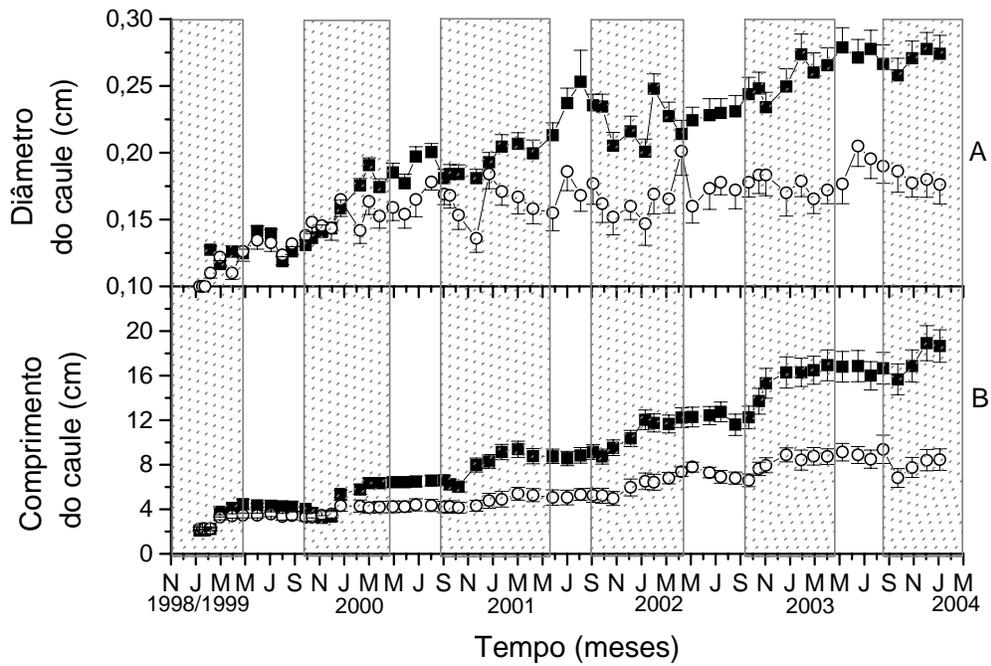


Figura 6. Diâmetro basal (A) e comprimento do caule (B) (média \pm erro padrão) ao longo do tempo de estudo, dos indivíduos jovens de *Qualea grandiflora*, no campo sujo (n = 37; quadrado fechado) e no cerradão (n = 9; círculo aberto) na Fazenda Água Limpa, DF. A área hachurada indica o período de estação chuvosa.



Figura 7. Plântula de *Kilmeyera coriacea* com 6 meses de idade retirada no dia 18 de maio de 2003 na área de cerradão da Fazenda Água Limpa, DF.



Figura 8. Plântula de *Kilmeyera coriacea* com 6 meses de idade retirada no dia 18 de maio de 2003 na área de campo sujo da Fazenda Água Limpa, DF.

CAPÍTULO 5

Aspectos fenológicos e de crescimento de *Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart. e *Qualea grandiflora* Mart. em duas fitofisionomias típicas do Cerrado.

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado cobre cerca de 2 milhões de km² do Brasil Central e apresenta duas estações climáticas bem definidas, uma seca e outra chuvosa (Ribeiro e Walter 1998). Este bioma consiste de um gradiente fitofisionômico, que varia desde ambientes campestres até florestais (Coutinho 1978, Oliveira-Filho e Ratter 2002). Podemos caracterizar quatro formações típicas, campo limpo (ambiente aberto e composto por gramíneas), campo sujo (formação campestre composta por gramíneas com alguns arbustos e árvores), cerrado *sensu stricto* (formação savânica, mosaico de gramíneas, arbustos e árvores de médio e grande porte) e cerradão (ambiente florestal com poucas gramíneas e estrato arbóreo relativamente contínuo).

O Cerrado é composto por uma grande diversidade de formas de vida vegetal (Eiten 1972), e alta riqueza de plantas vasculares (Mendonça *et al.* 1998, Ratter *et al.* 2003). As comunidades vegetais deste bioma apresentam alta complexidade estrutural e funcional (Oliveira-Filho *et al.* 1989, Franco 2002). A sazonalidade climática bem marcada no Cerrado, é um fator importante no desenvolvimento de algumas espécies de lenhosas, limitando seus fenômenos fenológicos (Warming 1973, Franco 2002, Oliveira e Gibbs 2002).

A fenologia reprodutiva (polinização, floração e frutificação) e vegetativa (abscisão foliar, rebrota e crescimento) apresentam padrões locais ou regionais, em geral influenciados por fatores

climáticos como a pluviosidade, temperatura e a duração do período luminoso (Mantovani e Martins 1988, Oliveira 1998, Larcher 2000, Morellato *et al.* 2000, Oliveira e Paula 2001, Franco 2002, Barbosa *et al.* 2003). No bioma Cerrado, alguns trabalhos tratam dos padrões fenológicos e de crescimento muitas vezes demarcados pela sazonalidade climática, tais como produção e abscisão de folhas, flores, frutos, e dispersão de sementes (Morais *et al.* 1995, Wetzel 1997, Oliveira 1998, Oliveira e Gibbs 2000, 2002, Melo 2003).

Em relação à fenologia foliar, para o Cerrado, o padrão comum é o da queda de folhas durante a seca, com rebrota na transição seca/chuva (Mantovani e Martins 1988), porém, Moraes *et al.* (1995) observaram 30 espécies de lenhosas em uma área de cerrado *sensu stricto*, e caracterizaram três padrões de queda de folhas. Espécies decíduas, com queda total de folhas, principalmente durante a estação seca; espécies semidecíduas, em que a produção de folhas novas inicia-se antes da queda total das folhas velhas; e espécies sempre-verdes, em que não há queda acentuada e sincrônica de folhas. Pinto (1999) descreveu dois tipos fenológicos principais, espécies brevidecíduas com queda total ou quase total de folhas, durante a época seca, e perenifólias, com redução foliar no máximo de 50% da copa. Cardinot (1998) observou que o padrão de produção e senescência de folhas de *Kielmeyera coriacea* não difere entre áreas queimadas e não-queimadas.

A espécie *Caryocar brasiliense*, uma arbórea brevi-decídua, é bem delimitada pela sazonalidade do clima, o período de floração ocorre durante o final da estação seca, a frutificação ocorre ao longo de toda a estação chuvosa, com brotação de folhas entre julho e agosto, durante o final da estação seca; *Rapanea guianensis*, espécie sempre-verde, possui crescimento e floração contínuos, com brotação de novas folhas concentrada entre janeiro e fevereiro, e abscisão em setembro (Maia 1999). As espécies nativas do Cerrado, *Hancornia speciosa* (sempre-verde) e *Annona crassiflora* (Brevi-decídua) apresentam padrões fenológicos com ocorrência de maior abscisão foliar durante a estação seca, com maior intensidade entre os meses de julho a setembro, a época de maior crescimento líquido dos ramos

e maior produção de folhas, ocorre durante o início da estação chuvosa, entre os meses de outubro e novembro (Barbiero 2000).

Em relação à biologia reprodutiva, Oliveira e Gibbs (2002) observaram que a maior parte das espécies de um cerrado apresentam produção de botões florais e flores durante a estação chuvosa, enquanto em uma área de cerrado *sensu stricto*, o período de transição entre seca e chuva (setembro-outubro), apresenta maior número de indivíduos com botões florais e flores. Silva (1998) observou durante duas estações reprodutivas de *Qualea grandiflora*, que poucos indivíduos reproduzem a cada evento, e que a produção de botões, flores e frutos ocorre apenas durante a estação chuvosa independente do regime de queimadas da área. A produção de botões e flores durante o primeiro ano de estudo foi bastante baixa, e no segundo significativamente maior.

Melo (2003) observou em Mata de Galeria, Mata Mesófila e Cerradão, que houve produção de frutos verdes e maduros ao longo de todo o ano nas três áreas estudadas, mas que o pico de espécies com frutos ocorreu no período de transição entre a estação chuvosa e seca, e o de espécies com frutos maduros, em maio. Wetzel (1997) observou que espécies com dispersão de sementes entre fevereiro e abril, apresentam algum grau de dormência das sementes para poderem atravessar a estação seca, e germinarem em condições ambientais adequadas.

Esta sazonalidade dos eventos fenológicos também foi observada no desenvolvimento inicial de espécies arbóreas do cerrado em condições naturais. Franco *et al.* (1996) e Braz *et al.* (2000) observaram que indivíduos jovens da leguminosa *Dalbergia miscolobium* durante o período de seca, em áreas de campo sujo e cerrado *sensu stricto*, tiveram redução considerável do número de folhas e não apresentaram crescimento da parte aérea. O mesmo pôde ser observado no desenvolvimento inicial de *Bowdichia virgilioides* (Kanegae *et al.* 2000), *Kielmeyera coriacea* (Oliveira e Silva 1993, Nardoto *et al.* 1998, Capítulo 4) e *Qualea grandiflora* (Capítulo 4), em que o crescimento da parte aérea cessa durante a estação seca.

Durante o desenvolvimento inicial de espécies lenhosas do Cerrado, sabemos que as relações de crescimento em indivíduos jovens podem se modificar, pois dependendo da fitofisionomia estudada, à medida que as plantas crescem ficam mais expostas à luz e menos limitadas pelo déficit hídrico, devido ao desenvolvimento do sistema radicular. Indivíduos adultos apresentam raízes profundas capazes de absorver água a grandes profundidades do solo (Jackson *et al.* 1999). Portanto, é possível que os indivíduos adultos ou aqueles com altura que ultrapasse o estrato herbáceo, no caso do campo sujo, apresentem o crescimento e a fenologia menos limitada pela luminosidade e pelo estresse hídrico sazonal (Franco 2002). Portanto, o presente estudo avalia o crescimento aéreo, a produção de folhas, flores e frutos de *Kielmeyera coriacea* e *Qualea grandiflora* em duas fitofisionomias típicas do Cerrado, campo sujo e cerradão. O objetivo é verificar se os parâmetros de produtividade para essas duas espécies, variam entre as duas fitofisionomias distintas em termos de cobertura arbórea.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO E ESPÉCIES UTILIZADAS

O trabalho foi desenvolvido na Reserva Ecológica da Fazenda Água Limpa (15°57' S e 47°55' O) da Universidade de Brasília, Distrito Federal, a cerca de 20 km ao sul da cidade de Brasília, altitude aproximada de 1060 m, entre o período de junho de 2002 a dezembro de 2003, em uma área de campo sujo e outra de cerradão. Segundo os dados da estação meteorológica da Reserva Ecológica do IBGE (15°57' S e 47°57' O), a precipitação média anual entre 2002 e 2003 ficou por volta de 1280 mm, com uma estação seca em 2002, definida entre maio e início de setembro, e bem reduzida em 2003, com seca entre abril e junho (ver Capítulo 3). A última queimada na área de estudo foi em 1991. Os solos da área de estudo são distróficos e praticamente não diferem entre as fitofisionomias (Haridasan 1987).

A espécie *Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart. (Guttiferae) é uma arbórea-arbustiva comum nos cerrados do Distrito Federal (Ratter 1991). Espécie decídua, anemocórica, frutificando entre

novembro e início de setembro do ano seguinte, a maturação dos frutos coincide com a estação seca (Landim e Hay 1996) e apresenta ampla distribuição pelo bioma Cerrado (Goodland e Ferri 1979, Ratter *et al.* 2003). A espécie *Qualea grandiflora* Mart. (Vochysiaceae) é uma árvore amplamente dispersa pelos cerrados do Brasil Central e está entre as principais espécies quanto à predominância pelo bioma (Ratter *et al.* 2003, Goodland e Ferri 1979). Planta decídua, anemocórica, com frutificação entre agosto e novembro (Oliveira e Paula 2001), presente no cerrado *sensu stricto*, campos cerrados e cerradão, quando adulta atinge altura média de 7 a 12 m (Goodland e Ferri 1979).

2.2. METODOLOGIA DE CAMPO

Densidade e estrutura da população

Para obtermos dados de densidade e estrutura populacional das duas espécies, foi estabelecida uma área 100m X 100m em cada fitofisionomia. As áreas foram subdivididas em quadrantes de 10m X 10m, onde foram sorteados 10 quadrantes para serem amostrados. Em cada quadrante, foram contados e marcados todos os indivíduos das duas espécies, além de medidas a altura (m) e o diâmetro basal do caule (cm). As plantas com diâmetro acima de 15 cm (limite do paquímetro digital), mediu-se o perímetro do caule (cm), que foi transformado para diâmetro (cm), assumindo que o tronco era um círculo em secção transversal.

Crescimento e Fenologia

Foram marcados e medidos, no campo sujo e cerradão, todos os indivíduos das duas espécies encontrados nas 10 parcelas demarcadas em cada fitofisionomias, totalizando 20 e 21 indivíduos de *Kielmeyera coriacea* no campo sujo e cerradão, respectivamente, e 11 e 24 indivíduos de *Qualea grandiflora*. Estes indivíduos foram medidos mensalmente entre agosto de 2002 e janeiro de 2004. Os parâmetros observados foram altura (m), diâmetro basal do caule à altura do solo (cm), número de

ramos secundários (que se ramificam a partir do caule principal), flores e frutos. Durante o início da floração, as observações para determinar o número de flores foram realizadas quinzenalmente. O número total de folhas por indivíduo foi quantificado apenas em *Kielmeyera coriacea*, pois o número de total de folhas presentes nos indivíduos de *Qualea grandiflora* era muito alto e inviável de quantificar sem um erro grande. Para esta espécie utilizamos os ramos selecionados para medidas de crescimento e fenologia, em que também foi quantificado o número total de folhas por ramos, conforme descrição a seguir.

Para as medidas de crescimento de ramos e complemento da fenologia, foram selecionados e marcados de 1 a 4 ramos secundários de *Kielmeyera coriacea* e de 1 a 5 de *Qualea grandiflora*, totalizando 80 e 57 ramos de *Kielmeyera coriacea* no campo sujo e no cerradão, respectivamente, e 55 e 78 ramos de *Qualea grandiflora* no campo sujo e cerradão. Foram considerados ramos secundários, aqueles que ramificassem a partir do caule, e foram incluídos no comprimento deste, todos os ramos originados do mesmo. O número de ramos não foi o mesmo para todos os indivíduos, pois alguns indivíduos apresentavam apenas um ou dois ramos, ou como no caso de *Qualea grandiflora*, em que muitos ramos encontravam-se muito acima do solo, e acabaram sendo excluídos das medições. Os mesmos ramos foram medidos mensalmente, e foi observado em cada ramo o comprimento total do ramo (m), diâmetro basal do ramo a partir da ramificação (cm), número de folhas, flores e frutos (quando presentes).

Área foliar e Danos nas folhas causados por herbívoros ou patógenos

Para estimar a superfície fotossintetizante disponível nas duas espécies em cada um dos ambientes, foram realizadas por duas vezes, medidas de cinco folhas representativas de cada indivíduo. Foram desenhados moldes em papel a partir das folhas dos indivíduos estudados. Para determinar a percentagem de área foliar que foi removida, considerando como sendo por herbívoros ou patógenos, foi calculada a área foliar danificada ou removida a partir dos moldes desenhados. No campo além do

desenho em papel dos formatos das folhas, também foi desenhada a área danificada em cada folha, que foi posteriormente calculada. Os invertebrados presentes em interação com às espécies vegetais estudadas durante o período do estudo, foram coletados e identificados, com a finalidade de registrar os prováveis herbívoros.

A área dos moldes desenhados foi calculada através do medidor portátil de área foliar (Portable Leaf Area Meter CI-202, CID, Inc. Vancouver, WA 98682, USA 1996). Os desenhos das áreas foliares foram feitos nos dias 20 de janeiro e 15 de novembro de 2003. Em todos os casos, foram consideradas apenas folhas adultas, portanto, com a lâmina foliar totalmente expandida.

2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para o teste de normalidade foi utilizado Kolmogorov-Smirnov (Zar 1999). Diferenças significativas entre as fitofisionomias para densidade populacional, parâmetros de crescimento e área foliar foram analisadas por ANOVA (Zar 1999). A análise comparativa da produção de folhas, flores e frutos, e as variáveis de comprimento e diâmetro entre os períodos também foi realizada através da ANOVA. O nível de significância utilizado para os testes foi de 0,050. As análises foram realizadas no programa estatístico SYSTAT, versão 7.0 para Windows (SPSS 1997) e os gráficos no programa Origin versão 5.0 (Microcal Software, Inc. 1991-1997).

3. RESULTADOS

Kielmeyera coriacea

A densidade da população de *Kielmeyera coriacea* não diferiu entre as fitofisionomias ($F_{1,18} = 0,009$; $P = 0,925$) ao compararmos número de indivíduos por 100 m² nas duas fitofisionomia (Tabela 1).

A estrutura da população de *Kielmeyera coriacea*, em classes de altura, apresentou distinção entre as fitofisionomias. A maioria dos indivíduos de *Kielmeyera coriacea* no cerradão apresentou baixa estatura. Em agosto de 2002, a altura dos 21 indivíduos de *Kielmeyera coriacea* estudados no cerradão variou de 0,51 a 2,18 m, apresentando um valor médio de $0,96 \pm 0,09$ m (\pm erro padrão), sendo que 71% dos indivíduos pertenciam à classe de altura entre 0,5 e 1,0 m, seguidos de 19% dos indivíduos entre 1,0 e 1,5 m (Figura 1A). Em dezembro de 2003, os mesmos indivíduos do cerradão apresentaram altura entre 0,71 e 2,48 m, e média de $1,18 \pm 0,09$ m, um aumento não significativo na média ($F_{1,41} = 3,173$; $P = 0,082$), quando comparado ao início do estudo. Ao longo do período do estudo, alguns indivíduos do cerradão pertencentes à classe de altura de até 1,0 m, passaram para a classe subsequente (Figura 1B).

Os indivíduos do campo sujo foram significativamente maiores em altura ($P < 0,0001$) e diâmetro basal do caule ($P < 0,0001$) quando comparados ao cerradão (Tabela 2). A distribuição de frequência dos indivíduos do campo sujo, apresentou maior número de classes, com indivíduos variando entre 0,87 e 2,96 m em agosto de 2002 e de 1,21 a 3,68 em dezembro de 2003. A média de altura ao longo deste período não apresentou mudança significativa ($F_{1,38} = 2,593$; $P = 0,115$), passou de $1,72 \pm 0,14$ m em agosto de 2002, para $2,09 \pm 0,16$ m em dezembro de 2003.

O incremento anual em altura dos indivíduos de *Kielmeyera coriacea* ao longo do período de estudo foi diferente entre as fitofisionomias ($F_{1,41} = 14,136$; $P = 0,0004$), sendo que no campo sujo apresentou os maiores valores (Tabela 2). Este incremento ocorreu exclusivamente durante a estação chuvosa (Figura 2). Durante a estação seca de 2003 houve um decréscimo gradual da altura dos indivíduos do campo sujo, o que não foi tão evidente no cerradão (Figura 2). O diâmetro basal do caule também apresentou um pequeno incremento ao longo do tempo, porém não diferiu entre as áreas (Tabela 2). O incremento do diâmetro ocorreu apenas durante a estação chuvosa (Figura 2). Durante a

estação seca houve um pequeno decréscimo no diâmetro nas duas fitofisionomias. Todos os indivíduos de *Kielmeyera coriacea* apresentaram algum crescimento na altura e no diâmetro.

O padrão de produção e queda foliar exibido por *Kielmeyera coriacea* foi o mesmo nas duas fitofisionomias (Figura 3). No final de agosto de 2002, nenhum indivíduo das duas fitofisionomias apresentava folhas. Durante o início da estação chuvosa (setembro de 2002), iniciou-se a produção acentuada de folhas novas atingindo o pico no final de outubro de 2002, com média de $246,2 \pm 73,4$ folhas por indivíduo no campo sujo, e $49,9 \pm 7,6$ no cerradão. No cerradão, após o pico de produção, a média decresceu gradualmente até a perda total de folhas entre meados de julho e final de agosto de 2003. No campo sujo, a queda das folhas intensificou-se no final do mês de abril de 2003 perdendo-as totalmente no final de agosto (Figura 3). Durante o início da estação chuvosa de 2003, o número médio de folhas por indivíduo foi também maior no campo sujo ($F_{1,41} = 5,937$; $P = 0,0194$), com média de $279,0 \pm 97,3$ folhas e de $47,0 \pm 8,0$ no cerradão (Figura 3).

A área foliar calculada nos indivíduos de *Kielmeyera coriacea* não apresentou diferença significativa entre as fitofisionomias (Tabela 3). Os danos foliares causados por herbívoros ou patógenos, em janeiro de 2003, foram de 3,0% no campo sujo e 3,8% no cerradão, e em novembro de 2003, de 3,4% e 5,0% no campo sujo e cerradão, respectivamente (Tabela 4). Durante o período de estudo, foram encontrados poucos herbívoros. No período final de floração, em novembro de 2003, foram coletados nas plantas de *Kielmeyera coriacea* do campo sujo, cerca de 20 indivíduos de coleóptero *Anthonomus* sp (Família Curculionidae), a mesma espécie encontrada durante o experimento de predação de sementes desta espécie (ver Capítulo 2). Em dezembro de 2003, foram coletados sete indivíduos da mesma espécie (Ordem Hemiptera, Família Cydnidae), e um falso-bicho-pau (Ordem Orthoptera, Família Proscopiidae), ambos encontrados no campo sujo.

A produção de flores em *Kielmeyera coriacea* ocorreu apenas no campo sujo. Os três maiores indivíduos (3,68 m, 3,36 m e 2,84 m de altura) produziram flores durante a primeira metade da estação

chuvosa de 2002 e também de 2003, entre os meses de setembro e novembro (Figura 4). O período de floração durou entre dois e três meses, e os picos de produção ocorreram em outubro de 2002 e em setembro de 2003, com média de flores por indivíduo de $34,0 \pm 13,2$ e $28,7 \pm 13,5$, respectivamente (Figura 4). Todos os três indivíduos que apresentaram floração produziram frutos. Os primeiros frutos foram produzidos na segunda quinzena de outubro de 2002 e com período de maturação até junho e julho de 2003 (Figura 4). Durante este período foram produzidos $3,7 \pm 1,5$ frutos por indivíduo ($n = 3$). Durante a estação chuvosa do final de 2003 a média de frutos produzidos por indivíduo foi de $2,7 \pm 0,7$, e também foi iniciada no mês outubro (Figura 4).

O número médio de ramos por indivíduo de *Kielmeyera coriacea* foi maior no campo sujo (Tabela 5). Foi observada durante a estação chuvosa de 2002 e 2003, a produção de ramos novos, o que caracterizou um pequeno aumento durante o período do início e final do estudo (Tabela 5). Considerando os ramos selecionados para as medidas de comprimento e diâmetro basal, os indivíduos do campo sujo apresentaram ramos com maior comprimento e diâmetro basal, porém o incremento ao longo do período do estudo foi igual nos indivíduos das duas fitofisionomias (Tabela 5). Foi observado que no início da estação chuvosa de 2002 houve um acréscimo na média do comprimento dos ramos das plantas do campo sujo e cerradão, logo acompanhado por um decréscimo ainda durante a estação seca. Durante a estação seca de 2003, foi observado um decréscimo da média no campo sujo e no cerradão, mas ao iniciar as chuvas em agosto de 2003 o comprimento aumentou nas duas fitofisionomias, porém mais acentuadamente no campo sujo (Figura 5).

A média do diâmetro basal dos ramos apresentou um pequeno incremento ao longo do período do estudo (Tabela 5). O aumento da média do diâmetro ocorreu em ambas estações, porém eram acompanhadas por um decréscimo subsequente, independentemente da estação (Figura 5). Durante a estação seca de 2003 foi observado um aumento gradual do diâmetro no campo sujo, acompanhado por um decréscimo nos meses de julho e agosto de 2003, no início da estação chuvosa (Figura 5).

Qualea grandiflora

A população de *Qualea grandiflora* apresentou maior densidade no cerradão ($F_{1,18} = 7,140$, $P = 0,015$) quando comparamos número de indivíduos por 100 m² nas duas fitofisionomias (Tabela 1).

A estrutura da população de *Qualea grandiflora*, em classes de altura, apresentou diferenças entre as fitofisionomias. A maioria dos indivíduos de *Qualea grandiflora* no campo sujo pertencia às classes com menores alturas, enquanto as plantas do cerradão estavam distribuídas em várias classes de tamanho, e apresentavam os indivíduos mais altos. Em agosto de 2002, a altura dos 24 indivíduos de *Qualea grandiflora* estudados no cerradão variou de 0,90 a 10,80 m, apresentando um valor médio de $4,64 \pm 0,54$ m (\pm erro padrão), sendo que 21% (5 indivíduos) pertenciam à classe de altura entre 1,0 e 2,0 m, e cerca de 33 % (8 indivíduos) entre 6,0 e 8,0 m (Figura 6A). Em dezembro de 2003, os mesmos indivíduos do cerradão apresentaram altura entre 1,12 e 11,00 m, e média de $4,76 \pm 0,54$ m, um aumento não significativo ($F_{1,46} = 0,0262$; $P = 0,871$), quando comparado ao início do estudo. Ao longo do período do estudo, o único indivíduo do cerradão pertencente à classe de altura de até 1,0 m, passou para a classe subsequente (Figura 6B).

Os indivíduos do campo sujo são menores em altura (Tabela 6). O incremento em altura dos indivíduos de *Qualea grandiflora* ao longo do período de estudo foi igual entre as fitofisionomias (Tabela 6). A média da altura pouco se altera ao longo do tempo (Tabela 6, Figura 7), porém 100% e 92% dos indivíduos do campo sujo e cerradão, respectivamente, apresentaram algum aumento na altura. O diâmetro basal do caule também apresentou um pequeno incremento ao longo do tempo, porém diferiu entre as áreas apenas no início do estudo (Tabela 2). Como as plantas do campo sujo apresentaram um crescimento do diâmetro no início da estação chuvosa em setembro de 2003 (Figura 7), o diâmetro entre as fitofisionomias no final do estudo, não mais diferia entre as duas áreas (Tabela 6). Todos os indivíduos de *Qualea grandiflora* nas duas fitofisionomias apresentaram algum aumento no diâmetro.

A produção de flores em *Qualea grandiflora* ocorreu nas duas fitofisionomias (Figura 8). No campo sujo, os 11 indivíduos (100%) produziram flores durante o período de estudo. No cerradão, 11 indivíduos (45,83%) apresentaram flores. Durante a primeira medida em agosto de 2002, os indivíduos de *Qualea grandiflora* já apresentavam uma média de $2,00 \pm 0,67$ flores por indivíduo no campo sujo e $1,54 \pm 0,77$ no cerradão, e as flores permaneceram presentes até novembro do mesmo ano (Figura 9). O período de floração subsequente iniciou-se em julho de 2003, durante a estação seca, e atingiu o pico de produção em setembro de 2003 nas duas fitofisionomias, sendo que no campo sujo o pico foi um pouco mais tardio, quando atingiu um número médio de flores de $8,27 \pm 1,72$, e de $4,95 \pm 1,53$ no cerradão. Os indivíduos ainda apresentavam flores no final de dezembro de 2003 (Figura 8), data da última medida realizada neste estudo. A produção de flores foi maior no ano de 2003 quando comparamos ao ano anterior.

A frutificação ocorreu durante os dois anos (Figura 9). No primeiro ano a frutificação iniciou-se em setembro de 2002 e durou até novembro no campo sujo e até janeiro de 2003 no cerradão, ocorrendo inteiramente durante a estação chuvosa (Figura 9). Durante esta primeira frutificação observada, dos 11 indivíduos que produziram flores em setembro de 2002, apenas dois apresentaram frutos no campo sujo, e no cerradão dos 11 indivíduos que floresceram apenas quatro produziram frutos. Em 2003, sete indivíduos no campo sujo e 11 no cerradão iniciaram a frutificação no final de agosto 2003 e no dia 30 de dezembro de 2003 ainda apresentavam frutos. O pico da produção de frutos ocorreu em outubro nas duas fitofisionomias, com média de $4,00 \pm 0,93$ frutos por indivíduos que frutificaram no campo sujo e $4,00 \pm 0,33$ no cerradão (Figura 9).

O número médio de ramos por indivíduo de *Qualea grandiflora* foi maior no cerradão (Tabela 7). Foi observada durante o período de estudo, uma pequena produção de novos ramos (Tabela 7). A produção de ramos ocorreu exclusivamente durante o período da estação chuvosa. Apesar de *Qualea grandiflora* no cerradão apresentarem indivíduos maiores e mais ramificados, o comprimento e o

diâmetro basal dos ramos foram maiores no campo sujo (Tabela 7). O incremento anual médio no comprimento e no diâmetro dos ramos observados não se diferenciou entre as fitofisionomias (Tabela 7). O comprimento médio dos ramos de *Qualea grandiflora* durante a estação chuvosa de 2002 e estação seca de 2003 não apresentaram alguma alteração significativa em seus valores, porém a partir do início da estação chuvosa de 2003 (setembro) foi observado no cerradão, um acréscimo gradual não significativo ($P = 0,083$) na média do comprimento (Figura 10). No entanto, todos os ramos marcados apresentaram um incremento em comprimento entre agosto de 2002 e dezembro de 2003 no campo sujo e no cerradão.

A média do diâmetro basal dos ramos apresentou um pequeno incremento não significativo ao longo do período do estudo (Tabela 7). Os ramos dos indivíduos do campo sujo apresentaram maior média do diâmetro basal quando comparados ao cerradão ($P = 0,0009$). No campo sujo, foram observadas algumas variações dos valores médios nas primeiras medidas, entre setembro e dezembro de 2002 (Figura 10). No cerradão, a média do diâmetro dos ramos não apresentou grande variação durante o período do estudo (Figura 10).

A produção e a queda foliar observada em *Qualea grandiflora* apresentaram o mesmo padrão nas duas fitofisionomias (Figura 11), com produção de folhas novas em setembro de 2002, no início da estação chuvosa, e atingindo um pico em março e abril de 2004, com média de $72,19 \pm 5,78$ folhas por ramos no campo sujo e $57,83 \pm 8,74$ no cerradão (Figura 11). A partir de maio de 2003, durante o início da estação seca foi observado uma redução gradual do número médio de folhas, período que se estendeu até final de agosto de 2003, quando a média chega próxima de zero. Entre o início e o final de setembro de 2003, com o retorno das chuvas, foi observada uma produção acentuada de folhas novas, alcançando uma média de $65,61 \pm 9,21$ no campo sujo e $51,73 \pm 5,51$ no cerradão no final de dezembro. Não houve diferença significativa entre as duas áreas no número de folhas presentes por ramo ($F_{1,173} = 1,805$; $P = 0,190$).

A área foliar calculada nos indivíduos de *Qualea grandiflora* não apresentou diferença significativa entre as fitofisionomias (Tabela 3). Os danos foliares causados por herbívoros ou patógenos não diferiram entre as fitofisionomias, em janeiro de 2003, foram de 9,7% no campo sujo e 7,6% no cerradão, e em novembro de 2003, de 4,6% e 4,2% no campo sujo e cerradão, respectivamente (Tabela 4). Durante o período de estudo, foram coletadas e identificadas duas espécies de formigas (Hymenoptera, Família Formicidae) presentes nos indivíduos de *Qualea grandiflora*, *Camponotus* sp e *Zacryptocerus* sp. A primeira foi registrada nas duas fitofisionomias e em maior frequência, principalmente durante o final da estação chuvosa de 2003, nos meses de abril e maio. A segunda foi observada apenas no campo sujo e pouco freqüente. Foram coletados alguns indivíduos durante o mês de março de 2003.

4. DISCUSSÃO

A estrutura populacional de uma espécie vegetal e sua distribuição espacial são resultados de como esta espécie explora o ambiente ou *habitat* em que se encontra (Dirzo e Sarukhan 1984), de sua capacidade de dispersão e de colonização (Krebs 1994) e da manutenção e recrutamento dos indivíduos (Felfili *et al.* 2000, Henriques e Hay 2002). As espécies *K. coriacea* e *Q. grandiflora* apesar de amplamente dispersas pelo Cerrado (Ratter *et al.* 2003), apresentam densidades populacionais com variação entre as diversas fitofisionomias do bioma. Goodland e Ferri (1979) ao estudar uma área de Cerrado do Triângulo Mineiro, observaram que *K. coriacea* e *Q. grandiflora* apresentam maior frequência de ocorrência no cerradão e menor no campo sujo. Por outro lado, Ratter (1980) ao estudar a vegetação da Fazenda Água Limpa, observou que *K. coriacea* é uma espécie abundante em áreas de cerrado, porém de ocorrência ocasional no cerradão. No presente estudo, foi observado que *K. coriacea* apresentou a mesma densidade populacional no campo sujo e cerradão, diferindo quanto à estrutura

dessas populações. No campo sujo, os indivíduos foram maiores e produziram flores, frutos e sementes, enquanto no cerradão, além dos indivíduos apresentarem menor estatura, não foram observadas estruturas reprodutivas, como botões e flores. É possível que no cerradão, a população de *K. coriacea* ainda esteja se estabelecendo ou tenha seu crescimento limitado pela competição com o estrato arbóreo mais desenvolvido.

No Distrito Federal, em uma área de 1 hectare de cerrado ralo, foram registrados 1260 indivíduos de *K. coriacea* com altura média de 54,4 cm, distribuídas desde plântulas até indivíduos em frutificação (Oliveira *et al.* 1989). Meirelles e Luiz (1995) ao estudarem 1 hectare de cerrado *sensu stricto* na FAL encontraram 56 espécies de arbóreas, das quais *Q. grandiflora* foi a quarta mais freqüente, atrás apenas de *Ouratea hexasperma*, *Qualea parviflora* e *Caryocar brasiliense*. Neste mesmo estudo, não foram observados indivíduos de *K. coriacea*. Mendonça *et al.* (1998) considerou a espécie *K. coriacea* como sendo típica em áreas de cerrado e mata de galeria, enquanto *Q. grandiflora* típica de cerrado.

A densidade e estrutura populacional de *K. coriacea* pode sofrer influência do fogo (Landim e Hay 1996, Silva 2002). Silva (2002) observou que a presença de fogo, principalmente as queimadas que ocorrem no meio e no final da estação seca, causa uma maior mortalidade de indivíduos adultos de *K. coriacea* resultando em reduções no tamanho de indivíduos no âmbito populacional. As áreas submetidas ao fogo, apresentam maior freqüência de indivíduos de *K. coriacea* inferiores a 50 cm de altura e com diâmetro inferiores a 30 mm. No entanto a última queimada nesta área ocorreu em 1991.

Por outro lado, *Q. grandiflora* apresenta maior densidade no cerradão, com média de altura e número de ramos significativamente maiores nesta fitofisionomia. Esta espécie é registrada freqüentemente em áreas de cerrado denso e cerradão (Ratter 1980, Andrade *et al.* 2002) e até mesmo em matas de galeria (Oliveira e Paula 2001, Silva *et al.* 2001). Costa e Araújo (2001) ao comparar uma área de 1,68 hectare de cerrado *sensu stricto* e cerradão em Minas Gerais, observaram que *Q.*

grandiflora foi a espécie mais abundante nas duas fitofisionomias, porém no cerradão foram registrados 279 indivíduos e 132 no cerrado *sensu stricto*.

O crescimento vegetativo de *K. coriacea* e *Q. grandiflora* ocorreu quase que exclusivamente durante a estação chuvosa. No Cerrado, muitas espécies apresentam o crescimento bastante influenciado pela sazonalidade do clima, mas há outros aspectos comuns no Cerrado como, déficit hídrico, pobre conteúdo nutricional do solo, presença de fogo que interferem no crescimento e dinâmica das espécies (Henriques e Hay 2002, Franco 2002). A espécie sempre-verde *Hancornia speciosa* apresentou maior crescimento dos ramos e produção de folhas no período de transição entre estação seca e chuvosa (Barbiero 2000). O mesmo foi observado em *Caryocar brasiliense* durante o final da estação seca, apresentando um alto número de brotação, superior até ao valor observado durante a estação chuvosa (Maia 1999).

O diâmetro do caule e dos ramos, das duas espécies, pouco variou ao longo do período de estudo, conforme observado nos resultados. Porém, podemos caracterizar um pequeno acréscimo durante a estação chuvosa. Barros (1979) observou em espécies do Cerrado, uma relação entre o aumento da circunferência do caule e a pluviosidade nos meses chuvosos (entre setembro e março), assim como, há uma retração do tronco nos meses mais secos.

No Cerrado, muitas espécies apresentam o crescimento bastante influenciado pela sazonalidade do clima, mas há outros aspectos comuns no Cerrado como, déficit hídrico, pobre conteúdo nutricional do solo, presença de fogo que interferem no crescimento e dinâmica das espécies (Henriques e Hay 2002, Franco 2002). Segundo Jackson *et al.* (1999), os indivíduos adultos de *K. coriacea* e *Q. grandiflora* apresentam a distribuição de suas raízes por camadas mais profundas do solo, cerca de 350 a 400 cm de profundidade. Durante a estação seca, enquanto as camadas mais superficiais do solo em áreas de cerrado, apresentam baixa disponibilidade de água (Franco 2002), as camadas mais profundas

apresentam um maior percentual de conteúdo de água, enquanto a 100 cm do solo há cerca de 20 % de conteúdo de água, a 400 cm passa para 28 %.

No presente estudo, as duas espécies apresentaram o padrão decidual, com o período de queda das folhas a partir da primeira metade da estação seca, em junho e julho. A perda total de folhas ocorre no final da estação seca, seguida da produção de folhas novas no início da estação chuvosa. O mesmo padrão foi observado com os indivíduos jovens de *K. coriacea* e *Q. grandiflora* (ver Capítulo 4). Alguns indivíduos jovens de *K. coriacea*, durante a estação seca além de perder as folhas, perdem também toda a parte aérea; rebrotando nos primeiros meses chuvosos, a partir das gemas subterrâneas (Oliveira e Silva 1993, Nardoto *et al.* 1998). Das 30 espécies analisadas na Fazenda Água Limpa, cerca de 33% apresentaram padrão de queda e produção de folhas, como *K. coriacea* e *Q. grandiflora*, ou seja, no período de transição entre estação seca e chuvosa (Morais *et al.* 1995).

A floração nas duas espécies estudadas iniciou-se no período de transição entre final da estação seca e início da estação chuvosa, entre os meses de agosto e setembro. Silva (1998) ao observar a fenologia reprodutiva de *Q. grandiflora*, constatou que o período de floração teve início em novembro durante o primeiro ano de estudo, e em dezembro no segundo ano, e não apresentou diferença significativa no período de floração entre as áreas com regime bienal e trienal de fogo e área controle (protegida do fogo a 18 anos). O fogo pode causar dano em até 60% dos frutos, inviabilizando cerca de 32% das sementes de *K. coriacea* em áreas de cerrado e campo sujo (Landim e Hay 1996), além de causar uma taxa de mortalidade na ordem de 7,2% a 19,1% das espécies de lenhosas em uma área de campo sujo (Silva *et al.* 1996).

Foi observado em *Q. grandiflora* que a produção de flores e frutos foi menor durante o primeiro ano de estudo. Em *Q. grandiflora* há uma tendência em alternar períodos muito produtivos com períodos menos produtivos, ou seja, a alta produção de botões e flores num período implicará em uma produção menor no período seguinte (Silva 1998).

A área foliar danificada por herbívoros ou patógenos apresentou valores similares aos encontrados em outros estudos. Danos causados por insetos são relativamente baixos no Cerrado. Marquis *et al.* (2001) observaram em 25 espécies de plantas, uma média de 6,8% de herbivoria, podendo variar de acordo com estação climática e a idade da folha. As folhas novas produzidas no início da estação seca, podem apresentar mais herbívoros proporcionalmente, do que folhas produzidas no pico de setembro e outubro (Morais *et al.* 1995).

Algumas espécies vegetais apresentam mecanismos físicos ou químicos de defesa que reduzem a herbivoria, tais como a presença de látex, nectários extraflorais, pubescência foliar, etc (Marquis *et al.* 2002). A espécie *Q. grandiflora* apresenta nectários extraflorais, que disponibilizam recursos que atraem espécies de formigas, que atuam como agentes anti-herbívoros, limitando assim a herbivoria (Oliveira *et al.* 1987, Costa *et al.* 1992, Marquis *et al.* 2002). No presente estudo, as espécies de formiga *Camponotus* sp e *Zacryptocerus* sp foram observadas nos indivíduos de *Q. grandiflora*. Oliveira *et al.* (1987) e Costa *et al.* (1992) registraram um total de doze espécies de formigas forrageando em nectários extraflorais de *Q. grandiflora*, sendo as três do gênero *Camponotus*, as mais abundantes.

5. CONCLUSÕES

- *Kielmeyera coriacea* apresenta a mesma densidade de indivíduos nas duas fitofisionomias (em 10 parcelas de 10x10 m), porém os indivíduos do campo sujo são maiores e mais ramificados; e alguns indivíduos produziram flores e frutos durante o período do estudo. No cerradão, nenhum indivíduo produziu flores.

- *Qualea grandiflora* apresenta maior densidade de indivíduos no cerradão, além de indivíduos maiores em altura e com maior número de ramificações.

- A produção de folhas apresentou um padrão decidual nas duas espécies, com perda gradual de folhas durante a estação seca, atingindo a queda total no final da estação seca, e produção de folhas novas no início das chuvas.

- Os indivíduos de *Kielmeyera coriacea* no campo sujo apresentam significativamente maior número de folhas, quando comparados aos indivíduos do cerrado.

- Para as duas espécies, a área foliar não difere entre as duas fitofisionomias. A porcentagem de área foliar danificada por herbívoro ou patógeno também não difere entre o campo sujo e o cerrado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, L. A. Z.; FELFILI, J. M. e VIOLATTI, L. 2002. Fitossociologia de uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. *Acta Botânica Brasílica* 16(2): 225-240.
- BARBIERO, C. C. N. 2000. Relações hídricas e fotossíntese de duas espécies frutíferas do Cerrado. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, DF.
- BARBOSA, D. C. A.; BARBOSA, M. C. A. e LIMA, L. C. M. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga. In: Leal, I. R.; Tabarelli, M. e Silva, J. M. C. (eds.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Editora Universitária da UFPE, Recife, PE. pp. 657-694.
- BARROS, M. A. G. 1979. Variação de diâmetro em árvores do Cerrado relacionada à fenologia e aos fatores ambientais. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- BRAZ, V. S.; KANEGAE, M. F. e FRANCO, A. C. 2000. Estabelecimento e desenvolvimento de *Dalbergia miscolobium* Benth. em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. *Acta Botânica Brasílica* 14(1): 27-35.

- CARDINOT, G. K. 1998. Efeitos de diferentes regimes de queimas nos padrões de rebrotamento de *Kielmeyera coriacea* Mart. e *Roupala montana* Aubl., duas espécies típicas do cerrado. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, DF.
- COSTA, A. A. e ARAÚJO, G. M. 2001. Comparação arbórea de Cerradão e de Cerrado na reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. *Acta Botânica Brasílica* 15(1): 63-72.
- COSTA, F. M. C. B.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. e OLIVEIRA, P. S. 1992. The role of extrafloral nectaries in *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) in limiting herbivory: an experiment of ant protection in cerrado vegetation. *Ecological Entomology* 17: 363-365.
- COUTINHO, M. L. 1978. O conceito de Cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 1: 17-23.
- DIRZO, R. e SARUKHAN, J. 1984. *Perspectives in plant population ecology*. Sinauer, Sunderland.
- EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Reviews* 38: 201-341.
- EITEN, G. 1994. Vegetação do Cerrado. In: Pinto, M. N. (Coord.). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectives*. 2 ed. Brasília: UnB/SEMATEC, pp. 9-65.
- FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; SILVA JÚNIOR, M. C. e SILVA, M. A. 2000. Changes in the floristic composition of cerrado *sensu stricto* in Brazil over a nine-year period. *Journal of Tropical Ecology* 16: 579-590.
- FRANCO, A. C. 2002. Ecophysiology of woody plants. In: Oliveira, P. S. e Marquis, R. J. (eds). *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, USA. pp. 178-197.
- FRANCO, A. C.; SOUZA, M. P. e NARDOTO, G. B. 1996. Estabelecimento e crescimento de *Dalbergia miscolobium* Benth. em áreas de campo sujo e cerrado no D.F. In: Miranda, H. S.; Saito, C. H. e Dias, B. F. S. (org.). *Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga*. Universidade de Brasília, Brasília. pp. 84-92.

- GOODLAND, R. J. e FERRI, M. G. 1979. Ecologia do Cerrado. Ed. Itatiaia e Ed. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.193p.
- GOTTSBERGER, G. e SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1983. Dispersal and distribution in the Cerrado vegetation of Brazil. Sonderbänd des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg 7: 315-352.
- HARIDASAN, M. 1987. Distribution and mineral nutrition of aluminium-accumulating species in different plant communities of the cerrado region of central Brazil. In: San José, J.J. e Montes, R. (eds.). La capacidad bioproductiva de sabanas. UNESCO/CIET, Caracas. pp. 309-348.
- HENRIQUES, R. P. B. e HAY, J. D. 2002. Patterns and dynamics of plant populations. In: Oliveira, P. S. e Marquis, R. J. (eds). The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna. Columbia University Press, USA. pp. 140-158.
- JACKSON, P. C.; MEINZER, F. C.; BUSTAMANTE, M.; GOLDSTEIN, G.; FRANCO, A.; RUNDEL, P. W.; CALDAS, L.; IGLER, E. e CAUSIN, F. 1999. Partitioning of soil water among tree species in a Brazilian Cerrado ecosystem. Tree Physiology 19: 717-724.
- KANEGAE, M. F.; BRAZ, V. S. e FRANCO, A. C. 2000. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. Revista Brasileira de Botânica 23(4): 457-466.
- KREBS, C. J. 1994. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. 4th ed. Harper Collins College Publishers, New York, NY.
- LANDIM, M. F. e HAY, J. D. 1996. Impacto do fogo sobre alguns aspectos da biologia reprodutiva de *Kielmeyera coriacea* Mart. Revista Brasileira de Biologia 56(1): 127-134.
- LARCHER, W. 2000. Ecofisiologia Vegetal. RiMa Artes e Textos, São Carlos, SP.

- MAIA, J. M. F. 1999. Variações sazonais das relações fotossintéticas, hídricas e crescimento de *Caryocar brasiliense* e *Rapanea guianensis* em um cerrado *sensu stricto*. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- MANTOVANI, W. e MARTINS, F. R. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 11: 101-112.
- MARQUIS, R. J.; DINIZ, I. R. e MORAIS, H. C. 2001. Patterns and correlates of interspecific variation in foliar insect herbivory and pathogen attack in Brazilian cerrado. *Journal of Tropical Ecology* 17: 127-148.
- MARQUIS, R. J.; MORAIS, H. C. e DINIZ, I. R. 2002. Interactions among Cerrado plants and their herbivores: Unique or typical? In: Oliveira, P. S. e Marquis, R. J. (eds). *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, USA. pp. 306-328.
- MEIRELLES, M. L. e LUIZ, A. J. B. 1995. Padrões espaciais de árvores de um cerrado em Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica* 18: 185-189.
- MELO, C. 2003. Disponibilidade quantitativa e qualitativa de frutos para avifauna associada ao sub-bosque de fisionomias florestais do bioma Cerrado. Tese de doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FIGUEIRAS, T. S. e NOGUEIRA, P. E. 1998. Flora vascular do Cerrado In: Sano, S. M e Almeida, S. P. (eds). *Cerrado: ambiente e Flora*. EMBRAPA-CPAC. Planaltina-DF. pp. 289-556.
- MORAIS, H. C.; DINIZ, I. R. e BAUMGARTEN, L. 1995. Padrões de produção de folhas e sua utilização por larvas de lepidóptera em um cerrado de Brasília. *Revista Brasileira de Botânica* 18 (2): 163-170.

- MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C. C.; ROMERA, E. C. e ZIPARRO, V. 2000. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: a comparative study. *Biotropica* 32(4b): 811-823.
- NARDOTO, G. B.; SOUZA, M. P. e FRANCO, A. C. 1998. Estabelecimento e padrões sazonais de produtividade de *Kielmeyera coriacea* (Spr) Mart. nos cerrados do Planalto Central: efeitos do estresse hídrico e sombreamento. *Revista Brasileira de Botânica* 21(3): 313-319.
- OLIVEIRA, P. E. 1998. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado, In: Sano, S. M e Almeida, S. P. (eds). *Cerrado: ambiente e flora*. EMBRAPA-CPAC. Planaltina-DF. pp. 169-192.
- OLIVEIRA, P. E. e GIBBS, P. E. 2000. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. *Flora* 195: 311-329.
- OLIVEIRA, P. E. e GIBBS, P. E. 2002. Pollination and reproductive biology in Cerrado plant communities. In: Oliveira, P. S. e Marquis, R. J. (eds). *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, USA. pp. 329-348.
- OLIVEIRA, P. E. e PAULA, F. R. 2001. Fenologia e biologia reprodutiva de plantas de matas de galeria. In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. e Sousa-Silva, J. C. (eds). *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria*. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, DF. pp. 303-332.
- OLIVEIRA, P. E. e SILVA, J. C. S. 1993. Reproductive biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) in the cerrados of Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 9: 67-79.
- OLIVEIRA, P. S.; SILVA, A. F. e MARTINS, A. B. 1987. Ant foraging on extrafloral nectaries of *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) in cerrado vegetation: ants as potential antiherbivore agents. *Oecologia* 74: 228-230.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. e RATTER, J. A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado biome. In: Oliveira, P. S. e Marquis, R. J. (eds). *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, USA. pp. 91-120.

- OLIVEIRA, P. E. A. M.; RIBEIRO, J. F. e GONZALES, M. I. 1989. Estrutura e distribuição espacial de uma população de *Kielmeyera coriacea* Mart. de cerrados de Brasília. Revista Brasileira de Botânica 12: 39-47.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T., SHEPHERD, G. J., MARTINS, F. R. e STUBBLEBY, W. H. 1989. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of cerrado of Central Brazil. Journal of Tropical Ecology 5: 413-431.
- PINTO, A. S. 1999. A relação entre fenologia de espécies lenhosas e a disponibilidade hídrica em um Cerrado. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- RATTER, J. A. 1980. Notes on the vegetation of Fazenda Agua Limpa (Brasília, DF, Brasil). Royal Botanic Garden, Edinburgh.
- RATTER, J. A. 1991. Guia para a vegetação da Fazenda Água Limpa (Brasília, DF). Ed. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S. e RIBEIRO, J. F. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. Edinburgh Journal of Botany 60(1): 57-109.
- RIBEIRO, J. F. e WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado, In: Sano, S.M e Almeida, S.P. (eds). Cerrado: ambiente e Flora. EMBRAPA-CPAC. Planaltina-DF. pp. 89-166.
- SASSAKI, R. M. e FELIPPE, G. M. 1997. Soil type and early growth pattern in *Dalbergia miscolobium* Benth., a cerrado tree species. Revista Brasileira de Biologia 57 (4): 603-610.
- SILVA, D. M. S. 1998. Comparação da fenologia reprodutiva de *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) em três áreas de cerrado *sensu stricto*. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, DF.
- SILVA, P. C. 2002. Efeitos do fogo na regeneração de *Kielmeyera coriacea* (Spr.) Mart. (Guttiferae) em áreas de Cerrado *sensu stricto*: mecanismos de sobrevivência e época de queima. Tese de doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

- SILVA JÚNIOR, M. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; NOGUEIRA, P. E.; REZENDE, A. V.;
MORAIS, R. O. e NÓBREGA, M. G. G. 2001. Análise da flora arbórea de Matas de Galeria no
Distrito Federal: 21 levantamentos. In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. e Sousa-Silva, J. C. (eds.).
Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.
- SILVA, G. T.; SATO, M. N. e MIRANDA, H. S. 1996. Mortalidade de plantas lenhosas em um campo
sujo de cerrado submetido a queimadas prescritas. In: Miranda, H. S.; Saito, C. H. e Dias, B. F. S.
(org.). Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga. Universidade de Brasília, Brasília.
pp. 93-101.
- WARMING, E. 1973. Lagoa Santa. In: Ferri, M. G. Lagoa Santa e a vegetação de cerrados brasileiros.
Livreria Itatiaia Editora, Belo Horizonte e Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo. pp. 1-
284.
- WETZEL, M. M. V. S. 1997. Época de dispersão e fisiologia de sementes do Cerrado. Tese de
Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- ZAR, J. H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Upper saddle river, New Jersey, USA.

Tabela 1. Densidade da população (média \pm erro padrão) de *Kielmeyera coriacea* (Guttiferae) e *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) amostrada em 10 quadrantes de 10m x 10m de cada fitofisionomia, campo sujo e cerrado da Fazenda Água Limpa, DF.

Espécie	Densidade (indivíduos por 100 m ²)		n (total)/ha	
	campo sujo	cerradão	campo sujo	cerradão
<i>Kielmeyera coriacea</i>	2,2 \pm 0,9	2,1 \pm 0,5	22	21
<i>Qualea grandiflora</i>	1,1 \pm 0,3	2,4 \pm 0,3	11	24

Tabela 2. Valores de altura e diâmetro (média \pm erro padrão) de *Kielmeyera coriacea* (Guttiferae) medidas no campo sujo (n = 22) e cerradão (n = 21) da Fazenda Água Limpa, DF. As medidas foram realizadas entre 22 de agosto de 2002 (medidas inicial) e 29 de dezembro de 2003 (medidas finais). Foi utilizada ANOVA para identificar diferença entre as fitofisionomias.

	<i>Kielmeyera coriacea</i>		F	P
	campo sujo	cerradão		
Altura (m) em 08/2002	1,72 \pm 0,14 ^A	0,96 \pm 0,09 ^A	21,926	< 0,0001*
Altura (m) em 12/2003	2,09 \pm 0,16 ^A	1,18 \pm 0,09 ^A	26,284	< 0,0001*
Incremento em altura (m)	0,37 \pm 0,04	0,22 \pm 0,01	14,136	0,00004*
Diâmetro (cm) em 08/2002	4,87 \pm 0,41 ^A	2,28 \pm 0,12 ^A	29,635	< 0,0001*
Diâmetro (cm) em 12/2003	5,38 \pm 0,42 ^A	2,67 \pm 0,13 ^B	39,331	< 0,0001*
Incremento em diâmetro (cm)	0,50 \pm 0,15	0,39 \pm 0,09	0,407	0,5272

O asterisco indica diferença significativa entre fitofisionomias, ANOVA, $\alpha = 0,050$.

As letras distintas indicam diferença significativa entre os anos, ANOVA, $\alpha = 0,050$.

Tabela 3. Média (\pm erro padrão) da área foliar calculada a partir de cinco folhas de cada indivíduo de *Kielmeyera coriacea* no campo sujo (n = 22 indivíduos; 110 folhas) e cerradão (n = 21 indivíduos; 105 folhas) e de *Qualea grandiflora* no campo sujo (n = 11 indivíduos; 55 folhas) e cerradão (n = 24 indivíduos; 120 folhas) da Fazenda Água Limpa, DF.

Data	Área foliar (cm ²)		ANOVA entre fitofisionomias	
	campo sujo	cerradão	F _{0.05(1) 1,213}	P
<i>Kielmeyera coriacea</i>				
20 de janeiro de 2003	16,00 \pm 0,62	15,69 \pm 0,59	0,173	0,678
15 de novembro de 2003	17,58 \pm 0,69	16,84 \pm 0,66	0,584	0,446
<i>Qualea grandiflora</i>			F _{0.05(1) 1,173}	P
20 de janeiro de 2003	9,39 \pm 0,36	8,98 \pm 0,25	0,860	0,355
15 de novembro de 2003	9,74 \pm 0,42	10,12 \pm 0,29	0,517	0,473

Tabela 4. Média (\pm erro padrão) da área foliar danificada por herbívoro ou patógeno calculada a partir de cinco folhas de cada indivíduo de *Kielmeyera coriacea* no campo sujo (n = 22 indivíduos; 110 folhas) e cerrado (n = 21 indivíduos; 105 folhas) e de *Qualea grandiflora* no campo sujo (n = 11 indivíduos; 55 folhas) e cerrado (n = 24 indivíduos; 120 folhas) da Fazenda Água Limpa, DF.

Data	Área foliar danificada (cm ²)		ANOVA entre fitofisionomias	
	campo sujo	cerradão	F _{0.05(1) 1,213}	P
	<i>Kielmeyera coriacea</i>			
20 de janeiro de 2003	0,48 \pm 0,05 (3,0 %)	0,59 \pm 0,05 (3,8 %)	2,477	0,117
15 de novembro de 2003	0,60 \pm 0,07 (3,8 %)	0,84 \pm 0,13 (5,0 %)	2,887	0,091
	<i>Qualea grandiflora</i>		F _{0.05(1) 1,173}	P
20 de janeiro de 2003	0,91 \pm 0,13 (9,7 %)	0,69 \pm 0,06 (7,6 %)	3,184	0,076
15 de novembro de 2003	0,45 \pm 0,06 (4,6 %)	0,42 \pm 0,04 (4,2 %)	0,136	0,713

Tabela 5. Valores de número de ramos, comprimento e diâmetro (média \pm erro padrão) de *Kielmeyera coriacea* (Guttiferae) medidas no campo sujo (n = 22) e cerradão (n = 21) da Fazenda Água Limpa, DF. As medidas foram realizadas entre 22 de agosto de 2002 e 29 de dezembro de 2003. Foi utilizada ANOVA para identificar diferença entre as fitofisionomias. O asterisco indica diferença significativa, $\alpha = 0,050$.

	<i>Kielmeyera coriacea</i>		ANOVA	P
	campo sujo	cerradão		
Número de ramos/indivíduo em 08/2002	11,34 \pm 1,91	3,43 \pm 0,72	$F_{1,41} = 14,953$	0,0003*
Número de ramos/indivíduo em 12/2003	14,26 \pm 2,30	3,91 \pm 0,68	$F_{1,41} = 18,591$	< 0,0001*
Comprimento do ramo (m) em 08/2002	0,67 \pm 0,10	0,25 \pm 0,04	$F_{1,135} = 10,776$	0,0022*
Comprimento do ramo (m) em 12/2003	0,73 \pm 0,12	0,29 \pm 0,04	$F_{1,135} = 9,072$	0,0047*
Incremento no comprimento(m)	0,07 \pm 0,03	0,04 \pm 0,03	$F_{1,135} = 2,385$	0,5386
Diâmetro (cm) em 08/2002	2,10 \pm 0,13	1,02 \pm 0,08	$F_{1,135} = 47,830$	< 0,0001*
Diâmetro (cm) em 12/2003	2,12 \pm 0,13	1,39 \pm 0,17	$F_{1,135} = 12,102$	0,0013*
Incremento em diâmetro (cm)	0,02 \pm 0,05	0,36 \pm 0,18	$F_{1,135} = 3,999$	0,0527

Tabela 6. Valores de altura e diâmetro (média \pm erro padrão) de *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) medidas no campo sujo (n = 11) e cerradão (n = 24) da Fazenda Água Limpa, DF. As medidas foram realizadas entre 22 de agosto de 2002 e 30 de dezembro de 2003.

	<i>Qualea grandiflora</i>		F	P
	campo sujo	cerradão		
Altura (m) em 08/2002	2,74 \pm 0,23 ^A	4,64 \pm 0,54 ^A	5,310	0,0276*
Altura (m) em 12/2003	2,89 \pm 0,24 ^A	4,76 \pm 0,54 ^A	5,150	0,0239*
Incremento em altura (m)	0,15 \pm 0,03	0,12 \pm 0,02	0,620	0,4366
Diâmetro (cm) em 08/2002	8,29 \pm 1,19 ^A	14,10 \pm 1,97 ^A	4,987	0,0315*
Diâmetro (cm) em 12/2003	9,34 \pm 1,21 ^A	15,02 \pm 1,99 ^A	3,908	0,0551
Incremento em diâmetro(cm)	1,05 \pm 0,41	0,39 \pm 0,09	4,002	0,0526

O asterisco indica diferença significativa entre fitofisionomias, ANOVA, $\alpha = 0,050$.

As letras distintas indicam diferença significativa entre os anos, ANOVA, $\alpha = 0,050$.

Tabela 7. Valores de número de ramos, comprimento e diâmetro (média \pm erro padrão) de *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) medidas no campo sujo (n = 11) e cerradão (n = 24) da Fazenda Água Limpa, DF. As medidas foram realizadas entre 22 de agosto de 2002 e 30 de dezembro de 2003. Foi utilizada ANOVA para identificar diferença entre as fitofisionomias sendo que o asterisco indica diferença significativa, $\alpha = 0,050$.

	<i>Qualea grandiflora</i>		ANOVA	P
	campo sujo	cerradão		
Número de ramos/indivíduo em 08/2002	19,45 \pm 9,18	23,33 \pm 5,77	$F_{1,32} = 7,363$	0,0216*
Número de ramos/indivíduo em 12/2003	19,98 \pm 9,56	24,12 \pm 6,89	$F_{1,32} = 7,477$	0,0107*
Comprimento do ramo (m) em 08/2002	2,44 \pm 0,29	1,29 \pm 0,27	$F_{1,131} = 12,335$	0,0012*
Comprimento do ramo (m) em 12/2003	2,54 \pm 0,28	1,48 \pm 0,47	$F_{1,131} = 13,752$	0,0015*
Incremento no comprimento (m)	0,09 \pm 0,13	0,19 \pm 0,24	$F_{1,131} = 2,079$	0,3504
Diâmetro (cm) em 08/2002	1,92 \pm 0,22	1,06 \pm 0,14	$F_{1,131} = 12,836$	0,0008*
Diâmetro (cm) em 12/2003	1,96 \pm 0,25	1,07 \pm 0,14	$F_{1,131} = 13,578$	0,0009*
Incremento em diâmetro (cm)	0,04 \pm 0,05	0,01 \pm 0,02	$F_{1,131} = 2,4515$	0,2460

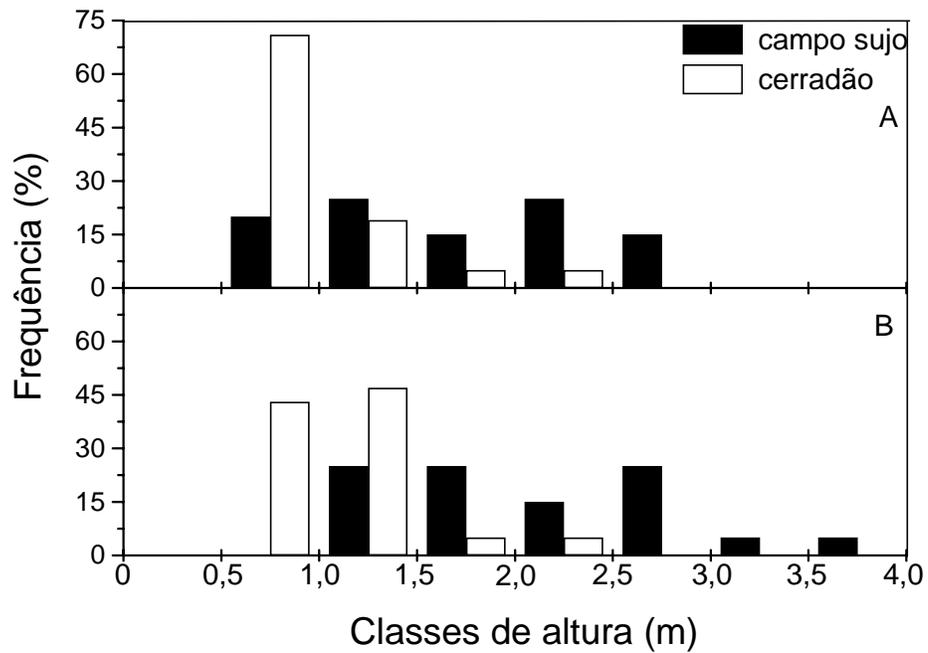


Figura 1. Distribuição de freqüência dos indivíduos de *Kiehmeyera coriacea* em classes de altura (m) em 10 quadrantes (10 m x 10 m) no campo sujo, e 10 no cerradão da Fazenda Água Limpa, DF. A: medidas realizadas em 22 de agosto de 2002. B: medidas realizadas em 29 de dezembro de 2003.

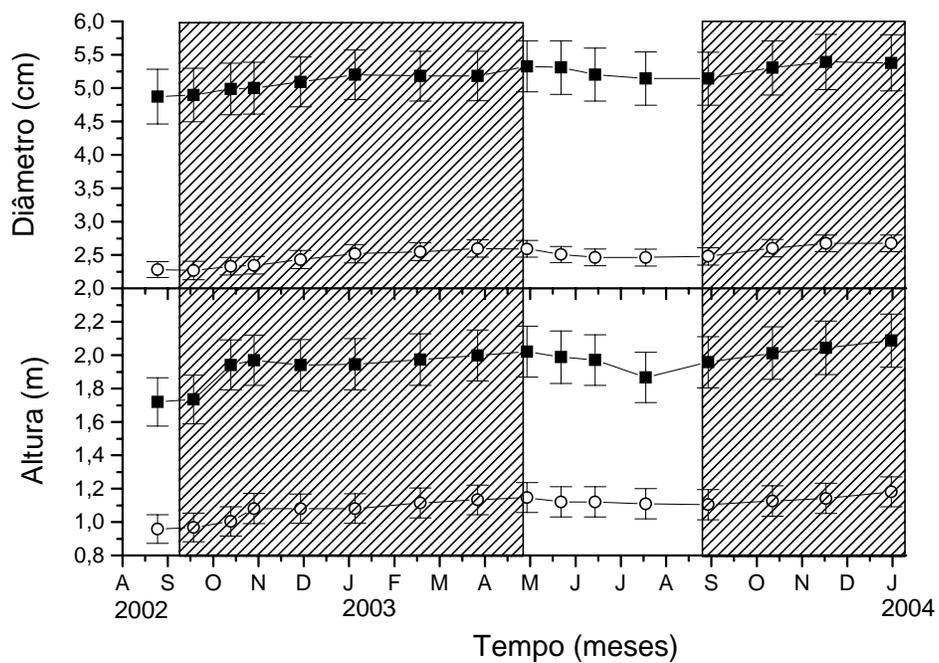


Figura 2. Altura (m) e diâmetro (cm) (média \pm erro padrão) de *Kielmeyera coriacea* no campo sujo (quadrado escuro; n = 22 indivíduos) e cerradão (círculo claro; n = 21) da Fazenda Água Limpa, DF ao longo do tempo de estudo. A área hachurada indica o período da estação chuvosa.

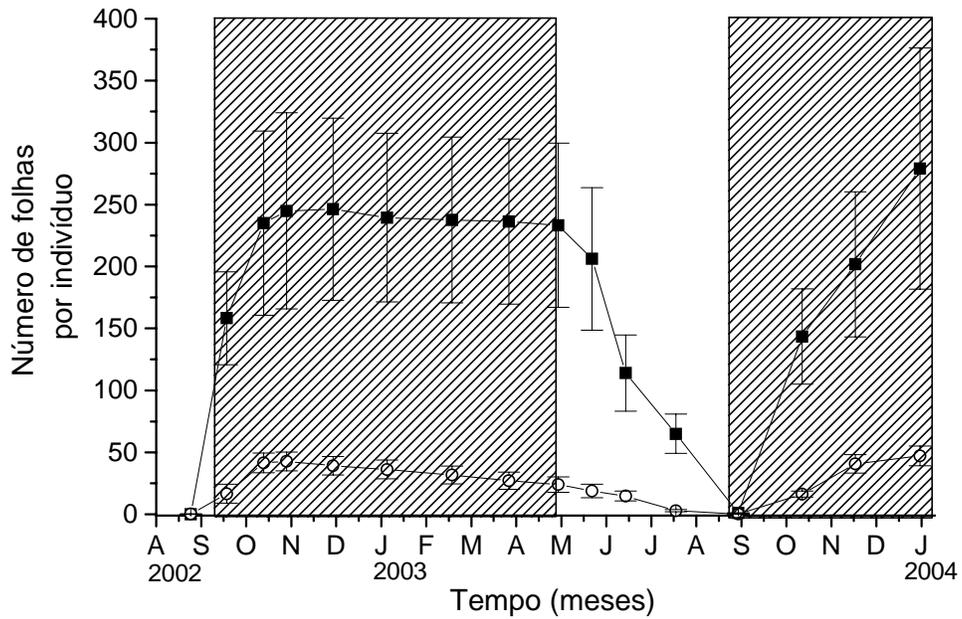


Figura 3. Acompanhamento do número médio de folhas (\pm erro padrão) de *Kielmeyera coriacea* durante o tempo de estudo, nas duas fitofisionomias, campo sujo (quadrado escuro; n = 22) e cerradão (círculo branco; n = 21). A área hachurada indica a estação chuvosa.

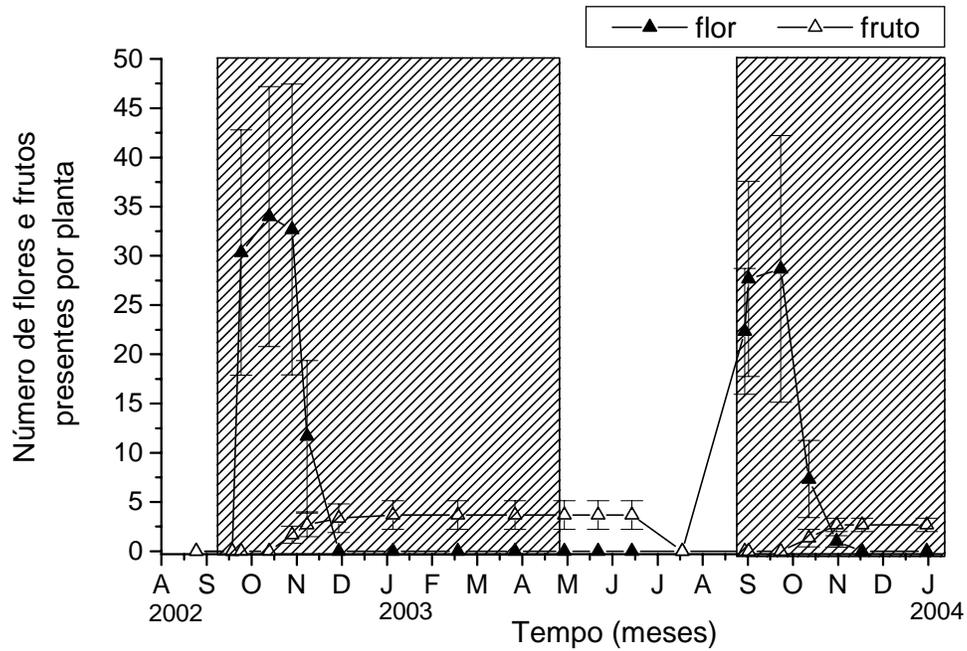


Figura 4. Acompanhamento do número médio de flores e frutos (\pm erro padrão) de *Kielmeyera coriacea* no campo sujo (n = 3 indivíduos produziram flores e frutos) durante o período de estudo. A área hachurada indica a estação chuvosa.

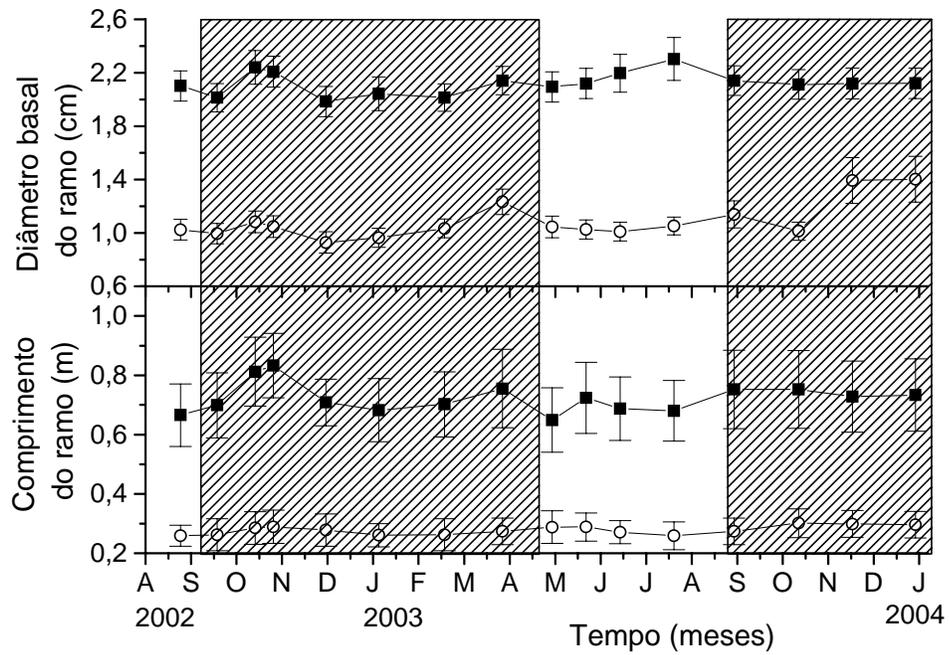


Figura 5. Acompanhamento mensal do comprimento (m) (média \pm erro padrão) dos ramos de *Kilmeyera coriacea* no campo sujo (quadrado escuro; n = 80 ramos) e cerradão (círculo claro; n = 57) da Fazenda Água Limpa, DF ao longo do tempo de estudo. A área hachurada indica o período da estação chuvosa.

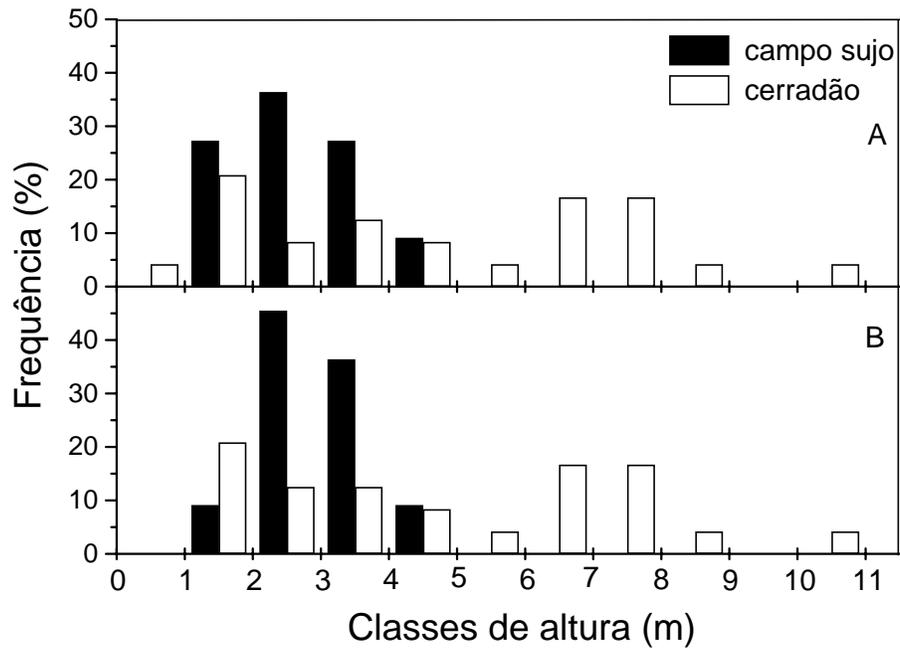


Figura 6. Distribuição de freqüência dos indivíduos de *Qualea grandiflora* em classes de altura (m) em 10 quadrantes (10 m x 10 m) no campo sujo, e 10 no cerradão da Fazenda Água Limpa, DF. A: medidas realizadas em 22 de agosto de 2002. B: medidas realizadas em 30 de dezembro de 2003.

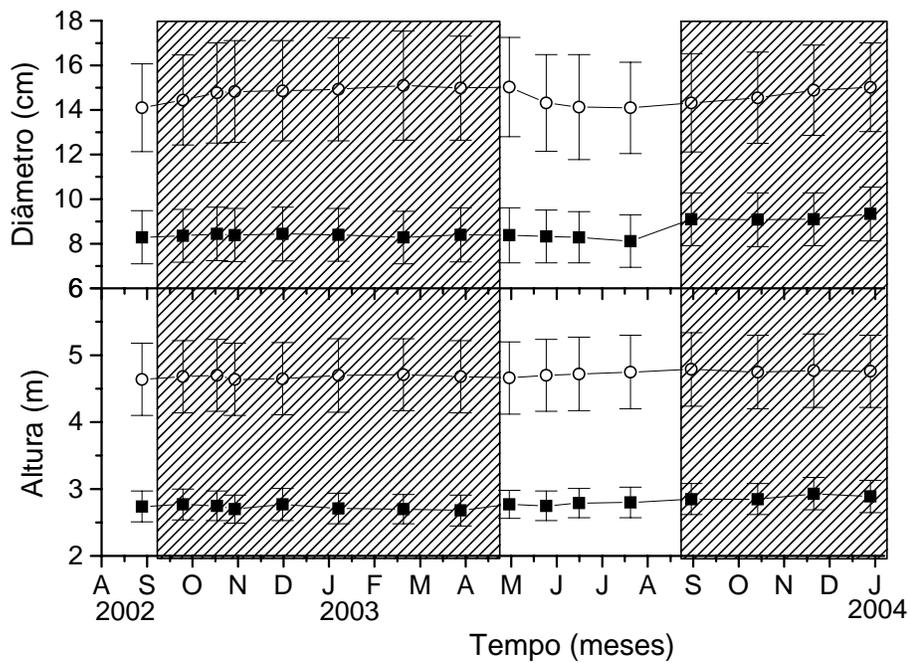


Figura 7. Altura (m) e diâmetro (cm) (média \pm erro padrão) de *Qualea grandiflora* no campo sujo (quadrado escuro; n = 11 indivíduos) e cerrado (círculo claro; n = 24) da Fazenda Água Limpa, DF ao longo do tempo de estudo. A área hachurada indica o período da estação chuvosa.

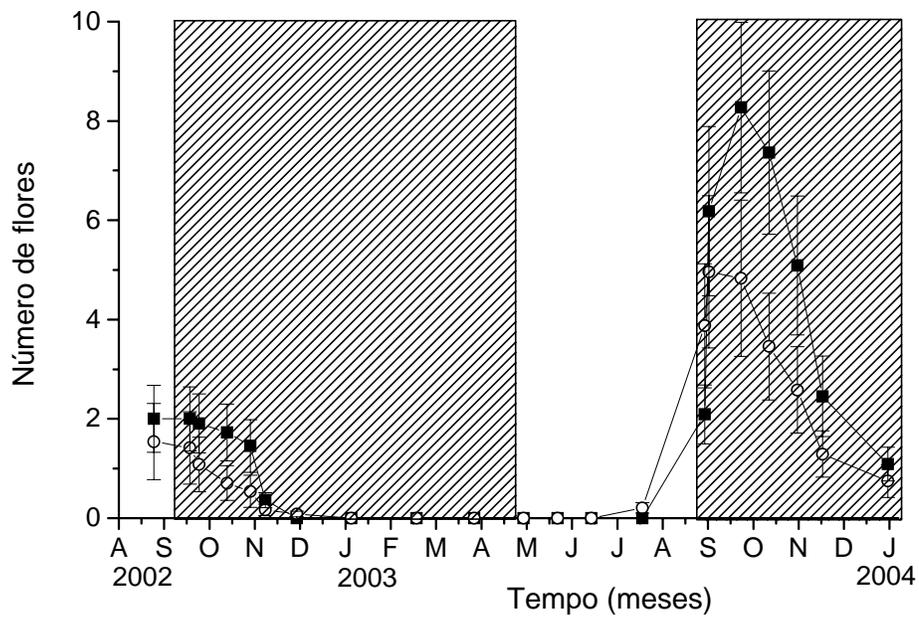


Figura 8. Acompanhamento do número médio de flores (\pm erro padrão) de *Qualea grandiflora* no campo sujo (n = 11 indivíduos produziram flores e frutos) e cerradão (n = 11 dos 24 indivíduos produziram flores) durante o período de estudo. A área hachurada indica a estação chuvosa. Os quadrados escuros correspondem aos indivíduos no campo sujo e os círculos claros aos indivíduos do cerradão.

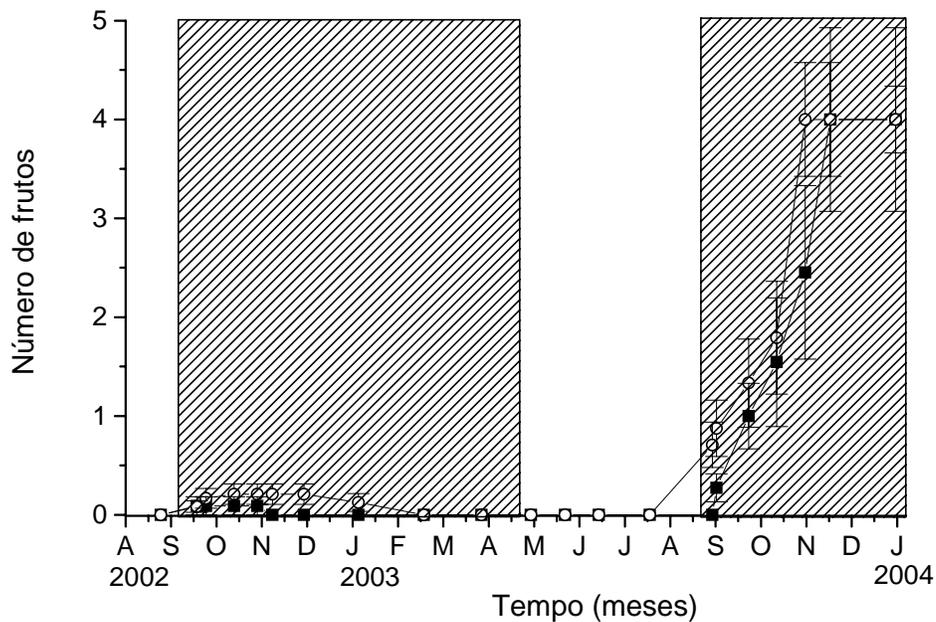


Figura 9. Acompanhamento do número médio de frutos (\pm erro padrão) por indivíduos de *Qualea grandiflora* que frutificaram no campo sujo ($n = 2$ indivíduos produziram frutos em 2002 e 7 em 2003) e no cerradão ($n = 4$ indivíduos produziram frutos em 2002 e 11 em 2003) durante o período de estudo. A área hachurada indica a estação chuvosa. Os quadrados escuros correspondem aos indivíduos no campo sujo e os círculos claros aos indivíduos do cerradão.

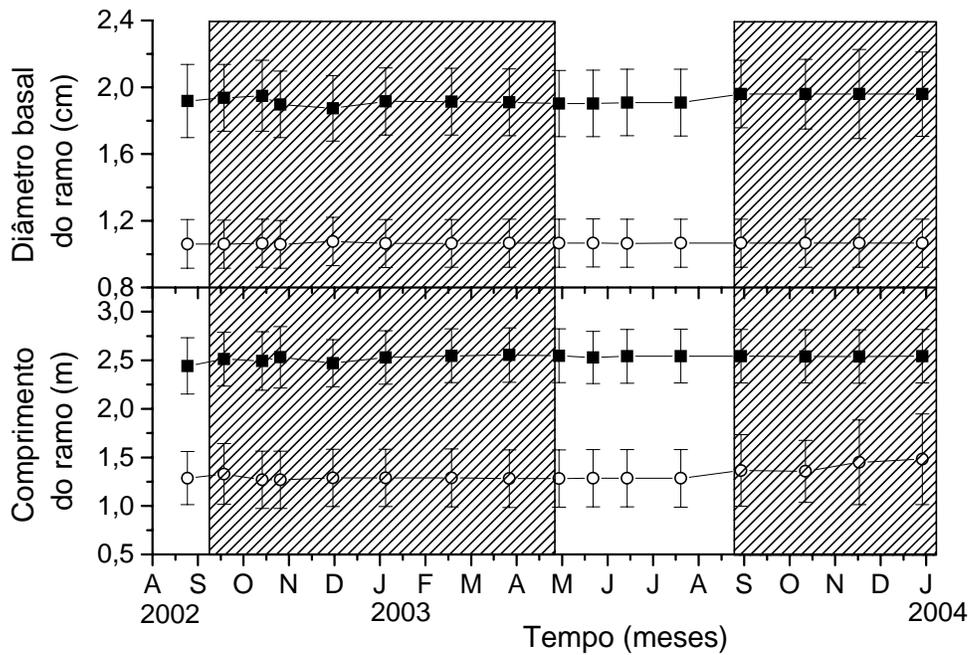


Figura 10. Acompanhamento mensal do diâmetro basal e do comprimento (m) (média \pm erro padrão) dos ramos de *Qualea grandiflora* no campo sujo (quadrado escuro; n = 55 ramos) e cerradão (círculo claro; n = 78) da Fazenda Água Limpa, DF ao longo do tempo de estudo. A área hachurada indica o período da estação chuvosa.

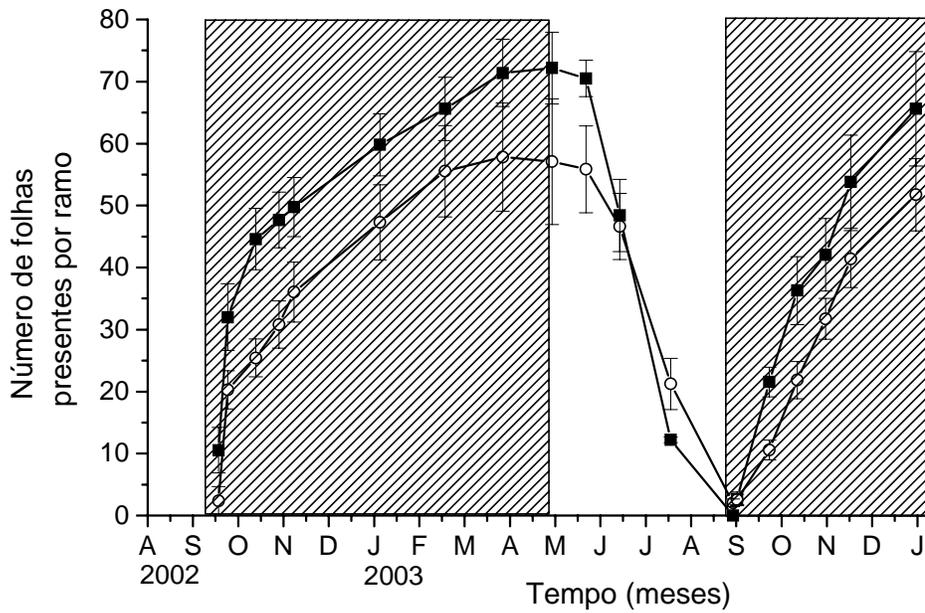


Figura 11. Acompanhamento mensal do número médio de folhas (\pm erro padrão) por ramos de *Qualea grandiflora* no campo sujo (quadrado escuro; n = 55 ramos) e cerradão (círculo claro; n = 87) da Fazenda Água Limpa, DF ao longo do tempo de estudo. A área hachurada indica o período da estação chuvosa.