

Augusto Hashimoto de Mendonça

**Avaliação do efeito de borda sobre a vegetação de cerrado *stricto sensu*
inserido em matriz de pastagem**

São Carlos

2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca –EESC/USP

M539a Mendonça, Augusto Hashimoto de
Avaliação do efeito de borda sobre a vegetação de cerrado *stricto sensu* inserido em matriz de pastagem / Augusto Hashimoto de Mendonça ; orientadora Giselda Durigan. -- São Carlos, 2010.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.

1. Ecologia de Cerrado. 2. Fragmentação. 3. Savana. 4. Invasão biológica. 5. Microclima. I. Título.

Augusto Hashimoto de Mendonça

**Avaliação do efeito de borda sobre a vegetação de cerrado *stricto sensu*
inserido em matriz de pastagem**

Dissertação apresentada à Escola de
Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo para a obtenção do título de mestre
em Ciências da Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra. Giselda Durigan

São Carlos - SP

2010

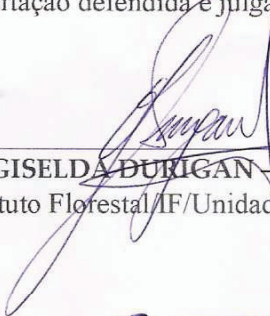
"Só existem dois dias no ano que nada pode ser feito. Um se chama ontem e o outro se chama amanhã, portanto hoje é o dia certo para amar, acreditar, fazer e principalmente viver."

Dalai Lama

FOLHA DE JULGAMENTO

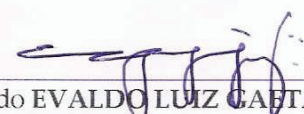
Candidato(a): Engenheiro AUGUSTO HASHIMOTO DE MENDONÇA.

Dissertação defendida e julgada em 19/07/2010 perante a Comissão Julgadora:



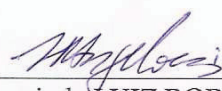
Dr.^a GISELDA DURIGAN (Orientadora)
(Instituto Florestal/IF/Unidade de Assis)

APROVADO



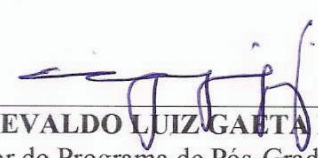
Prof. Associado EVALDO LUIZ GAETA ESPINDOLA
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO

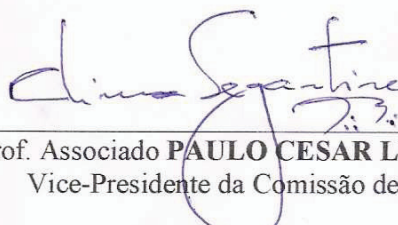


Prof. Associado LUIZ ROBERTO ANGELOCCI
(Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP)

APROVADO



Prof. Associado EVALDO LUIZ GAETA ESPINDOLA
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Ciências da Engenharia Ambiental



Prof. Associado PAULO CESAR LIMA SEGANTINE
Vice-Presidente da Comissão de Pós-Graduação

AGRADECIMENTOS

À minha família por, mesmo nos momentos de dificuldade, terem me dado o suporte e terem me permitido optar pela pesquisa e concluir assim, mais uma fase da minha vida acadêmica.

Á Prof. Dra. Giselda Durigan, pelo acolhimento e amizade, pela orientação, pelos conselhos e pela forma apaixonada com que conduz e encanta seus alunos orientados ou não.

Ao biólogo e administrador da fazenda Rio Pardo, Paulo César Gonçalvez, que nos permitiu conduzir o estudo no interior da fazenda, pela receptiva acolhida e generosidade que direcionou a todos que participaram deste projeto.

À minha amiga, companheira, incentivadora e conselheira, Roberta Sebastiany França, que me acompanhou desde o início deste processo, apoiando minha decisões e fornecendo palavras de conforto nos momentos difíceis.

Ao amigo Antônio Carlos de Melo, pela paciência, pelos conselhos e palavras amigas, pelas risadas e pelo suor derramado nos trabalhos de campo.

À Elaine Honda, figura cativante, que me auxiliou nos trabalhos laboratoriais, juntamente com os técnicos Edison Adriano Berto e Edson Damasceno.

A Prof Dr. José Marcelo Domingues Torezan do Laboratório de Biodiversidade e Restauração de Ecossistemas (LABRE) da Universidade Estadual de Londrina, por ter gentilmente nos emprestado os termohigrômetros para coleta dos dados.

Aos técnicos Edivaldo Furlan e Luís Carlos Malícia que deram um duro danado no campo e, que fora dele, tornaram o trabalho muito mais leve com seu bom humor afiado e piadinhas engatilhadas para qualquer situação.

Aos demais ajudantes e amigos- Fernando Carvalho, Diego Santiago, Camila Daronco, Mariana Leal, Márcio Suganuma e Francisco Santos que me ajudaram em campo, abrindo trilhas, delimitando parcelas, identificando materiais, carregando equipamentos e torrando sob o sol; cujo único pagamento foi a comida e as risadas nos momentos de folga.

À todo o pessoal do Instituto Florestal que estiveram envolvidos direta ou indiretamente com a execução deste projeto. Em especial ao pessoal da Estação Ecológica de Sta. Bárbara, por terem permitido nossas pernoites e o descanso necessário no aconchegante alojamento da estação.

Ao pessoal da secretária do PPG-SEA, em especial ao Nelson e à Claudete, por tornarem a vida do pós-graduando muito mais simples, resolvendo todo e qualquer processo burocrático da forma mais rápida e simples possível.

Aos amigos Alexandre, Rodolfo, Márcio, Douglas, Danilo, Bruna, Ana, Andréia, Cíntia, Carol, Leite, Emilena, Juliana, Janete, Tony, Victor, Evaldo, Marcelo, Dalva, Marco e muitos outros, amigos de república, faculdade ou professores que estiveram ao meu lado e me apoiaram de alguma forma durante o mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio ao desenvolvimento deste projeto – processo: 2008/01821-0.

RESUMO

Mendonça, A.H. (2010) - **Efeito de borda sobre a comunidade vegetal do cerrado *stricto sensu* inserido em matriz de pastagem**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

O Cerrado é o bioma brasileiro que mais perdeu área para o agronegócio em anos recentes, verificando que a expansão da fronteira agrícola sobre o Cerrado provocou a pulverização dos remanescentes em fragmentos cada vez menores, imersos em matrizes de baixa similaridade, causando uma série de impactos negativos sobre o ecossistema natural. A fragmentação de habitats é considerada uma das mais graves ameaças à conservação da biodiversidade, com conseqüências ecológicas variáveis, intensificadas na faixa de transição entre matriz e fragmento. Os efeitos de borda são decorrentes de mudanças físicas e bióticas nas faixas marginais das ilhas de vegetação natural, que promovem modificações nas características microclimáticas, as quais conduzem a uma série de alterações importantes nas comunidades que compõem os ecossistemas. O objetivo deste estudo foi investigar a existência de efeito de borda e suas conseqüências sobre a comunidade vegetal do cerrado *stricto sensu*. O estudo foi realizado em fragmento de Cerrado com área de 980,8 ha, localizado no município de Iaras, SP, cujo entorno foi ocupado por pastagem durante cerca de um século. Efetuou-se a caracterização estrutural e florística de diferentes estratos da vegetação em diferentes distâncias da borda (0, 10, 20, 40 e 80 m) e coletaram-se dados microclimáticos na matriz (a 10 m de distância da borda) e no interior do fragmento, nas diferentes distâncias da borda e em duas estações do ano (seca e chuvosa). Investigou-se a existência de um possível gradiente de estrutura ou composição da vegetação relacionado com a distância da borda e com as variáveis microclimáticas. Os resultados obtidos mostraram não existir variações de microclima e de estrutura e composição do componente arbóreo e herbáceo-arbustivo em relação à distância da borda do fragmento. Embora independente do microclima e, portanto, diferente dos clássicos efeitos de borda, a invasão pela braquiária (*Urochloa decumbens*) foi detectada como a única conseqüência da exposição da periferia do cerrado *stricto sensu* às pressões da matriz, causando exclusão das gramíneas nativas e inibindo o desenvolvimento de plantas lenhosas de pequeno porte. A ausência de efeito de borda sobre os demais componentes da vegetação sugere, em um primeiro momento, que esta não é uma ameaça importante para a conservação do cerrado. Porém, a invasão biológica pela gramínea africana é relativamente recente (foi introduzida há cerca de três décadas na propriedade) e suas conseqüências ainda não podem ser avaliadas adequadamente. É possível que seus impactos sobre os estratos superiores da vegetação venham a ser observados no futuro, quando a inibição da regeneração das espécies arbustivas e arbóreas comprometer a dinâmica da comunidade vegetal e a substituição dos adultos nas populações dessas espécies. Além disso, hoje a invasão só causa impactos significativos sobre a faixa de 0 a 20 m de distância da borda, mas não é possível prever se a gramínea invasora vai se expandir rumo ao núcleo do fragmento no futuro.

Palavras-chaves: fragmentação; savana; invasões biológicas; microclima.

ABSTRACT

Mendonça, A.H. (2010) - **Edge effects on plant community of cerrado *sensu stricto* inserted into a matrix of pasture.** Dissertation (Mastering) – Engineering School of Sao Carlos, University of Sao Paulo, Sao Carlos, 20010.

From the Brazilian biomes, the Cerrado has been the most widely and rapidly converted to agribusiness in recent years. The expansion of agricultural frontier over the Cerrado Domain resulted in thousands of small fragments embedded in matrices of low similarity, causing a series of negative impacts on the natural ecosystem. Habitat fragmentation is considered one of the most serious threats to the conservation of biodiversity and ecological consequences vary, being intensified in the range of transition between matrix and fragment. The edge effects are caused by biotic and physical changes in marginal areas of the islands of natural vegetation, promoting changes in microclimatic characteristics, which leads to a series of important changes in the ecosystems. The aim of this study was to investigate the existence of edge effects and their consequences on the plant community of cerrado *sensu stricto*. The study was conducted in a Cerrado fragment with an area of 980.8 ha, located in the municipality of Iaras, SP, whose surrounding area was occupied by pasture for about a century. Structure and floristic composition of distinct vegetation layers was assessed at different distances from the edge (0, 10, 20, 40 and 80 m). Climatic data were collected in two seasons (dry and wet), at the same distances within the fragment and also in the matrix (10 m away from the edge). The existence of a gradient of vegetation composition or structure and the microclimatic variables related to distance from the edge was investigated. No changes in microclimate and structure or composition of the woody layers related to distance from the edge was observed. Although independent of the microclimate and therefore different from classic edge effects, invasion by the African grass *Urochloa decumbens* (braquiária) was detected as the only consequence of exposure of the periphery of the cerrado *sensu stricto* to the pressures of the matrix, causing the exclusion of native grasses and inhibiting the development of small woody plants. The absence of edge effect on other components of the vegetation suggests, at first, that this is not a major threat to the conservation of the Cerrado. However, the biological invasion by the African grass is relatively recent (it was locally introduced about three decades ago) and its consequences have not been adequately assessed. It is possible that their impacts on the upper strata of the vegetation may be observed in future, when the inhibition of regeneration of shrub and tree species jeopardize the dynamics of plant community and the replacement of adults in the populations of these species. In addition, at present the invasion has significant impacts only over 0-20 m from the edge, but it is impossible to predict whether the invasive grass will expand or not into the core area of the fragment in the future.

Key-words: fragmentation; savanna; biological invasions; microclimate.

FIGURAS

FIGURA. 1- LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE IARAS E DA BACIA DO MÉDIO PARANAPANEMA NO ESTADO DE SÃO PAULO.....	35
FIGURA. 2- FRAGMENTO DE ESTUDO, DETALHANDO A FACE ESTUDADA E AS DIMENSÕES DO FRAGMENTO ...	37
FIGURA. 3 - IMAGEM DO FRAGMENTO DE CERRADO <i>STRICTO SENSU</i> SELECIONADO PARA O ESTUDO COM O ESQUEMÁTICO DAS UNIDADES DA PAISAGEM ENVOLVIDAS E A BORDA.....	38
FIGURA 1.1 - DISTRIBUIÇÃO DO CONJUNTO DE PARCELAS DE UM DOS TRANSECTOS NAS DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA E A DIVISÃO DAS SUB-PARCELAS.	48
FIGURA 1.2 - BOXPLOT DOS VALORES DE ÁREA BASAL ($M^2 HA^{-1}$) DO ESTRATO ARBÓREO EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA.	54
FIGURA 1.3 – BOXPLOT DOS VALORES DE DENSIDADE ($IND HA^{-1}$) DO ESTRATO ARBÓREO EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA.	54
FIGURA 1.4 - BOXPLOT DO NÚMERO DE ESPÉCIES ($SPP PARCELA^{-1}$) DO ESTRATO ARBÓREO POR PARCELA EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA.	54
FIGURA 1.5 - BOXPLOT DOS VALORES DE ALTURA DAS DEZ MAIORES ÁRVORES (M) EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA.	54
FIGURA 1.6 - BOXPLOT DOS VALORES DE DENSIDADE ($IND HA^{-1}$) DO ESTRATO HERBÁCEO-ARBUSTIVO EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA.	56
FIGURA 1.7 - BOXPLOT DO NÚMERO DE ESPÉCIES ($SPP HA^{-1}$) DO ESTRATO HERBÁCEO-ARBUSTIVO POR PARCELA EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA.	56
FIGURA 1.8 – BOXPLOT DE DENSIDADE ($IND HA^{-1}$) DE PLANTAS SUBARBUSTIVAS POR DISTÂNCIA DA BORDA. .	58
FIGURA 1.9 – BOXPLOT DO NÚMERO DE ESPÉCIES ($SPP PARCELA^{-1}$) SUBARBUSTIVAS POR PARCELA EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA.....	58
FIGURA 1.10 – BOXPLOT DE COBERTURA, EM PORCENTAGEM, DO ESTRATO ARBÓREO NAS DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA.....	61

FIGURA 1.11 - BOXPLOT DE COBERTURA, EM PORCENTAGEM, DO ESTRATO HERBÁCEO-ARBUSTIVO NAS DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA.	61
FIGURA 1.12 - BOXPLOT DE COBERTURA DE GRAMÍNEAS NATIVAS, EM PORCENTAGEM, NAS DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA.	62
FIGURA 1.13 - BOXPLOT DE COBERTURA DE GRAMÍNEAS EXÓTICAS, EM PORCENTAGEM, NAS DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA.	62
FIGURA 1.14 – BOXPLOT DA PROPORÇÃO DE TERRA NUA, EM PORCENTAGEM, NAS PARCELAS EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA.	62
FIGURA 1.15 - GRÁFICO DE DISPERSÃO DOS PONTOS DE COBERTURA DE GRAMÍNEAS NATIVAS EM PORCENTAGEM EM RELAÇÃO ÀS DISTÂNCIAS DA BORDA, OS MODELOS UTILIZADOS PARA COMPARAÇÃO EM AZUL - MODELO LOGARÍTMICO, VERDE - MODELO NULO E VERMELHO O MODELO LINEAR E OS VALORES MÉDIOS DE COBERTURA REPRESENTADOS PELOS TRIÂNGULOS AZUIS.	68
FIGURA 1.16 - GRÁFICO DE DISPERSÃO DOS PONTOS DE COBERTURA DE GRAMÍNEAS EXÓTICAS EM PORCENTAGEM EM RELAÇÃO AS DISTÂNCIAS DA BORDA, OS MODELOS UTILIZADOS PARA COMPARAÇÃO EM AZUL - MODELO LOGARÍTMICO, VERDE - MODELO NULO E VERMELHO O MODELO LINEAR E OS VALORES MÉDIOS DE COBERTURA REPRESENTADOS PELOS TRIÂNGULOS AZUIS.	69
FIGURA 2.1 - DESENHO AMOSTRAL DA DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DAS VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS NA MATRIZ E NO INTERIOR DO FRAGMENTO.	95
FIGURA 2.2 - APARATO DE PROTEÇÃO EM QUE FORAM INSTALADOS OS TERMOHIGRÔMETROS PARA EVITAR EXPOSIÇÃO DIRETA DA RADIAÇÃO SOLAR. INSTALADO NA BORDA DO FRAGMENTO.	97
FIGURA 2.3 - APARATO DE PROTEÇÃO EM QUE FORAM INSTALADOS OS TERMOHIGRÔMETROS PARA EVITAR EXPOSIÇÃO DIRETA DA RADIAÇÃO SOLAR. INSTALADO NO INTERIOR DO FRAGMENTO.	97
FIGURA 2.4 - ANEMÔMETRO INSTALADO NO SUPORTE DE 50 CM.	102
FIGURA 2.5 - ANEMÔMETRO INSTALADO NO SUPORTE DE 200 CM.	102

FIGURA 2.6 - PERFIL DE TEMPERATURA MÉDIA ENTRE A MATRIZ E AS DISTÂNCIAS DA BORDA DO FRAGMENTO NA ESTAÇÃO CHUVOSA PARA O HORÁRIO DAS 6 HS (PRETO) E PARA O HORÁRIO DAS 18 HS (VERMELHO).	105
FIGURA 2.7 - VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DO AR AO LONGO DO PERÍODO DAS 6 HS ÀS 18 HS NA ESTAÇÃO CHUVOSA PARA A MATRIZ E PARA AS DISTÂNCIAS DA BORDA DO FRAGMENTO.	106
FIGURA 2.8 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA EM RELAÇÃO À MATRIZ E ÀS DISTÂNCIAS DA BORDA NA ESTAÇÃO CHUVOSA NOS HORÁRIOS DAS 8 HS, 10 HS, 12 HS , 14 HS E 16 HS.	106
FIGURA 2.9 - VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DO AR AO LONGO DO PERÍODO DAS 18 HS ÀS 6 HS NA ESTAÇÃO CHUVOSA PARA A MATRIZ E PARA AS DISTÂNCIAS DA BORDA DO FRAGMENTO.	106
FIGURA 2.10 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA EM RELAÇÃO À MATRIZ E ÀS DISTÂNCIAS DA BORDA NA ESTAÇÃO CHUVOSA NOS HORÁRIOS DAS 20 HS, 22 HS, 24 HS, 2 HS E 4 HS.	106
FIGURA 2.11 - BOXPLOT DOS VALORES DE TEMPERATURA MÁXIMA EM PROPORÇÃO AOS VALORES OBSERVADOS PARA A DISTÂNCIA DE 80 M NA ESTAÇÃO CHUVOSA. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.	108
FIGURA 2.12 - BOXPLOT DOS VALORES DE TEMPERATURA MÍNIMA EM PROPORÇÃO AOS VALORES OBSERVADOS PARA A DISTÂNCIA DE 80 M, NA ESTAÇÃO CHUVOSA. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.	108
FIGURA 2.13 - BOXPLOT DAS AMPLITUDES DE TEMPERATURA DO AR EM FUNÇÃO DAS DISTÂNCIAS DA BORDA E DA MATRIZ PARA O PERÍODO CHUVOSO.	108
FIGURA 2.14 - PERFIL DE TEMPERATURA EM RELAÇÃO ÀS DISTÂNCIAS DA BORDA E DA MATRIZ PARA O HORÁRIO DAS 6 HS (PRETO) E HORÁRIO DAS 18 HS (VERMELHO), NA ESTAÇÃO SECA.	110
FIGURA 2.15 - VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DO AR AO LONGO DO PERÍODO DAS 6 HS ÀS 8 HS NA ESTAÇÃO SECA PARA A MATRIZ E PARA AS DISTÂNCIAS DA BORDA DO FRAGMENTO.	111
FIGURA 2.16 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA DO AR NA ESTAÇÃO SECA, EM RELAÇÃO À MATRIZ E ÀS DISTÂNCIAS DA BORDA NOS HORÁRIOS DAS 8 HS, 10 HS, 12 HS, 14 HS E 16 HS.	111

FIGURA 2.17 - VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DO AR AO LONGO DO PERÍODO DAS 18 HS ÀS 6 HS NA ESTAÇÃO SECA, PARA A MATRIZ E PARA AS DISTÂNCIAS DA BORDA DO FRAGMENTO.....	112
FIGURA 2.18 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA EM RELAÇÃO À MATRIZ E ÀS DISTÂNCIAS DA BORDA NA ESTAÇÃO SECA, NOS HORÁRIOS DAS 20 HS, 22 HS, 24 HS, 2 HS E 4 HS.....	112
FIGURA 2.19 - BOXPLOT DOS VALORES DE AMPLITUDE ENTRE MÁXIMA E MÍNIMA REGISTRADA PARA A TEMPERATURA DO AR NA ESTAÇÃO SECA, EM RELAÇÃO ÀS DISTÂNCIAS DA BORDA E À MATRIZ.....	113
FIGURA 2.20 - BOXPLOT DOS VALORES DE TEMPERATURA MÁXIMA EM PROPORÇÃO AOS VALORES OBSERVADOS PARA A DISTÂNCIA DE 80 M, NA ESTAÇÃO SECA. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.....	114
FIGURA 2.21 - BOXPLOT DOS VALORES DE TEMPERATURA MÍNIMA EM PROPORÇÃO AOS VALORES OBSERVADOS PARA A DISTÂNCIA DE 80 M, NA ESTAÇÃO SECA. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.....	114
FIGURA 2.22 - PERFIL DA UMIDADE RELATIVA DO AR NA MATRIZ E EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DAS BORDA DO FRAGMENTO PARA O HORÁRIO DAS 6 HS (PRETO) E PARA AS 18 HS (VERMELHO), NA ESTAÇÃO CHUVOSA.	116
FIGURA 2.23 - VARIAÇÃO DE UMIDADE RELATIVA DO AR AO LONGO DO PERÍODO DAS 6 HS ÀS 8 HS PARA A MATRIZ E PARA AS DISTÂNCIAS DA BORDA DO FRAGMENTO, NA ESTAÇÃO CHUVOSA.	117
FIGURA 2.24 - VALORES MÉDIOS DE UMIDADE RELATIVA DO AR EM RELAÇÃO À MATRIZ E ÀS DISTÂNCIAS DA BORDA NOS HORÁRIOS DAS 6 HS,8 HS,10 HS, 12 HS, 14 HS E 18 HS, NA ESTAÇÃO CHUVOSA.	117
FIGURA 2.25 - VARIAÇÃO DE UMIDADE RELATIVA DO AR AO LONGO DO PERÍODO DAS 18 HS ÀS 6 HS PARA A MATRIZ E PARA AS DISTÂNCIAS DA BORDA DO FRAGMENTO, NA ESTAÇÃO CHUVOSA.	118
FIGURA 2.26 - VALORES MÉDIOS DE UMIDADE RELATIVA DO AR EM RELAÇÃO À MATRIZ E ÀS DISTÂNCIAS DA BORDA NOS HORÁRIOS DAS 19 HS, 21 HS,24 HS, 3 HS E 5 HS, NA ESTAÇÃO CHUVOSA.	118
FIGURA 2.27 - BOXPLOT DAS AMPLITUDES DE UMIDADE RELATIVA DO AR NA MATRIZ E EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA DE FRAGMENTO DE CERRADO EM PERÍODO CHUVOSO.	119

FIGURA 2.28 - BOXPLOT DOS VALORES DE UMIDADE RELATIVA MÁXIMA EM PROPORÇÃO AOS VALORES OBSERVADOS PARA A DISTÂNCIA DE 80 M, NO PERÍODO CHUVOSO. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.....	120
FIGURA 2.29 - BOXPLOT DOS VALORES DE UMIDADE RELATIVA MÍNIMA EM PROPORÇÃO AOS VALORES OBSERVADOS PARA A DISTÂNCIA DE 80 M, NO PERÍODO CHUVOSO. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.....	120
FIGURA 2.30 - PERFIL DE UMIDADE RELATIVA MÉDIA DO AR NA ESTAÇÃO SECA EM RELAÇÃO ÀS DISTÂNCIAS DA BORDA E DA MATRIZ PARA OS HORÁRIOS DAS 6 HS (AZUL) E 18 HS (VERMELHO).	122
FIGURA 2.31 - VARIAÇÃO DE UMIDADE RELATIVA DO AR NA ESTAÇÃO SECA AO LONGO DO PERÍODO DAS 8 HS ÀS 18 HS PARA A MATRIZ E PARA AS DISTÂNCIAS DA BORDA DO FRAGMENTO.....	123
FIGURA 2.32 - VALORES MÉDIOS DE UMIDADE RELATIVA DO AR NA ESTAÇÃO SECA EM RELAÇÃO À MATRIZ E ÀS DISTÂNCIAS DA BORDA NOS HORÁRIOS DAS 8 HS,10 HS, 12 HS, 14 HS E 16 HS.	123
FIGURA 2.33 - VARIAÇÃO DE UMIDADE RELATIVA DO AR NA ESTAÇÃO SECA AO LONGO DO PERÍODO DAS 18 HS ÀS 6 HS PARA A MATRIZ E PARA AS DISTÂNCIAS DA BORDA DO FRAGMENTO.....	123
FIGURA 2.34 - VALORES MÉDIOS DE UMIDADE RELATIVA DO AR NA ESTAÇÃO SECA EM RELAÇÃO À MATRIZ E ÀS DISTÂNCIAS DA BORDA NOS HORÁRIOS DAS 20 HS, 22 HS,24 HS, 2 HS E 4 HS.	123
FIGURA 2.35 - BOXPLOT DE AMPLITUDE DE UMIDADE RELATIVA DO AR EM PROPORÇÃO AOS VALORES OBSERVADOS PARA O DISTÂNCIA DE 80M, NO PERÍODO SECO, EM FUNÇÃO DAS DISTÂNCIAS DA BORDA DO FRAGMENTO E NA MATRIZ.	124
FIGURA 2.36 - BOXPLOT DOS VALORES DE UMIDADE RELATIVA MÁXIMA NA ESTAÇÃO SECA, EM PROPORÇÃO AOS VALORES OBSERVADOS PARA A DISTÂNCIA DE 80 M. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.	125
FIGURA 2.37 - BOXPLOT DOS VALORES DE UMIDADE RELATIVA MÍNIMA NA ESTAÇÃO SECA EM PROPORÇÃO AOS VALORES OBSERVADOS PARA A DISTÂNCIA DE 80 M. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.	125

FIGURA 2.38 - BOXPLOT DOS VALORES DE TEMPERATURA DO SOLO PARA A PROFUNDIDADE DE 5 CM, RELATIVA À DISTÂNCIA MAIS INTERNA DO FRAGMENTO PARA O PERÍODO DA MANHÃ, NA ESTAÇÃO CHUVOSA. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.....	128
FIGURA 2.39 - BOXPLOT DOS VALORES DE TEMPERATURA DO SOLO PARA A PROFUNDIDADE DE 10 CM, RELATIVA À DISTÂNCIA MAIS INTERNA DO FRAGMENTO PARA O PERÍODO MANHÃ, NA ESTAÇÃO CHUVOSA. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.....	128
FIGURA 2.40 - BOXPLOT DOS VALORES DE TEMPERATURA DO SOLO PARA A PROFUNDIDADE DE 5 CM, RELATIVA À DISTÂNCIA MAIS INTERNA DO FRAGMENTO PARA O PERÍODO TARDE, NA ESTAÇÃO CHUVOSA. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.....	129
FIGURA 2.41 - BOXPLOT DOS VALORES DE TEMPERATURA DO SOLO PARA A PROFUNDIDADE DE 10 CM, RELATIVA À DISTÂNCIA MAIS INTERNA DO FRAGMENTO PARA O PERÍODO DA TARDE, NA ESTAÇÃO CHUVOSA. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.....	129
FIGURA 2.42 - BOXPLOT DOS VALORES DE TEMPERATURA DO SOLO PARA A PROFUNDIDADE DE 5 CM, RELATIVA À DISTÂNCIA MAIS INTERNA DO FRAGMENTO PARA O PERÍODO DA MANHÃ, NA ESTAÇÃO SECA. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.....	134
FIGURA 2.43 - BOXPLOT DOS VALORES DE TEMPERATURA DO SOLO PARA A PROFUNDIDADE DE 10 CM, RELATIVA À DISTÂNCIA MAIS INTERNA DO FRAGMENTO PARA O PERÍODO DA MANHÃ, NA ESTAÇÃO SECA. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.....	134
FIGURA 2.44 - BOXPLOT DOS VALORES DE TEMPERATURA DO SOLO PARA A PROFUNDIDADE DE 5 CM, RELATIVA À DISTÂNCIA MAIS INTERNA DO FRAGMENTO PARA O PERÍODO TARDE, NA ESTAÇÃO SECA. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.	135
FIGURA 2.45 - BOXPLOT DOS VALORES DE TEMPERATURA DO SOLO PARA A PROFUNDIDADE DE 10 CM, RELATIVA À DISTÂNCIA MAIS INTERNA DO FRAGMENTO PARA O PERÍODO DA TARDE, NA ESTAÇÃO SECA. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.....	135
FIGURA 2.46 - PERFIL DE UMIDADE DO SOLO NA MATRIZ E EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA DO FRAGMENTO, EM RELAÇÃO À DISTÂNCIA DE 80 M, PARA AS PROFUNDIDADES DE 5-10 CM (VERMELHO) E	

DE 10-15 CM (AZUL). A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.	139
FIGURA 2.47 - BOXPLOT DOS VALORES DE UMIDADE DO SOLO RELATIVOS À DISTÂNCIA CONTROLE DE 80 M PARA A PROFUNDIDADE DE 5-10 CM. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.	140
FIGURA 2.48 - BOXPLOT DOS VALORES DE UMIDADE DO SOLO RELATIVOS À DISTÂNCIA CONTROLE DE 80 M PARA A PROFUNDIDADE DE 10-15 CM. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.	140
FIGURA 2.49 - BOXPLOT DOS VALORES DE LUMINOSIDADE RELATIVA À MATRIZ PARA A ALTURA DE 10 CM ACIMA DA SUPERFÍCIE DO SOLO. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.	142
FIGURA 2.50 - BOXPLOT DOS VALORES DE LUMINOSIDADE RELATIVA À MATRIZ PARA A ALTURA DE 100 CM ACIMA DA SUPERFÍCIE DO SOLO. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.	142
FIGURA 2.51 - BOXPLOT DOS VALORES VELOCIDADE DO VENTO PARA A ALTURA DE 50 CM ACIMA DA SUPERFÍCIE DO SOLO, RELATIVOS À DISTÂNCIA CONTROLE DE 80 M. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.	146
FIGURA 2.52 - BOXPLOT DOS VALORES DE VELOCIDADE DO VENTO PARA A ALTURA DE 200 CM ACIMA DA SUPERFÍCIE DO SOLO, RELATIVOS À DISTÂNCIA CONTROLE DE 80 M. A LINHA TRACEJADA REPRESENTA O VALOR DE REFERÊNCIA DA DISTÂNCIA DE 80 M.	146

TABELAS

TABELA 1.1 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE ÁREA BASAL, DENSIDADE E ESPÉCIES POR TRATAMENTO EM FUNÇÃO DAS DISTÂNCIAS SENDO F = VALOR DO F DE FISHER, NUM DF = GRAUS DE LIBERDADE DO NUMERADOR (TRATAMENTOS), DEMON DF = GRAUS DE LIBERDADE DO DENOMINADOR (NÚMERO DE LEITURAS) E P O VALOR DE PROBABILIDADE DO TESTE.	55
TABELA 1.2 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE DENSIDADE E RIQUEZA EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA. SENDO F = VALOR DO F DE FISHER, NUM DF = GRAUS DE LIBERDADE DO NUMERADOR (TRATAMENTOS), DEMON DF = GRAUS DE LIBERDADE DO DENOMINADOR (NÚMERO DE LEITURAS) E P O VALOR DE PROBABILIDADE DO TESTE.....	56
TABELA 1.3 – TABELA SÍNTESE DOS DADOS RELATIVOS À DENSIDADE (IND HA ⁻¹) DO ESTRATO SUBARBUSTIVO EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA.	58
TABELA 1.4 - TABELA SÍNTESE DOS DADOS DO NÚMERO DE ESPÉCIES (SPP PARCELA ⁻¹) DO ESTRATO SUBARBUSTIVO NAS DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA.....	58
TABELA 1.5 - SÍNTESE DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AS VARIÁVEIS DE DENSIDADE E NÚMERO DE ESPÉCIES DO ESTRATO SUBARBUSTIVO. F = VALOR DO F DE FISHER, NUM DF = GRAUS DE LIBERDADE DO NUMERADOR (TRATAMENTOS), DEMON DF = GRAUS DE LIBERDADE DO DENOMINADOR (NÚMERO DE LEITURAS) E P O VALOR DE PROBABILIDADE DO TESTE. OS RESULTADOS SIGNIFICATIVOS (P<0,05) FORAM DESTACADOS EM NEGRITO E SEGUIDOS POR ASTERISCO.	59
TABELA 1.6 – TABELA SÍNTESE DO PROCEDIMENTO DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLA DE MÉDIAS PARA A DENSIDADE DO ESTRATO SUBARBUSTIVO. OS DADOS DE PROBABILIDADE DESTACADOS EM NEGRITO APONTAM AS DISTÂNCIAS ONDE FORAM ENCONTRADAS DIFERENÇAS PARA A DENSIDADE DO ESTRATO SUBARBUSTIVO. AS COMPARAÇÕES SIGNIFICATIVAS (P<0,05) FORAM DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.....	59
TABELA 1.7 - TABELA SÍNTESE DO PROCEDIMENTO DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLA DE MÉDIAS PARA O NÚMERO DE ESPÉCIES SUBARBUSTIVAS POR PARCELA. OS RESULTADOS DESTACADOS EM NEGRITO APONTAM OS	

TRATAMENTOS QUE DIFEREM ENTRE SI. AS COMPARAÇÕES SIGNIFICATIVAS ($P < 0,05$) FORAM DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.....	59
TABELA 1.8 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE COBERTURA EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDA. F = VALOR DO F DE FISHER, NUM DF = GRAUS DE LIBERDADE DO NUMERADOR (TRATAMENTOS), DEMON DF = GRAUS DE LIBERDADE DO DENOMINADOR (NÚMERO DE LEITURAS) E P O VALOR DE PROBABILIDADE DO TESTE. OS RESULTADOS SIGNIFICATIVOS ($P < 0,05$) FORAM DESTACADOS EM NEGRITO E SEGUIDOS POR ASTERISCO.....	63
TABELA 1.9 - COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE OS TRATAMENTOS PARA PROPORÇÃO DE TERRA NUA. OS RESULTADOS DESTACADOS APONTAM OS TRATAMENTOS QUE DIFEREM ENTRE SI. AS COMPARAÇÕES SIGNIFICATIVAS ($P < 0,05$) FORAM DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.....	63
TABELA 1.10 – COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE OS TRATAMENTOS PARA COBERTURA DE GRAMÍNEAS NATIVAS. OS RESULTADOS DESTACADOS APONTAM OS TRATAMENTOS QUE DIFEREM ENTRE SI. AS COMPARAÇÕES SIGNIFICATIVAS ($P < 0,05$) FORAM DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.....	64
TABELA 1.11 - COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE OS TRATAMENTOS PARA COBERTURA DE GRAMÍNEAS EXÓTICAS. OS RESULTADOS DESTACADOS APONTAM OS TRATAMENTOS QUE DIFEREM ENTRE SI. AS COMPARAÇÕES SIGNIFICATIVAS ($P < 0,05$) FORAM DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.....	64
TABELA 1.12 - MATRIZ DE CORRELAÇÕES ENTRE ATRIBUTOS DE RIQUEZA E ESTRUTURA DA COMUNIDADE VEGETAL. AS CORRELAÇÕES SIGNIFICATIVAS SEGUEM DESTACADAS COM ASTERISCO E EM AS CORRELAÇÕES RELEVANTES DO PONTO DE VISTA ECOLÓGICO EM NEGRITO.	66
TABELA 1.13 - TABELA SÍNTESE DA APLICAÇÃO DO AIC PARA OS MODELOS TEÓRICOS UTILIZADOS PARA REPRESENTAR A DISTRIBUIÇÃO DE COBERTURA DE GRAMÍNEAS EXÓTICAS.	68
TABELA 1.14 - TABELA SÍNTESE DA APLICAÇÃO DO AIC PARA OS MODELOS TEÓRICOS UTILIZADOS PARA REPRESENTAR A DISTRIBUIÇÃO DE COBERTURA DE GRAMÍNEAS EXÓTICAS.	70
TABELA 2.1 - VALORES DE TEMPERATURA MÉDIA DO AR ($^{\circ}$ C) PARA MATRIZ E FRAGMENTO NA ESTAÇÃO CHUVOSA PARA OS PERÍODOS DAS 6 HS - 18 HS E 18 HS - 6 HS.....	104

TABELA 2.2 – VALORES MÉDIOS DE MÁXIMA, MÍNIMA E AMPLITUDE DE TEMPERATURA DO AR (°C) NO PERÍODO CHUVOSO PARA A MATRIZ E PARA O FRAGMENTO.....	107
TABELA 2.3 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE TEMPERATURA (AMPLITUDE RELATIVA, MÁXIMA RELATIVA E MÍNIMA RELATIVA), DISTÂNCIA DA BORDA E OS PARÂMETROS ESTRUTURAIS DA VEGETAÇÃO NA ESTAÇÃO CHUVOSA. AS CORRELAÇÕES SIGNIFICATIVAS (P<0,05) FORAM DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.....	109
TABELA 2.4 - VALORES DE TEMPERATURA MÉDIA DO AR (°C) PARA MATRIZ E FRAGMENTO PARA OS PERÍODOS DAS 6 HS - 18 HS E 18 HS - 6 HS, NA ESTAÇÃO SECA.....	109
TABELA 2.5 – VALORES MÉDIOS DE MÁXIMA, MÍNIMA E AMPLITUDE DE TEMPERATURA DO AR (°C) DO PERÍODO SECO PARA A MATRIZ E PARA O FRAGMENTO.....	112
TABELA 2.6 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE TEMPERATURA (AMPLITUDE RELATIVA, MÁXIMA RELATIVA E MÍNIMA RELATIVA), DISTÂNCIA DA BORDA E OS PARÂMETROS ESTRUTURAIS DA VEGETAÇÃO NA ESTAÇÃO SECA. AS CORRELAÇÕES SIGNIFICATIVAS (P<0,05) FORAM DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.....	115
TABELA 2.7 - VALORES DE UMIDADE RELATIVA MÉDIA DO AR (%) PARA MATRIZ E FRAGMENTO PARA OS PERÍODOS DAS 6 HS - 18 HS E 18 HS - 6 HS, NA ESTAÇÃO CHUVOSA.	116
TABELA 2.8 – VALORES MÉDIOS DE MÁXIMA, MÍNIMA E AMPLITUDE DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%) NO PERÍODO CHUVOSO PARA A MATRIZ E PARA O INTERIOR DO FRAGMENTO.	118
TABELA 2.9 - MATRIZ DE CORRELAÇÕES DAS VARIÁVEIS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (AMPLITUDE RELATIVA, MÁXIMA RELATIVA E MÍNIMA RELATIVA), DISTÂNCIA DA BORDA E PARÂMETROS ESTRUTURAIS DA COMUNIDADE VEGETAL NO PERÍODO CHUVOSO. AS CORRELAÇÕES SIGNIFICATIVAS (P<0,05) FORAM DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.....	121
TABELA 2.10 - VALORES DE UMIDADE RELATIVA MÉDIA DO AR (%) PARA MATRIZ E FRAGMENTO NA ESTAÇÃO SECA PARA OS PERÍODOS DAS 6 HS - 18 HS E 18 HS - 6 HS.....	121
TABELA 2.11 – VALORES MÉDIOS DE MÁXIMA, MÍNIMA E AMPLITUDE DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%) DO PERÍODO SECO PARA A MATRIZ E PARA O INTERIOR DO FRAGMENTO.	124

TABELA 2.12 - MATRIZ DE CORRELAÇÕES DAS VARIÁVEIS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (AMPLITUDE RELATIVA, MÁXIMA RELATIVA E MÍNIMA RELATIVA), DISTÂNCIA DA BORDA E OS PARÂMETROS ESTRUTURAIS DA VEGETAÇÃO NA ESTAÇÃO SECA. AS CORRELAÇÕES SIGNIFICATIVAS ($P < 0,05$) FORAM DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.....	126
TABELA 2.13 - SÍNTESE DOS VALORES DE TEMPERATURA MÉDIA DO SOLO ($^{\circ}\text{C}$) ACOMPANHADAS DE DESVIO PADRÃO, MÁXIMA E MÍNIMA PARA AS PROFUNDIDADES DE 5CM E 10 CM E PARA OS PERÍODOS DA MANHÃ E TARDE, NA ESTAÇÃO CHUVOSA.	127
TABELA 2.14 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA DO SOLO ($^{\circ}\text{C}$) PARA MATRIZ E FRAGMENTO NAS PROFUNDIDADES DE 5 E 10 CM E NOS PERÍODOS DA MANHÃ E TARDE PARA A ESTAÇÃO CHUVOSA....	127
TABELA 2.15 - RESULTADOS DA COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE AS DISTÂNCIAS PARA A TEMPERATURA DO SOLO DO PERÍODO CHUVOSO A 5 CM DE PROFUNDIDADE NO PERÍODO DA MANHÃ. COMPARAÇÕES SIGNIFICATIVAS DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.	130
TABELA 2.16 - RESULTADOS DA COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE AS DISTÂNCIAS PARA A TEMPERATURA DO SOLO DO PERÍODO CHUVOSO, A 10 CM DE PROFUNDIDADE NO PERÍODO DA MANHÃ. COMPARAÇÕES SIGNIFICATIVAS DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.	130
TABELA 2.17 - RESULTADOS DA COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE AS DISTÂNCIAS PARA A TEMPERATURA DO SOLO DO PERÍODO CHUVOSO, A 5 CM DE PROFUNDIDADE NO PERÍODO DA TARDE. COMPARAÇÕES SIGNIFICATIVAS DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.	131
TABELA 2.18 - RESULTADOS DA COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE AS DISTÂNCIAS PARA A TEMPERATURA DO SOLO DO PERÍODO CHUVOSO, A 10 CM DE PROFUNDIDADE, NO PERÍODO DA TARDE. COMPARAÇÕES SIGNIFICATIVAS DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.	131
TABELA 2.19 - MATRIZ DE CORRELAÇÕES DAS VARIÁVEIS DE TEMPERATURA DO SOLO (MANHÃ E TARDE NAS PROFUNDIDADES DE 5 E 10 CM), DISTÂNCIA DA BORDA E PARÂMETROS ESTRUTURAIS DA VEGETAÇÃO, NA ESTAÇÃO CHUVOSA. AS CORRELAÇÕES SIGNIFICATIVAS ($P < 0,05$) FORAM DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.....	132

TABELA 2.20 - TABELA DE SÍNTESE DOS VALORES DE TEMPERATURA MÉDIA DO SOLO (°C), ACOMPANHADAS DE DESVIO PADRÃO, MÁXIMA E MÍNIMA PARA AS PROFUNDIDADES DE 5 CM E 10 CM E PERÍODOS DA MANHÃ E TARDE, NA ESTAÇÃO SECA.	133
TABELA 2.21 - VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA DO SOLO (°C) PARA MATRIZ E FRAGMENTO NAS PROFUNDIDADES DE 5 E 10 CM E NOS PERÍODOS DA MANHÃ E TARDE PARA A ESTAÇÃO SECA.....	133
TABELA 2.22 - RESULTADOS DA COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE AS DISTÂNCIAS PARA A TEMPERATURA DO SOLO NA ESTAÇÃO SECA A 5 CM DE PROFUNDIDADE NO PERÍODO DA MANHÃ. COMPARAÇÕES SIGNIFICATIVAS DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.	136
TABELA 2.23 - RESULTADOS DA COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE AS DISTÂNCIAS PARA A TEMPERATURA DO SOLO NO PERÍODO SECO A 10 CM DE PROFUNDIDADE, NO PERÍODO DA MANHÃ. COMPARAÇÕES SIGNIFICATIVAS DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.	136
TABELA 2.24 - RESULTADOS DA COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE AS DISTÂNCIAS PARA A TEMPERATURA DO SOLO DO PERÍODO SECO A 5 CM DE PROFUNDIDADE NO PERÍODO DA TARDE. COMPARAÇÕES SIGNIFICATIVAS DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.	136
TABELA 2.25 - RESULTADOS DA COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE AS DISTÂNCIAS PARA A TEMPERATURA DO SOLO NO PERÍODO SECO A 10 CM DE PROFUNDIDADE NO PERÍODO DA TARDE. COMPARAÇÕES SIGNIFICATIVAS DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.	137
TABELA 2.26 - MATRIZ DE CORRELAÇÕES DAS VARIÁVEIS DE TEMPERATURA DO SOLO (MANHÃ E TARDE NAS PROFUNDIDADES DE 5 E 10 CM) , DISTÂNCIA DA BORDA E PARÂMETROS ESTRUTURAIS DA VEGETAÇÃO NA ESTAÇÃO SECA. AS CORRELAÇÕES SIGNIFICATIVAS (P<0,05) FORAM DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.....	137
TABELA 2.27 - VALORES DE LUMINOSIDADE MÉDIA ($\mu\text{MOL S}^{-1} \text{M}^{-2}$) PARA MATRIZ E FRAGMENTO NAS ALTURAS DE 10 CM E 100 CM ACIMA DO NÍVEL DO SOLO.....	142
TABELA 2.28 - RESULTADOS DA COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE AS DISTÂNCIAS PARA A LUMINOSIDADE À ALTURA DE 10 CM ACIMA DA SUPERFÍCIE DO SOLO. COMPARAÇÕES SIGNIFICATIVAS DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.	143

TABELA 2.29 - RESULTADOS DA COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE AS DISTÂNCIAS PARA A LUMINOSIDADE À ALTURA DE 100 CM ACIMA DA SUPERFÍCIE DO SOLO. COMPARAÇÕES SIGNIFICATIVAS DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.	143
TABELA 2.30 - MATRIZ DE CORRELAÇÕES ENTRE LUMINOSIDADE A 10 CM E 100 CM ACIMA DA SUPERFÍCIE DO SOLO, COM A DISTÂNCIA DA BORDA E OS PARÂMETROS ESTRUTURAIS DA VEGETAÇÃO. AS CORRELAÇÕES SIGNIFICATIVAS (P<0,05) FORAM DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.	144
TABELA 2.31 - VALORES DE VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO (M.S ⁻¹) PARA MATRIZ E FRAGMENTO NAS ALTURAS DE 50 CM E 200 CM ACIMA DODA SUPERFÍCIE DO SOLO.	145
TABELA 2.32 - RESULTADOS DA COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE AS DISTÂNCIAS PARA A VELOCIDADE DO VENTO À ALTURA DE 50 CM ACIMA DA SUPERFÍCIE DO SOLO. COMPARAÇÕES SIGNIFICATIVAS DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.	146
TABELA 2.33 - MATRIZ DE CORRELAÇÕES ENTRE A VELOCIDADE DO VENTO NAS ALTURAS DE 50 CM E 200 CM ACIMA DA SUPERFÍCIE DO SOLO, A DISTÂNCIA DA BORDA E OS PARÂMETROS ESTRUTURAIS DA VEGETAÇÃO. AS CORRELAÇÕES SIGNIFICATIVAS (P<0,05) FORAM DESTACADAS EM NEGRITO E SEGUIDAS POR ASTERISCO.	147

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	29
ÁREA DE ESTUDO	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
Capítulo 1 – Variáveis de estrutura e composição em fragmento de cerrado <i>stricto sensu</i> em área sob influência da matriz de pastagem.....	44
1.1. INTRODUÇÃO	44
1.2. MATERIAL E MÉTODOS	47
1.2.1. Desenho amostral e coleta dos dados.....	47
1.2.2. Variáveis obtidas para a comunidade vegetal.....	50
1.2.3. Análise dos dados	51
1.3. RESULTADOS	53
1.3.1. Estrato arbóreo.....	53
1.3.2. Estrato herbáceo-arbustivo	55
1.3.3. Estrato subarbustivo.....	57
1.3.4. Cobertura da vegetação	60
1.3.5. Análise de correlação entre os atributos da vegetação	64
1.3.6. Modelagem de cobertura de gramíneas nativas e exóticas.....	67
Gramíneas nativas	67
Gramíneas exóticas	69

1.4.	DISCUSSÃO	70
	Efeito de borda sobre a vegetação de Cerrado.....	70
	Invasão como efeito de borda no cerrado <i>stricto sensu</i>	73
	Padrão de invasão da braquiária.....	77
1.5.	CONCLUSÕES.....	78
1.6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
Capítulo 2 – Variáveis microclimáticas em fragmento de cerrado <i>stricto sensu</i>		91
2.1.	INTRODUÇÃO	91
2.2.	MATERIAL E MÉTODOS	95
2.2.1.	Desenho amostral.....	95
2.2.2.	Obtenção de dados microclimáticos	96
	Temperatura e umidade do ar	97
	Temperatura do solo	98
	Umidade do Solo	99
	Luminosidade	100
	Velocidade do vento.....	101
2.2.3.	Análise dos dados	102
2.3.	RESULTADOS	104
2.3.1.	Temperatura do Ar	104
	Estação Chuvosa	104

Estação Seca	109
2.3.2. Umidade do Ar.....	115
Estação chuvosa	115
Estação seca.....	121
2.3.3. Temperatura do Solo	126
Estação Chuvosa	126
Estação seca.....	132
2.3.4. Umidade do solo.....	138
2.3.5. Luminosidade.....	141
2.3.6. Velocidade do vento	144
2.4. DISCUSSÃO	147
Matriz vs Fragmento.....	149
Variações microclimáticas no interior do fragmento.....	151
Variações microclimáticas estacionais	155
2.5. CONCLUSÕES.....	156
2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	157
IMPLICAÇÕES PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE	163
APÊNDICES	165

INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, o Bioma Savana é representado, principalmente, pelo Cerrado, com suas diversas fisionomias. O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro e foi apontado como um dos *hotspots* globais para a conservação da biodiversidade no mundo (MYERS et al., 2000). Possui a mais rica flora entre as savanas do planeta e uma riqueza de pássaros, peixes, répteis, anfíbios e insetos igualmente alta (MENDONÇA et al., 1998), sendo que grande parte de suas espécies são endêmicas deste bioma (KLINK; MACHADO, 2005).

Contudo, sua riqueza e diversidade se encontram extremamente ameaçadas. Depois da Mata Atlântica, o Cerrado é o bioma brasileiro que mais perdeu área para ocupações humanas. Machado *et al.* (2004) calculam que pelo menos 50% dos 2 milhões de km² originais do brasileiro já foram desflorestados e que, se esse ritmo de destruição persistir, em 2030 o bioma simplesmente desaparecerá. No estado de São Paulo, segundo o Inventário Florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo (2005), em 1962, a área total remanescente do Cerrado era de 1.837.150 hectares. Em 2001, já havia sido detectada uma redução de mais de 88,5 % da área original, estando os remanescentes pulverizados em pequenos fragmentos, dos quais cerca de 71% possuem área inferior a 20 hectares (KRONKA et al., 2005).

Os grandes responsáveis pelo processo de destruição recente e estado atual do Cerrado são as atividades agropecuárias, em especial a pecuária e o cultivo de grãos (MANTOVANI; PEREIRA, 1998; QUEIROGA, 2000; JEPSON, 2005). Klink e Machado (2005) estimam que as atividades agrícolas ocupam mais de metade da área original de Cerrado no Brasil e que somente a pecuária é responsável pela conversão de cerca de 42% da área original do Cerrado em áreas de pastagens dominadas por gramíneas exóticas.

No processo de expansão da fronteira agrícola, os remanescentes naturais do Cerrado foram subdivididos em pequenos fragmentos imersos em matrizes antrópicas de baixa similaridade, como: pastagens, cana de açúcar, soja, plantios de reflorestamento e culturas perenes (DURIGAN et al., 2007). A conversão de áreas naturais do Cerrado no Brasil gerou uma série de passivos ambientais, que compreendem perdas de biodiversidade (KLINK; MACHADO, 2005), invasão por espécies exóticas (PIVELO et al. 1999, HOFFMANN et al., 2004, ALMEIDA-NETO, 2010), erosão dos solos (BONO et al., 1996), poluição de aquíferos (SOARES; PORTO, 2007), alterações nos regimes de queimadas (RATTER; RIBEIRO; BRIDGEWATER; 1997) e fragmentação do ecossistema natural (ROMA, 2003; DURIGAN et al. 2007).

O processo de fragmentação consiste na conversão de grandes porções de habitat em pequenos fragmentos de tamanhos diferenciados separados um dos outros por uma matriz diferente da original (SAUNDERS; HOBBS; MARGULES, 1991; FRANKLIN, 1993; FAHRIG; 2003; TABARELLI; GASCON, 2005). A fragmentação pode ser considerada como uma das maiores ameaças à conservação da biodiversidade e tem ocupado posição central nos estudos e pesquisas direcionadas à conservação e manejo dos ecossistemas. (HARRISON; BRUNA, 1999; TUCKER, 2000; LAURANCE et al., 2001).

Quando executada de maneira não planejada (METZGER, 1999), a fragmentação pode causar profundas modificações, diretas e indiretas, no meio físico e no meio biótico (SAUNDERS; HOBBS; MARGULES, 1991; FISHER; LINDENMAYER, 2007), em escalas diferenciadas de tempo e espaço (MURCIA, 1995; LORD; NORTON, 1990). Tais modificações dependem do grau e do tempo de isolamento (FAHRIG, 1993), da distância de outros remanescentes (QUINN; HARRISON, 1988), do grau de conectividade entre remanescentes

(SAUNDERS; HOBBS; MARGULES, 1991; TAYLOR, 1993), do tipo de matriz (HAILA, 2002) e ainda do tamanho, forma e posição de cada fragmento na paisagem (LAURANCE et al., 2001).

Devido ao complexo de fatores atuantes na fragmentação, suas conseqüências ecológicas são variáveis e podem afetar tanto a diversidade quanto a composição da biota dos fragmentos, causar mudanças nos processos ecológicos e, ainda, alterar a dinâmica do ecossistema, causando um rápido aumento das taxas de mortalidade das espécies (LAURANCE et al., 2001, FAHRIG, 2003). Esses efeitos são mais pronunciados em uma área específica do remanescente, em especial na área de transição entre o fragmento e o novo sistema instalado no entorno, denominada área de borda (FISHER; LINDENMAYER, 2007).

Funcionalmente, as bordas são áreas onde a intensidade dos fluxos biológicos entre as unidades de paisagem se modifica de forma abrupta, devido à mudança abiótica repentina da matriz para o fragmento e vice-versa (MURCIA, 1995; METZGER, 1999, HARPER et al, 2005). Tais modificações bruscas na paisagem promovem alteração no movimento energético, material e no fluxo de organismos entre tais ambientes (WIENS et al. ,1993, CADENASSO et al. 2003;).

Os efeitos de borda são a conseqüência mais significativa da fragmentação de ecossistemas (HARRISON ; BRUNA, 1999; ZHENG; CHEN, 2000) e são decorrentes de gradientes diferenciados de mudanças físicas e bióticas nas faixas marginais dos fragmentos florestais sendo, portanto, proporcionais à distância da borda (MURCIA, 1995). Os efeitos de borda e os efeitos de área, estes decorrentes da redução do tamanho das áreas naturais remanescentes, são os mais importantes fatores que provocam modificações em comunidades fragmentadas e, somados, potencializam as conseqüências da fragmentação,

de modo que quanto menor a área dos fragmentos, maior a proporção sob efeito de borda (TABARELLI; MANTOVANI; PERES, 1999). A capacidade de se prever a extensão e magnitude do efeito de borda é um pré-requisito para o desenvolvimento de estratégias de conservação que visam reduzir os efeitos negativos da fragmentação (MURCIA, 1995; SAUNDERS; HOBBS; MARGULES, 1991).

Apesar da importância do assunto para conservação e manejo da biodiversidade e da intensificação das pesquisas sobre o assunto nas últimas décadas, tem havido uma considerável discrepância entre estudos quanto à existência e intensidade dos efeitos de borda, de modo que os resultados não têm possibilitado generalizações teóricas sobre a questão (MURCIA, 1995; HOBBS; YATES; 2003; RIES et al., 2004; HARPER et al, 2005).

Além da discrepância metodológica, estudos sobre efeitos de borda têm sido quase que exclusivamente voltados a ecossistemas florestais. Se, para florestas florestais, mesmo com base em tantos estudos, ainda há questões por serem elucidadas, em se tratando de vegetação savânica os efeitos de borda são praticamente desconhecidos.

A vegetação do Cerrado compreende um mosaico de fisionomias que se distinguem, essencialmente, pela estrutura, em um gradiente de biomassa. Alguns fatores ambientais, como a disponibilidade hídrica e características edáficas, determinam a ocorrência de diferentes fitofisionomias, desde o campo limpo até o cerradão (OLIVEIRA-FILHO e RATTER, 2002; DURIGAN, 2004)

Ribeiro e Walter (2008) propõem uma classificação para diferenciar os principais tipos fisionômicos do Cerrado, de acordo com a estrutura, formas dominantes de crescimento, possíveis mudanças estacionais, fatores edáficos e composição florística. No total, são descritos onze tipos fisionômicos, compostos por formações florestais (mata ciliar, mata

galeria, mata seca e cerradão), savânicas (cerrado *stricto sensu*, parque de cerrado, palmeiral e vereda) e campestres (campo sujo, campo rupestre e campo limpo).

No cerrado, as fisionomias savânicas e campestres compõem-se de plantas lenhosas em densidade e porte variável, esparsas sobre vegetação graminosa. Esta estrutura da comunidade é consideravelmente distinta de formações florestais, cujos efeitos de borda são intensos e relativamente bem estudados. Uma vez que a heterogeneidade natural do fragmento (HARPER, MACDONALD, 2002) e a amplitude do contraste entre a estrutura da matriz e do ecossistema adjacente estão entre os principais fatores determinantes da magnitude e extensão dos efeitos de borda (DIDHAM; LAWTON, 1999; MURCIA, 1995, HARPER et al. 2005; RIES, 2004), é de se esperar que as conseqüências da fragmentação sobre a vegetação savânica sejam distintas e possivelmente menos intensas em comparação com tipos florestais.

O presente estudo teve como objetivo geral investigar a existência de efeito de borda sobre a comunidade vegetal do cerrado *stricto sensu* exposto por longo período à matriz de pastagem, tentando identificar e quantificar esses efeitos e relacionar possíveis variações na estrutura e composição da vegetação com variações nos fluxos que ocorrem na área de transição borda-matriz.

Os resultados do estudo são apresentados em dois capítulos. No primeiro capítulo foram estudados atributos representativos da composição e estrutura da comunidade vegetal, buscando-se correlacioná-los entre si e com a distância da borda. No segundo capítulo foram analisadas variáveis abióticas (microclima), comparando-se a matriz e o interior do fragmento e buscando-se correlacionar eventuais variações com a distância da borda. Uma vez que foram detectadas variações que não eram explicadas pelos efeitos de

borda, neste segundo capítulo investigaram-se, ainda, as relações entre a estrutura da vegetação e as variáveis microclimáticas, independentemente da distância da borda.

Para todos os capítulos, definiu-se como borda a linha que separa o ecossistema natural e a matriz.

ÁREA DE ESTUDO

A Fazenda Rio Pardo situa-se no município de Iaras, que faz parte da bacia hidrográfica do Médio Paranapanema, na região sudoeste do estado de São Paulo (Figura. 1). De acordo com a classificação climática de Köppen, a região está sob domínio climático Cwa - clima quente e úmido com inverno seco, sendo que a temperatura média do mês mais frio está pouco abaixo dos 18°C e a do mês mais quente facilmente ultrapassa os 22°C. A precipitação pluviométrica anual oscila entre 1000 e 1300 mm, sendo que o total de chuvas no mês mais seco fica próximo dos 30 mm (MELO; DURIGAN, 2010). As formas de relevo predominantes são as de degradação, em planaltos dissecados do tipo colinoso, paisagisticamente monótono, com baixas declividades (<15%). A região está localizada na Bacia do Paraná, na sua parte ocidental, onde afloram os sedimentos das Formações Marília (Km) e Adamantina (Ka), ambas do Grupo Bauru, e as rochas ígneas extrusivas basálticas da Formação Serra Geral (JKsg), pertencente ao Grupo São Bento (Teixeira, 2003). Prevalecem na região os Latossolos Vermelhos (LV), os Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) e, em mancha contínua, acompanhando a faixa de drenagem do Rio Pardo, os Nitossolos Vermelhos (NV) (MELO; DURIGAN, 2010).



Figura. 1- Localização do Município de Iaras e da bacia do Médio Paranapanema no estado de São Paulo.

O uso da terra na região está dividido em pastagens (29%), reflorestamentos (16%), laranja (14%) e cana-de-açúcar (11%). Nos últimos anos, as atividades que mais se desenvolveram na região foram as culturas de cana-de-açúcar e laranja (MELO; DURIGAN, 2010).

Assim como em boa parte do Planalto Ocidental Paulista, a vegetação predominante na região era composta por um mosaico de cerrado e floresta estacional semidecidual, com a distribuição dos dois tipos de vegetação associado a características edáficas. As florestas foram praticamente eliminadas, restando pouco mais de 10% de cobertura vegetal remanescente no município de Iaras e menos de 8% no município de Santa Bárbara (KRONKA et al., 2005). Cerca de 80% dos fragmentos vegetais da região possuem área inferior a 20 hectares, sendo que os maiores fragmentos ainda encontrados são ocupados por vegetação de cerrado *lato sensu* e alguns estão localizados no interior da Fazenda Rio Pardo.

A Fazenda Rio Pardo mantém preservados três grandes fragmentos de cerrado *stricto sensu*, que somam cerca de 4.000 hectares. A propriedade como um todo foi utilizada para pecuária por mais de um século. Até a década de 1970, as pastagens eram constituídas por capins nativos, que foram aos poucos substituídos por braquiária – *Urochloa decumbens* (Stapf) Webster. O fogo era utilizado em toda a propriedade a cada dois anos para renovação das pastagens, prática que foi suspensa cerca de 14 anos antes do início desta pesquisa, quando o fragmento estudado passou a ser tratado como reserva.

Dos três fragmentos de cerrado existentes na fazenda, o maior foi selecionado para o estudo, assegurando a existência de uma área *core*, livre da influência de borda, com áreas adjacentes ocupadas por pastagem por período superior a 20 anos (Figura. 2).

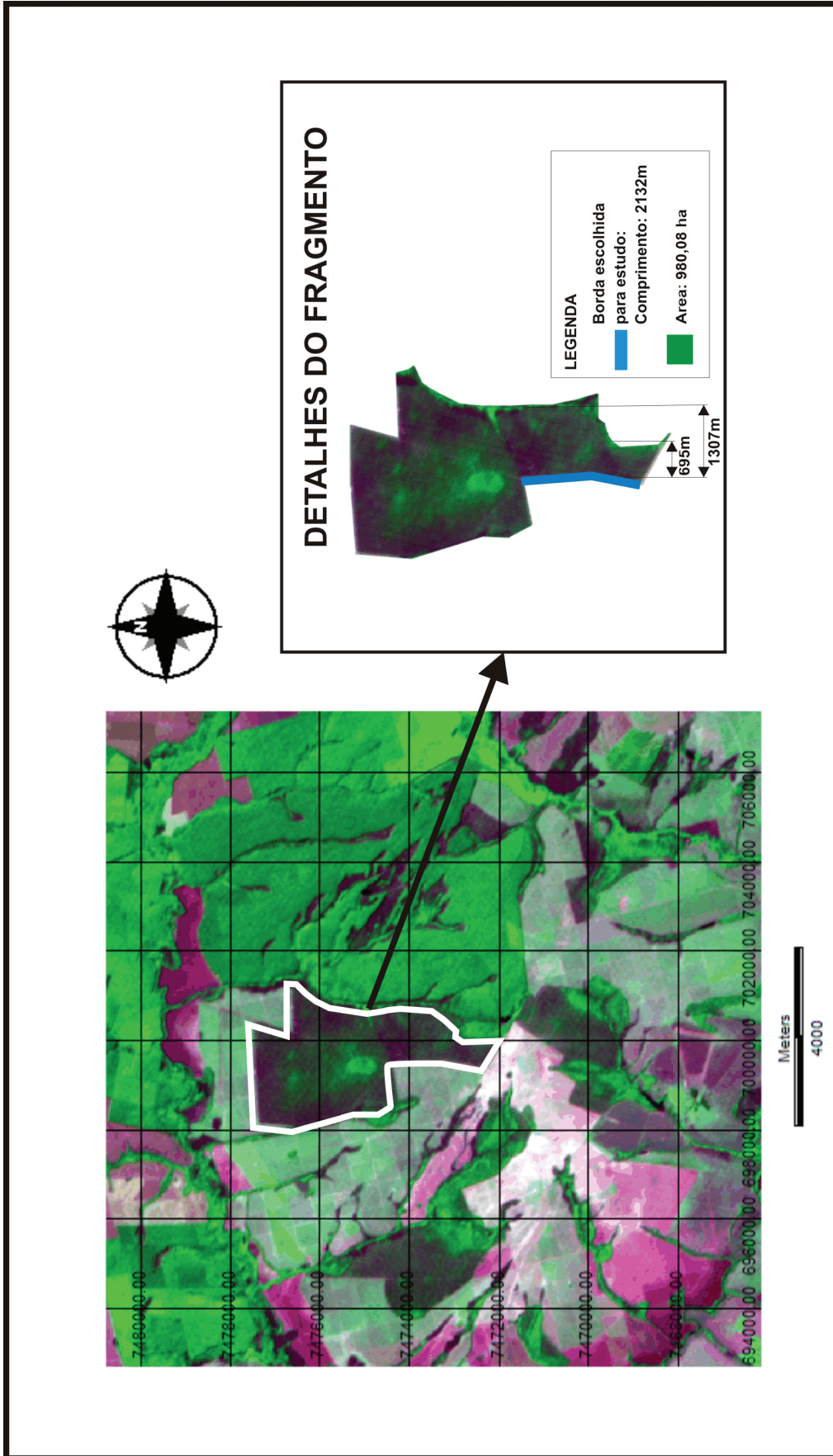


Figura. 2- Fragmento de estudo, detalhando a face estudada e as dimensões do fragmento

O fragmento selecionado possui área de 980,8 hectares, ocupada pela fisionomia cerrado *stricto sensu*, com uma faixa de borda contínua e homogênea de mais de 2.132 m de extensão, com a face exposta para a direção oeste, e uma área *core* suficientemente ampla para estar livre de eventuais efeitos de borda. A braquiária ocupava toda a extensão da borda do fragmento em uma faixa média de 10 m da borda sentido interior do fragmento, a altura da média da braquiária era de cerca de 55 cm no fragmento e de cerca de 15 cm na matriz de pastagem. A borda utilizada para o estudo é separada da matriz por uma estrada não pavimentada com 6 m de largura (Figura. 3), situação comum em boa parte dos fragmentos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo, e livre de influência de zona ripária.

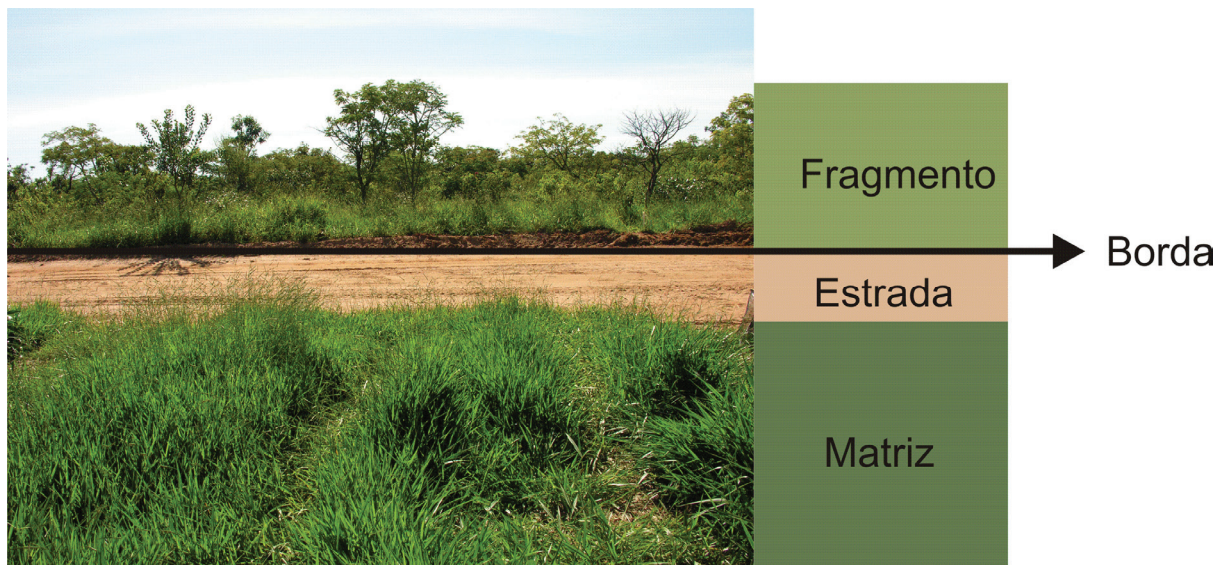


Figura. 3 - Imagem do fragmento de cerrado *stricto sensu* selecionado para o estudo com o esquemático das unidades da paisagem envolvidas e a borda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹

- Almeida-Neto M, Prado PI, Kubota U, Bariani JM, Aguirre GH, Lewinsohn TM. Invasive grasses and native Asteraceae in the Brazilian Cerrado. *Plant Ecology*. 2010 ;209(1):109-122.
- Bono JA, Curi N, Ferreira MM, Evangelista AR, Silva MM. Cobertura vegetal e perdas de solo por erosão em diversos sistemas de melhoramento de pastagens nativas *. *Pasturas Tropicales*. 1996 ;18(2):1-7.
- Cadenasso ML, Kett ST, Weathers KC, Jones CG. A Framework for a Theory of Ecological Boundaries. *BioScience*. 2003 ;53(8):750-758.
- Castro DM. Efeitos de borda em ecossistemas tropicais: síntese bibliográfica e estudo de caso em fragmentos de Cerrado, na região nordeste do Estado de São Paulo [Dissertação]. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo; 2008.
- Didham RK, Lawton JH. Edge Structure Determines the Magnitude of Changes in Microclimate and Vegetation Structure in Tropical Forest Fragments. *Biotropica*. 1999 ;31(1):17-30.
- Durigan G, Franco GADC, Siqueira MF. A vegetação dos remanescentes de cerrado no estado de São Paulo. In: Bitencourt MD, Mendonça RR (org.). Viabilidade de conservação dos remanescentes de cerrado no estado de São Paulo. São Paulo: Annablume; FAPESP. 2004:29-56.
- Durigan G, Siqueira MF, Antonio G, Correa D. Threats to the cerrado remnants of the state of São Paulo , Brazil. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*. 2007 ;64(4):355-363.
- Fahrig L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2003 ;3:487-515.

¹ Padrão de citação utilizada: International Committee of Medical Journal Editors (Vancouver Style)

- Fischer J, Lindenmayer DB. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecology and Biogeography*. 2007 ;16:265-280.
- Haila Y. A conceptual genealogy of fragmentation research: from island biogeography to landscape ecology [Internet]. *Ecological Applications*. 2002 ;12(2):321. Available from: <http://www.jstor.org/stable/3060944?origin=crossref>
- Harper KA, Macdonald SE, Burton PJ, Chen J, Roberts D, Jaiteh MS, et al. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*. 2005 ;19(3):768-782.
- Harper Ka, Macdonald SE. Structure and composition of edges next to regenerating clear-cuts in mixed-wood boreal forest [Internet]. *Journal of Vegetation Science*. 2002 ;13(4):535-546. Available from: <http://blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02080.x>
- Harrison S, Bruna E. Habitat fragmentation and large-scale conservation: what do we know for sure. *Ecography*. 1999 ;2:225-232.
- Hobbs RJ, Yates CJ. Impacts of ecosystem fragmentation on plant populations : generalising the idiosyncratic. *Australian Journal of Botany*. 2003 ;51(7):471-488.
- Hoffmann WA, Lucatelli VM, Silva FJ, N I, Azevedo C, Marinho MS, et al. Impact of the invasive alien grass *Melinis minutiflora* at the savanna-forest ecotone in the Brazilian Cerrado. *Diversity and Distributions*. 2004 ;10:99-103.
- Jepson W. A disappearing biome? Reconsidering land-cover change in the Brazilian savanna. *The Geographical Journal*. 2005 ;171(2):99-111.
- Jerry F. Franklin. Preserving Biodiversity : Species , Ecosystems , or Landscapes. *Ecological Applications*. 1993 ;3(2):202-205.
- Klink CA, Machado RB. Conservation of the brazilian cerrado. *Conservation Biology*. 2005 ;19(3):707-713.

- Kronka FJN; Nalon MA; Matsukuma CK; Kanashiro MM; Ywane MSS; Pavão M; Durigan G; Lima LMPR; Guillaumon JR; Baitello JB; Borgo SC; Manetti LA; Barradas AMF; Fukuda JC; Shida CN; Monteiro CHB; Pontinha AAS; Andrade GG; Barbosa O; Soares AP. Inventário florestal da vegetação natural do estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente; Instituto Florestal; Imprensa Oficial, 2005. 200p.
- Laurance WF, Lovejoy TE, Vasconcelos HL, Bruna EM, Didham RK, Stouffer PC, et al. Ecosystem decay of amazonian forest fragments: a 22 - year investigation. *Conservation Biology*. 2001 ;16(3):605-618.
- Lord JM, Norton DA. Scale and the spatial concept of fragmentation. *Conservation Biology*. 1990 ;4(2):197-202.
- Machado RB, Ramos Neto MB, Pereira PGP, Caldas EF, Gonçalves DA, Santos NS, Tabor K, Steininger M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF.2004.
- Mantovani JE; Pereira A. Estimativa da integridade da cobertura vegetal do Cerrado através de dados TM/Landsat. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9, 1998. São José dos Campos , Anais: Santos, 9 ° Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1998.
- Melo ACG, Durigan G. Plano de manejo da estação ecológica de Santa Bárbara. São Paulo: Instituto Florestal. Secretaria de Meio Ambiente.2010.
- Mendonça, R. C., Felfili, J. M., Walter, B. M. T., Silva- Júnior, M. C., Rezende, A. V., Filgueiras, T. and Nogueira, P. E. (1998), Flora vascular do cerrado. In: S. Sano M. and Almeida S.P. (Orgs.) Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, Brazil: EMBRAPA- CPAC, pp. 289-556.
- Metzger JP. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. In: Anais da Academia Brasileira de Ciências. 1999, 71: 445-463.

- Muller, C. Expansion and modernization of agriculture in the Cerrado—the case of soybeans in Brazil's center-West. Brasília: Department of Economics Working Paper; 2003.
- Murcia C. Edge effects in fragmented forests: Implications for conservation. *Tree*. 1995 ;10(2):58-63.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GA, Kent J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 2000 ;403: 853-858.
- Oliveira-Filho AT; Ratter JA. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado biome. In: Oliveira, P.S.; Marquis (ed). *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savana*. New York: Columbia University. 2002.p 91-120.
- Pivello VR, Carvalho VM, Lopes PF, Peccinini AA, Rosso S. Abundance and distribution of native and alien grasses in a "Cerrado" (Brazilian Savanna). *Biotropica*. 1999 ;31(1):71-82.
- Queiroga JL. Efeitos de borda em fragmentos de cerrado em áreas de agricultura do Maranhão [Dissertação]. Londrina: Laboratório de Ecologia da Paisagem da Universidade Estadual de Londrina. 2001 ;1-32.
- Quinn JF, Harrison SP. Effects of habitat fragmentation and isolation on species richness: evidence from biogeographic patterns [Internet]. *Oecologia*. 1988 ;75(1):132-140. Available from: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/BF00378826>
- Ratter J, Ribeiro JF, Bridgewater S. The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany*. 1997 ;80:223-230.
- Ribeiro JF, Walter BMT. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro, JF. *Cerrado: ecologia e flora*. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008. 1279p.
- Ries L, Fletcher RJ, Battin J, Sisk TD. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. *Annual Reviews*. 2004 ;35:491-522.

- Ries L, Sisk TD. A predictive model of Edge Effects. *Ecology*. 2004 ;85(11):2917-2926.
- Roma JC. “ A fragmentação e seus efeitos sobre aves de fitofisionomias abertas do Cerrado ”. *Ecologia*. 2006 ;211.
- Saunders DA, Hobbs RJ, Margules CR. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*. 1991 ;518-32.
- Soares WL, Porto MF. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro [Internet]. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2007 ;12(1):131-143.
- Tabarelli M, Gascon C. Lessons from fragmentation research : improving management and policy guidelines for biodiversity conservation. *Conservation Biology*. 2005 ;19(3):734-739.
- Tabarelli M, Mantovani W, Peres CA. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. *Biological Conservation*. 1999 ;9119-127.
- Tucker NI. Linkage restoration : Interpreting fragmentation theory for the design of a rainforest linkage in the humid Wet Tropics of north-eastern Queensland. *Ecological Management & Restoration*. 2000 ;1(1):35-41.
- Wiens JA, Stenseth NC, Horne BV, Ims RA, Home BV. Ecological mechanisms and landscape ecology ecological mechanisms and landscape ecology. *Oikos*. 1993 ;66(3):369-380.
- Zheng D, Chen J. Edge effects in fragmented landscapes: a generic model for delineating area of edge influences (D-AEI). *Ecological Modelling*. 2000 ;132175-190.

Capítulo 1 – Variáveis de estrutura e composição em fragmento de cerrado *stricto sensu* em área sob influência da matriz de pastagem.

1.1. INTRODUÇÃO

A criação de bordas, com seus efeitos deletérios, é considerada uma das principais conseqüências negativas da fragmentação de habitats (HARISSON; BRUNA, 1999; ZHENG; CHENG, 2000; FLETCHER, 2005). De maneira geral, os processos ecológicos que ocorrem na área de borda são diferentes dos que ocorrem fora dela (DONOVAN et al., 2009). Apesar de beneficiar algumas espécies de habitats ecotonais, a experiência mostra que a criação abrupta de bordas artificiais afeta negativamente a maior parte das espécies e dos processos ecológicos (HARRIS, 1988; LAURANCE; YENSEN, 1991; RIES et al., 2004).

O efeito de borda pode ser definido como a modificação das características e dos processos naturais que ocorrem na borda de dois ecossistemas adjacentes (MURCIA, 1995; FONSECA; JONER, 2007), promovendo modificações nas populações, nas comunidades e nos processos dos ecossistemas (MALCOLM, 1994). Sabe-se que a extensão desses efeitos pode variar de alguns poucos metros a centenas de metros, dependendo do fator e da escala que se está considerando (CHEN et al, 1996).

A magnitude e extensão dos efeitos de borda estão associadas, entre outros fatores, à heterogeneidade natural do interior do fragmento (HARPER; MACDONALD, 2002) e às diferenças estruturais e de recursos entre o fragmento e a matriz, podendo resultar em bordas de transição abrupta ou bordas de transição suave (DIDHAM; LAWTON, 1994). Bordas de transição abrupta podem existir na transição entre floresta e pasto, por exemplo,

enquanto bordas de transição suave podem ser exemplificadas pela transição de uma área aberta e pasto (FENSKE- CRAWFORD; NIEMI, 1997).

A criação de bordas e a abertura de clareiras promovem modificações das condições microclimáticas, como aumento da incidência de luminosidade e alteração do regime de ventos, temperatura e umidade nas áreas expostas (KAPOS, 1989; WILLIAMS-LINERA, 1990; MATLACK, 1993). Essas modificações, por sua vez, podem produzir impactos significativos sobre a dinâmica da comunidade vegetal. Em comunidades florestais, as principais conseqüências da exposição das bordas compreendem o aumento nas taxas de mortalidade e danos a espécies arbóreas, resultando em abertura mais freqüente de clareiras nas áreas periféricas dos fragmentos (WILLIAMS-LINERA, 1990; FERREIRA; LAURANCE, 1997; LAURANCE *et al.*, 1998) e mudanças na abundância relativa e composição de espécies vegetais. Estas modificações podem ocorrer, principalmente, devido ao aumento no recrutamento e densidade de espécies arbóreas pioneiras e de outras espécies adaptadas às novas condições da borda (WILLIAMS-LINERA, 1990; LAURANCE *et al.* 2001; SIZER; TANNER, 1999), aumento na densidade de cipós presentes em locais perturbados (LAURANCE *et al.*, 2001), diminuição na densidade de plântulas de espécies tardias (BENITEZ-MALVIDO, 1998) e alteração da taxa de crescimento e reprodução de algumas espécies (YATES; NORTON; HOBBS, 2000). Às modificações na composição da comunidade, acrescentam-se alterações em processos ecológicos como a herbivoria (CADENASSO; PICKETT, 2000) e a produção de serrapilheira (VASCONCELOS; LUIZÃO, 2004), morte e incapacidade de regeneração das espécies (HOBBS; YATES, 2003) e aumento dos riscos de extinção local (LAURANCE *et al.*, 2001). Outros grupos de espécies podem ser afetados, tais como espécies suscetíveis à baixa umidade (FERREIRA; LAURANCE, 1997), a distúrbios pelo

fogo (COCHRANE; LAURANCE, 2002) e competição com espécies ruderais, trepadeiras e exóticas (SCARIOT, 1999; D'ANGELO et al., 2004). Há conseqüências que vão além do ecossistema, uma vez que as elevadas taxas de mortalidade das árvores nas bordas levam a perdas de biomassa florestal, que é convertida em gases do efeito estufa, principalmente dióxido de carbono e metano (BARBOSA, FEARNSIDE, 1999; FEARNSIDE, 2000).

As conseqüências da fragmentação e os efeitos de borda têm sido relativamente bem estudados em fragmentos de ecossistemas florestais (RIES et al, 2004). Contudo, este mesmo esforço não é observado para a comunidade vegetal de ecossistemas savânicos. Castro (2008) realizou uma busca por artigos publicados no Brasil, levando em consideração o tema borda e obteve como resultado 100 artigos relacionados com o tema, dos quais somente nove artigos estão relacionados com ecossistemas savânicos, cinco exclusivamente sobre o ecossistema Cerrado, dois sobre ecótono Cerrado/Mata Atlântica, um sobre ecótono Mata Atlântica/Campo e um sobre ecótono Amazônia/Cerrado/Caatinga.

Didham e Lawton (1999) sugerem a estrutura da borda ou do tipo fisionômico como um fator determinante na modulação dos efeitos de borda sobre o microclima da floresta. Tantos os impactos, quanto a magnitude e extensão dos efeitos de borda são dependentes das características físicas e estruturais nos dois lados da borda (matriz e interior) e na borda propriamente dita (CAMARGO; KAPOS, 1995). Deste modo, é de se esperar que os efeitos de borda sobre os ecossistemas savânicos, caso existam, sejam diferenciados dos já observados para ecossistemas florestais.

Partindo da premissa de que os efeitos de borda se manifestam fisicamente, sobretudo alterando a estrutura da comunidade vegetal, o objetivo deste capítulo foi

verificar se existem variações estruturais e florísticas na comunidade vegetal do cerrado *stricto sensu* que possam estar relacionadas entre si e com a distância da borda fragmento.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1. Desenho amostral e coleta dos dados

A coleta dos dados de estrutura e composição da vegetação ocorreu nos períodos de janeiro e fevereiro de 2009. Para investigar possíveis modificações da comunidade vegetal decorrentes do efeito de borda, no espectro mais amplo possível de formas de vida, a vegetação foi caracterizada separadamente por estrato. Os estratos foram categorizados de acordo com os seguintes critérios: a) estrato arbóreo: composto pelas espécies com diâmetro do tronco tomado à altura de 30 cm acima do nível do solo (DA_{30cm}) igual ou superior a 5 cm; b) estrato herbáceo-arbustivo (inclui jovens do estrato arbóreo): plantas lenhosas, com DA_{30cm} menor que 5 cm e altura (h) maior ou igual a 50 cm e c) estrato subarbustivo (incluindo apenas espécies subarbustivas): plantas com a base lenhosa e altura menor que 50 cm. Também foram quantificadas a cobertura através do método de linhas de Canfield (1941) dos estratos arbóreo, herbáceo arbustivo e da cobertura de piso, composta por gramíneas nativas, gramíneas exóticas e terra nua.

Para amostragem da vegetação foram instalados dez conjuntos de parcelas, distribuídos sistematicamente ao longo da borda do fragmento selecionado. Cada conjunto foi composto por cinco parcelas, situadas em diferentes distâncias da borda. No interior de cada parcela foram demarcadas cinco sub-parcelas para amostragem dos estratos inferiores (**Figura 1.1**).

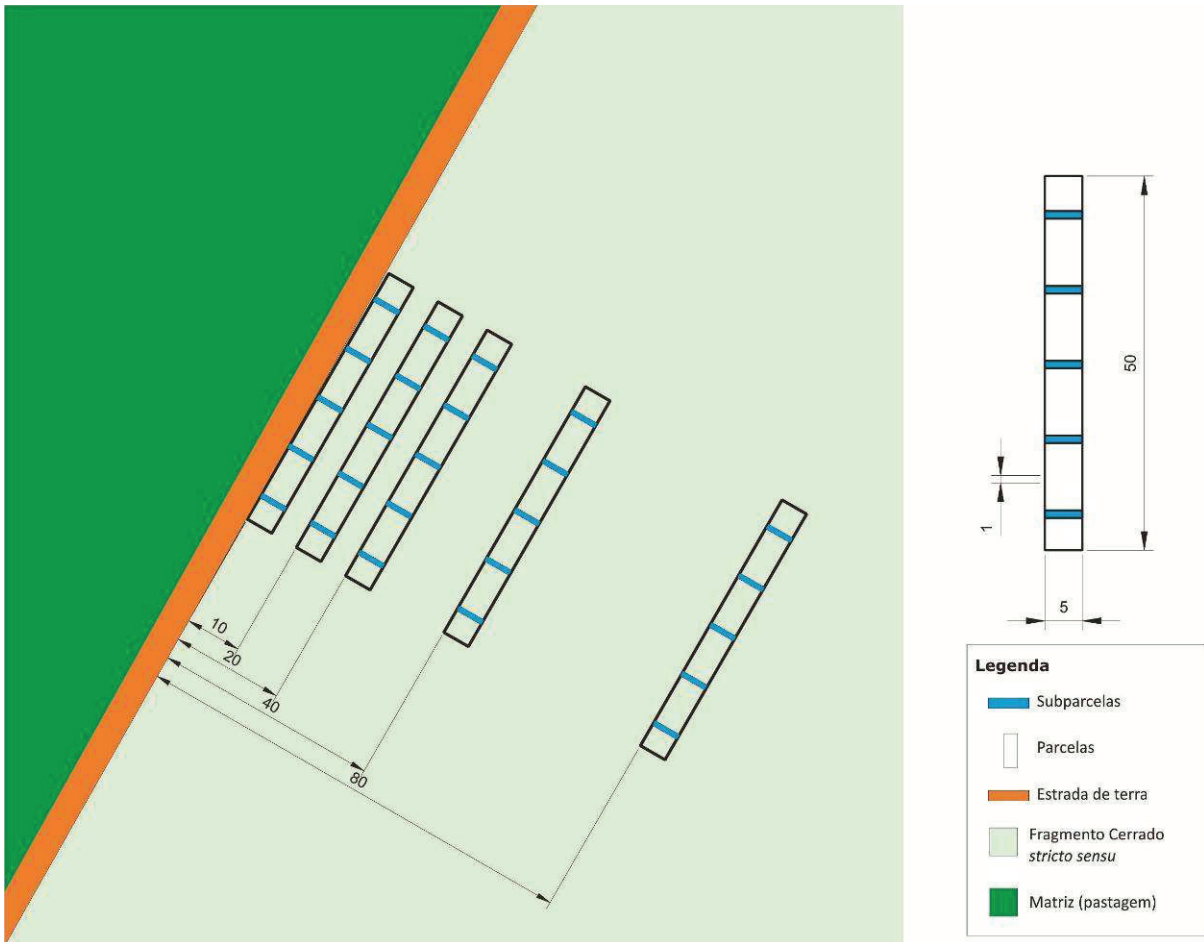


Figura 1.1 - Distribuição do conjunto de parcelas de um dos transectos nas diferentes distâncias da borda e a divisão das sub-parcelas.

O primeiro conjunto de parcelas foi alocado a partir de um ponto aleatoriamente demarcado na borda do fragmento e os demais conjuntos alocados de forma sistemática ao longo da borda a partir do primeiro, mantendo-se a distância fixa de 100 m entre conjuntos. As parcelas, com dimensões de 5 x 50 m cada uma, foram instaladas na borda (0 m), a 10 m, 20 m, 40 m e 80 m rumo ao interior do fragmento, com seu lado maior paralelo à borda. As sub-parcelas, com dimensões de 1 x 5 m, foram instaladas de forma sistemática, distantes 10 m uma da outra e dispostas transversalmente no interior de cada parcela. A distribuição da parcelas foi delineada na tentativa de se detectar um possível padrão relacionado à distância da borda nas variáveis da vegetação analisadas (Figura 1.1).

As variáveis para amostragem da vegetação foram orientadas segundo os procedimentos estabelecidos como padrão pela Rede de Parcelas Permanentes do Cerrado (FELFILI, CARVALHO; HAIDAR, 2005). No interior das parcelas, as variáveis amostradas da vegetação foram: altura e diâmetro do tronco (DA_{30cm}) de indivíduos arbóreos e cobertura da vegetação pelo método de linhas. Para medição do diâmetro do estrato arbóreo foi utilizada suta graduada em milímetros e a altura dos indivíduos foi medida com auxílio de régua dendrométrica telescópica graduada em centímetros. A cobertura da vegetação foi estimada pelo método de linhas (CANFIELD, 1941), medindo-se a projeção da parte aérea da vegetação sobre uma trena de 50 m, estendida longitudinalmente no interior de cada parcela. Mediram-se separadamente as seguintes categorias: árvores (cobertura do estrato arbóreo), arbustos e dicotiledôneas não arbóreas (cobertura do estrato herbáceo-arbustivo) e forração do piso por gramíneas nativas, gramíneas exóticas e terra nua.

Nas sub-parcelas foi medida a altura dos indivíduos do estrato herbáceo-arbustivo e, para o estrato subarbustivo, foram contabilizados os caules de cada espécie individualizados a partir da superfície do solo, sem identificar se estavam unidos por um sistema radicular comum, uma vez que várias espécies deste estrato possuem caules subterrâneos.

Os indivíduos amostrados foram identificados em campo ou tiveram material coletado e herborizado para identificação posterior, utilizando material bibliográfico especializado, chaves de identificação ou para encaminhamento a especialistas.

Cada espécie foi posteriormente classificada, com base na literatura, segundo o hábito (árvore, arbusto, liana, erva, palmeira, gramínea) e síndrome de dispersão dos diásporos (APPROBATO; GODOY, 2006; BATALHA; MANTOVANI, 2001; BATALHA &

MARTINS, 2007; DURIGAN et al., 2004; DURIGAN et al., 2009; SILVA et al., 2009; SPINA; FERREIRA; LEITÃO FILHO, 2001). Nos raros casos em que esta informação não estava disponível, baseou-se na classificação proposta por Van Der Pijl (1982) composta por três categorias de síndrome de dispersão: zoocóricas, anemocóricas e autocóricas.

1.2.2. Variáveis obtidas para a comunidade vegetal

A partir das medições efetuadas, foram obtidas as seguintes variáveis:

Estrato arbóreo

- Densidade de árvores e palmeiras (ind. ha⁻¹)
- Riqueza (spp.parcela⁻¹)
- Área basal (m² ha⁻¹)
- Altura média das 10 maiores árvores (m)
- Cobertura de copas (%)

Estrato herbáceo-arbustivo

- Densidade (ind.ha⁻¹)
- Riqueza (spp.parcela⁻¹)
- Cobertura de copas (%)

Estrato subarbustivo

- Densidade (ind.ha⁻¹)
- Riqueza (spp.parcela⁻¹)

Forração do piso

Cobertura de gramíneas nativas (%)

Cobertura de gramíneas exóticas (%)

Proporção de terra nua (%)

1.2.3. Análise dos dados

Variáveis estruturais da vegetação

Para cada variável estrutural da vegetação foi elaborado um diagrama de box-and-whisker (Boxplot) com os valores de quantis, valores máximos e mínimos, mediana (traço) e média (ponto) para cada distância da borda. A interpretação dos diagramas possibilitou inferir sobre a magnitude de variação média nas distâncias da borda e sobre homogeneidade de variação dentro de cada distância.

Como a amostragem foi bem balanceada, todas as variáveis possuíam o mesmo número de observações. Nesses casos, a análise de variância (ANOVA) é um teste robusto mesmo quando a premissa de normalidade dos dados não é atendida (QUINN; KEOUGH, 2002). Deste modo, utilizou-se a análise de variâncias de um fator, com nível de significância de 0,05, para particionar e analisar a variação das variáveis estruturais da vegetação nas distâncias da borda.

Quando os resultados da ANOVA apontavam diferenças significativas para a variável entre as diferentes distâncias da borda, foi aplicado o teste de Tukey como procedimento de comparação múltipla para identificar as médias significativamente diferentes entre as distâncias da borda.

O tratamento dos dados, análises estatísticas e gráficos foram feitos utilizando o programa R 2.7.1 (R Development Core Team 2008).

Composição florística da vegetação

Para identificar uma possível preferência de habitat das espécies amostradas e conseqüentemente variações da composição florística da vegetação relacionadas com a distância da borda, utilizou-se o método de Dufrêne e Legendre's (1997) de cálculo de espécies indicadoras, através do software PC Ord (MCCUNE; MEFFORD, 2006). A análise de espécies indicadoras gera um índice que relaciona a densidade relativa e a frequência relativa da espécie entre os tratamentos. O índice varia de 0 (sem preferência) à 100 (preferência total), espécies com o valor de indicador (IV) superior a 30 podem ser consideradas espécies com certa preferência por determinado habitat.

Análise de correlações

Foi utilizada a matriz de correlações de Spearman para identificar correlações significativas ($\alpha < 0,05$) entre as variáveis estruturais da vegetação dos diferentes estratos e a distância da borda do fragmento através da análise do software Statistica 7.0 (HILL; LEWICKI, 2007). As variáveis que apresentassem correlações com a distância da borda seriam indicativas de efeito de borda.

Modelagem da cobertura de gramíneas

Como análise *a posteriori*, depois dos resultados obtidos da análise de correlações com a distância da borda, optou-se por modelar a distribuição dos pontos de cobertura de gramíneas nativas e exóticas em função da distância da borda do fragmento para tentar relacionar qual seria a melhor função que descreveria a cobertura das gramíneas ao longo

da borda do fragmento. As funções aproximadas poderiam ajudar a responder sobre o padrão de invasão da gramínea exótica nas áreas de borda do fragmento e da relação e intensidade da competição com as gramíneas nativas do cerrado *stricto sensu*. Tanto a cobertura de gramíneas exóticas quanto a cobertura de gramíneas nativas foram aproximadas por funções logarítmicas. As funções obtidas foram comparadas através do critério de informação de Akaike (AIC) com um modelo nulo, que pressupõe ausência de influência da distância sobre a cobertura das gramíneas e um modelo linear, comumente utilizado para aproximar relações de efeito de borda para variáveis bióticas e abióticas.

A modelagem e comparação dos modelos foi realizada através do programa R 2.7.1 (R Development Core Team 2008).

1.3. RESULTADOS

1.3.1. Estrato arbóreo

No total, foram amostrados 2464 indivíduos para o estrato arbóreo, distribuídos em 44 espécies (Apêndice 1). As famílias mais representadas foram, em ordem decrescente de número de espécies: Myrtaceae, Melastomataceae, Asteraceae e Bignoniaceae. As espécies mais abundantes, em ordem decrescente, foram: *Erythroxylum suberosum* (19%), *Stryphnodendron obovatum* (10%), *Acosmium subelegans* (9%) e *Rapanea guianensis* (9%) (Apêndice 1).

A vegetação do estrato arbóreo caracterizou-se por área basal média variando entre as distâncias de 9,03 a 10,41 m² ha⁻¹ (Figura 1.2) , densidade de 1688 a 2008 ind.ha⁻¹ (Figura

1.3), 12 a 13 espécies por parcela de 250 m² (Figura 1.4) e a altura das dez maiores árvores variando de 3,68 a 3,95 m (Figura 1.5).

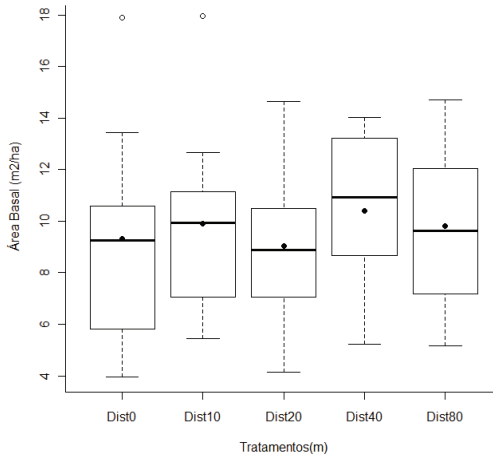


Figura 1.2 - Boxplot dos valores de área basal (m² ha⁻¹) do estrato arbóreo em diferentes distâncias da borda.

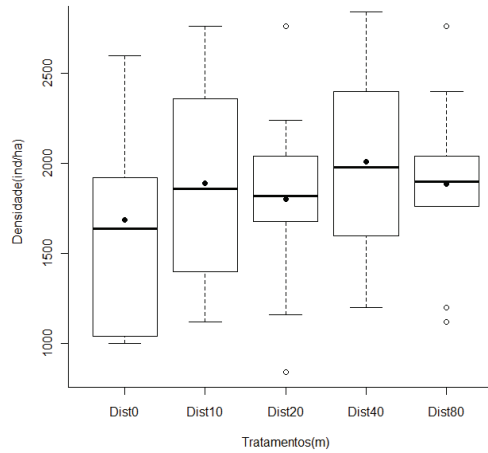


Figura 1.3 – Boxplot dos valores de densidade (ind ha⁻¹) do estrato arbóreo em diferentes distâncias da borda.

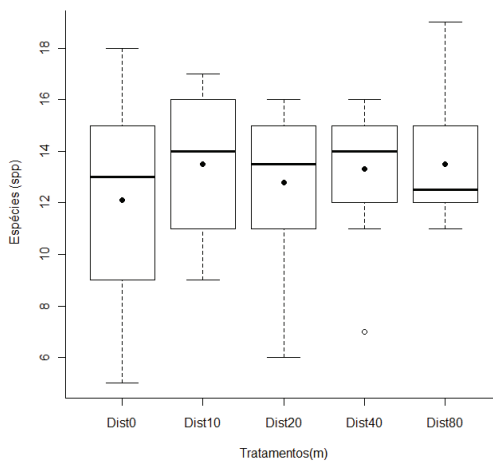


Figura 1.4 - Boxplot do número de espécies (spp parcela⁻¹) do estrato arbóreo por parcela em diferentes distâncias da borda.

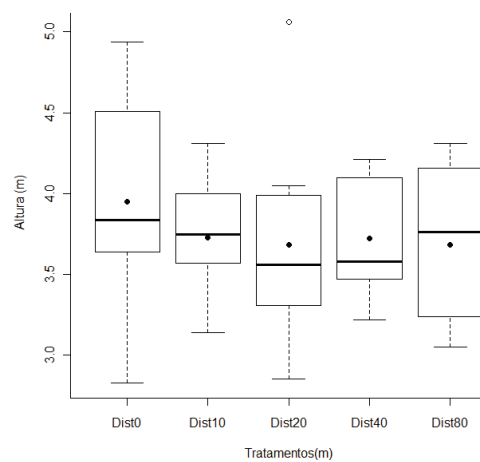


Figura 1.5 - Boxplot dos valores de altura das dez maiores árvores (m) em diferentes distâncias da borda.

Pela comparação entre médias dos tratamentos para investigar possíveis variações estruturais não foram detectadas diferenças entre as distâncias da borda para nenhuma das

variáveis do estrato arbóreo: área basal ($p=0,9082$), densidade ($p=0,7244$), altura ($p=0,7253$) e número de espécies ($p=0,8123$) (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 - Resultados da análise de variância de área basal, densidade e espécies por tratamento em função das distâncias sendo F = valor do F de Fisher, Num df = Graus de liberdade do numerador (tratamentos), Denom df = Graus de liberdade do denominador (Número de leituras) e P o valor de probabilidade do teste.

	F	Num df	Denom df	Valor de p
Área Basal	0,2499	4	45	0,91
Densidade Média	0,5159	4	45	0,72
Altura	0,5146	4	45	0,72
Número de Espécies	0,3933	4	45	0,81

Com relação à composição florística do estrato arbóreo, também não foi encontrada nenhuma diferença entre as distâncias ($IV > 30$), indicando que nenhuma das espécies possui preferência ecológica em relação às distâncias da borda.

1.3.2. Estrato herbáceo-arbustivo

No estrato herbáceo-arbustivo (espécies arbóreas em regeneração e outras formas de vida) foram amostrados 1893 indivíduos, pertencentes a 125 espécies, distribuídas em 45 gêneros. As famílias mais representadas foram, em ordem decrescente do número de espécies: Myrtaceae, Asteraceae, Mimosaceae e Fabaceae. Do conjunto de dados deste estrato, para os valores de densidade ocorreu variação de 685% entre o máximo e o mínimo obtidos no levantamento. As espécies de maior densidade foram, em ordem decrescente: *Gochnatia barrosii* (11%), *Byrsonima intermedia* (8%), *Rapanea guianensis* (7%) e *Eupatorium maximiliani* (6%). (Apêndice 2)

Os menores valores médios e maior variação de densidade e número de espécies encontrados ficam concentrados na borda do fragmento. Para as demais distâncias os valores se mantiveram praticamente constantes (Figura 1.6 e Figura 1.7). Apesar dos menores valores de densidade e número de espécies concentrados nas bordas do fragmento, não foram encontradas diferenças significativas entre as distâncias da borda para o estrato herbáceo-arbustivo (Tabela 4).

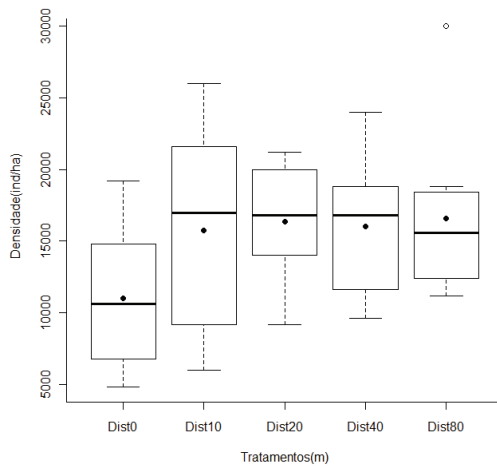


Figura 1.6 - Boxplot dos valores de densidade (ind ha^{-1}) do estrato herbáceo-arbustivo em diferentes distâncias da borda.

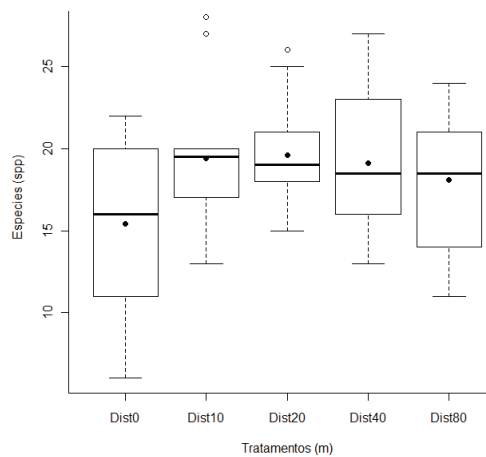


Figura 1.7 - Boxplot do número de espécies (spp ha^{-1}) do estrato herbáceo-arbustivo por parcela em diferentes distâncias da borda.

Tabela 1.2 - Resultados da análise de variância de densidade e riqueza em diferentes distâncias da borda. Sendo F = valor do F de Fisher, Num df = Graus de liberdade do numerador (tratamentos), Denom df = Graus de liberdade do denominador (Número de leituras) e P o valor de probabilidade do teste.

	F	Num df	Denom df	Valor de p
Densidade	1,9044	4	45	0,12
Número de Espécies	1,4005	4	45	0,25

Da análise de espécies indicadoras, somente *Solanum lycocarpum* St. Hil., obteve valor indicador ≥ 30 (IV=35,7), presente quase que exclusivamente na faixa de zero a cinco metros da borda.

1.3.3. Estrato subarbustivo

Foram amostrados 2763 indivíduos lenhosos com altura inferior a 50 cm, distribuídos em 19 espécies, pertencentes a 14 famílias. Entre as espécies mais abundantes se destacaram *Andira humilis* (33,9%), *Pradosia brevipes* (29,2%), *Parinari obtusifolia* (17,7 %) e *Jacaranda rufa* (11,2%) (Apêndice 3). Apesar dos valores elevados de coeficiente de variação, em média, tanto a densidade quanto o número de espécies aumentaram rumo ao interior do fragmento, de forma mais evidente para a densidade de indivíduos (Tabela 1.3) e de forma mais sutil para o número de espécies (Tabela 1.4).

Como observado para o estrato arbóreo e para o estrato herbáceo-arbustivo, apesar de pequena a variação entre as médias, a densidade média dos subarbustos foi menor na borda (0 m) e maior conforme se adentra ao fragmento (Figura 1.8). Já o número médio de espécies por parcela se manteve praticamente constante na borda e nas demais distâncias, rumo ao interior do fragmento (Figura 1.9). Os coeficientes de variação, em especial para a densidade na borda do fragmento, são relativamente elevados e nesses casos os valores de mediana refletem melhor os valores de tendência central dos dados (Tabela 1.3 e Tabela 1.4).

Tabela 1.3 – Tabela síntese dos dados relativos à densidade (ind ha⁻¹) do estrato subarbustivo em diferentes distâncias da borda.

	D0m	D10m	D20m	D40m	D80m
Média	8228.57	22685.71	45657.14	35142.86	46171.43
Desvio Padrão	8538.09	13642.51	16636.39	19980.56	24488.21
Mediana	6800	24000	49200	27200	52400
Coeficiente de Variação(%)	103.76	60.14	36.44	56.86	53.04

Tabela 1.4 - Tabela síntese dos dados do número de espécies (spp parcela⁻¹) do estrato subarbustivo nas diferentes distâncias da borda.

	D0m	D10m	D20m	D40m	D80m
Média	4.57	9.14	12.14	11	12.71
Desvio Padrão	1.9	4.67	3.58	3	1.7
Mediana	5	11	13	12	13
Coeficiente de Variação(%)	41.58	51.09	29.49	27.27	13.38

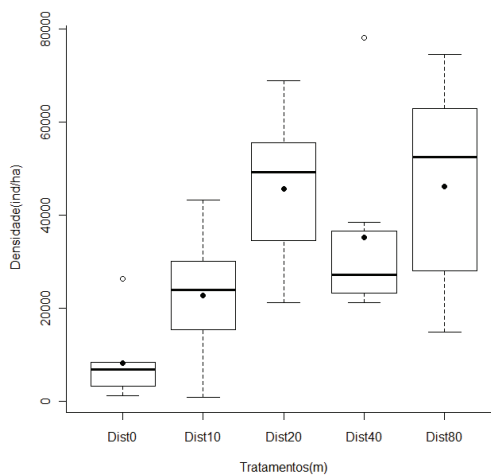


Figura 1.8 – Boxplot de densidade (ind ha⁻¹) de plantas subarbustivas por distância da borda.

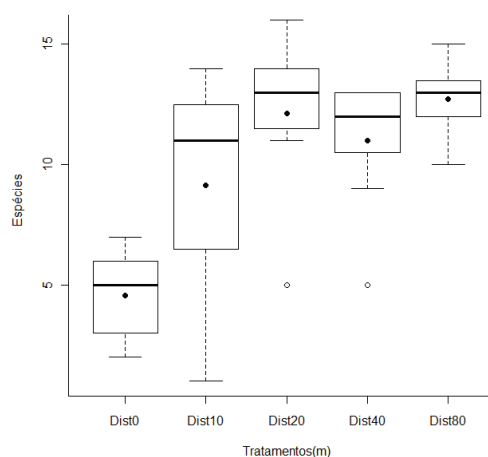


Figura 1.9 – Boxplot do número de espécies (spp parcela⁻¹) subarbustivas por parcela em diferentes distâncias da borda.

A análise de variâncias apontou diferenças para densidade ($p < 0,01$) e para número de espécies subarbustivas ($p < 0,01$) entre as distâncias da borda (Tabela 1.5). O procedimento

de comparação múltipla aponta diferenças da borda (0 m) para as distâncias de 20, 40 e 80 m da borda tanto para a densidade (Tabela 1.6) quando para o número de espécies (Tabela 1.7).

Tabela 1.5 - Síntese da análise de variância para as variáveis de densidade e número de espécies do estrato subarbustivo. F = valor do F de Fisher, Num df = Graus de liberdade do numerador (tratamentos), Denom df = Graus de liberdade do denominador (Número de leituras) e P o valor de probabilidade do teste. Os resultados significativos ($p < 0,05$) foram destacados em negrito e seguidos por asterisco.

	F	Num df	Denom df	Valor de p
Densidade	5,9761	4	30	<0,01*
Número de Espécies	7,5256	4	30	<0,01*

Tabela 1.6 – Tabela síntese do procedimento de comparação múltipla de médias para a densidade do estrato subarbustivo. Os dados de probabilidade destacados em negrito apontam as distâncias onde foram encontradas diferenças para a densidade do estrato subarbustivo. As comparações significativas ($p < 0,05$) foram destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	0 m	10 m	20 m	40 m	80 m
0 m					
10 m	0.543410				
20 m	0.003388*	0.129106			
40 m	0.048793*	0.675103	0.793393		
80 m	0.002944*	0.115750	0.999998	0.763808	

Tabela 1.7 - Tabela síntese do procedimento de comparação múltipla de médias para o número de espécies subarbustivas por parcela. Os resultados destacados em negrito apontam os tratamentos que diferem entre si. As comparações significativas ($p < 0,05$) foram destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	0m	10m	20m	40m	80m
0 m					
10 m	0.077671				
20 m	0.001035*	0.407774			
40 m	0.005687*	0.806657	0.960334		
80 m	0.000480*	0.242448	0.997092	0.847550	

Entre as espécies amostradas para o estrato subarbustivo nenhuma delas mostrou preferência por alguma distância da borda do fragmento ($IV \leq 30.$)

1.3.4. Cobertura da vegetação

A cobertura média, na área como um todo, foi de 55,2 % para o estrato arbóreo, coerente com a média esperada para a fisionomia de cerrado *stricto sensu*, segundo a classificação de fisionomias proposta por Ribeiro e Walter (2008) e de 5,9 % para o estrato herbáceo-arbustivo. A forração de piso dividiu-se em: 42,8 % por gramíneas nativas, 37,6 % por braquiária e 13,6 % terra nua.

A cobertura do estrato arbóreo apresentou pouca variação entre as distâncias da borda, oscilando entre o valor máximo de 60 % e o valor mínimo de 52 %, aparentando não haver um padrão de incremento ou redução de cobertura de copas entre as diferentes distâncias da borda (Figura 1.10).

A cobertura do terreno pelo estrato herbáceo-arbustivo foi menor nas faixas mais próximas da borda (0 m e 10 m). A partir dos 20 m, há um incremento e a cobertura deste tipo de vegetação se mantém praticamente constante nas áreas mais internas do fragmento (Figura 1.11).

Para gramíneas nativas, o menor valor de cobertura foi observado junto à borda, aumentando rumo ao interior do fragmento (Figura 1.12), comportando-se aparentemente como uma função logarítmica. A cobertura de gramíneas exóticas, composta exclusivamente por braquiária, apresenta o padrão oposto ao de gramíneas nativas, de modo que o maior valor de cobertura foi encontrado nas proximidades da borda, diminuindo rumo ao interior do fragmento (Figura 1.13). Nas parcelas mais distantes da

borda, apesar dos valores muito baixos de cobertura, foram registrados pequenos núcleos esparsos de braquiária. A terra nua ocupa proporções menores do terreno junto à borda e maiores na distância de 40 m da borda (Figura 1.14), na distância de 40 m da borda também foi registrado o maior valor de densidade de indivíduos do estrato arbóreo. A maior porcentagem de terra nua está provavelmente relacionada com o maior sombreamento proporcionado pelas árvores nesta distância da borda do fragmento.

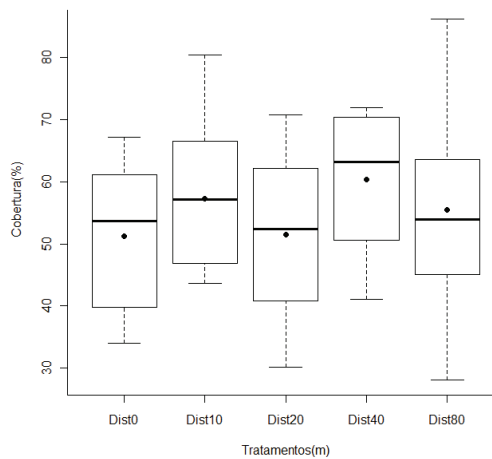


Figura 1.10 – Boxplot de cobertura, em porcentagem, do estrato arbóreo nas diferentes distâncias da borda.

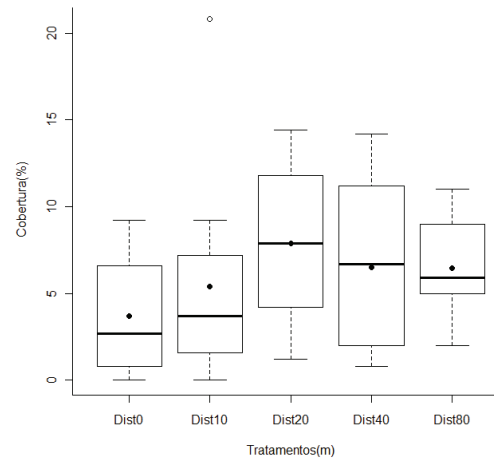


Figura 1.11 - Boxplot de cobertura, em porcentagem, do estrato herbáceo-arbustivo nas diferentes distâncias da borda.

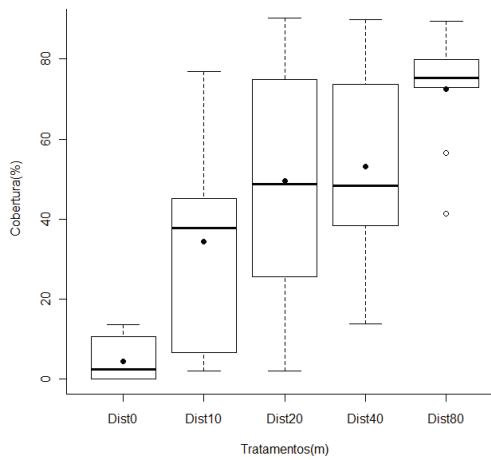


Figura 1.12 - Boxplot de cobertura de gramíneas nativas, em porcentagem, nas diferentes distâncias da borda.

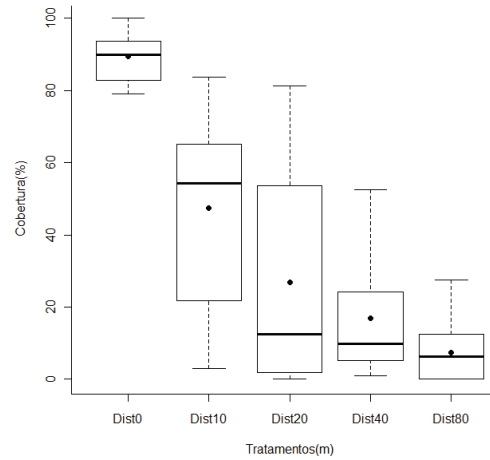


Figura 1.13 - Boxplot de cobertura de gramíneas exóticas, em porcentagem, nas diferentes distâncias da borda.

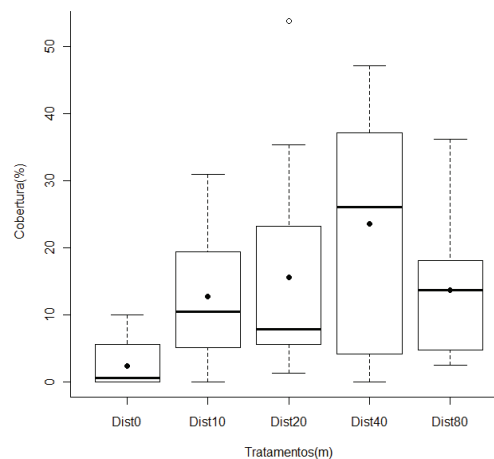


Figura 1.14 – Boxplot da proporção de terra nua, em porcentagem, nas parcelas em diferentes distâncias da borda.

Na comparação entre as distâncias da borda, não foram detectadas diferenças para a cobertura do estrato arbóreo e para o estrato herbáceo-arbustivo. Como esperado, diferenças foram apontadas para a proporção de terra nua, para a cobertura de gramíneas nativas e para a cobertura de braquiária (Tabela 1.8).

Tabela 1.8 - Resultados da Análise de variância de cobertura em diferentes distâncias da borda. F = valor do F de Fisher, Num df = Graus de liberdade do numerador (tratamentos), Denom df = Graus de liberdade do denominador (Número de leituras) e p o valor de probabilidade do teste. Os resultados significativos ($p < 0,05$) foram destacados em negrito e seguidos por asterisco.

	F	Num df	Denom df	Valor de p
Arbóreo	0,9164	4	45	0,4627
Herbáceo-Arbustivo	1,769	4	45	0,1518
Gramíneas Nativas	15,53	4	45	<0,01*
Gramíneas Exóticas	26,36	4	45	<0,01*
Terra Nua	3,39	4	45	0,02*

O teste de Tukey foi aplicado como procedimento de comparação múltipla para identificar as médias significativamente diferentes entre as distâncias para terra nua. Foram encontradas diferenças entre as parcelas contíguas à borda e a distância de 40 m da borda (Tabela 1.9).

Tabela 1.9 - Comparação múltipla entre os tratamentos para proporção de terra nua. Os resultados destacados apontam os tratamentos que diferem entre si. As comparações significativas ($p < 0,05$) foram destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	0m	10m	20m	40m	80m
0 m					
10 m	0.144203				
20 m	0.087154	1.000000			
40 m	0.010009*	1.000000	1.000000		
80 m	0.081443	1.000000	1.000000	1.000000	

Os testes de comparação da cobertura de gramíneas nativas (Tabela 1.10) e cobertura de gramíneas exóticas (Tabela 1.11) entre as distâncias da borda apresentaram padrão semelhante, sendo a borda (0m) diferente de todas as demais distâncias e a distância de 10 m diferente da de 80 m para gramíneas nativas e a de 10 m diferente das de 40 e 80 m para gramíneas exóticas.

Tabela 1.10 – Comparação múltipla entre os tratamentos para cobertura de gramíneas nativas. Os resultados destacados apontam os tratamentos que diferem entre si. As comparações significativas ($p < 0,05$) foram destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	0m	10m	20m	40m	80m
0 m					
10 m	0.016248*				
20 m	0.000234*	0.455839			
40 m	0.000165*	0.257712	0.995768		
80 m	0.000134*	0.001292*	0.107324	0.224603	

Tabela 1.11 - Comparação múltipla entre os tratamentos para cobertura de gramíneas exóticas. Os resultados destacados apontam os tratamentos que diferem entre si. As comparações significativas ($p < 0,05$) foram destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	0m	10m	20m	40m	80m
0 m					
10 m	0.000382*				
20 m	0.000134*	0.160990			
40 m	0.000134*	0.011412*	0.802258		
80 m	0.000134*	0.000595*	0.211256	0.825920	

1.3.5. Análise de correlação entre os atributos da vegetação

Os atributos da vegetação selecionados para análise de correlação foram densidade, riqueza e área basal do estrato arbóreo, densidade e riqueza do estrato herbáceo-arbustivo, densidade e riqueza do estrato subarbustivo e as variáveis de cobertura do arbóreo, herbáceo-arbustivo, gramíneas nativas, gramíneas exóticas e terra nua (Tabela 1.12). Em relação à distância da borda do fragmento as correlações foram positivas para a densidade (0,32) e número de espécies (0,27) do estrato subarbustivo e para a cobertura de gramíneas nativas (0,67) e negativa para a cobertura de gramíneas exóticas (-0,68). A cobertura de gramíneas exóticas foi inversamente correlacionada com praticamente todos os atributos

da vegetação, em especial com a densidade (-0,51) e a riqueza (-0,43) do estrato subarbustivo, destacando-se a correlação com a cobertura de gramíneas nativas como a mais estreita correlação entre os atributos da vegetação (-0,90).

A correlação significativa e positiva com a distância da borda para as variáveis de densidade e número de espécies do subarbustivo aparenta ser uma correlação indireta devido à forte correlação negativa e, portanto, influência da cobertura de gramíneas exóticas sobre este estrato concentrada principalmente nos primeiros 10 m da borda do fragmento.

As correlações não destacadas como de relevante interesse ecológico, são correlações muitas vezes indiretas, como no caso dos atributos de densidade e riqueza. Neste caso, é natural que os atributos estejam diretamente correlacionados, pois, conforme ocorre o aumento da densidade é de se esperar que um número maior de espécies seja amostrado. Como já foi destacado, a correlação inversa entre cobertura arbórea e terra nua explica-se pelo sombreamento, que exclui as gramíneas, tanto exóticas quanto nativas.

Tabela 1.12 - Matriz de correlações entre atributos de riqueza e estrutura da comunidade vegetal. As correlações significativas seguem destacadas com asterisco e em as correlações relevantes do ponto de vista ecológico em negrito.

	Distância da borda	Arbóreo				Herbáceo-Arbustivo		Subarbustivo		Cobertura			
		Densidade	Riqueza	Área Basal	Densidade	Riqueza	Densidade	Riqueza	Arbóreo	Herbáceo - Arbustivo	Gramíneas Nativas	Gramíneas Exóticas	Terra nua
Distância da borda	1.00												
Arbóreo	Densidade	0.11	1.00										
	Riqueza	0.11	0.69*	1.00									
	Área Basal	0.06	0.89*	0.66*	1.00								
Herbáceo-arbustivo	Densidade	0.23	0.41*	0.50*	0.38*	1.00							
	Riqueza	0.08	0.45*	0.57*	0.46*	0.79*	1.00						
	Densidade	0.32*	0.29*	0.35*	0.21	0.27	0.39*	1.00					
Subarbustivo	Espécies	0.27	0.39*	0.35*	0.35*	0.26	0.37*	0.86*	1.00				
	Arbóreo	0.10	0.55*	0.54*	0.69*	0.34*	0.46*	0.39*	0.52*	1.00			
	Herbáceo - Arbustivo	0.14	0.05	0.17	0.15	0.51*	0.52*	0.32*	0.24	0.22	1.00		
	Gramíneas Nativas	0.67*	0.18	0.25	0.07	0.30*	0.14	0.27	0.15	0.02	0.03	1.00	
Cobertura	Gramíneas Exóticas	-0.68*	-0.35*	-0.38*	-0.25	-0.44*	-0.34*	-0.51*	-0.43*	-0.29*	-0.23	-0.90	1.00
	Terra nua	0.22	0.47*	0.35*	0.44*	0.31*	0.38*	0.58*	0.65*	0.61*	0.18	0.09	-0.50*
													1.00

1.3.6. Modelagem de cobertura de gramíneas nativas e exóticas

O processo de modelagem foi aplicado nas duas variáveis de cobertura, gramíneas nativas e gramíneas exóticas que apresentaram correlações significativas com a distância da borda. Os pontos de dispersão de cobertura das duas gramíneas foram aproximados por modelos logarítmicos, crescente para o de gramíneas nativas e decrescentes para as gramíneas exóticas. Os dois modelos gerados foram comparados com um modelo nulo, que pressupõe ausência de influência da distância sobre o padrão de cobertura e um modelo linear, que seria o modelo mais simples utilizado para aproximar efeitos de borda em função da distância da borda, através do critério de informação de Akaike (AIC).

Gramíneas nativas

A dispersão dos pontos de porcentagem de cobertura para gramíneas nativas em função da distância foi aproximada por uma função logarítmica e comparada a um modelo nulo e a uma regressão linear simples (Figura 1.15).

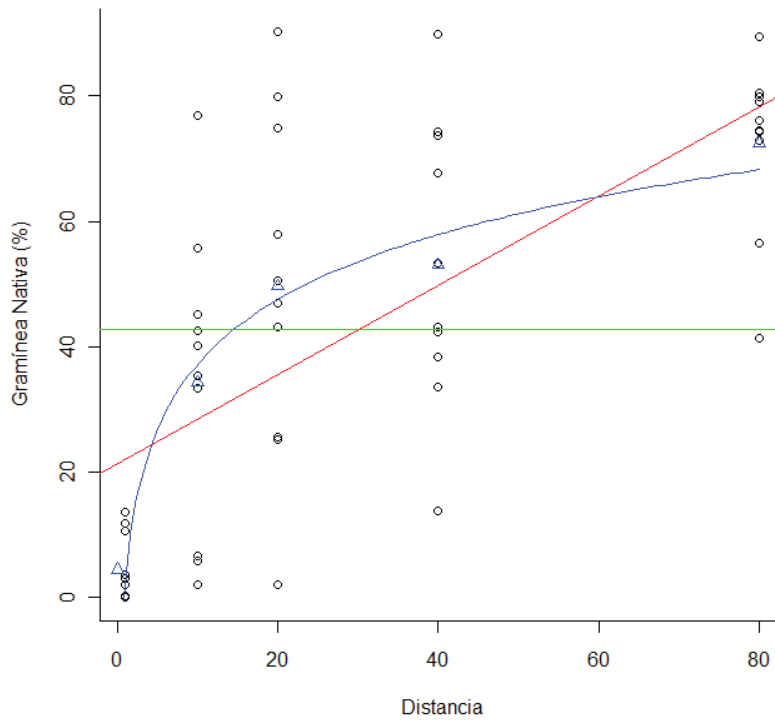


Figura 1.15 - Gráfico de dispersão dos pontos de cobertura de gramíneas nativas em porcentagem em relação às distâncias da borda, os modelos utilizados para comparação em Azul - Modelo Logarítmico, Verde - Modelo Nulo e Vermelho o Modelo Linear e os valores médios de cobertura representados pelos triângulos azuis.

Posteriormente ao processo de modelagem, os modelos foram comparados entre si pelo Critério de Informação de Akaike (AIC) para determinar qual dos modelos melhor representa a distribuição dos dados (Tabela 1.13). Pela interpretação do critério de informação de Akaike o modelo logarítmico seria o modelo que melhor representa a distribuição dos dados de cobertura de gramíneas nativas.

Tabela 1.13 - Tabela síntese da aplicação do AIC para os modelos teóricos utilizados para representar a distribuição de cobertura de gramíneas exóticas.

Modelos	Graus de liberdade	AIC
Modelo Nulo	2	485,26
Modelo Linear	3	457,58
Modelo LOG	3	445,38

Gramíneas exóticas

Também a dispersão dos pontos de porcentagem de cobertura para gramíneas exóticas foi aproximada por uma função logarítmica e comparada a um modelo nulo de distribuição e a uma regressão linear simples (Figura 1.16).

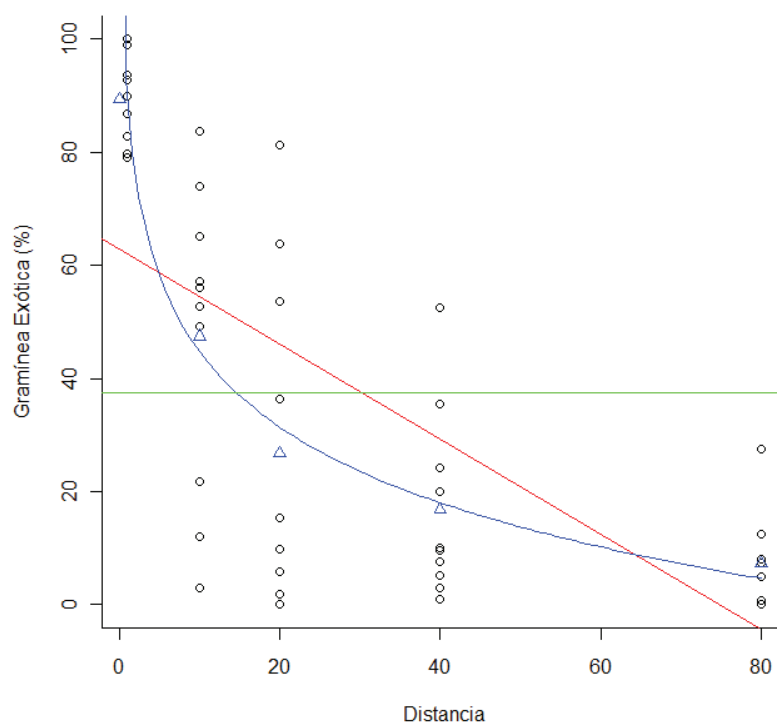


Figura 1.16 - Gráfico de dispersão dos pontos de cobertura de gramíneas exóticas em porcentagem em relação as distâncias da borda, os modelos utilizados para comparação em Azul - Modelo Logarítmico, Verde - Modelo Nulo e Vermelho o Modelo Linear e os valores médios de cobertura representados pelos triângulos azuis.

Posteriormente ao processo de modelagem, os modelos foram comparados entre si pelo Critério de Informação de Akaike (AIC) para determinar qual dos modelos melhor representa a distribuição dos dados (Tabela 1.14). Pela interpretação do critério de

informação de Akaike o modelo logarítmico decrescente também é o modelo que melhor representa a distribuição dos dados de cobertura de gramíneas exóticas.

Tabela 1.14 - Tabela síntese da aplicação do AIC para os modelos teóricos utilizados para representar a distribuição de cobertura de gramíneas exóticas.

Modelos	Graus de liberdade	AIC
Modelo Nulo	2	500,77
Modelo Linear	3	471,99
Modelo Log Decres.	3	443,44

1.4. DISCUSSÃO

Efeito de borda sobre a vegetação de Cerrado

Não foram encontradas diferenças na composição florística e estrutura dos estratos arbóreo e herbáceo-arbustivo do cerrado *stricto sensu* entre as distâncias da borda do fragmento. Este resultado corrobora observações de outros estudos sobre efeitos de borda em fisionomias savânicas, como o de Queiroga (2000), para espécies arbóreas do cerrado no Maranhão e o de Santos e Santos (2008), em estudo realizado sobre a comunidade vegetal da caatinga arbustiva no estado do Paraíba. Em ambos os casos não foram observadas mudanças na composição e estrutura da vegetação que pudessem estar relacionadas com as variações dos fluxos promovidas pela transição matriz-fragmento.

Em ecossistemas florestais, as mudanças na abundância e composição florística estão entre os principais efeitos negativos da criação de bordas sobre a comunidade vegetal (FERREIRA; LAURANCE, 1997; HOBBS; YATES, 2003). Tais efeitos compreendem: aumento da taxa de mortalidade de espécies arbóreas, mudanças na densidade e composição das

espécies e aumento da densidade de cipós (LAURANCE et al, 2001). No cerrado *stricto sensu* estudado, a densidade e a composição das espécies mantiveram-se praticamente constantes nas diferentes distâncias da borda, tanto para o estrato arbóreo quanto para o estrato herbáceo-arbustivo.

No entanto, uma única espécie do estrato herbáceo arbustivo – *Solanum lycocarpum* apresentou certa preferência de habitat (IV=35,7). Esta espécie ocorre em baixa densidade em vegetação preservada e coloniza ambientes antrópicos, sendo comumente observada em ambientes perturbados pelo homem como margens de estradas, pastos e terrenos baldios (OLIVEIRA-FILHO; OLIVEIRA, 1988; RODRIGUES, 2002). Em ambientes naturais a espécie é dispersada por diversos animais, como o lobo guará, que se alimenta de seus frutos e dispersa as sementes nas áreas do entorno. Já em ambientes antrópicos, como em matriz de pastagem, a espécie é dispersada principalmente pelo gado e pelas formigas. Como o trânsito do gado fica restrito apenas às áreas de pasto e adjacências (MARTINS, 2005) e o carregamento das sementes pelas formigas restrito a deslocamentos de dois a cinco metros (PINTO, 1998), a população de *S. lycocarpum* tem sua dispersão limitada às áreas externas do fragmento. Pode-se dizer que esta espécie se beneficia da criação de bordas em áreas de cerrado. Assim sendo, a espécie *S. lycocarpum* pode ser utilizada como indicadora ou preferencial de borda em fragmentos naturais de cerrado.

A ausência de variação da estrutura e composição da vegetação em função da distância da borda nos estratos arbóreo e herbáceo-arbustivo pode ser atribuída a duas características comuns ao cerrado *stricto sensu* e a outros ecossistemas savânicos: (1) maior semelhança fisionômica e de disponibilidade de recursos com matrizes antrópicas e (2)

maior adaptação e tolerância fisiológica das espécies vegetais do cerrado a condições abióticas estressantes, como as provenientes da criação de bordas.

Segundo Ries et al. (2004), a distribuição dos organismos em áreas próximas ou sob influência da borda pode estar relacionada com a disponibilidade de recursos entre matriz e a borda do fragmento. Quando matriz e borda diferem em termos de recursos disponíveis como a luz ou nutrientes, impactos negativos ou positivos são esperados. Por outro lado, quando matriz e borda se assemelham em disponibilidade de recursos, nenhuma resposta é esperada. A importância do contraste de estrutura e composição entre dois ecossistemas adjacentes também é destacada por Harper et al. (2005). Segundo os autores o fluxo de energia entre os ecossistemas é mediado pelo contraste entre matriz e fragmento, quanto maior o contraste, maior o fluxo de energia (LAURANCE et al 2001) e conseqüentemente maior seria a magnitude e a extensão do efeito de borda. Assim, ao comparar uma matriz aberta com um ecossistema florestal fechado e um ecossistema savânico, é de se esperar que o gradiente de biomassa entre as duas fisionomias seja determinante na manifestação de efeito de borda sobre as variáveis bióticas.

Em áreas abertas, as condições abióticas são normalmente mais severas do que no interior de fragmentos naturais de floresta. As savanas, formadas em sua maior extensão por gramíneas e por agrupamentos de arbustos e árvores esparsas, formam mosaicos em que os processos ecológicos são mais semelhantes aos de áreas abertas, pois nunca formam uma estrutura fechada de dossel (BELSKY, CANHAM, 1993). Condições como alta radiação, altas temperaturas e baixa umidade são características comuns ao cerrado típico (FRANCO; LUTTGE, 2002) e a outras áreas abertas (CARLSON; GROOT, 1997). Para as savanas e, em especial para o Cerrado, as espécies vegetais possuem uma série de

adaptações à situação de estresse ambiental, como raízes mais profundas, controle de fechamento e abertura de estômatos (FRANCO, 2002), adaptações xeromórficas dos troncos e folhas (LÜTTGE, 1997), que garantem às espécies o seu estabelecimento e desenvolvimento normal, mesmo em situações extremas de baixa disponibilidade hídrica e intensa radiação solar (FRANCO; LÜTTGE, 2002).

Seguindo este raciocínio é possível que em fisionomias florestais do bioma Cerrado, com menor similaridade a matrizes antrópicas abertas e compostas por espécies pouco tolerantes a condições extremas, sejam encontrados efeitos sobre a estrutura e composição da vegetação.

Deve-se ressaltar que, apesar de não terem sido detectadas variações estruturais para os estratos arbóreo e herbáceo-arbustivo, na borda foram encontrados os menores valores médios de densidade e riqueza para todos os estratos avaliados. O padrão observado parece estar direta ou indiretamente correlacionado com a dominância de cobertura de gramíneas exóticas nesta faixa da borda do fragmento.

Invasão como efeito de borda no cerrado *stricto sensu*

Diferenças na comunidade vegetal entre as distâncias da borda foram encontradas para o estrato subarbustivo e para a forração do piso (gramíneas nativas e exóticas e terra nua). As análises de correlações mostraram que a presença de gramíneas exóticas concentradas nos primeiros metros da borda foi o principal fator responsável pelas diferenças encontradas para a densidade e número de espécies do estrato subarbustivo e para a cobertura de gramíneas nativas e terra nua, em relação às distâncias da borda. O valor de correlação mais elevado entre todos os pares de variáveis (-0,90) foi obtido entre

cobertura de gramíneas exóticas e cobertura de gramíneas nativas, ambas fortemente correlacionadas com a distância da borda (gramíneas exóticas -0,68 e gramíneas nativas 0,67). A correlação tão evidente indica forte exclusão competitiva entre as gramíneas nativas e exóticas.

A invasão por gramíneas exóticas mostra-se, portanto, como o principal processo decorrente da criação de bordas sobre a comunidade vegetal do cerrado *stricto sensu*. Este efeito está correlacionado negativamente com praticamente todos os atributos da vegetação. Porém, só foi detectado nas análises de variância para a forração do piso e estrato subarbutivo. A explicação mais provável para que efeitos da invasão por braquiária nos estratos arbustivo e arbóreo não tenham sido percebidos é que esta espécie invasora foi introduzida na matriz há cerca de 30 anos e, portanto, muitos indivíduos lenhosos já deveriam estar estabelecidos quando se iniciou o processo de invasão. Com o tempo, com a morte desses adultos e mediante a forte inibição constatada no estrato subarbutivo e nas plantas em regeneração, é provável que ocorram perdas significativas também no estrato arbóreo.

No Brasil, os efeitos adversos decorrentes do processo de invasão de áreas naturais por gramíneas exóticas foram relativamente bem documentados (PIVELLO et al. 1999, MACK et al. 2002), em comparação com outros tipos de invasões biológicas. Plantas exóticas agressivas podem alterar a composição e a abundância relativa de espécies nativas ou ainda alterar processos ecológicos, como a ciclagem de nutrientes e até mesmo o microclima (VITOUSEK, 1990, D'ANTONIO, VITOUSEK, 1992). A braquiária é uma gramínea de origem africana e um dos principais exemplos de plantas exóticas que vêm causando problemas em diversas partes do mundo (VITOUSEK et al., 1996; WILLIAMS; BARUCH, 2000;

MILTON, 2004). Está presente em praticamente todos os fragmentos de Cerrado no Brasil (PIVELLO et al. 1999), dominando extensas faixas e competindo com as espécies nativas de gramíneas e herbáceas (KLINK, 1994; PIVELLO et al. 1999). A braquiária modifica a comunidade vegetal, seja diretamente por competição efetiva ou indiretamente como barreira, alterando as condições ambientais ou a disponibilidade de recursos e modificando a dinâmica da vegetação natural (HOFFMAN; HARIDASAN, 2008).

Os efeitos negativos das gramíneas invasoras devem-se, especialmente, à grande quantidade de biomassa produzida em comparação com as espécies nativas (HOFFMANN; ORTEN; FRANCO, 2004) e às vantagens competitivas proporcionadas pelas características fisiológicas das gramíneas africanas (WILLIAMS; BARUCH, 2000). As gramíneas africanas, de maneira geral, são espécies de alta alocação de biomassa para produção de folhas, alta capacidade fotossintética e maior eficiência de uso do nitrogênio do que as espécies nativas (BARUCH et al., 1985; BILBAO; MEDINA, 1990; WILLIAMS, BARUCH, 2000). Produzem maior quantidade de sementes e germinam mais vigorosa e rapidamente do que espécies nativas (KLINK, 1996). Todas essas características atribuem à braquiária o potencial de substituir as espécies de gramíneas, ervas e regenerantes arbóreos nativos do Cerrado (KLINK, 1996; HOFFMANN; HARIDASAN, 2008).

Neste estudo, a exclusão competitiva (*trade-off*) entre braquiária x cobertura de gramíneas nativas parece ser o mecanismo predominante. Além da alta correlação negativa entre gramíneas nativas e exóticas, o *trade-off* é reforçado pelos modelos ajustados para redução ou aumento de cobertura de gramíneas em função da distância da borda do fragmento. Nos locais de alta concentração da braquiária, praticamente não se observaram gramíneas nativas e nos locais onde a cobertura de braquiária era muito baixa a cobertura

de gramíneas nativas era mais elevada. Os valores de correlação entre braquiária x densidade (-0,51) e riqueza (-0,43) do estrato subarbusivo não permitem concluir sobre a exclusão competitiva, mas evidenciam o efeito de inibição da braquiária sobre as plantas deste estrato.

O impacto negativo da invasão de gramíneas exóticas sobre as espécies herbáceas ou arbustivas no Cerrado foi objeto de outros estudos, como o realizado na ARIE de Cerrado do Pé de Gigante por Pivello et al. (1999) e o realizado por Almeida-Neto et al. (2010) sobre plantas da família Asteraceae em fragmentos de Cerrado no estado de São Paulo. Nesses dois estudos, os autores apontam relação inversa entre a densidade e expansão de gramíneas exóticas e a riqueza e abundância de espécies nativas do cerrado

É difícil distinguir efeitos resultantes da exposição de bordas dos efeitos biológicos diretos das gramíneas exóticas e dos efeitos do regime de fogo sobre a comunidade vegetal (D'ANTONIO; VITOUSEK, 1992). Ainda que seja natural no cerrado (EITEN, 1972), o fogo é uma perturbação freqüente em fragmentos inseridos em matrizes antrópicas (EITEN; GOODLAND, 1979; COUTINHO, 1990), podendo ser considerado importante efeito de borda. A invasão e concentração de gramíneas exóticas invasoras nas áreas de borda aumenta a quantidade de biomassa seca disponível e cria até mesmo um microclima favorável para aumentar a freqüência e a intensidade do fogo (VITOUSEK et al., 1996). Apesar de algumas espécies do cerrado estarem adaptadas ao impacto do fogo, o aumento da freqüência e intensidade de incêndios impacta severamente a mortalidade de plântulas no primeiro ano de vida (FRANCO et al., 1996; HOFFMANN, 1998) e podem ainda diminuir a importância da reprodução sexuada (HOFFMANN, 1998) e a da densidade arbórea (MEDEIROS; MIRANDA, 2005). Em fragmentos de Cerrado expostos a matrizes que

propiciem uma frequência maior de incêndios, o fogo provavelmente seria um outro elemento importante da criação e ampliação de bordas em ecossistemas naturais.

As conseqüências da invasão por gramíneas exóticas sobre a biodiversidade do Cerrado são, portanto, complexas e, para que sejam totalmente compreendidas, carecem de monitoramento em longo prazo para toda a comunidade vegetal (HOFFMAN; HARIDASAN, 2008).

Padrão de invasão da braquiária

A cobertura de braquiária esteve concentrada na faixa de 0 a 10 m da borda com média de cobertura de mais de 90 % e na faixa de 10 a 20 m da borda com cobertura média de 60 %. Aparentemente, a invasão das gramíneas exóticas começa pelas áreas de borda, estabelecendo-se em locais perturbados e depois se espalhando por todo o fragmento (PIVELLO; SHIDA; MEIRELLES, 1999). Este mesmo padrão de dominância pela braquiária nos 10 primeiros metros da borda foi detectado por Pivello et al. (1999) na ARIE do cerrado Pé de Gigante-SP e por Hoffmann, Orten e Franco (2004) para outra espécie de gramínea exótica, *Melinis minutiflora* Beauv, no Distrito Federal.

O processo de invasão por plantas exóticas é facilitado após um evento de distúrbio, como a ocorrência de incêndios (HOBBS; HUENNEKE, 1992; MACDOUGALL; TURKINGTON, 2005), que freqüentemente aumentam a abundância e densidade das plantas invasoras (D'ANTONIO et al. 2000). Deste modo, o padrão observado para a ocupação por braquiária, limitada à área mais externa do fragmento estudado, pode estar relacionado com a maior exposição das áreas marginais a distúrbios, tanto de origem natural quanto antrópica

(TURNER, 1996; NEWMARK, 2001), como no caso do fogo (BROOKS et al., 2004), e da vizinhanças de estradas (HOFFMAN; ORTEN; FRANCO, 2004).

Diante desses resultados, duas hipóteses sobre o futuro da invasão pela braquiária podem ser levantadas: (1) a invasão ficará restrita às zonas próximas da borda, onde os distúrbios são mais intensos e freqüentes ou (2) a braquiária vai avançar gradualmente das bordas para o núcleo do fragmento independentemente da ocorrência de distúrbios e neste caso, o distúrbio apenas aceleraria um processo inevitável. Os pequenos núcleos de braquiária existentes longe da borda podem continuar estáveis até que ocorra um novo distúrbio (caso se comprove a hipótese 1) ou os pequenos núcleos de braquiária já representam núcleos de invasão no interior do fragmento e podem expandir-se continuamente ampliando as áreas invadidas (pela Hipótese 2). No último caso, os impactos observados neste estudo não ficariam mais limitados apenas às áreas marginais, estendendo-se para as áreas mais internas do fragmento.

1.5. CONCLUSÕES

Não foram detectados efeitos de borda sobre os estratos arbóreo e herbáceo arbustivo do cerrado stricto sensu em matriz de pastagem. Este resultado pode ser explicado pela semelhança estrutural entre a matriz de pastagem e o fragmento e pelas adaptações fisiológicas das espécies do Cerrado a condições extremas de temperatura, radiação e baixa disponibilidade de água.

No entanto, a invasão por gramíneas exóticas, que avança pelas bordas, exerce forte competição sobre os estratos inferiores da vegetação, que perde riqueza e densidade.

As correlações negativas entre a cobertura de gramíneas exóticas e os demais atributos da vegetação, mesmo aqueles que não se correlacionam com a distância da borda, sugerem que a braquiária já esteja atuando sobre a dinâmica das espécies arbustivas e arbóreas do cerrado. Em longo prazo, os efeitos da invasão poderão também ser sentidos sobre a densidade e diversidade dos estratos arbóreo e arbustivo da vegetação.

Todos os efeitos adversos destacados para a biodiversidade do Cerrado serão potencializados caso o agrupamento da braquiária nas faixas de borda avancem rumo à área central do fragmento. Estudos de monitoramento do padrão de invasão das gramíneas exóticas são fundamentais para compreender melhor os impactos da invasão sobre os ecossistemas naturais. O desenvolvimento de modelos de invasão baseado nas características ecológicas das espécies e nos atributos físicos da área podem prevenir e direcionar ações e políticas para frear o processo da perda de biodiversidade pela invasão das espécies exóticas.

1.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS²

Almeida-Neto M, Prado PI, Kubota U, Bariani JM, Aguirre GH, Lewinsohn TM. Invasive grasses and native Asteraceae in the Brazilian Cerrado. *Plant Ecology*. 2010 ;209(1):109-122.

Barbosa RI, Fearnside PM. Incendios na Amazônia brasileira: estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento "EL NINO". *Acta Amazonica*. 1999 ;29(4):513-534.

² Padrão de citação utilizada: International Committee of Medical Journal Editors (Vancouver Style)

Baruch Z, Ludlow MM, Davis R (1985) Photosynthetic responses of native and introduced C4 grasses from Venezuelan savannas. *Oecologia* 67: 388-393

Batalha MA, Cianciaruso MV, Silva IA, Delitti WB. Hyperseasonal cerrado, a new Brazilian vegetation form. *Brazilian Journal of Biology*. 2005 ;65:735-738.

Batalha MA, Mantovani W. Floristic composition of the Cerrado in the Pé-de-Gigante Reserve. *Ecologia*. 2001 ;15(3):289-304.

Batalha MA, Martins FR. The vascular flora of the Cerrado in Emas National Park (Central Brazil): a Savanna flora summarized. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2007 ;50(March):269-277.

Belsky AJ, Canham CD. Forest gaps and isolated savanna trees. *BioScience*. 1993 ;44(2):77-85.

Benitez-Malvido J. Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. *Conservation Biology*. 1998 ;12:380-389.

Bilbao B, Medina E. Nitrogen-use efficiency for growth in a cultivated african grass and a native south american pasture grass [Internet]. *Journal of Biogeography*. 1990 ;17(4/5):421. Available from: <http://www.jstor.org/stable/2845372?origin=crossref>

Brooks ML, D'Antonio CM, Richardson DM, Grace JB, Keeley JO, Tomaso JM, et al. Effects of invasive alien plants on fire regimes. *BioScience*. 2004 ;54(7):677-689.

Cadenasso ML, Pickett ST. Linking forest edge structure to edge function : mediation of herbivore damage. *Journal of Ecology*. 2000 ;88:31-44.

- Camargo JL, Kapos V. Complex Edge effects on soil moisture and microclimate in Central Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology*. 1995 ;11(2):205-221.
- Canfield RH. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Journal of Forestry*. 1941 ;39(4):388-394.
- Carlson DW, Groot A. Microclimate of clear-cut , forest interior , and small openings in trembling aspen forest. *Agricultural and Forest Meteorology*. 1997 ;87:313-329.
- Castro DM. Efeitos de borda em ecossistemas tropicais: Síntese bibliográfica e estudo de caso em fragmentos de Cerrado, na região nordeste do estado de São Paulo [Dissertação]. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 2008 ;1-180.
- Chen J, Saunders SC, Crow TR, Naiman RJ, Brosofske KD, Mroz GD, et al. Microclimate in Forest Ecosystem the effects of different management regimes. *BioScience*. 1999 ;49(4):4-14.
- Cochrane MA, Laurance WF. Fire as a large-scale edge effect in Amazonian forests [Internet]. *Journal of Tropical Ecology*. 2002 ;18(03):311-325. Available from: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0266467402002237
- Coutinho LM O bioma Cerrado, p. 77-91. In A.L. Klein (org.), *Eugen Warming e o cerrado brasileiro*. São Paulo, Editora UNESP, Imprensa Oficial do Estado; 2002.

- D'Angelo SA, Andrade AC, Laurance SG, Laurance WF, Mesquita RC. Inferred causes of tree mortality in fragmented and intact Amazonian forests [Internet]. *Journal of Tropical Ecology*. 2004 ;20(2):243-246.
- D'Antonio CM, Tunison JT, Loh RK. Variation in the impact of exotic grasses on native plant composition in relation to fire across an elevation gradient in Hawaii. *Austral Ecology*. 2000 ;2:507-522.
- D'Antonio CM, Vitousek PM. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1992 ;23:63-87.
- Didham RK, Lawton JH. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. *Biotropica*. 1999 ;31(1):17-30.
- Donovan TM, Jones PW, Annand EM, Iii FR. Variation in local-scale edge effects : mechanisms and landscape context. *Ecological Society of America*. 2009 ;78(7):2064-2075.
- Dufrene M, Pierre Legendre. Species assemblages and indicator species the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Society of America*. 1997 ;67(3):345-366.
- Durigan G, Baitello JB, Franco G ADC, Siqueira, M F. *Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada*, ed.1 São Paulo: Páginas & Letras. 2004.
- Durigan G, Franco GADC, Siqueira MF. A vegetação dos remanescentes de cerrado no estado de São Paulo. In: Bitencourt MD, Mendonça RR (org.). *Viabilidade de*

conservação dos remanescentes de cerrado no estado de São Paulo. São Paulo: Annablume; FAPESP. 2004:29-56.

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

Fearnside PM. Global Warming And Tropical Land-Use Change : Greenhouse gas emissions from biomass burning , decomposition and soils in forest conversion , Shifting Cultivation And Secondary Vegetation. *Climatic Change*. 2000 ;46:115-158.

Felfili JM, Carvalho FA, Haidar RF. Manual para o monitoramento de nos biomas Cerrado e Pantanal. 2005 ;54.

Fenske-crawford TJ, Niemi GJ. Predation of artificial ground nests at two types of edges in a forest-dominated landscape. *The condor*. 1997 ;99(1):14-24.

Ferreira LV, Laurance WF. Effects of Forest fragmentation on mortality and damage of selected trees in Central Amazonia. *Conservation Biology*. 1997 ;11(3):797-801.

Fletcher RJ. Multiple edge effects and their implications in fragmented. *Journal of Animal Ecology*. 2005 ;74:342-352.

Fonseca CR, Joner F. Two-sided edge effect studies and the restoration of endangered ecosystems. *Restoration Ecology*. 2007 ;15(4):613-619.

Franco AC Ecophysiology of woody plants. In: Oliveira PS, Marquis RJ (eds) *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, New York; 2002

Franco AC, Lüttge U. Midday depression in savanna trees: coordinated adjustments in photochemical efficiency, photorespiration, CO₂ assimilation and water use efficiency [Internet]. *Oecologia*. 2002 ;131(3):356-365. Available from: <http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1007/s00442-002-0903-y>

Franco AC, Souza MP, Nardoto, GB. Estabelecimento e crescimento de *Dalbergia miscolobium* em áreas de campo sujo e cerrado no DF. Pp. 84-92. In: H.S. Miranda; B.F.S. Dias & C.H. Saito (orgs.). *Impacto de Queimadas em Área de Cerrado e Restinga*. Brasília, ECL/Universidade de Brasília. 1996.

Harper KA, Macdonald SE, Burton PJ, Chen J, Roberts D, Jaiteh MS, et al. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*. 2005 ;19(3):768-782.

Harper Ka, Macdonald SE. Structure and composition of edges next to regenerating clearcuts in mixed-wood boreal forest [Internet]. *Journal of Vegetation Science*. 2002 ;13(4):535-546. Available from: <http://blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02080.x>

Harris LD. Edge Effects and Conservation of Biotic Diversity. *Conservation Biology*. 1988 ;2(4):330-333.

Harrison S, Bruna E. Habitat fragmentation and large-scale conservation: what do we know for sure. *Ecography*. 1999 ;22:25-232.

Hill T, Lewicki T, 2007. *Statistics Methods and Applications*. Statsoft, TULSA.

- Hobbs RJ, Huenneke LF. Society for conservation biology disturbance , diversity , and invasion : implications for conservation. *Conservation Biology*. 2009 ;6(3):324-337.
- Hobbs RJ, Yates CJ. Impacts of ecosystem fragmentation on plant populations : generalising the idiosyncratic. *Australian Journal of Botany*. 2003 ;51(7):471-488.
- 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(3), 422-433.
- Hoffmann WA, Haridasan M. The invasive grass , *Melinis minutiflora*, inhibits tree regeneration in a Neotropical savanna. *Austral Ecology*. 2008 ;33:29-36.
- Hoffmann WA, Orthen B, Franco AC. Constraints to seedling success of savanna and forest trees across the savanna-forest boundary. *Oecologia*. 2004 ;140:252-260.
- Kapos V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian. *Journal of Tropical Ecology*. 1989 ;5(2):173-185.
- Klink CA. Effects of clipping on size and tillering of native and African grasses of the Brazilian savannas (the cerrado). *Oikos*. 1994 ;70(3):365-376.
- Klink CA. Germination and seedling establishment of two native and one invading African grass species in the Brazilian Cerrado. *Journal of Tropical Ecology*. 1996 ;12(1):139-147.

- Laurance WF, Ferreira LV, Merona JM, Laurance SG, Hutchings RW, Lovejoy TE. Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. *Conservation Biology*. 1998 ;12:460-464.
- Laurance WF, Lovejoy TE, Vasconcelos HL, Bruna EM, Didham RK, Stouffer PC, et al. Ecosystem decay of amazonian forest fragments : a 22-year investigation. *Conservation Biology*. 2001 ;16(3):605-618.
- Laurance WF, Yensen E. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biological Conservation*. 1991 ;55:77-92.
- Lüttge U. *Physiological ecology of tropical plants*. Berlin, Springer-Verlag, Heidelberg, Germany. 1997.
- Macdougall AS, Turkington R. Are invasive species the drivers or passengers of change in degraded ecosystems ? *Ecology*. 2005 ;86(1):42-55.
- Mack RN, Simberloff D, Lonsdale WM, Evans H, Clout M, Bazzaz FA. Biotic Invasions : Causes , epidemiology , global consequences , and control. *Ecological Applications*. 2000 ;10(3):689-710.
- Malcolm JR. Edge effects in central amazonian forest fragments. *Ecological Society of America*. 1994 ;75(8):2438-2445.
- Martins K. Diversidade genética e fluxo genico via pólen e semente em populações de *Solanun lycocarpum* ST.HIL. (Solanacea) no Sudeste de Goiás[Tese]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"; 2005.

Matlack GR. Microenvironment variation within and among forest edge sites in the eastern united states. *Biological Conservation*. 1993 ;66:185-194.

Mccune B, Mefford MJ. PC-ORD: Multivariate analysis of ecological data. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon-USA. 2009.

Medeiros MB, Miranda HS. Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais [Internet]. *Acta Botanica Brasilica*. 2005 ;19(3):493-500. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062005000300009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt

Milton SJ. Grasses as invasive alien plants in south africa. *South African Journal Of Science*. 2004 ;100:69-75.

Murcia C. Edge effects in fragmented forests: Implications for conservation. *Tree*. 1995 ;10(2):58-63.

Newmark WD. Tanzanian forest edge microclimatic gradients : dynamic patterns. *Biotropica*. 2001 ;33(1):2-11.

Oliveira-Filho AT, Oliveira LCA. Biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) em Lavras, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 1988;11: 23-32.

Pinto FS. Efeitos da dispersão de sementes por animais e dos fatores edáficos sobre a germinação, crescimento e sobrevivência das plântulas de lobeira *Solanum*

lycocarpum. [Dissertação] .Brasília: Instituto de Ecologia da Universidade de Brasília.1998.

Pivello VR, Carvalho VM, Lopes PF, Peccinini AA, Rosso S. Abundance and distribution of native and alien grasses in a " Cerrado " (Brazilian Savanna). *Biotropica*. 1999 ;31(1):71-82.

Pivello VR, Shida CN, Meirelles ST. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity. *Biodiversity and Conservation*. 1999 ;8:1281-1294.

Queiroga JL. Efeitos de borda em fragmentos de cerrado em áreas de agricultura do Maranhão [Dissertação]. Londrina: Laboratório de Ecologia da Paisagem da Universidade Estadual de Londrina. 2001 ;1-32.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing, reference index. R Foundation for Statistical Computing, Viena-Austria. 2008.

Ribeiro JF, Walter BMT. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF. *Cerrado: ecologia e flora*. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008. 1279p.

Ries L, Fletcher RJ, Battin J, Sisk TD. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. *Annual Reviews*. 2004 ;35:491-522.

Rodrigues FH. Biologia e conservação do lobo-guará na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF. 2002 ;105.

- Santos AM, Santos BA. Are the vegetation structure and composition of the shrubby Caatinga free from edge influence ? *Acta Botanica Brasilica*. 2008 ;22(4):1077-1084.
- Scariot A. Forest fragmentation effects on palm diversity in central Amazonia. *Journal of Ecology*. 1999 ;87:66-76.
- Sizer N, Tanner EV. Responses of woody plant seedlings to edge formation in a lowland tropical rainforest, Amazonia. *Biological Conservation*. 1999 ;9:135-142.
- Spina AP, Ferreira WM, Leitão-Filho HD. Floração, frutificação e síndromes de dispersão de uma comunidade de floresta de brejo na região de campinas (SP). *Acta. Bot. Bras.* 2001 ;15(3):
- Turner IM. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. *Journal of Applied Ecology*. 1996 ;33(2):200-209.
- Uehara A, Aparecida S, Godoy PD. Levantamento de diásporos em áreas de Cerrado no Município de Luiz Antônio , SP. *Flora*. 2006 ;33(3):385-401.
- Van Der Pijl L. Principles of dispersal in higher plants, 3 edn. Berlin: Springer-Verlag. 1982
- Vasconcelos HL, Luizão FJ. Litter production and litter nutrient concentrations in a fragmented Amazonian landscape [Internet]. *Ecological Applications*. 2004 ;14(3):884-892. Available from: <http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/03-5093>
- Vitousek PM, D'Antonio CM, Loope LL, Randy Westbrooks. Biological invasions as global environmental change. *American Scientist*. 1996 ;8:468-479.

Vitousek PM. Biological invasions and ecosystem processes: towards an integration of population biology and ecosystem studies [Internet]. *Oikos*. 1990 ;57(1):7. Available from: <http://www.jstor.org/stable/3565731?origin=crossref>

Williams DG, Baruch Z. African grass invasion in the Americas : ecosystem consequences and the role of ecophysiology. *Biological Invasions*. 2000 ;2:123-140.

Williams-Linera G. Origin and early development of forest edge vegetation in Panama. *Biotropica*. 1990 ;22(3):235-241.

Yates CJ, Norton DA, Hobbs RJ. Grazing effects on plant cover , soil and microclimate in fragmented woodlands in south-western Australia : implications for restoration. *Austral Ecology*. 2000 ;36-47.

Zheng D, Chen J. Edge effects in fragmented landscapes: a generic model for delineating area of edge influences (D-AEI). *Ecological Modelling*. 2000 ;132:175-190.

Capítulo 2 – Variáveis microclimáticas em fragmento de cerrado *stricto sensu*.

2.1. INTRODUÇÃO

As áreas de borda são componentes estruturais importantes devido à sua capacidade de regulação e moderação dos fluxos entre as unidades da paisagem (FORMAN; GODRON, 1987; STRAYER et al., 2003). As características físicas da borda, como estrutura e composição, modulam os fluxos energéticos através de dissipação física e transformação ou movimento de energia armazenada em formas biológicas (CADENASSO et al. 2003) e resultam usualmente em alterações das características microclimáticas na área sob influência da borda (CHEN; FRANKLIN, SPIES, 1992).

O microclima pode ser definido como o conjunto de características climáticas tomadas em áreas específicas localizadas próximas à superfície (GEIGER, 1965). É componente essencial para a pesquisa em ecologia moderna, pois influencia diversos processos ecológicos como regeneração e crescimento da plantas, respiração do solo, seleção de habitat e ciclagem de nutrientes (PERRY, 1994).

Compreender as características microclimáticas é de extrema importância em estudos ecológicos, tanto na escala de paisagem, como em escalas mais locais (CHEN et al. 1999). Tais características podem influenciar processos que ocorrem em escala de paisagem, como movimentação de massas de ar, regimes pluviométricos e hidrológicos, com implicações sobre a vazão dos rios, as chuvas e até sobre as condições ótimas para o estabelecimento e persistência de espécies animais e vegetais da região (PERRY, 1994). As características microclimáticas podem influenciar também processos que ocorrem em escalas mais locais,

como respiração do solo, floração e produção de sementes, tendo implicações importantes sobre a dinâmica de comunidades e indivíduos e comportamento de forrageamento (SAUNDERS et al, 1991).

O processo de criação de bordas provoca alterações na estrutura e composição do ecossistema (MURCIA, 1995; LAURANCE et al. 2001), que por sua vez, promovem modificações das variáveis microclimáticas na área afetada.

As variações das características microclimáticas proporcionadas pela criação de bordas são classificadas por Murcia (1995) como efeitos abióticos e são considerados gatilhos para uma série de respostas secundárias à criação de bordas (HARPER et al. 2005). Podem alterar drasticamente a estrutura e as funções do ecossistema (MURCIA, 1995, CHEN; FRANKLIN, SPIES, 2008) e são particularmente relevantes para a comunidade vegetal (DIDHAM; LAWTON, 1999), especialmente em função do aumento da exposição à luz solar e ventos, e o estresse das flutuações de temperatura e dessecação (DAVIES-COLLIE; PAYNE; ELSWIJK, 2000).

De forma geral, em ecossistemas florestais, as modificações microclimáticas mais comuns são: maior incidência de luz solar, aumentando o recrutamento das espécies intolerantes à sombra (WILLIAMS-LINERA, 1990; CHEN; FRANKLIN; SPIES; 1992), diminuição da umidade do ar e do solo, que pode afetar negativamente o crescimento das plantas e também contribuir para o aumento da mortalidade (BIERREGAARD et al, 1992; CAMARGO; KAPOS, 1995), maior exposição a rajadas de vento e conseqüente aumento da taxa de mortalidade de árvores através de danos físicos e dessecação (WILLIAMS-LINERA, 1990; CHEN; FRANKLIN; SPIES; 1992; CAMARGO; KAPOS, 1995, KAPOS et al. 1993). Entre outros efeitos observados estão o aumento da evapotranspiração, ocasionando depleção ainda

maior da umidade do solo (KAPOS, 1989), alterações das taxas de recrutamento, sobrevivência e crescimento de plântulas (WILLIAMS-LINERA, 1990; LAURANCE; YENSEN, 1991; CHEN; FRANKLIN; SPIES; 1992, D'ANGELO et al. 2004). Todos esses efeitos podem provocar modificações florísticas e estruturais na comunidade vegetal, que, por sua vez, promovem novas alterações do microclima, criando uma dinâmica temporal e espacial na magnitude e extensão dos efeitos de borda na faixa de transição (CHEN; FRANKLIN; SPIES; 1993, CAMARGO; KAPOS, 1995 CHEN et al. 1999).

Os efeitos de borda sobre estrutura e composição de espécies tendem a variar de acordo como as características do ecossistema (HARPER et al. 2005), sendo particularmente mais evidentes em ecossistemas florestais (WILLIAMS-LINERA, 1990; CHEN; FRANKLIN; SPIES, 1995) e em fragmentos onde o contraste com a matriz é muito pronunciado (RIES et al. 2004). As respostas biológicas nas áreas de bordas florestais estão relacionadas não apenas com a distância da borda, mas com uma série de fatores que podem sofrer grandes variações em pequenas escalas da paisagem, como: o tipo fisionômico, idade e orientação da borda, histórico de manejo, tamanho e forma do fragmento e condições topográficas (MURCIA, 1995; WILLIAMS-LINERA, 1990; CHEN; FRANKLIN; SPIES; 1992). Por conta desta grande quantidade de fatores, a magnitude e extensão dos efeitos de borda são muito variáveis e diferentes para cada característica microclimática avaliada (CHEN; FRANKLIN; SPIES, 1995).

Ainda assim, a estrutura da borda é considerada uma das principais moduladoras do efeito de borda em ecossistema florestais (DIDHAM; LAWTON, 1999). Quanto maior a dissimilaridade entre matriz e fragmento maior o fluxo de energia através dele (LAURANCE

et al. 2001) e, portanto, maior a extensão e magnitude do efeito de borda (HARPER et al. 2005).

É justamente devido ao contraste entre matriz e fragmento em ecossistemas savânicos e ecossistemas florestais, que se espera que sejam também diferentes a magnitude e extensão dos efeitos de borda. As formações savânicas e campestres do Cerrado são formações mais abertas, que permitem naturalmente uma maior incidência de luminosidade e exposição ao vento. Logo, se a dissimilaridade entre a matriz e os ecossistemas savânicos e campestres do Cerrado forem pequenas, devem ser mais amenas as variações de microclima e, conseqüentemente, os gradientes de microclima na borda do fragmento.

Com base no conhecimento desenvolvido a partir do estudo de ecossistemas florestais, sabe-se que eventuais variações florísticas e estruturais na comunidade vegetal podem estar diretamente relacionadas com o gradiente das condições microclimáticas na área de borda dos ecossistemas fragmentados e que a avaliação dos efeitos de borda abióticos pode contribuir para a interpretação de tais variações na comunidade vegetal (MURCIA, 1995). Partindo deste pressuposto, este capítulo teve como objetivo principal verificar a existência de alterações microclimáticas relacionadas com a distância da borda ou com atributos estruturais da comunidade vegetal no fragmento cerrado *stricto sensu*.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Desenho amostral

Para caracterizar as possíveis modificações microclimáticas decorrentes da criação de bordas no interior do fragmento foram tomadas medidas de temperatura e umidade do ar e do solo, luminosidade e velocidade do vento em uma linha de pontos dispostos perpendicularmente à borda do fragmento. O primeiro ponto foi localizado na matriz, a 10 m de distância da borda, e outros cinco pontos nas distâncias de 0 m (borda), 10, 20, 40 e 80 m a partir da borda rumo ao interior do fragmento. O conjunto de pontos foi replicado em dez transectos, eqüidistantes em 100 m ao longo da borda do fragmento, totalizando 60 pontos amostrais distribuídos nas seis distâncias da borda (Figura 2.1).

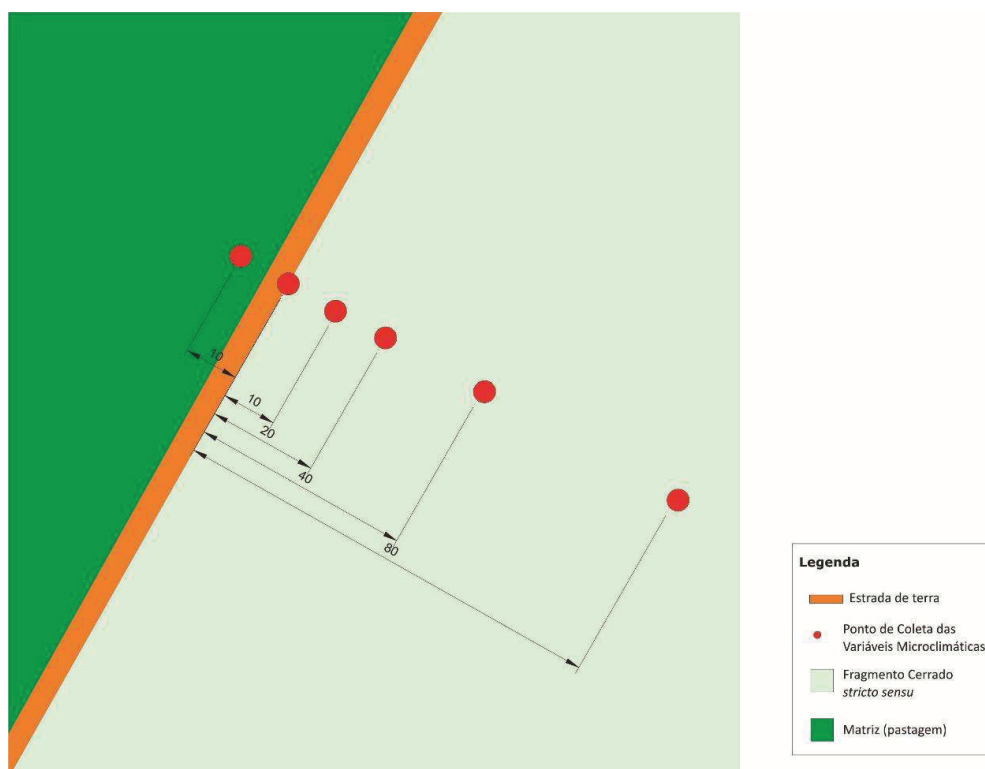


Figura 2.1 - Desenho amostral da distribuição dos pontos de coleta das variáveis microclimáticas na matriz e no interior do fragmento

2.2.2. Obtenção de dados microclimáticos

Em cada um dos pontos, foram coletados dados de temperatura e umidade do ar e do solo, luminosidade e velocidade do vento. Considerando que pode haver variações estacionais e até diárias no microclima local, para algumas variáveis foram efetuadas coletas de dados na estação chuvosa (fevereiro 2009) e na estação seca (agosto 2009), em diferentes horários. Para outras variáveis os dados foram coletados em uma única ocasião, por razões específicas. Os procedimentos adotados para cada variável são apresentados a seguir.

O efeito de borda se processa nos dois sentidos da borda, do fragmento para a matriz e da matriz para o fragmento (HARPER et al. 2005). Já que o maior interesse estava em identificar e quantificar os impactos no interior do fragmento, e não o contrário, e com base nos resultados do primeiro capítulo deste estudo, adotou-se a distância de 80 m da borda como referência de área livre de efeito de borda.

Assim, todas as variáveis foram analisadas em proporção ao dado obtido simultaneamente na distância de 80 m, com exceção da luminosidade, que teve seus valores referenciados em relação à matriz (campo aberto). Os valores relativos permitem uma visualização mais clara das modificações microclimáticas em função da distância da borda (CHEN et al. 1993) e, também, permitem diluir parte da variação dos dados resultantes do intervalo de tempo necessário para o deslocamento entre os pontos de coleta, devido à restrição da disponibilidade de equipamentos.

Os valores médios para as diferentes variáveis microclimáticas foram apresentados juntamente com seu respectivo desvio padrão (média \pm desvio padrão).

Temperatura e umidade do ar

A temperatura e a umidade do ar na matriz e em diferentes distâncias da borda do fragmento foram tomadas e analisadas separadamente na estação seca e na estação chuvosa. Para registro dos dados de temperatura e umidade do ar, foram utilizados termohigrômetros digitais (LASCAR Electronics, modelo EL-USB3) com precisão de ± 1 °C e limites de temperatura de -25 à 80 °C, instalados com o sensor à altura de 50 cm acima do nível do solo. Os aparelhos foram programados para registrar dados de temperatura e umidade relativa do ar em intervalos de 1 hora, durante um período de 48 horas (48 leituras). Para proteger os termohigrômetros da incidência direta do sol, da chuva e dos animais presentes na área, foi desenvolvido um aparato de proteção em estrutura de madeira e sombrite (Figura 2.2 e Figura 2.3).



Figura 2.2 - Aparato de proteção em que foram instalados os termohigrômetros para evitar exposição direta da radiação solar. Instalado na borda do fragmento.



Figura 2.3 - Aparato de proteção em que foram instalados os termohigrômetros para evitar exposição direta da radiação solar. Instalado no interior do fragmento.

Devido à limitação do número de termohigrômetros disponíveis, as coletas de dados de uma mesma estação foram feitas em duas etapas, correspondentes a dois períodos subseqüentes de 48 horas. Em cada período foram amostrados simultaneamente todos os pontos de cinco transectos. O mesmo procedimento foi adotado tanto nas coletas da estação seca, quanto na estação chuvosa.

Os dados de temperatura e umidade do ar foram classificados segundo a estação de coleta (chuvoso ou seco). Para análise exploratória, os dados de temperatura e umidade relativa do ar também foram categorizados em períodos. O período foi classificado em dia e noite para facilitar a visualização dos eventos de picos de máxima e mínima e o comportamento das variáveis nos períodos de maior e menor radiação solar, compreendendo os intervalos entre 6 hs e 18 hs (dia) e 18 hs e 6 hs (noite).

As variáveis selecionadas para avaliar o gradiente de temperatura e umidade nas distâncias da borda do fragmento foram as de máxima e mínima relativas à distância de 80 m e a amplitude de variação entre máxima e mínima relativa.

Temperatura do solo

A temperatura do solo foi registrada na estação seca e na estação chuvosa, em dois períodos: manhã (9- 10:30) e tarde (14 – 16 hs) e em duas profundidades: 5 cm e 10 cm. Os dados de todos os pontos de cada transecto foram coletados em um intervalo de tempo aproximado de 10 minutos. A temperatura do solo foi medida utilizando-se termômetros de vidro maciço, a álcool líquido vermelho, com 260 mm de altura e com escala de gradação de 0,1°C.

Com uma vareta de metal graduada de diâmetro semelhante ao dos termômetros, foram abertos orifícios nas duas profundidades do solo em cada ponto, no interior dos quais os termômetros eram mantidos até estabilização da temperatura (cerca de 30 s), quando se tomavam os registros.

Os dados de temperatura do solo foram classificados segundo o período (chuvoso, seco, manhã e tarde) e segundo a profundidade de medida (5 ou 10 cm).

Umidade do Solo

Partindo-se da premissa de que eventuais variações da umidade do solo seriam decorrentes de diferenças na evapotranspiração, e que tais diferenças não seriam detectáveis imediatamente após a chuva e nem após um longo período de seca, a umidade do solo foi analisada uma única vez, coletando-se as amostras no dia 7 de agosto de 2009, após nove dias de estiagem que se seguiram a um período chuvoso prolongado (101 mm do dia 23 a 29 de julho). A umidade do solo foi determinada através do procedimento de medição de umidade gravimétrica estabelecido pela Embrapa (1997).

As amostras foram coletadas com trado graduado, em duas profundidades: 5-10 cm e 10-15 cm, com a coleta em todas as distâncias de um mesmo transecto compreendida em intervalo de tempo não superior a 15 minutos. Para cada distância da borda (matriz, 0, 10, 20, 40 e 80 m) obteve-se uma amostra composta por cinco subamostras, coletadas sistematicamente com 10 m de distância entre si, ao longo da face oeste de cada parcela de amostragem da vegetação.

Cada amostra composta era homogeneizada, acondicionada em saco plástico transparente, vedada e identificada. As amostras úmidas foram pesadas em campo imediatamente após a coleta por meio de balança eletrônica com precisão de 0,01 g, alimentada por bateria. Posteriormente foram secas em estufa a 105 °C durante 24 horas. Foram novamente pesadas e a umidade obtida pela fórmula (1):

$$(1) \textit{ Umidade gravimétrica} = 100 (a - b) b^{-1}$$

onde:

a = peso da amostra úmida (g)

b = peso da amostra seca (g)

Os dados de umidade do solo foram analisados separadamente em relação à profundidade de coleta e os valores de cada distância convertidos em porcentagem do valor obtido no interior do fragmento, a 80 m da borda no mesmo transecto.

Luminosidade

A coleta de dados de luminosidade foi efetuada uma única vez, na estação chuvosa. Dados de luminosidade foram coletados utilizando um sensor de medição de radiação fotossinteticamente ativa (LI-190 Quantum) acoplado à um Photonflux digital (LI-COR:-LI-250A) com resolução de $0,1 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$, nas alturas de 10 cm e 100 cm acima da superfície do solo. Uma vez que a luminosidade é altamente variável em vegetação de cerrado, para cada distância dentro de um mesmo transecto registrou-se o valor médio de três medidas tomadas nos vértices e no centro da face oeste de cada parcela de amostragem da vegetação.

Os dados de luminosidade foram analisados separadamente nas alturas de 10 cm e 100 cm. O valor de luminosidade para cada ponto no interior do fragmento foi obtido e analisado em relação ao valor referencial de luminosidade a céu aberto, tomado no ponto representativo da matriz no mesmo transecto.

Velocidade do vento

Os dados de velocidade do vento foram coletados apenas na estação seca (entre 02 e 04 de agosto de 2009), que é a época em que os ventos sopram mais forte na região. Os dados foram coletados na matriz e nas diferentes distâncias da borda do fragmento (0,10, 20, 40 e 80 m), nas alturas de 50 cm e 200 cm acima do nível do solo.

Foram utilizados dois anemômetros digitais (Instrutherm - MOD. AD-250), instalados em suportes móveis de 50 cm (Figura 2.4) e de 200 cm (Figura 2.5) de altura durante a coleta de dados. Em cada transecto, um dos anemômetros permanecia fixo a 80m de distância da borda (considerado núcleo do fragmento) e o outro era instalado em cada uma das distâncias, de modo a obter sempre a velocidade do vento no ponto em relação à velocidade no núcleo do fragmento, tomada simultaneamente, com auxílio de *walk talkies*.



Figura 2.4 - Anemômetro instalado no suporte de 50 cm.

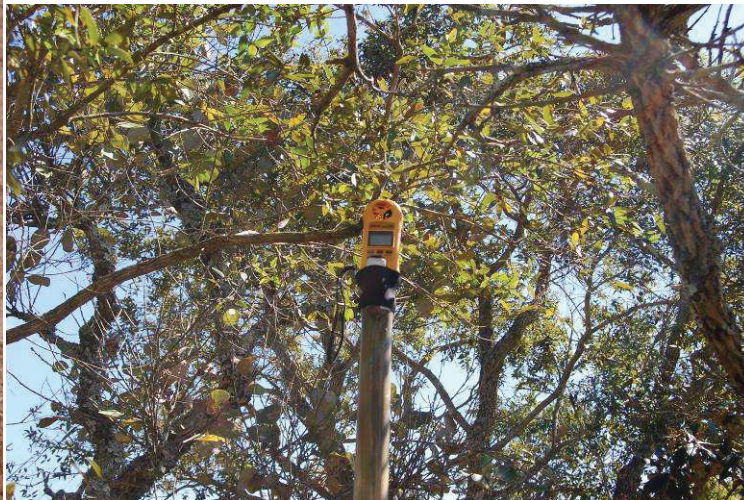


Figura 2.5 - Anemômetro instalado no suporte de 200 cm.

Para cada ponto, utilizou-se a velocidade média fornecida pelo aparelho em um intervalo de cinco minutos de funcionamento. Os dados de velocidade do vento foram analisados separadamente para as diferentes alturas, utilizando-se sempre nas análises a proporção entre a velocidade do vento obtida no ponto e a velocidade obtida a 80 m da borda no mesmo transecto.

2.2.3. Análise dos dados

Para cada parâmetro das variáveis microclimáticas foi apresentado um diagrama de box-and-whisker (Boxplot) com os valores de quantis, valores máximos e mínimos, mediana (traço) e média (ponto) em cada distância da borda. A interpretação dos diagramas possibilitou inferir sobre a magnitude de variação média nas distâncias da borda e sobre homogeneidade de variação de cada distância.

Como o experimento foi bem balanceado, todas as variáveis possuíam o mesmo número de observações entre si. Nesses casos, a análise de variância (ANOVA) é um teste robusto mesmo quando a premissa de normalidade dos dados não é atendida (Zar; Quinn; Keough Experimental Design). Deste modo, utilizou-se a análise de variâncias de um fator, com nível de significância de 0,05, para particionar e analisar a variação das variáveis microclimáticas nas distâncias da borda.

Quando os resultados da ANOVA apontavam diferenças significativas para a variável entre as diferentes distâncias da borda, foi aplicado o teste de Tukey como procedimento de comparação múltipla para identificar as médias significativamente diferentes entre as distâncias da borda.

O tratamento dos dados, análises estatísticas e gráficos foram feitos utilizando o programa R 2.7.1 (R Development Core Team 2008).

Análise de correlações

A partir das análises dos dados microclimáticos, foram selecionadas variáveis que poderiam estar correlacionadas com variáveis estruturais da vegetação (apresentadas e discutidas no capítulo 1) e efetuou-se a análise de correlações ($\alpha < 0,05$) entre a variável microclimática alvo e as variáveis estruturais da vegetação dos diferentes estratos através da análise pelo software Statistica 7.0 (HILL; LEWICKI, 2007), com finalidade de explicar variações microclimáticas entre parcelas que não apresentassem relação com a distância da borda do fragmento.

2.3. RESULTADOS

2.3.1. Temperatura do Ar

Estação Chuvosa

Para o período das 6 às 18 hs, a temperatura média foi de $29,18\text{ °C} \pm 5,86$, com valores registrados de mínimo de $18,00\text{ °C}$ e máxima de $42,00\text{ °C}$. No período das 18 hs às 6 hs, a temperatura média foi de $21,45\text{ °C} \pm 1,94$ com valores de mínima de $18,50\text{ °C}$ e máxima de 30 °C para todo o conjunto de dados. Praticamente não se observou diferença para a temperatura média entre matriz e fragmento (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Valores de temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$) para matriz e fragmento na estação chuvosa para os períodos das 6 hs - 18 hs e 18 hs - 6 hs.

	Matriz	Fragmento
6 hs - 18 hs	$29,63 \pm 5,72$	$29,01 \pm 5,85$
18 hs - 6 hs	$21,56 \pm 1,99$	$21,27 \pm 1,93$

A variação da temperatura média do ar para o horário das 6 hs e 18 hs foi praticamente constante entre as distâncias da borda do fragmento, sendo pouco mais pronunciada na borda do fragmento e na matriz no horário das 18 hs (Figura 2.6).

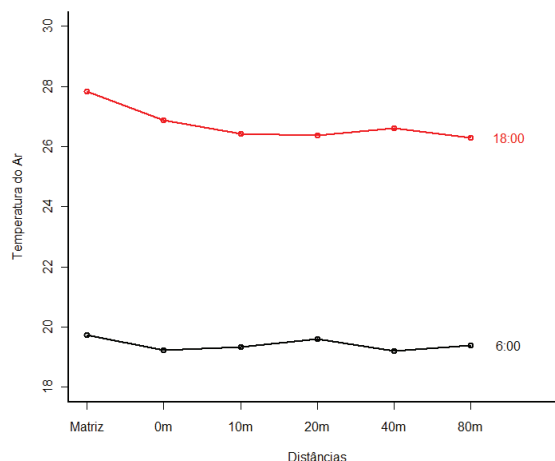


Figura 2.6 - Perfil de temperatura média entre a matriz e as distâncias da borda do fragmento na estação chuvosa para o horário das 6 hs (preto) e para o horário das 18 hs (vermelho).

As temperaturas médias no interior do fragmento são praticamente uniformes no período compreendido entre as 6 hs e 9 hs (Figura 2.7). A partir das 9 hs, apesar das pequenas diferenças em valores absolutos, a temperatura entre as distâncias começa a se diferenciar e, em alguns momentos, como no intervalo das 10 hs até as 14 hs, os valores médios no interior do fragmento passam a ser superiores aos observados na matriz e na borda do fragmento. Depois das 14 hs, as temperaturas médias começam a diminuir e ocorre novamente a uniformização dos valores médios entre matriz e fragmento a partir do horário das 17 hs (Figura 2.8).

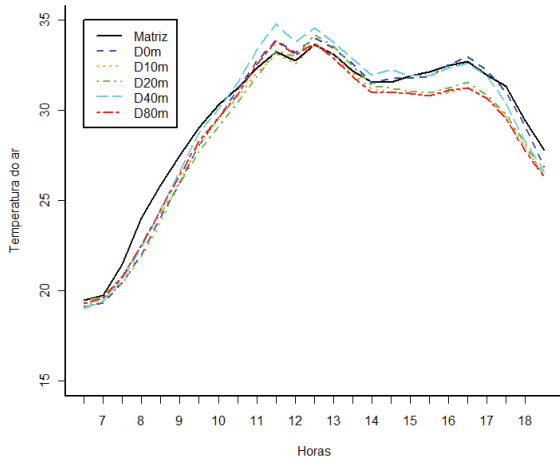


Figura 2.7 - Variação de temperatura do ar ao longo do período das 6 hs às 18 hs na estação chuvosa para a matriz e para as distâncias da borda do fragmento.

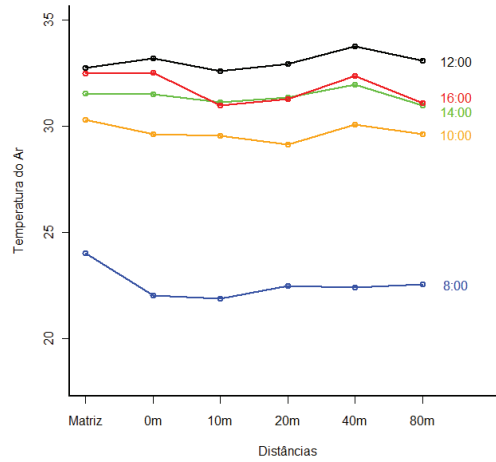


Figura 2.8 - Valores médios de temperatura em relação à matriz e às distâncias da borda na estação chuvosa nos horários das 8 hs, 10 hs, 12 hs, 14 hs e 16 hs.

Do horário das 18 hs em diante, tanto matriz quanto fragmento apresentaram valores muito próximos de temperatura média dor ar. Durante todo o período, a matriz apresentou valores médios iguais ou superiores aos observados no interior do fragmento (Figura 2.8 e Figura 2.9).

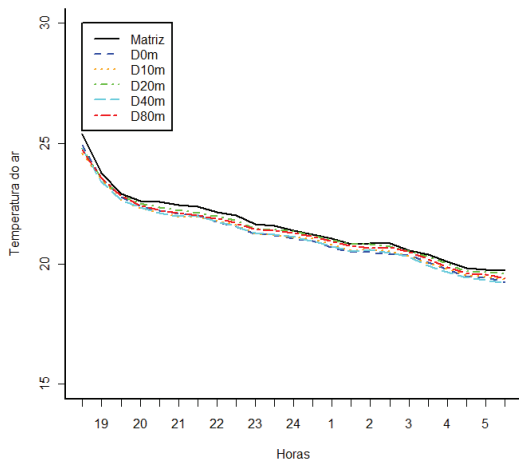


Figura 2.9 - Variação de temperatura do ar ao longo do período das 18 hs às 6 hs na estação chuvosa para a matriz e para as distâncias da borda do fragmento.

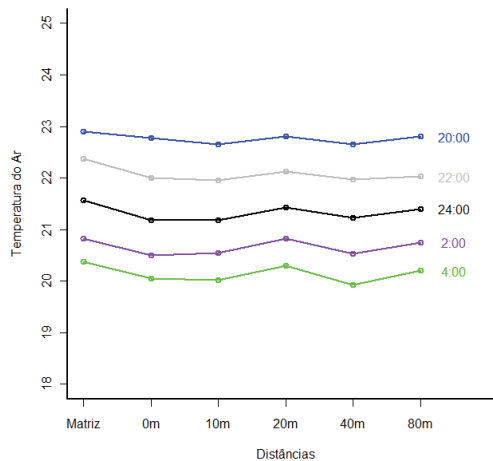


Figura 2.10 - Valores médios de temperatura em relação à matriz e às distâncias da borda na estação chuvosa nos horários das 20 hs, 22 hs, 24 hs, 2 hs e 4 hs.

As pequenas oscilações observadas, principalmente nos horários de maior intensidade de exposição à luminosidade, não foram suficientes para causar diferenciações entre os valores médios da matriz e do fragmento. Os valores médios de máxima, mínima e amplitude foram muito próximos entre matriz e fragmento (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Valores médios de máxima, mínima e amplitude de temperatura do ar (°C) no período chuvoso para a matriz e para o fragmento.

	Matriz	Fragmento
Máxima	36,95 ± 2,20	37,04 ± 1,77
Mínima	19,03 ± 0,25	19,02 ± 0,42
Amplitude	17,65 ± 2,04	18,38 ± 1,88

Praticamente não existem diferenças entre os valores relativos à distância de 80 m para os valores máximos e mínimos de temperatura. Apesar da pequena variação, todas as demais distâncias no interior do fragmento apresentam valores médios de máxima relativamente maiores que a distância controle (Figura 2.11). Para os valores de mínima, a matriz e a distância de 20 m apresentaram valores relativamente mais altos que a distância controle (Figura 2.12). Como esperado pelos resultados já apresentados na avaliação dos horários, as maiores amplitudes foram encontradas na borda e na distância de 40 m do fragmento (Figura 2.13).

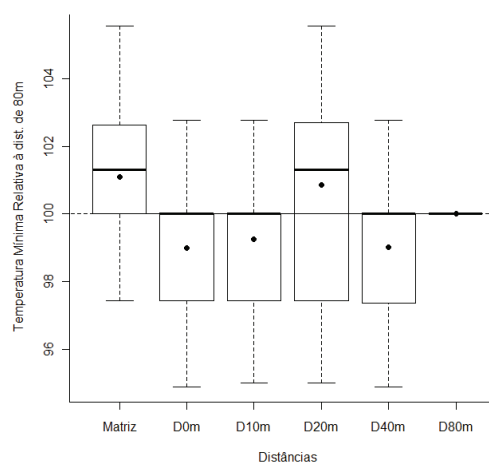
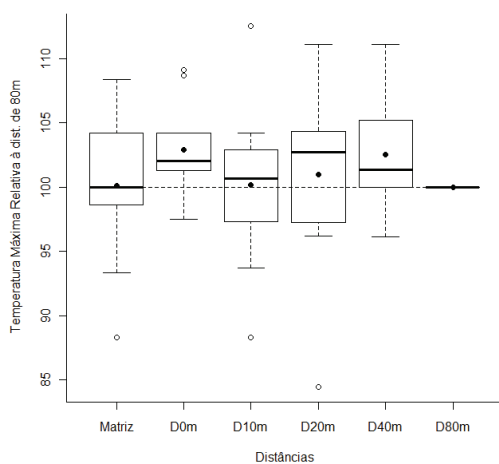


Figura 2.11 - Boxplot dos valores de temperatura máxima em proporção aos valores observados para a distância de 80 m na estação chuvosa. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

Figura 2.12 - Boxplot dos valores de temperatura mínima em proporção aos valores observados para a distância de 80 m, na estação chuvosa. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

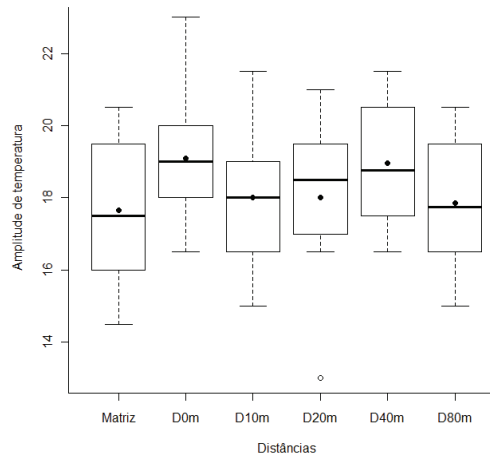


Figura 2.13 - Boxplot das amplitudes de temperatura do ar em função das distâncias da borda e da matriz para o período chuvoso.

Análise dos dados

Não foram observadas diferenças na temperatura do ar entre a matriz e as distâncias da borda. Também não houve diferenças entre distâncias na amplitude térmica ($F = 1,012$; $df = 54$; $p=0,42$), na temperatura máxima ($F=0,58$; $df=54$; $p=0,72$) e temperatura mínima ($F=1,46$; $df = 54$; $p=0,22$) do período chuvoso.

Análise de correlações

Nenhuma das variáveis da temperatura do ar da estação chuvosa esteve correlacionada com a distância da borda. A amplitude térmica foi correlacionada negativamente com a cobertura do estrato herbáceo-arbustivo, e a temperatura mínima relativa relacionada negativamente com a cobertura do estrato arbóreo e terra nua e positivamente com a cobertura de gramíneas nativas (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 - Matriz de correlação das variáveis de temperatura (Amplitude Relativa, Máxima Relativa e Mínima relativa), distância da borda e os parâmetros estruturais da vegetação na estação chuvosa. As correlações significativas ($p < 0,05$) foram destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Amplitude	Máxima Relativa	Mínima Relativa
Distância	-0.12	-0.10	0.08
Densidade Arbóreo	-0.09	0.14	-0.17
Riqueza Arbóreo	-0.13	0.18	-0.20
Densidade Herbáceo-Arbustivo	-0.18	0.06	-0.01
Riqueza Herbáceo-Arbustivo	-0.09	0.17	-0.04
Densidade Subarbustivo	0.03	-0.08	0.04
Espécies Subarbustivo	0.04	-0.10	-0.06
Cobertura Arbóreo	-0.17	0.10	-0.38*
Cobertura (Herbáceo - Arbustivo)	-0.28*	-0.09	0.07
Cobertura Gramíneas Nativas	-0.21	-0.21	0.39*
Cobertura de Gramíneas Exóticas	0.16	0.10	-0.22
Terra nua	0.13	0.22	-0.30

Estação Seca

Para o período das 6 hs às 18 hs, a temperatura média foi de $24,42 \text{ }^\circ\text{C} \pm 6,44$, com valores de mínima de $10,50 \text{ }^\circ\text{C}$ e máxima de $37,50 \text{ }^\circ\text{C}$. Já para o período das 18 hs às 6 hs, a temperatura média foi de $15,48 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2,57$, com valores de mínima de $10,00 \text{ }^\circ\text{C}$ e máxima de $23,00 \text{ }^\circ\text{C}$ para todo o conjunto de dados. Novamente, praticamente não existem diferenças para a temperatura do ar entre matriz e fragmento (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 - Valores de temperatura média do ar ($^\circ\text{C}$) para matriz e fragmento para os períodos das 6 hs - 18 hs e 18 hs - 6 hs, na estação seca.

	Matriz	Fragmento
6 hs - 18 hs	$24,58 \pm 5,99$	$24,39 \pm 6,52$
18 hs - 6 hs	$15,99 \pm 2,6$	$15,37 \pm 2,55$

No perfil de temperatura limitado aos horários das 18 hs e 6 hs (Figura 2.14), observou-se uma variação pequena para o horário das 6 hs em relação às distâncias da borda do fragmento e a matriz e uma variação mais pronunciada entre matriz e borda das demais distâncias do interior do fragmento para o horário das 18 hs. Neste caso, a diferença de temperatura entre matriz e a distância controle de 80 m foi de 2,35 °C.

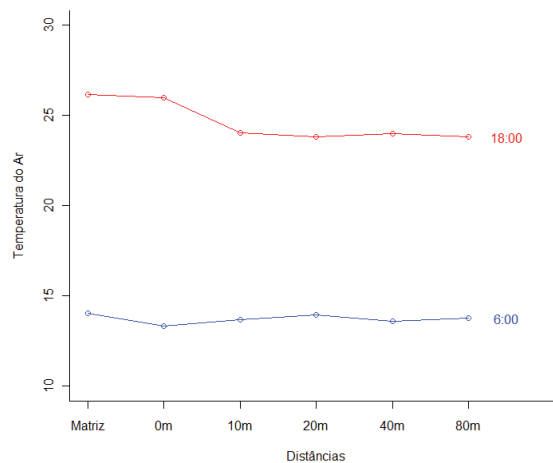


Figura 2.14 - Perfil de temperatura em relação às distâncias da borda e da matriz para o horário das 6 hs (preto) e horário das 18 hs (vermelho), na estação seca.

No decorrer do intervalo das 6 hs - 18 hs, ocorreu o aumento da temperatura média, mais intenso durante o intervalo das 8 hs até 12 hs (Figura 2.15). Das 9 hs em diante, a fragmento apresentou temperaturas médias um pouco superiores aos valores encontrados na matriz. Para todos os horários, a temperatura média entre a matriz e as distâncias da borda do fragmento são praticamente constantes (Figura 2.16), com exceção do intervalo das 10 hs até as 12 hs, que apresentou temperatura média na distância controle de 80 m consideravelmente mais baixa (2,99 °C) do que a da matriz e as demais distâncias.

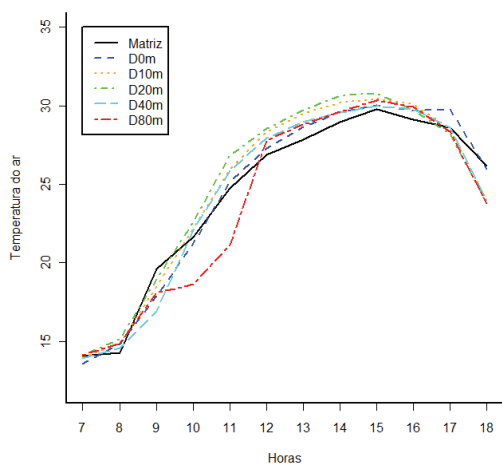


Figura 2.15 - Variação de temperatura do ar ao longo do período das 6 hs às 18 hs na estação seca para a matriz e para as distâncias da borda do fragmento.

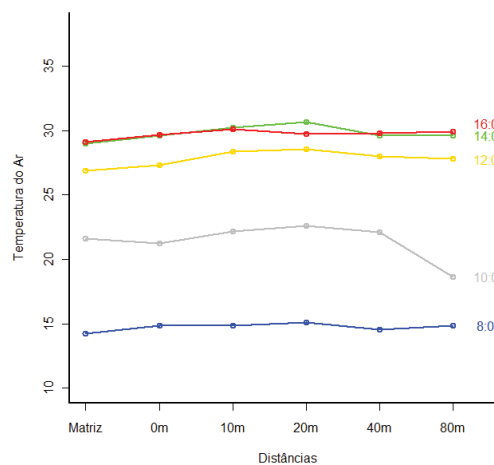


Figura 2.16 - Valores médios de temperatura do ar na estação seca, em relação à matriz e às distâncias da borda nos horários das 8 hs, 10 hs, 12 hs, 14 hs e 16 hs.

Ao contrário do observado para a estação chuvosa, na estação seca as maiores variações de temperaturas foram observadas no período da noite (18 hs às 6 hs). No intervalo das 20 hs até as 22 hs as transições de temperatura média do ar entre as distâncias são mais bruscas entre a matriz, a borda e a distância de 10 m da borda do fragmento e mais tênues entre as distâncias mais interiores (Figura 2.18). Das 24 hs em diante, a amplitude média de variação da temperatura entre os horários foi menor na matriz, com média de amplitude de 0,3 °C, do que no interior do fragmento, onde a média de amplitude foi de 1,5 °C para a distância controle de 80 m (Figura 2.17). Ainda durante o período das 18:00 hs às 6:00 hs observou-se um sequência de picos de temperatura na matriz e nas diferentes distâncias da borda do fragmento. Este padrão pode ter sido causado pela influência do vento, já que o aparato de proteção dos termohigrômetros permitia a passagem do vento através dele.

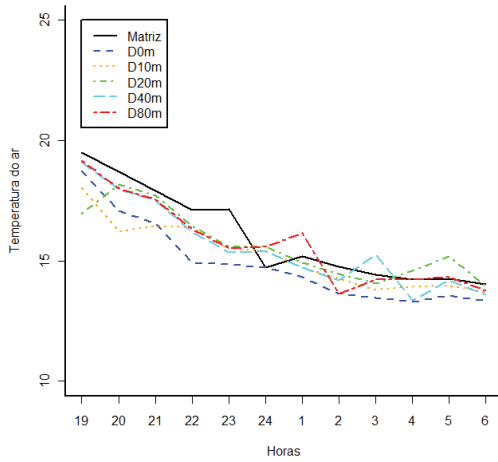


Figura 2.17 - Variação de temperatura do ar ao longo do período das 18 hs às 6 hs na estação seca, para a matriz e para as distâncias da borda do fragmento.

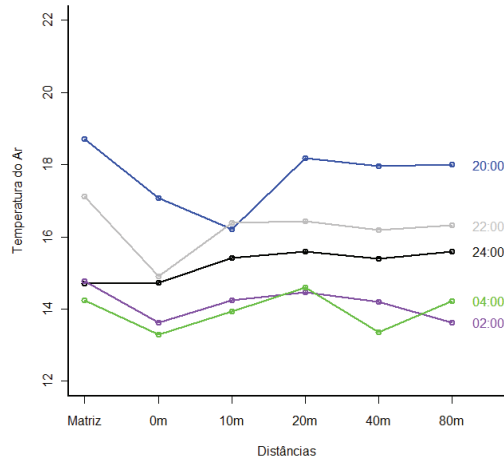


Figura 2.18 - Valores médios de temperatura em relação à matriz e às distâncias da borda na estação seca, nos horários das 20 hs, 22 hs, 24 hs, 2 hs e 4 hs.

Da mesma forma como para o período chuvoso, os valores médios de amplitude de temperatura do ar são ligeiramente maiores no fragmento quando comparados com a matriz, contudo a diferença de amplitude de temperatura é mais pronunciada no período seco. Os demais valores de temperatura máxima e mínima são praticamente iguais para matriz e fragmento (Tabela 2.5).

Tabela 2.5 – Valores médios de máxima, mínima e amplitude de temperatura do ar (°C) do período seco para a matriz e para o fragmento.

	Matriz	Fragmento
Máxima	31,15 ± 1,78	32,37 ± 2,60
Mínima	12,6 ± 1,41	12,19 ± 1,59
Amplitude	18,55 ± 0,98	20,18 ± 2,35

A menor amplitude média foi observada na matriz e na distância de 80 m da borda do fragmento. A amplitude térmica no interior do fragmento é maior nas distâncias mais

próximas da borda (Figura 2.19). Na borda foi amostrado o maior valor de amplitude registrado, possivelmente influenciado pela proximidade da estrada de terra neste ponto.

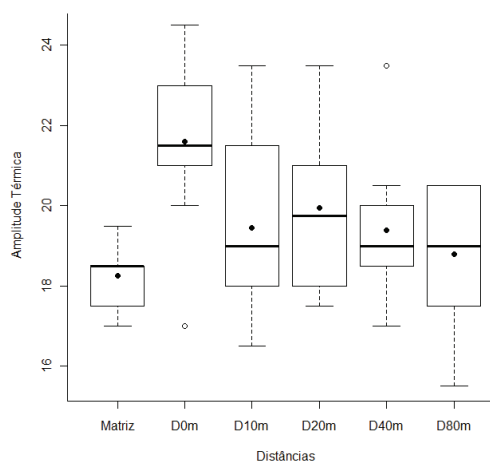


Figura 2.19 - Boxplot dos valores de amplitude entre máxima e mínima registrada para a temperatura do ar na estação seca, em relação às distâncias da borda e à matriz.

Durante a estação seca, os valores médios de máxima e de mínima no fragmento são mais extremos que os valores encontrados na matriz. Os valores de máxima relativa foram próximos entre as distâncias, destacando-se a borda e a distância de 10 m da borda com os maiores valores de máxima relativa (Figura 2.20). O padrão inverso é observado para as temperaturas mínimas relativas (Figura 2.21) onde a borda e a distância de 10 m apresentaram os menores valores de mínima, resultando nas maiores amplitudes já observadas. Como já foi observado para a amplitude, é possível que os valores de temperatura mínima e máxima na borda do fragmento tenham sofrido influência da proximidade da matriz neste ponto.

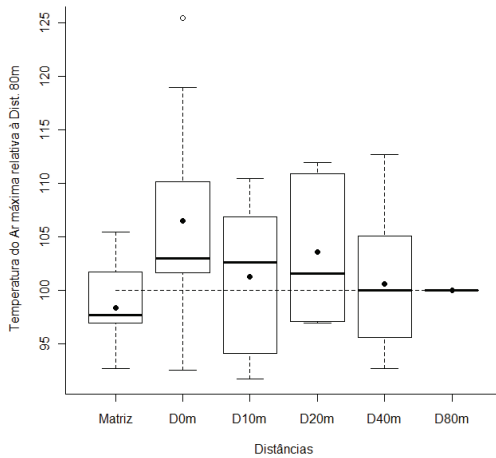


Figura 2.20 - Boxplot dos valores de temperatura máxima em proporção aos valores observados para a distância de 80 m, na estação seca. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

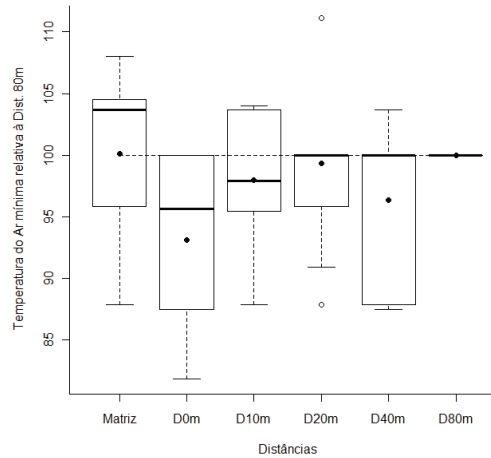


Figura 2.21 - Boxplot dos valores de temperatura mínima em proporção aos valores observados para a distância de 80 m, na estação seca. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

Análise dos dados

Apesar da possível influência da estrada sobre os valores de temperatura do ar registrados na borda, não foram encontradas diferenças entre as distâncias para a temperatura máxima relativa ($F=1,20$; $df=54$; $p = 0,33$), para a temperatura mínima relativa ($F=2,24$; $df=54$; $p = 0,06$) e amplitude térmica ($F = 2,05$; $fd=54$; $p = 0,08$), apesar dos valores marginais encontrados para os valores de p para as duas últimas variáveis.

Matriz de Correlações

No período seco, a temperatura mínima relativa apresentou correlação significativa com a distância e com a cobertura do arbóreo, de gramíneas nativas e exóticas (Tabela 2.6). No entanto, a correlação com a distância é indireta, devido principalmente à forte

correlação da cobertura do piso por gramíneas nativas e exóticas com a distância (Capítulo 1). Já a amplitude térmica mostrou-se inversamente correlacionada com a densidade do arbóreo, do subarbustivo e com as coberturas do arbóreo e herbáceo arbustivo e terra nua. Quanto maior a cobertura em geral, menor a amplitude de variação.

Tabela 2.6 - Matriz de correlação das variáveis de temperatura (Amplitude Relativa, Máxima Relativa e Mínima relativa), distância da borda e os parâmetros estruturais da vegetação na estação seca. As correlações significativas ($p < 0,05$) foram destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Amplitude	Máxima Relativa	Mínima Relativa
Distância	-0.27	-0.20	0.29*
Densidade. Arbóreo	-0.39*	-0.11	-0.27
Riqueza Arbóreo	-0.22	0.08	-0.23
Densidade Herbáceo-Arbustivo	-0.23	0.04	-0.07
Riqueza Herbáceo-Arbustivo	-0.25	0.06	-0.15
Densidade Subarbustivo	-0.30*	-0.14	0.11
Espécies Subarbustivo	-0.36*	-0.11	0.07
Cobertura Arbóreo	-0.33*	0.13	-0.29*
Cobertura (Herbáceo - Arbustivo)	-0.36*	0.16	0.04
Cobertura Gramíneas Nativas	-0.21	-0.33*	0.41*
Cobertura de Gramíneas Exóticas	0.34	0.31*	-0.30*
Terra nua	-0.28*	-0.12	-0.16

2.3.2. Umidade do Ar

Estação chuvosa

Para o período das 6 hs às 18 hs, a umidade relativa média do ar da estação chuvosa foi de 68,70 % \pm 17,38, com mínima registrada de 31,50 % e máxima de 97,50 %. Para o período das 18 hs às 6 hs, a umidade relativa média do ar foi de 86,92 % \pm 6,54, com mínima de 57,00 % e máxima de 96,50 %. Praticamente não se observou diferença para os valores médios de umidade relativa do ar entre matriz e fragmento (Tabela 2.7).

Tabela 2.7 - Valores de umidade relativa média do ar (%) para matriz e fragmento para os períodos das 6 hs - 18 hs e 18 hs - 6 hs, na estação chuvosa.

	Matriz	Fragmento
6 hs - 18 hs	64,22 \pm 17,88	68,53 \pm 16,86
18 hs - 6 hs	87,39 \pm 6,40	87,07 \pm 6,18

Apesar dos valores médios de umidade relativa entre matriz e fragmento serem muito próximos, observou-se uma maior variação entre a matriz e as distâncias da borda do fragmento no horário das 18 hs. Entre o intervalo das 6 hs e 18 hs a maior amplitude de variação ocorreu na matriz e a menor na distância controle de 80 m da borda (Figura 2.22).

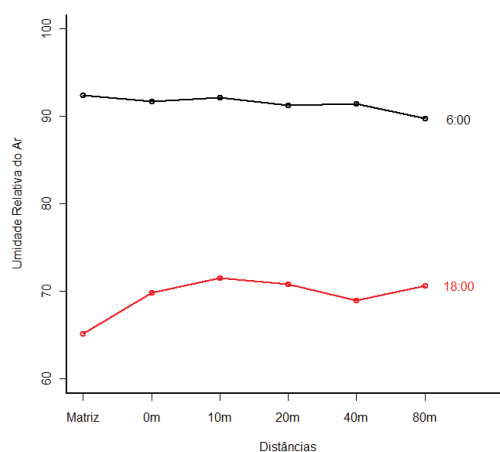


Figura 2.22 - Perfil da umidade relativa do ar na matriz e em diferentes distâncias das borda do fragmento para o horário das 6 hs (preto) e para as 18 hs (vermelho), na estação chuvosa.

Durante o período das 6 hs às 18 hs, a umidade relativa do ar na matriz foi sempre menor do que no interior do fragmento (Figura 2.23). No fragmento, os maiores valores

médios de umidade relativa do ar ficaram concentrados na borda e na distância controle de 80 m, sendo que nas demais distâncias os valores oscilaram em torno dos valores da borda e da distância de 80 m (Figura 2.24).

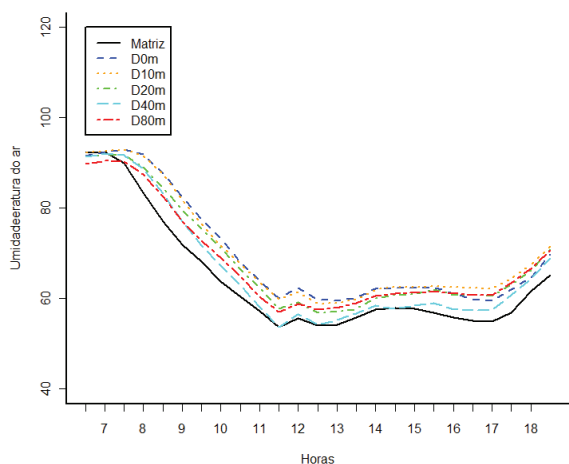


Figura 2.23 - Variação de umidade relativa do ar ao longo do período das 6 hs às 8 hs para a matriz e para as distâncias da borda do fragmento, na estação chuvosa.

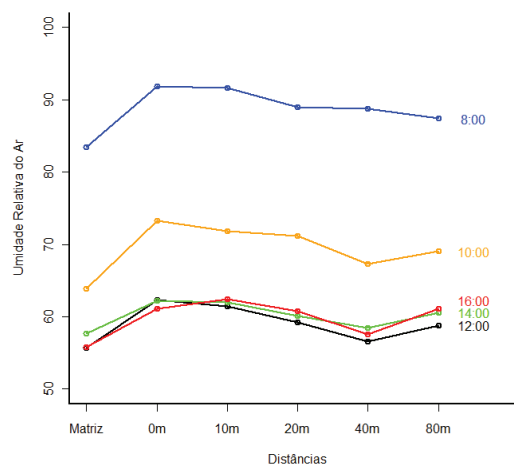


Figura 2.24 - Valores médios de umidade relativa do ar em relação à matriz e às distâncias da borda nos horários das 6 hs, 8 hs, 10 hs, 12 hs, 14 hs e 18 hs, na estação chuvosa.

No período das 18 hs até 6 hs, praticamente não se observaram diferenças nos valores médios de umidade relativa entre as distâncias da borda do fragmento e matriz (Figura 2.25). Ao contrário do observado durante o período das 6 hs até às 18 hs, durante todo o período a matriz apresentou valores relativamente maiores que o fragmento (Figura 2.26).

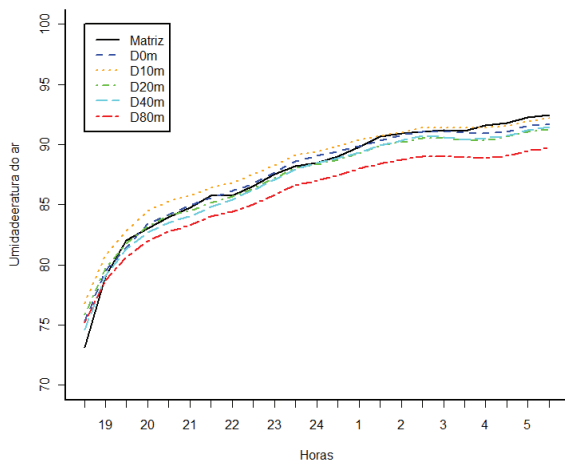


Figura 2.25 - Variação de umidade relativa do ar ao longo do período das 18 hs às 6 hs para a matriz e para as distâncias da borda do fragmento, na estação chuvosa.

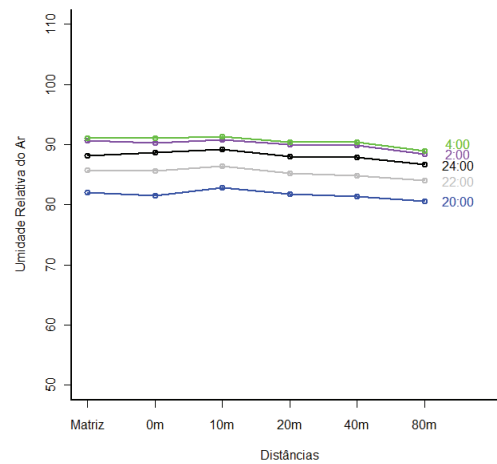


Figura 2.26 - Valores médios de umidade relativa do ar em relação à matriz e às distâncias da borda nos horários das 19 hs, 21 hs, 24 hs, 3 hs e 5 hs, na estação chuvosa.

Também não foram encontradas diferenças para os valores médios de máxima e mínima de umidade relativa do ar na estação chuvosa (Tabela 2.8). Os valores médios mais elevados de umidade relativa durante o dia e menores durante a noite resultaram em uma maior amplitude de variação da umidade relativa na matriz e junto à borda do fragmento (Figura 2.27).

Tabela 2.8 – Valores médios de máxima, mínima e amplitude de umidade relativa do ar (%) no período chuvoso para a matriz e para o interior do fragmento.

	Matriz	Fragmento
Máxima	93,12 ± 1,35	92,6 ± 3,29
Mínima	42,25 ± 6,82	45,95 ± 4,59
Amplitude	50,95 ± 6,40	46,95 ± 5,61

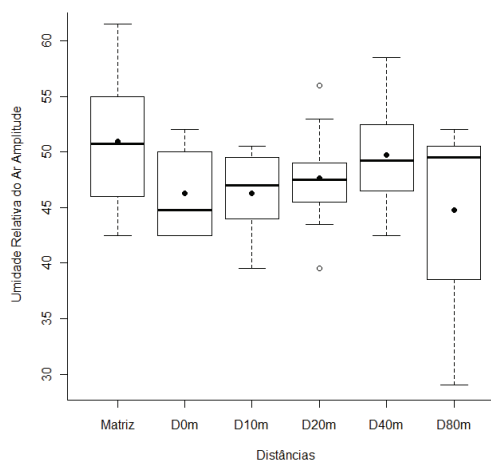


Figura 2.27 - Boxplot das amplitudes de umidade relativa do ar na matriz e em diferentes distâncias da borda de fragmento de cerrado em período chuvoso.

Para os valores médios de máxima umidade relativa do ar em proporção à área mais interna do fragmento, as diferenças encontradas entre as distâncias são pequenas, menores que 3 % quando comparadas as distâncias entre si e a matriz (Figura 2.28). Já para os valores de mínima, em proporção à distância de 80 m, as diferenças são um pouco mais pronunciadas. O valor da matriz é 9,17 % menor e o da distância de 40 m 6,92 % menor do que na área de referência, a 80 m da borda (Figura 2.29).

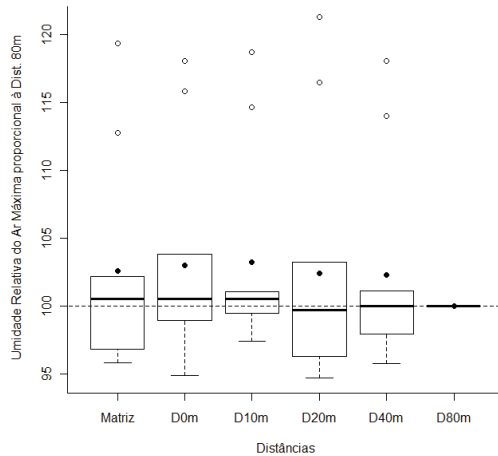


Figura 2.28 - Boxplot dos valores de umidade relativa máxima em proporção aos valores observados para a distância de 80 m, no período chuvoso. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

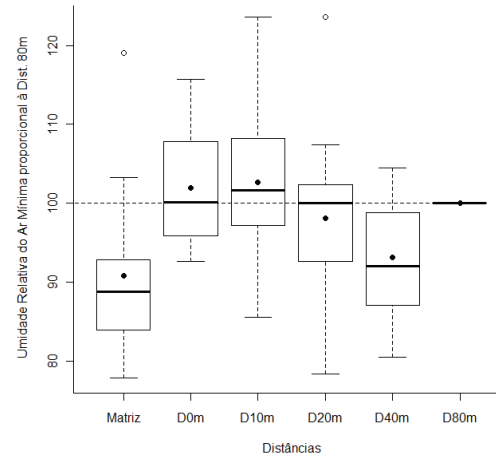


Figura 2.29 - Boxplot dos valores de umidade relativa mínima em proporção aos valores observados para a distância de 80 m, no período chuvoso. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

Análise dos dados

No período chuvoso, não foram encontradas diferenças para os valores médios em proporção à área mais interna do fragmento de: máxima umidade relativa do ar ($F=0,2605$; $df=54$; $p=0,96$), mínima relativa do ar ($F=2,5093$; $df=54$; $p=0,06$) e para amplitude de variação da umidade relativa do ar ($F = 1,67$; $df = 54$; $p=0,16$).

Matriz de correlações

Nenhuma variável da umidade relativa do ar esteve correlacionada com a distância da borda no período chuvoso. A única correlação significativa para esta variável foi observada entre os valores mínimos de umidade relativa e a proporção da área com a terra nua (Tabela 2.9).

Tabela 2.9 - Matriz de correlações das variáveis de umidade relativa do ar (Amplitude Relativa, Máxima Relativa e Mínima relativa), distância da borda e parâmetros estruturais da comunidade vegetal no período chuvoso. As correlações significativas ($p < 0,05$) foram destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Amplitude	Máxima Relativa	Mínima Relativa
Distância	-0.07	-0.16	-0.12
Densidade Arbóreo	0.12	0.09	-0.15
Riqueza Arbóreo	0.01	0.13	-0.12
Densidade Herbáceo-Arbustivo	-0.08	-0.31	-0.02
Riqueza Herbáceo-Arbustivo	-0.00	-0.20	-0.07
Densidade Subarbustivo	0.19	-0.21	0.02
Espécies Subarbustivo	0.23	-0.18	0.06
Cobertura Arbóreo	-0.12	0.07	-0.01
Cobertura (Herbáceo - Arbustivo)	-0.28	-0.20	0.06
Cobertura Gramíneas Nativas	0.00	-0.27	-0.05
Cobertura de Gramíneas Exóticas	-0.07	0.26	0.16
Terra nua	0.25	-0.02	-0.33*

Estação seca

No período de monitoramento microclimático durante a estação seca, a umidade relativa média do ar foi de 65,11 % \pm 18,29 para o período das 6 hs às 18 hs, com valores de mínima de 30,50 % e máxima de 96,50 % para todo o conjunto de dados. No intervalo das 18 hs às 6 hs, a umidade relativa média foi de 85,62 % \pm 6,80, com valores de mínima de 57,50 % e máxima de 96,50 %. A umidade relativa média do ar foi praticamente a mesma na matriz e no fragmento para os dois períodos do dia (Tabela 2.10)

Tabela 2.10 - Valores de umidade relativa média do ar (%) para matriz e fragmento na estação seca para os períodos das 6 hs - 18 hs e 18 hs - 6 hs.

	Matriz	Fragmento
6 hs - 18 hs	65,53 \pm 18,27	65,42 \pm 18,28
18 hs - 6 hs	84,77 \pm 7,90	85,59 \pm 6,54

No perfil de umidade relativa média do ar dos horários das 6 hs e 18 hs, observou-se apenas uma pequena variação entre as distâncias para os valores médios de umidade relativa do ar. As variações são mais evidentes no horário das 18 hs, onde um pequeno incremento da umidade relativa ocorreu entre a matriz e a distância de 10 m no interior do fragmento (Figura 2.30).

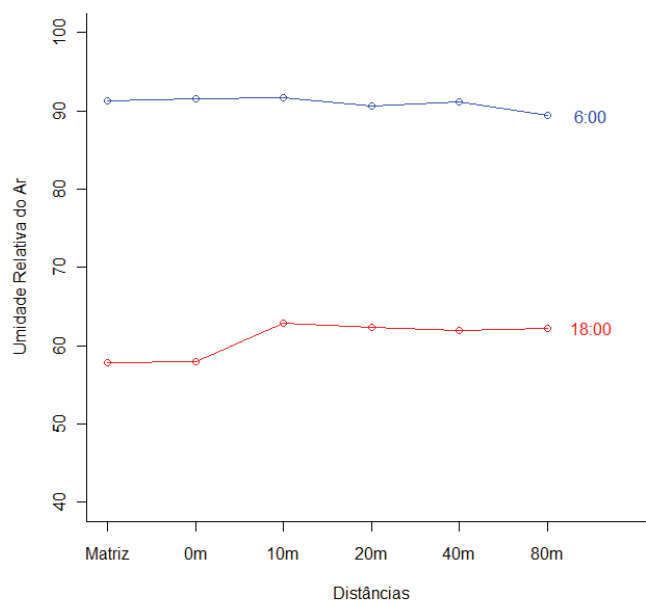


Figura 2.30 - Perfil de umidade relativa média do ar na estação seca em relação às distâncias da borda e da matriz para os horários das 6 hs (azul) e 18 hs (vermelho).

Durante o dia, período das 6 hs - 18 hs, ocorreram apenas pequenas variações da umidade do ar na matriz e nas distâncias da borda do fragmento (Figura 2.31). Mesmo no horário das 10 hs, horário em que foram registradas as maiores variações entre a matriz e a distância controle de 80 m, a diferença foi de 4,23 % (Figura 2.32). As oscilações de umidade relativa média do ar entre matriz e as distâncias da borda do fragmento são um pouco maiores para o período das 18 hs - 6 hs (Figura 2.33), especialmente no intervalo do início da noite entre as 20 hs e 22 hs, em que os valores de umidade relativa do ar são maiores na

borda e na distância de 10 m da borda (Figura 2.34). Nos demais horários a umidade relativa do ar continua sendo maior na matriz e na borda, porém, com amplitude de variação menor em relação às demais distâncias.

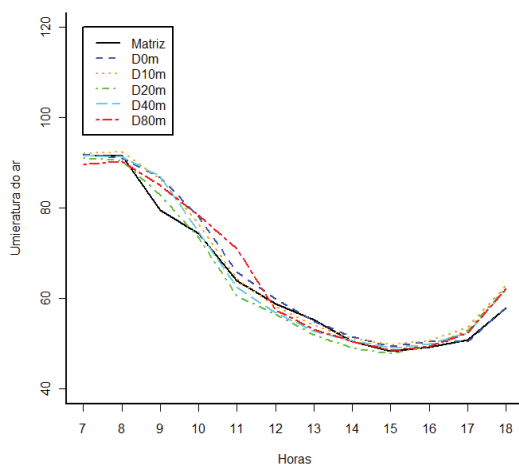


Figura 2.31 - Variação de umidade relativa do ar na estação seca ao longo do período das 8 hs às 18 hs para a matriz e para as distâncias da borda do fragmento.

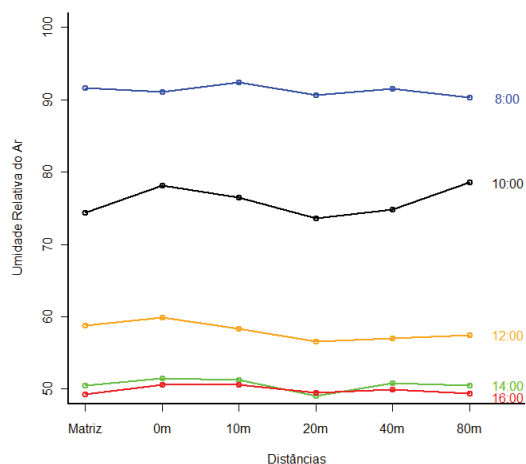


Figura 2.32 - Valores médios de umidade relativa do ar na estação seca em relação à matriz e às distâncias da borda nos horários das 8 hs, 10 hs, 12 hs, 14 hs e 16 hs.

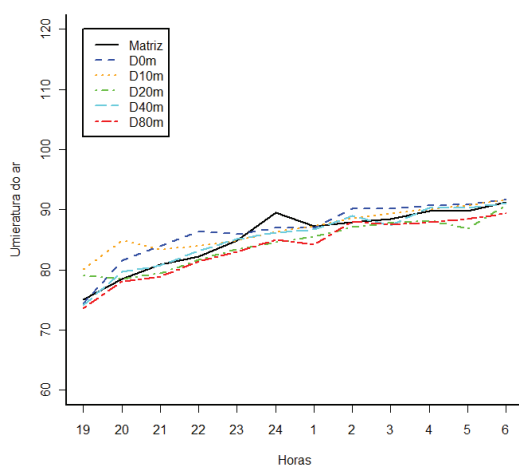


Figura 2.33 - Variação de umidade relativa do ar na estação seca ao longo do período das 18 hs às 6 hs para a matriz e para as distâncias da borda do fragmento.

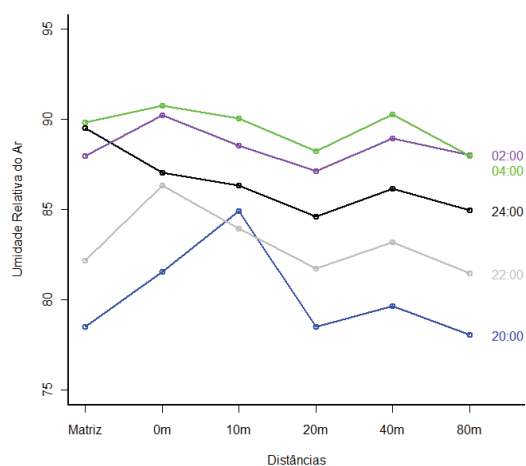


Figura 2.34 - Valores médios de umidade relativa do ar na estação seca em relação à matriz e às distâncias da borda nos horários das 20 hs, 22 hs, 24 hs, 2 hs e 4 hs.

Novamente os valores médios para matriz e fragmento foram próximos para as médias de umidade relativa máxima, mínima e amplitude (Tabela 2.11). Dentro do fragmento a variação de amplitude média entre as distâncias foi pequena, sendo um pouco mais acentuada (cerca de 5% menor) entre a distância controle de 80 m e as demais distâncias (Figura 2.35).

Tabela 2.11 – Valores médios de máxima, mínima e amplitude de umidade relativa do ar (%) do período seco para a matriz e para o interior do fragmento.

	Matriz	Fragmento
Máxima	93,25 ± 2,73	92,51 ± 2,91
Mínima	43,07 ± 8,77	43,75 ± 8,75
Amplitude	49,55 ± 6,44	48,76 ± 7,64

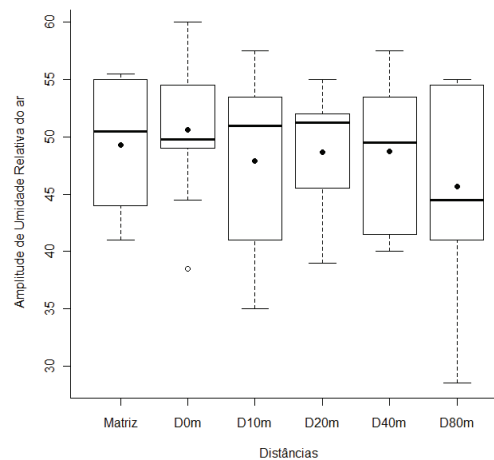


Figura 2.35 - Boxplot de amplitude de umidade relativa do ar em proporção aos valores observados para o distância de 80m, no período seco, em função das distâncias da borda do fragmento e na matriz.

Para os valores de umidade relativa máxima do ar proporcionais à distância de 80 m, a matriz e todas as demais distâncias do fragmento apresentaram valores médios um pouco superiores aos obtidos à distância de 80 m da borda. A maior diferença foi de 3,73 % entre a distância de 80 m e a borda do fragmento (Figura 2.36). Para a umidade relativa do ar

mínima proporcional à distância de 80 m, as variações médias em relação às demais distâncias no fragmento foram menores que 3 % (Figura 2.37).

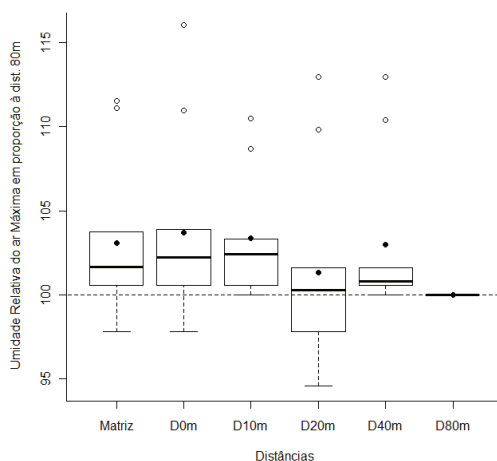


Figura 2.36 - Boxplot dos valores de umidade relativa máxima na estação seca, em proporção aos valores observados para a distância de 80 m. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

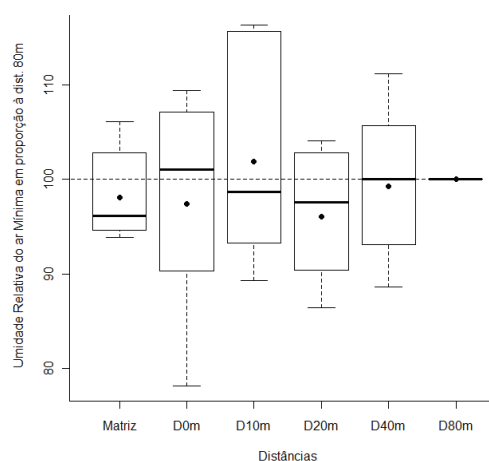


Figura 2.37 - Boxplot dos valores de umidade relativa mínima na estação seca em proporção aos valores observados para a distância de 80 m. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

Análise dos dados

Na estação seca, não foram encontradas diferenças para as variáveis proporcionais à distância de 80 m: umidade relativa máxima ($F=0,90$; $df=54$; $p=0,48$), umidade relativa mínima ($F=0,21$; $df=54$; $p=0,95$) e para a amplitude média de umidade relativa do ar ($F=0,36$; $df=54$; $p=0,89$) em função das distâncias da borda e da matriz.

Matriz de correlações

Novamente a cobertura e a densidade da vegetação nos diferentes estratos estiveram correlacionadas com os valores extremos da variável e a amplitude dos dados (Tabela 2.12). A umidade relativa do ar para a estação seca não apresentou correlação com as distâncias

da borda. A máxima relativa do ar foi correlacionada positivamente com a densidade de árvores e a amplitude negativamente correlacionada com a densidade e cobertura do estrato herbáceo-arbustivo e cobertura do estrato arbóreo.

Tabela 2.12 - Matriz de correlações das variáveis de umidade relativa do ar (Amplitude Relativa, Máxima Relativa e Mínima relativa), distância da borda e os parâmetros estruturais da vegetação na estação seca. As correlações significativas ($p < 0,05$) foram destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Amplitude	Máxima Relativa	Mínima Relativa
Distância	-0.17	-0.25	0.02
Densidade. Arbóreo	-0.19	0.39*	0.00
Riqueza Arbóreo	-0.08	0.25	-0.17
Densidade Herbáceo-Arbustivo	-0.31*	0.10	-0.01
Riqueza Herbáceo-Arbustivo	-0.24	0.16	-0.04
Densidade Subarbustivo	0.11	0.14	-0.03
Espécies Subarbustivo	-0.01	0.16	-0.05
Cobertura Arbóreo	-0.29*	0.24	-0.17
Cobertura (Herbáceo - Arbustivo)	-0.45*	0.02	-0.19
Cobertura Gramíneas Nativas	-0.08	-0.16	0.19
Cobertura de Gramíneas Exóticas	0.11	0.04	-0.14
Terra nua	0.03	0.24	-0.00

2.3.3. Temperatura do Solo

Estação Chuvosa

A temperatura do solo apresentou valores médios, de máxima e mínima muito próximos entre as alturas de 5 e 10 cm de profundidade, para os períodos da manhã e da tarde. A temperatura média do solo na profundidade de 5 cm foi 2,57% superior em relação à profundidade de 10 cm no período da manhã e 5,1 % maior no período da tarde (Tabela 2.13).

Tabela 2.13 - Síntese dos valores de temperatura média do solo (°C) acompanhadas de desvio padrão, máxima e mínima para as profundidades de 5cm e 10 cm e para os períodos da manhã e tarde, na estação chuvosa.

Temperatura do solo	Média	Máxima	Mínima
5 cm Manhã	24,31 ± 1,12	27,0	22,50
10 cm Manhã	23,70 ± 0,85	26,0	22,50
5 cm Tarde	28,06 ± 3,34	36,0	24,0
10 cm Tarde	26,67 ± 2,49	34,0	23,5

Os valores médios de temperatura do solo foram mais elevados na matriz quando comparados com o interior do fragmento. As diferenças entre matriz e fragmento foram menores para a profundidade de 10 cm (Tabela 2.14).

Tabela 2.14 - Valores médios de temperatura do solo (°C) para matriz e fragmento nas profundidades de 5 e 10 cm e nos períodos da manhã e tarde para a estação chuvosa.

	Matriz	Fragmento
5 cm Manhã	25,95 ± 0,97	24,31 ± 1,12
10 cm Manhã	24,7 ± 0,58	23,7 ± 0,85
5 cm Tarde	30,7 ± 3,48	28,06 ± 3,34
10 cm Tarde	28,8 ± 2,49	26,65 ± 2,49

A temperatura média do solo na matriz é mais elevada do que no interior do fragmento em todos os casos avaliados. No fragmento, durante o período da manhã, o perfil de temperatura média nas diferentes distâncias da borda, em relação à distância controle de 80 m é praticamente o mesmo para as duas profundidades (Figura 2.38 e Figura 2.39). As temperaturas médias são ligeiramente inferiores nas distâncias mais próximas da borda (0, 10 e 20m) e superiores nos pontos mais internos do fragmento (40 e 80 m).

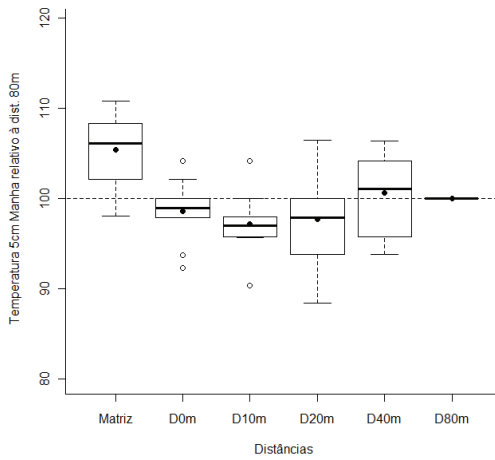


Figura 2.38 - Boxplot dos valores de temperatura do solo para a profundidade de 5 cm, relativa à distância mais interna do fragmento para o período da manhã, na estação chuvosa. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

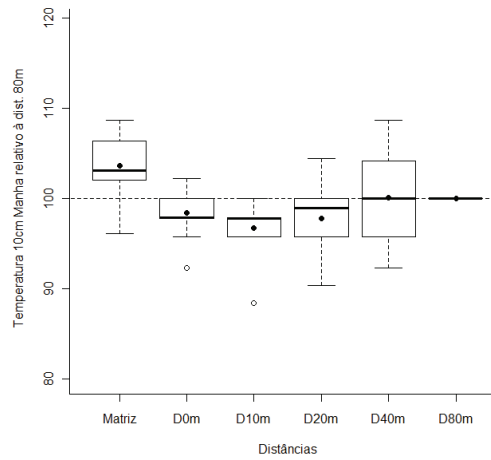


Figura 2.39 - Boxplot dos valores de temperatura do solo para a profundidade de 10 cm, relativa à distância mais interna do fragmento para o período manhã, na estação chuvosa. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

No período da tarde, a diferença de temperatura entre as distâncias é mais pronunciada, quando comparada com o período da manhã, provavelmente devido ao aumento da radiação na transição entre os períodos. Neste período, encontrou-se um padrão semelhante ao observado para o período da manhã, com temperaturas médias menores concentradas nas distâncias mais próximas da borda. No entanto, a distância de 20 m possui temperatura média superior ao controle de 80 m, comportamento inverso ao observado para o período da manhã (Figura 2.40 e Figura 2.41).

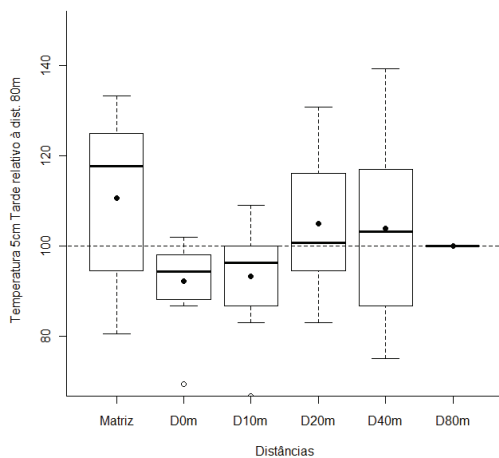


Figura 2.40 - Boxplot dos valores de temperatura do solo para a profundidade de 5 cm, relativa à distância mais interna do fragmento para o período tarde, na estação chuvosa. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

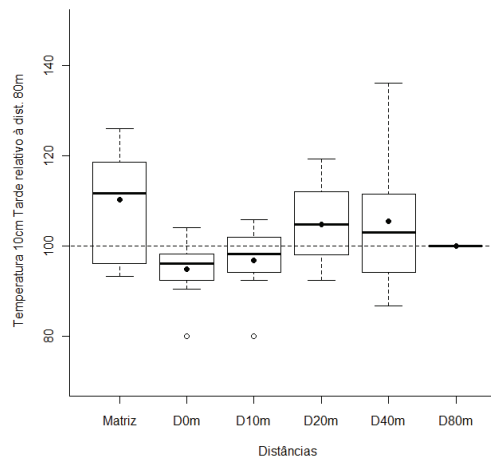


Figura 2.41 - Boxplot dos valores de temperatura do solo para a profundidade de 10 cm, relativa à distância mais interna do fragmento para o período da tarde, na estação chuvosa. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

Análise dos dados

A análise de comparação das distâncias para a temperatura do solo no período da manhã apontou diferenças para a profundidade de 5 cm ($p < 0,01$) e para a profundidade de 10 cm ($p < 0,01$). Na profundidade de 5 cm, foram encontradas diferenças entre a matriz e os pontos internos do fragmento, com exceção da distância de 40 m (Tabela 2.15). Para a profundidade de 10 cm, a matriz foi diferente dos pontos situados no interior do fragmento, até a distância de 20 m (Tabela 2.16).

Tabela 2.15 - Resultados da comparação múltipla entre as distâncias para a temperatura do solo do período chuvoso a 5 cm de profundidade no período da manhã. Comparações significativas destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Matriz	0 m	10 m	20 m	40 m	80 m
Matriz						
0 m	0.004591*					
10 m	0.000469*	0.966635				
20 m	0.000990*	0.995430	0.999763			
40 m	0.102416	0.851554	0.376808	0.550847		
80 m	0.040136*	0.970730	0.619572	0.789299	0.998819	

Tabela 2.16 - Resultados da comparação múltipla entre as distâncias para a temperatura do solo do período chuvoso, a 10 cm de profundidade no período da manhã. Comparações significativas destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Matriz	0 m	10 m	20 m	40 m	80 m
Matriz						
0 m	0.019479*					
10 m	0.000927*	0.902100				
20 m	0.007107*	0.999272	0.982906			
40 m	0.240720	0.885980	0.291005	0.703873		
80 m	0.208358	0.914155	0.330919	0.749880	1.000000	

A análise de comparação da temperatura do solo entre as distâncias no período da tarde apontou diferenças para a profundidade de 5 cm ($p < 0,01$) e para a profundidade de 10 cm ($p < 0,01$). Na profundidade de 5 cm foram encontradas diferenças entre a matriz e o ponto junto à borda do fragmento (Tabela 2.17). Para a profundidade de 10 cm, a matriz foi diferente da borda (0 m) e da distância de 10 m no interior do fragmento (Tabela 2.18).

Tabela 2.17 - Resultados da comparação múltipla entre as distâncias para a temperatura do solo do período chuvoso, a 5 cm de profundidade no período da tarde. Comparações significativas destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Matriz	0 m	10 m	20 m	40 m	80 m
Matriz						
0 m	0.049913*					
10 m	0.076642	0.999977				
20 m	0.945227	0.324977	0.425303			
40 m	0.893449	0.418221	0.528322	0.999983		
80 m	0.538349	0.806799	0.887441	0.966240	0.987865	

Tabela 2.18 - Resultados da comparação múltipla entre as distâncias para a temperatura do solo do período chuvoso, a 10 cm de profundidade, no período da tarde. Comparações significativas destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Matriz	0 m	10 m	20 m	40 m	80 m
Matriz						
0 m	0.009915*					
10 m	0.034256*	0.997543				
20 m	0.807609	0.211890	0.444421			
40 m	0.877164	0.157770	0.356838	0.999990		
80 m	0.182444	0.845604	0.977984	0.869754	0.798336	

Análise de correlações

Não foram encontradas correlações entre a temperatura do solo e a distância da borda para nenhum dos períodos ou profundidades. A temperatura do solo, com exceção do período da manhã a 5 cm de profundidade, foi inversamente correlacionada com a cobertura de gramíneas exóticas e diretamente correlacionada com a terra nua (Tabela 2.19).

Tabela 2.19 - Matriz de correlações das variáveis de temperatura do solo (manhã e tarde nas profundidades de 5 e 10 cm), distância da borda e parâmetros estruturais da vegetação, na estação chuvosa. As correlações significativas ($p < 0,05$) foram destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Manhã 5 cm	Manhã 10 cm	Tarde 5 cm	Tarde 10 cm
Distância	0.23	0.27	0.19	0.16
Densidade Arbóreo	0.24	0.20	0.14	0.21
Riqueza Arbóreo	0.21	0.24	0.23	0.24
Densidade Herbáceo-Arbustivo	0.08	0.24	0.19	0.16
Riqueza Herbáceo-Arbustivo	0.07	0.22	0.25	0.22
Densidade Subarbustivo	0.10	0.03	0.18	0.17
Espécies Subarbustivo	0.01	-0.06	0.08	0.12
Cobertura Arbóreo	0.09	0.24	0.13	0.15
Cobertura (Herbáceo - Arbustivo)	-0.06	0.12	0.05	0.03
Cobertura Gramíneas Nativas	0.16	0.25	0.28	0.23
Cobertura de Gramíneas Exóticas	-0.27	-0.34*	-0.39*	-0.36*
Terra nua	0.36*	0.27	0.36*	0.40*

Estação seca

Os valores médios de temperatura máxima e mínima do solo e a diferença de temperatura média entre as profundidades para o período da manhã foram menores na estação seca, quando comparados com os da estação chuvosa. Porém, a amplitude de variação do período da manhã e a diferença média de temperatura entre as duas profundidades avaliadas no período da tarde foram maiores em relação à estação chuvosa (Tabela 2.20).

Tabela 2.20 - Tabela de síntese dos valores de temperatura média do solo (°C), acompanhadas de desvio padrão, máxima e mínima para as profundidades de 5 cm e 10 cm e períodos da manhã e tarde, na estação seca.

	Média	Máxima	Mínima
5 cm Manhã	17,91 ± 1,82	24,0	16,0
10 cm Manhã	17,63 ± 1,25	22,0	16,0
5 cm Tarde	22,97 ± 3,15	32,0	18,0
10 cm Tarde	21,50 ± 2,64	29	18

Como observado para a estação chuvosa, as temperaturas de solo na matriz são, em média, superiores às encontradas no fragmento (Tabela 2.21).

Tabela 2.21 - Valores médios de temperatura do solo (°C) para matriz e fragmento nas profundidades de 5 e 10 cm e nos períodos da manhã e tarde para a estação seca.

	Matriz	Fragmento
5 cm Manhã	19,2 ± 2,93	17,91 ± 1,82
10 cm Manhã	18,8 ± 1,75	17,63 ± 1,25
5 cm Tarde	30,7 ± 3,49	28,06 ± 3,34
10 cm Tarde	28,8 ± 2,66	26,67 ± 2,49

Assim como observado para a estação chuvosa, durante o período da manhã as distâncias mais próximas da borda possuíam temperaturas médias relativas à distância controle de 80 m inferiores aos valores encontrados nas distâncias mais internas do fragmento (Figura 2.42 e Figura 2.43). Em valores médios, praticamente não se observa diferença para os valores proporcionais de temperatura do solo entre as profundidades.

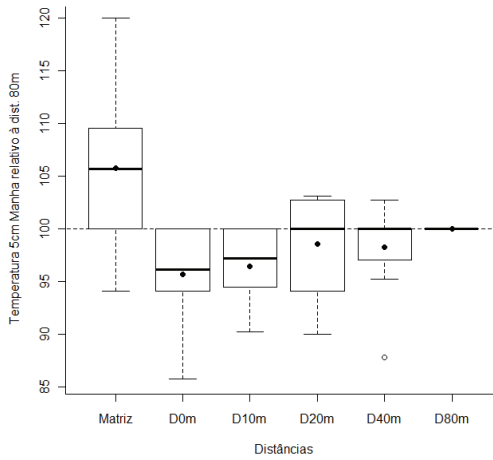


Figura 2.42 - Boxplot dos valores de temperatura do solo para a profundidade de 5 cm, relativa à distância mais interna do fragmento para o período da manhã, na estação seca. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

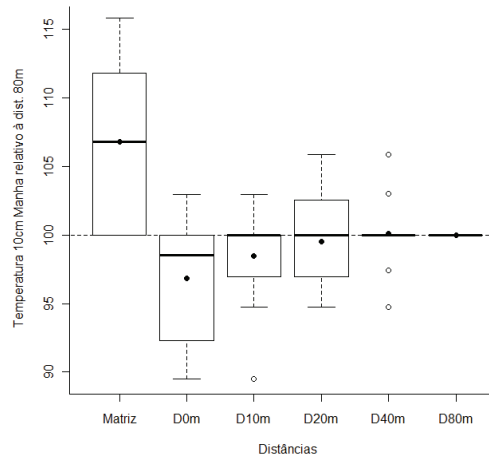


Figura 2.43 - Boxplot dos valores de temperatura do solo para a profundidade de 10 cm, relativa à distância mais interna do fragmento para o período da manhã, na estação seca. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

Para o período da tarde, o padrão de variação entre as distâncias da temperatura do solo relativa à distância controle de 80 m foi muito semelhante nas duas profundidades (5cm e 10 cm). Em comparação com o período da manhã, a principal diferença é que as distâncias mais internas de 20 e 40 m apresentaram os valores de mediana mais baixos em relação à distância controle do fragmento de 80 m (Figura 2.44 e Figura 2.45).

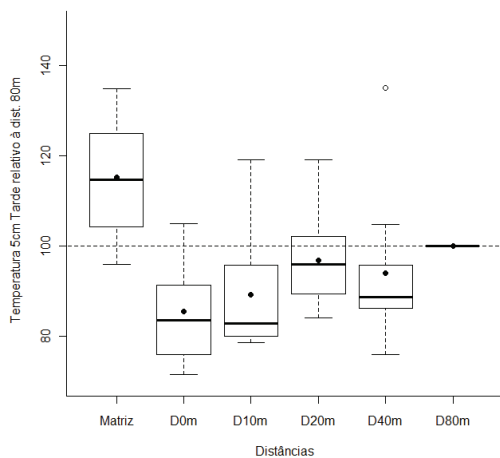


Figura 2.44 - Boxplot dos valores de temperatura do solo para a profundidade de 5 cm, relativa à distância mais interna do fragmento para o período tarde, na estação seca. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

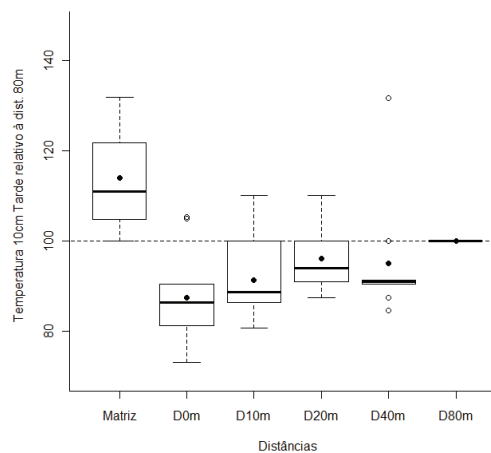


Figura 2.45 - Boxplot dos valores de temperatura do solo para a profundidade de 10 cm, relativa à distância mais interna do fragmento para o período da tarde, na estação seca. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

Análise dos dados

Analisando-se os dados obtidos na estação seca, foram encontradas diferenças no período da manhã para a profundidade de 5 cm ($F= 5,19$; $df=54$; $p<0,01$), quando a temperatura do solo da matriz foi diferente das distâncias de 0, 10, 20 e 40 m fragmento (Tabela 2.22), e, também, para a profundidade de 10 cm ($F=9,42$; $df=54$; $p<0,01$), em que a temperatura da matriz foi diferente de todas as distâncias dentro do fragmento (Tabela 2.23). Também foram encontradas diferenças para o período da tarde em ambas as profundidades. Na profundidade de 5 cm ($F=5,20$; $df=54$; $p<0,01$), a temperatura da matriz foi diferente de todas as distâncias do fragmento, com exceção da distância mais interna de 80 m (Tabela 2.24). Na profundidade de 10 cm ($F=7,68$; $df=54$; $p<0,01$), a temperatura da matriz foi diferente de todas as distâncias no interior do fragmento (Tabela 2.25).

Tabela 2.22 - Resultados da comparação múltipla entre as distâncias para a temperatura do solo na estação seca a 5 cm de profundidade no período da manhã. Comparações significativas destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Matriz	0 m	10 m	20 m	40 m	80 m
Matriz						
0 m	0.000782*					
10 m	0.002114*	0.999424				
20 m	0.028752*	0.812478	0.943411			
40 m	0.021214*	0.865793	0.967668	0.999997		
80 m	0.145045	0.398756	0.611698	0.983562	0.967668	

Tabela 2.23 - Resultados da comparação múltipla entre as distâncias para a temperatura do solo no período seco a 10 cm de profundidade, no período da manhã. Comparações significativas destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Matriz	0 m	10 m	20 m	40 m	80 m
Matriz						
0 m	0.000147*					
10 m	0.000426*	0.942316				
20 m	0.002117*	0.671274	0.991930			
40 m	0.005967*	0.451097	0.937679	0.999353		
80 m	0.004970*	0.488871	0.952785	0.999752	1.000000	

Tabela 2.24 - Resultados da comparação múltipla entre as distâncias para a temperatura do solo do período seco a 5 cm de profundidade no período da tarde. Comparações significativas destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Matriz	0 m	10 m	20 m	40 m	80 m
Matriz						
0 m	0.000147*					
10 m	0.000264*	0.981845				
20 m	0.013894*	0.286902	0.704478			
40 m	0.002913*	0.602268	0.943573	0.994661		
80 m	0.065221	0.087427	0.340942	0.991348	0.870124	

Tabela 2.25 - Resultados da comparação múltipla entre as distâncias para a temperatura do solo no período seco a 10 cm de profundidade no período da tarde. Comparações significativas destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Matriz	0 m	10 m	20 m	40 m	80 m
Matriz						
0 m	0.000139*					
10 m	0.000160*	0.941726				
20 m	0.001390*	0.338983	0.871621			
40 m	0.000644*	0.500890	0.957442	0.999802		
80 m	0.020492*	0.050668	0.335499	0.940030	0.838883	

Análise de correlações

Para a estação seca, com exceção da temperatura do solo no período da manhã e profundidade de 10 cm, todas as demais variáveis foram correlacionadas positivamente com a distância da borda e com a cobertura de gramíneas nativas. De maneira inversa, a temperatura foi inversamente correlacionada com a cobertura de gramíneas exóticas.

(Tabela 2.26)

Tabela 2.26 - Matriz de correlações das variáveis de temperatura do solo (manhã e tarde nas profundidades de 5 e 10 cm), distância da borda e parâmetros estruturais da vegetação na estação seca. As correlações significativas ($p < 0,05$) foram destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Manhã 5 cm	Manhã 10 cm	Tarde 5 cm	Tarde 10 cm
Distância	0.35*	0.26	0.36*	0.39*
Densidade Arbóreo	-0.00	0.05	-0.05	0.03
Riqueza Arbóreo	-0.02	0.14	0.05	0.16
Densidade Herbáceo-Arbustivo	0.12	0.33*	0.14	0.31*
Riqueza Herbáceo-Arbustivo	-0.03	0.28	0.06	0.19
Densidade Subarbustivo	-0.05	0.10	-0.03	0.00
Espécies Subarbustivo	-0.05	0.05	-0.15	-0.12
Cobertura Arbóreo	0.07	0.15	-0.02	0.09
Cobertura (Herbáceo - Arbustivo)	0.07	0.23	0.22	0.29*
Cobertura Gramíneas Nativas	0.36*	0.43*	0.22	0.30*
Cobertura de Gramíneas Exóticas	-0.31*	-0.40*	-0.23	-0.32*
Terra nua	-0.02	0.00	0.05	0.07

2.3.4. Umidade do solo

Os dados de umidade do solo foram expressos em porcentagem de umidade em relação ao peso seco. As médias encontradas foram de 38,46 % \pm 6,34 para a profundidade de 5-10 cm e de 37,71% \pm 6,23 para a profundidade de 10-15 cm. Os valores mínimos e máximos de umidade foram, respectivamente, 15 % e 52 % para a profundidade de 5-10 cm e de 21% e 60 % para a profundidade de 10-15 cm.

O padrão de umidade do solo média em função da matriz e das distâncias da borda foi muito semelhante nas duas profundidades avaliadas, com a inversão mais pronunciada dos valores máximos e mínimos nas distâncias de 20 e 40 m (Figura 2.46). Praticamente não se observou diferença para a umidade do solo entre a matriz e o interior do fragmento em qualquer das diferentes distâncias da borda. Para a profundidade de 5-10 cm os valores de umidade média do solo foram de 37,84 % \pm 8,07 para a matriz e de 37,81 % \pm 6,5 para o interior do fragmento, com o valor mínimo de 15 % registrado na distância de 80 m da borda e máximo de 52 %, registrado na matriz. Já para a profundidade de 10-15 cm os valores médios de umidade do solo foram de 35,28 % \pm 7,10 para a matriz e de 37,46 % \pm 6,67 para o interior do fragmento, com valores de mínima de 20,61 %, registrado na matriz e máxima de 60,39%, registrado na distância de 40 m da borda do fragmento.

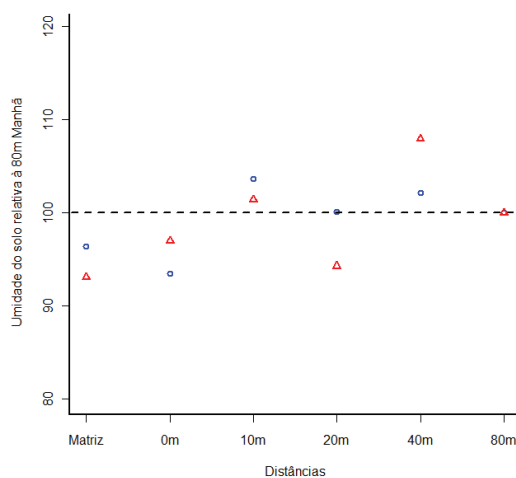


Figura 2.46 - Perfil de umidade do solo na matriz e em diferentes distâncias da borda do fragmento, em relação à distância de 80 m, para as profundidades de 5-10 cm (vermelho) e de 10-15 cm (azul). A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

Em valores absolutos, praticamente não se observam diferenças para a umidade do solo relativa à distância de 80 m nas profundidades de 5-10 e 10-15 cm do solo (Figura 2.47 e Figura 2.48). De maneira geral, os valores de umidade do solo são inferiores ao controle na matriz e junto à borda do fragmento, faixas dominadas pela braquiária. Nas demais distâncias, são superiores ao controle. Em valores médios, na profundidade de 10-15 cm do solo as diferenças são mais pronunciadas entre a matriz e as distâncias de 20 e 40 m.

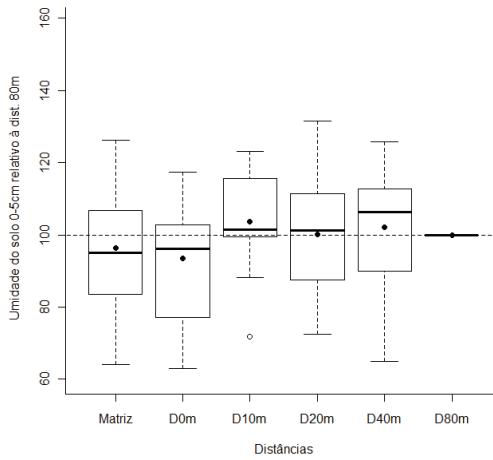


Figura 2.47 - Boxplot dos valores de umidade do solo relativos à distância controle de 80 m para a profundidade de 5-10 cm. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

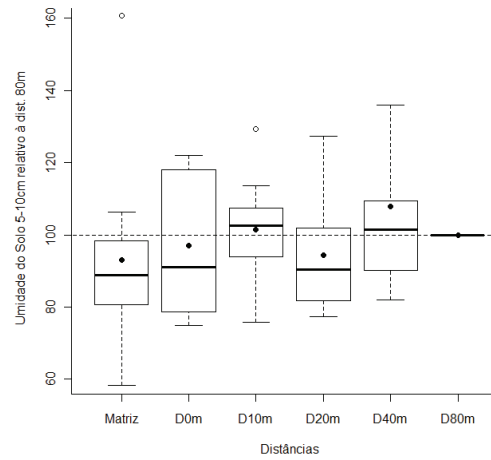


Figura 2.48 - Boxplot dos valores de umidade do solo relativos à distância controle de 80 m para a profundidade de 10-15 cm. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

Análise dos dados

Apesar das pequenas variações observadas e descritas nos itens anteriores, não foram encontradas diferenças significativas entre as distâncias e nem mesmo entre matriz e fragmento para a umidade do solo, nas profundidades de 5-10 cm ($F=0,1935$; $df=54$; $p=0,96$) e 10-15 cm ($F=0,4138$; $df=54$; $p=0,83$).

Análise de correlações

Nem a distância, nem as variáveis estruturais da vegetação foram significativamente correlacionadas com a umidade do solo.

2.3.5. Luminosidade

Pequenas variações na cobertura de nuvens ou na cobertura das copas provocam grandes oscilações nos valores de luminosidade mesmo quando amostrados no mesmo ponto de coleta. Estas grandes oscilações ficam evidentes nos coeficientes de variação de 74% para os dados de luminosidade tomados à altura de 10 cm acima da superfície do solo e de 50% para a altura de 100 cm. Os valores médios de luminosidade foram de $522 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2} \pm 388,80$ para a altura de 10 cm e de $715,5 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2} \pm 355,84$ para a altura de 100 cm.

Como esperado, os valores médios de luminosidade foram superiores na matriz para as duas alturas (Tabela 2.27). Entre as duas alturas, os valores de luminosidade são sempre superiores na altura de 100 cm acima da superfície do solo. Entretanto, os valores de luminosidade para a altura de 50 cm são menores nas distâncias mais próximas da borda do fragmento, onde a cobertura de braquiária é mais concentrada (Cap. 1), justamente porque ocorre a interferência da braquiária na aquisição dos dados para esta altura.

Também a variação de luminosidade entre as distâncias da borda é menor na altura de 100 cm (Figura 2.50) e mais pronunciadas na altura de 10 cm do solo (Figura 2.49). Este também era um resultado esperado, já que o componente herbáceo-arbustivo no cerrado *stricto sensu* é mais homogêneo do que o estrato arbóreo, interceptando, portanto, maior quantidade de radiação solar. Com exceção da interferência da braquiária sobre a luminosidade da borda do fragmento para a altura de 10 cm, não se observa um padrão claro de variação na luminosidade entre as distâncias para as duas alturas.

Tabela 2.27 - Valores de luminosidade média ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) para matriz e fragmento nas alturas de 10 cm e 100 cm acima do nível do solo.

	Matriz	Fragmento
10 cm de altura	929,5 \pm 209,44	441,36. \pm 364,81
100 cm de altura	929,5 \pm 209,44	675,65 \pm 364,03

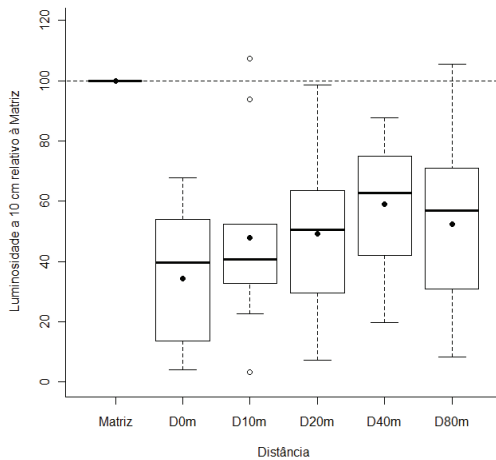


Figura 2.49 - Boxplot dos valores de luminosidade relativa à matriz para a altura de 10 cm acima da superfície do solo. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

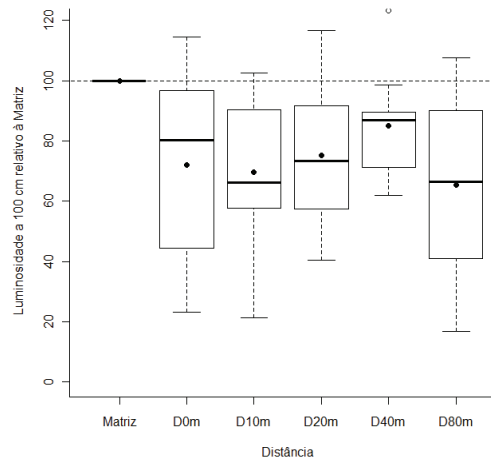


Figura 2.50 - Boxplot dos valores de luminosidade relativa à matriz para a altura de 100 cm acima da superfície do solo. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

Análise dos dados

A análise de comparação das luminosidade entre as distâncias apontou diferenças para as alturas de 10 cm ($F=8,14$; $df= 54$; $p<0,01$) e 100 cm ($F=2,12$; $df= 54$; $p<0,01$). Para altura de 10 cm foram apontadas diferenças da matriz para todas as distâncias no fragmento (Tabela 2.28). Para a altura de 100 cm foram apontadas diferenças entre a matriz e a distância de 80 m (Tabela 2.29).

Tabela 2.28 - Resultados da comparação múltipla entre as distâncias para a luminosidade à altura de 10 cm acima da superfície do solo. Comparações significativas destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Matriz	0 m	10 m	20 m	40 m	80 m
Matriz						
0 m	0.000139*					
10 m	0.000268*	0.806222				
20 m	0.000342*	0.741672	0.999997			
40 m	0.004607*	0.208962	0.898574	0.936205		
80 m	0.000735*	0.547936	0.998172	0.999634	0.988861	

Tabela 2.29 - Resultados da comparação múltipla entre as distâncias para a luminosidade à altura de 100 cm acima da superfície do solo. Comparações significativas destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Matriz	0 m	10 m	20 m	40 m	80 m
Matriz						
0 m	0.123989					
10 m	0.072735	0.999903				
20 m	0.222837	0.999727	0.994880			
40 m	0.734716	0.845190	0.718359	0.948103		
80 m	0.026963*	0.988361	0.998765	0.939459	0.469526	

Análise de correlações

A luminosidade no interior do fragmento não esteve correlacionada com a distância da borda para nenhuma das alturas (Tabela 2.30). A luminosidade a 10 cm da superfície esteve negativamente correlacionada com a densidade e número de espécies do estrato subarbustivo e positivamente correlacionada com a cobertura de gramíneas nativas. A luminosidade à altura de 100 cm foi mais estreitamente correlacionada com a cobertura do estrato arbóreo e a densidade dos estratos herbáceo-arbustivo e subarbustivo. Grande

parte das correlações são indiretas, como no caso da densidade e número de espécies, que são naturalmente correlacionadas entre si.

Tabela 2.30 - Matriz de correlações entre luminosidade a 10 cm e 100 cm acima da superfície do solo, com a distância da borda e os parâmetros estruturais da vegetação. As correlações significativas ($p < 0,05$) foram destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	10 cm	100cm
Distância	0.20	-0.05
Densidade. Arbóreo	-0.07	-0.32
Riqueza Arbóreo	-0.09	-0.43
Densidade Herbáceo-Arbustivo	0.12	-0.29
Riqueza Herbáceo-Arbustivo	-0.03	-0.30
Densidade Subarbustivo	-0.45	-0.45
Espécies Subarbustivo	-0.46	-0.39
Cobertura Arbóreo	-0.04	-0.48
Cobertura (Herbáceo - Arbustivo)	-0.03	-0.31
Cobertura Gramíneas Nativas	0.29	0.06
Cobertura de Gramíneas Exóticas	-0.22	0.09
Terra nua	-0.07	-0.25

2.3.6. Velocidade do vento

As velocidades médias do vento foram de $1,0 \text{ m.s}^{-1} \pm 0,6$ para a altura de 50 cm acima da superfície do solo e de $1,8 \text{ m.s}^{-1} \pm 0,8$ para a altura de 200 cm acima da superfície. A variação da velocidade do vento foi muito grande dentro do intervalo de tempo de amostragem de cada transecto, com coeficientes de variação de 62% para a altura de 50 cm e de 45% para altura de 200 cm.

A diferença de velocidade entre a matriz e os pontos do interior do fragmento alcançou valores máximos de $0,9 \text{ m.s}^{-1}$ para a altura de 50 cm acima do nível do solo e de $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ a 200 cm. De maneira geral, é na matriz que se encontram os maiores valores médios de velocidade do vento, cerca de 50 % superiores a 50 cm acima da superfície e

cerca de 20 % superior para a altura de 200 cm, em relação ao controle na distância de 80 m (Tabela 2.31).

Tabela 2.31 - Valores de velocidade média do vento ($m.s^{-1}$) para matriz e fragmento nas alturas de 50 cm e 200 cm acima da superfície do solo.

	Matriz	Fragmento
50 cm de altura	1,63 ± 0,35	0,96 ± 0,63
200 cm de altura	2,03 ± 0,69	1,85 ± 0,79

Quando comparadas às duas alturas, as diferenças entre as distâncias na velocidade do vento relativa ao controle foram maiores na altura de 50 cm acima do nível do solo. Ainda para altura de 50 cm, os valores médios de velocidade do vento relativos à distância de 80 m foram menores na borda, influenciados, certamente, pelo obstáculo criado pela braquiária, ficando próximos dos valores do ponto controle conforme se aproxima do interior do fragmento, longe da influência da braquiária (Figura 2.51). Já para a altura de 200 cm (Figura 2.52), apenas a distância de 10 m apresentou valores médios mais distantes do controle (17 % inferior).

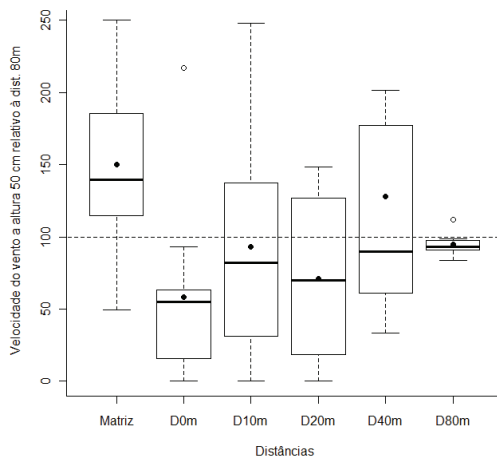


Figura 2.51 - Boxplot dos valores velocidade do vento para a altura de 50 cm acima da superfície do solo, relativos à distância controle de 80 m. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

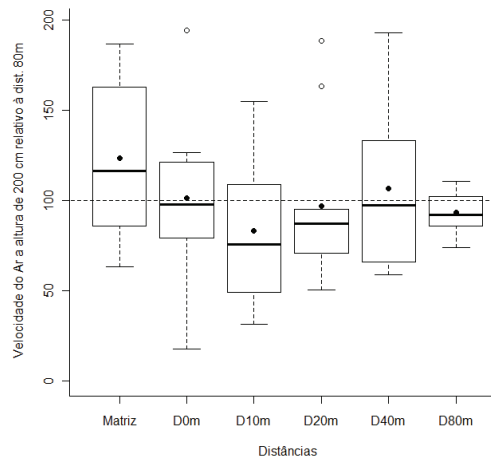


Figura 2.52 - Boxplot dos valores de velocidade do vento para a altura de 200 cm acima da superfície do solo, relativos à distância controle de 80 m. A linha tracejada representa o valor de referência da distância de 80 m.

Análise dos dados

A análise comparativa da velocidade do vento entre as distâncias não apontou diferenças para a altura de 200 cm acima da superfície do solo ($F= 1,14$; $df= 54$; $p=0,35$), mas diferenças foram encontradas para a altura de 50 cm ($F= 2,525$; $df=54$; $p=0,04$) entre a matriz e a borda do fragmento. (Tabela 2.32).

Tabela 2.32 - Resultados da comparação múltipla entre as distâncias para a velocidade do vento à altura de 50 cm acima da superfície do solo. Comparações significativas destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	Matriz	0 m	10 m	20 m	40 m	80 m
Matriz						
0 m	0.046232*					
10 m	0.438413	0.867631				
20 m	0.122554	0.998380	0.979749			
40 m	0.979494	0.223316	0.860491	0.439620		
80 m	0.478129	0.838639	1.000000	0.970429	0.887203	

Análise de correlações

A velocidade do vento à altura de 50 cm da superfície mostrou-se inversamente correlacionada com a cobertura do estrato herbáceo-arbustivo. Esta correlação, possivelmente, decorre da forte correlação inversa existente entre a cobertura de braquiária e a vegetação de pequeno porte, que é excluída pela competição. A baixa velocidade na borda seria, portanto, resultado apenas da massa de braquiária, que possui altura média de 55 cm, interferindo na circulação do ar próximo à superfície.

Tabela 2.33 - Matriz de correlações entre a velocidade do vento nas alturas de 50 cm e 200 cm acima da superfície do solo, a distância da borda e os parâmetros estruturais da vegetação. As correlações significativas ($p < 0,05$) foram destacadas em negrito e seguidas por asterisco.

	50 cm	200cm
Distância	0.17	0.01
Densidade Arbóreo	-0.00	0.10
Riqueza Arbóreo	-0.02	0.01
Densidade Herbáceo-Arbustivo	-0.22	-0.09
Riqueza Herbáceo-Arbustivo	-0.17	-0.05
Densidade Subarbustivo	-0.11	-0.18
Espécies Subarbustivo	-0.05	-0.17
Cobertura Arbóreo	0.04	-0.07
Cobertura (Herbáceo - Arbustivo)	-0.33	-0.11
Cobertura Gramíneas Nativas	0.05	-0.03
Cobertura de Gramíneas Exóticas	-0.05	0.06
Terra nua	0.13	-0.05

2.4. DISCUSSÃO

Não foi detectado nenhum padrão de variação no microclima relacionado com a distância da borda no cerrado *stricto sensu*. As maiores variações encontradas ficaram geralmente restritas a diferenças entre a matriz e o fragmento. Por outro lado, foram

detectadas pequenas diferenças microclimáticas entre as parcelas no interior do fragmento, não relacionadas com a distância da borda, para as quais investigaram-se as causas possíveis com base no mosaico estrutural da vegetação do cerrado.

Harper et al. (2005) sugerem que a extensão e magnitude do efeito de borda sejam função direta do contraste entre a estrutura e composição dos dois ecossistemas adjacentes. A relação do efeito de borda e do contraste de estrutura entre ecossistemas adjacentes fica evidente em dois estudos sobre efeito de borda desenvolvidos em vegetações do Cerrado no Brasil. Em fragmento de cerrado *stricto sensu* imerso em matriz de soja do Maranhão, Queiroga (2000) não detectou efeito de borda sobre o microclima para as variáveis temperatura do ar e do solo e umidade do ar, medidas em diferentes distâncias da borda do fragmento. Em áreas de cerradão desmatadas para fins de agropecuária no interior de Goiás, Lima-Ribeiro (2008) observou efeito de borda sobre o microclima ao comparar as temperaturas do ar e do solo e a umidade do ar entre os ambientes de matriz, borda e interior de fragmento. Além da composição de espécies, uma outra grande diferença que pode ter sido determinante nos resultados obtidos é a grande diferença de biomassa entre o cerrado *stricto sensu* e o cerradão.

Os fluxos de energia e matéria através da área de transição entre dois ecossistemas se assemelham ao movimento de íons e elementos através de uma membrana semipermeável (WIENS et al., 1993). Nos casos onde a dissimilaridade entre os ecossistemas adjacentes é muito grande, o fluxo se modifica bruscamente na passagem da borda e nos casos de baixa dissimilaridade entre os ecossistemas, o fluxo sofre pouca modificação (EWERS; DIDHAM 2005; HARPER et al. 2005;). Nos estudos mencionados (QUEIROGA, 2000; LIMA-RIBEIRO, 2008), a estrutura e composição da vegetação das três fisionomias parecem ter sido

fundamentais na modulação do efeito de borda sobre o microclima. A fisionomia florestal do cerrado resulta em maior dissimilaridade estrutural com a matriz agrícola e, portanto, o padrão de efeito de borda seria semelhante ao encontrado para ecossistemas florestais (LOVEJOY et al. 1986; LAURANCE; GASCON; RANKIN-DE MERONA, 1999; LAURANCE et al. 2001; GASCON et al. 2000; WILLIAMS-LINERA et al, 1998). Por outro lado, na fisionomia savânica não foi observado efeito de borda sobre o microclima, justamente pela maior similaridade estrutural com os ecossistemas vizinhos.

São poucos os estudos sobre efeito de borda e microclima em fisionomias savânicas e, portanto, comparar os resultados obtidos com outros estudos não foi tarefa fácil. Deste modo, recorreu-se a estudos realizados em outras formações vegetais, como florestas temperadas e tropicais, a fim de se estabelecerem relações causais sobre o efeito de borda e o microclima, relacionadas principalmente à estrutura da vegetação nas diferentes formações.

Matriz vs Fragmento

Estudos conduzidos em fragmentos florestais tropicais imersos em matrizes abertas demonstraram que a pastagem geralmente apresentam valores consistentemente mais extremos para as variáveis microclimáticas em relação ao interior dos fragmentos (DAVIES-COLLEY; PAYNE; ELSWIJK, 2000). No cerrado *stricto sensu*, as amplitudes obtidas na matriz também foram superiores em comparação com o interior do fragmento, independentemente da distância da borda. Cabe ressaltar, no entanto, que as diferenças percentuais encontradas entre matriz e fragmento são sempre menores em relação aos valores encontrados para fragmentos florestais.

Em fragmentos de floresta temperada de coníferas, a velocidade do vento nas áreas mais internas é, em média, apenas 20 % do valor obtido em campo aberto (CHEN et al. 1993). Para o cerrado, na distância mais interna de 80 m da borda do fragmento, os valores de velocidade do vento, tomados a 50 cm acima da superfície, corresponderam à metade da velocidade do vento na matriz. À altura de 200 cm acima do nível do solo, dentro do fragmento a velocidade foi apenas 20 % inferior ao valor obtido na matriz. As diferenças da velocidade do vento entre matriz e fragmento continuam significativas no cerrado *stricto sensu*, mas em magnitude quatro vezes menor do que em floresta de coníferas.

A luminosidade pode ser considerada a variável mais emblemática para ilustrar os contrastes entre estrutura de florestas e savanas. No interior de florestas tropicais muito fechadas, McDonald e Norton's (1992) encontraram valores muito baixos, variando entre 1 e 6 % em relação ao campo aberto. No cerrado *sensu stricto* estudado, a luminosidade obtida a 80 m da borda foi, em média, de 47,5 % em relação ao valor obtido em campo aberto (matriz) para a altura de 10 cm acima do nível do solo e de 72,3 % para a altura de 200 cm acima do nível do solo. Grosso modo, a diferença de luminosidade entre o fragmento e a matriz no cerrado é pelo menos oito vezes superior à diferença encontrada em florestas, chegando a 72 vezes nos valores extremos comparados.

As diferenças microclimáticas entre matrizes abertas e o interior dos fragmentos, de maneira geral, mostram um contraste muito mais acentuado em florestas do que em ecossistemas savânicos. Tais observações reiteram a importância da estrutura da borda e das características estruturais naturais dos ecossistemas adjacentes na modulação da magnitude e extensão dos efeitos de borda. Quanto maior a similaridade entre os ecossistemas e a matriz, menores devem ser a magnitude e a extensão dos efeitos de borda

sobre as variáveis microclimáticas (RIES et al, 2004; HARPER et al., 2005). Uma vez que dentro da ampla área de ocorrência do cerrado existe um mosaico de fisionomias que forma um gradiente de biomassa, é de se esperar que haja um gradiente correspondente de intensidade de efeitos de borda sobre o microclima, do qual o cerrado *stricto sensu* representa apenas um segmento.

De forma análoga, a similaridade entre fisionomias florestais e matrizes antrópicas fechadas, como no caso de plantações florestais, é maior e os efeitos de borda são mais amenos (CARLSON; GROOT, 1997). Para o cerrado *stricto sensu* a matriz de reflorestamento pode ser menos similar ao fragmento e, neste caso, podem, teoricamente, ocorrer efeitos de borda mais acentuados, mas de natureza distinta.

Variações microclimáticas no interior do fragmento

Em fragmentos florestais imersos em matrizes abertas, apesar da grande variação dos resultados sobre extensão e magnitude do efeito de borda, o padrão mais comum de gradiente borda-interior do fragmento são de valores máximos na borda e mínimos no interior do fragmento – com exceção da umidade relativa do ar que apresenta o padrão oposto (CHEN; FRANKLIN; SPIES 1993; CHEN; FRANKLIN; SPIES, 1995; SAUNDERS et al. 1998; CHEN et al. 1999; DIDHAM; LAWTON, 1999). No cerrado *stricto sensu*, não se observou o mesmo padrão. Foram observadas, entretanto, pequenas diferenças microclimáticas no interior do fragmento que não puderam ser correlacionadas com a distância da borda. Se, por um lado, não foram observadas correlações importantes entre variáveis microclimáticas e distância da borda, por outro lado, muitas foram e, às vezes estreitas, as correlações entre variáveis microclimáticas e estrutura da vegetação. Isto demonstra que existe um mosaico

estrutural característico da vegetação de cerrado *stricto sensu*, o qual é mais forte gerador de heterogeneidade microclimática do que os esperados pela criação de bordas e proximidade da matriz.

Na inexistência de dados sobre savanas, utilizou-se a comparação entre florestas estruturalmente mais homogêneas e florestas estruturalmente mais heterogêneas, para discutir a relação e a importância da estrutura da vegetação na modulação do microclima no cerrado *stricto sensu*.

Os atributos estruturais do estrato arbóreo estão entre as características mais importantes no controle dos gradientes de luz e vento no interior do fragmento (CHEN et al. 1999; HARPER et al. 2005). Em conhecidos estudos de Chen e colaboradores sobre o microclima de florestas, esses autores observaram que a amplitude térmica em fragmentos de floresta é maior naquelas que possuem estrutura de copa irregular. Na floresta de Douglas-fir, antiga e heterogênea, com abertura de clareiras de diferentes tamanhos e idades, Chen et al. (1995), verificaram que a amplitude térmica do ar e do solo foram, respectivamente, de 2,7 °C e de 5,9 °C dentro de uma distância de 200 m. Em outro estudo (CHEN et al. 1999), foram detectadas variações entre máximo e mínimo para a temperatura do ar e do solo de apenas 1,6 °C e 2,5 °C, respectivamente, entre diferentes pontos de uma área de 0,64 ha de uma floresta madura, com o dossel composto por apenas uma camada estruturalmente homogênea.

A importância da estrutura do dossel é destacada também em outros estudos que observaram a relação da cobertura horizontal da vegetação na modulação do microclima. Em áreas de transição entre savana e floresta, Hoffmann et al. (2005) no Brasil e Hennenberg et al. (2007) na África investigaram o microclima e chegaram à conclusão de

que a vegetação ecotonal possui características microclimáticas mais similares às de florestas fechadas durante a estação chuvosa e mais similares às de savanas durante a estação seca, período em que parte das espécies florestais perdem suas folhas.

Os resultados desses estudos evidenciam a importância da estrutura da vegetação na modulação do microclima e permitem criar paralelos com os resultados obtidos no presente estudo, em cerrado *stricto sensu*, para a variável temperatura do ar. Nas savanas de forma geral, ocorrem árvores isoladas ou em grupos, que criam condições diferenciadas do ambiente local, influenciadas pela cobertura de copa dessas árvores (BELSKY; CANHAM, 1993). Nas parcelas com maior número de árvores e com cobertura do estrato arbóreo mais homogênea (maior volume de biomassa arbórea), a amplitude térmica é inferior à registrada nas parcelas em que a estrutura de dossel é mais heterogênea, formada por árvores, arbustos e gramíneas. Este fenômeno é explicado pelo balanço energético da radiação promovido pela cobertura da vegetação (VETAAS, 1992; CARLSON; GROOT, 1997; BRESHEARS et al. 1998). As áreas abertas e as bordas próximas de áreas abertas recebem mais radiação direta e difusa do sol durante o dia e perdem grandes quantidades de radiação na forma de ondas longas durante a noite (GEIGER, 1965; RANNEY, 1977). Por outro lado, dentro da floresta de copas densas e altas, ocorre a interceptação tanto da radiação incidente quanto da radiação emitida na forma de ondas longas (MILLER, 1980). Este balanço resulta na menor amplitude de variação de temperatura e umidade do ar no interior de fragmentos florestais com estrutura de dossel bem homogênea.

O vento, variável importante na modulação de outras variáveis microclimáticas, também é controlado pelas características estruturais da borda e do fragmento. Grande parte da influência e extensão do efeito de borda sobre o microclima está relacionada com

o movimento de ar (DAVIES-COLLEY; PAYNE; ELSWIJK, 2000). O vento influencia de maneira significativa o comportamento de outras variáveis físicas, pois exerce controle sobre o balanço de energia (calor) e de matéria (vapor) entre a matriz, a borda e o interior do fragmento (CHEN et al. 1995). Em ecossistemas florestais com dossel denso e contínuo, o vento adentra muito mais pela borda exposta do fragmento e muito pouco pela estrutura mais compacta do topo do dossel. Uma vez dentro do fragmento, o vento passa a ser modulado pela estrutura do sub-bosque, pela densidade e tipo de vegetação. Quanto mais densa e mais fechada a vegetação, menor a penetração e alcance do vento no interior do fragmento (MILLER et al. 1991).

No cerrado *stricto sensu*, os atributos estruturais, como a fisionomia mais aberta, baixa densidade e dossel descontínuo, fazem com que o vento penetre em maior quantidade e maior velocidade rumo ao interior do fragmento, resultando na pequena variação entre a matriz e bordão interior do fragmento, principalmente à altura de 200 cm acima da superfície. Para a altura de 50 cm, a densidade e cobertura dos estratos inferiores são maiores e mais homogêneas do que no estrato arbóreo, resultando em menores velocidades de vento. Neste estrato, a redução de velocidade do vento é mais acentuada na transição matriz-interior quando comparada com a da transição do estrato arbóreo. A análise de correlações apontou que a proporção de área invadida por gramíneas exóticas está inversamente relacionada com a velocidade do vento a 50 cm acima do solo, mostrando que a invasão de espécies exóticas pode influenciar o regime de vento no interior dos fragmentos.

As gramíneas exóticas promovem modificações também em outras variáveis do microclima, principalmente na borda do fragmento. A interceptação da radiação solar pelas

gramíneas exóticas influencia fortemente o fluxo de calor do solo e, conseqüentemente, o regime de temperatura e umidade do solo (OLIVER et al. 1987; CARLSON; GROOT, 1997). No período das 12:00 às 16:00 hs, quando é maior a intensidade de exposição à radiação solar, a temperatura do solo é majoritariamente influenciada pela cobertura de gramíneas exóticas junto à borda, criando um gradiente de temperatura crescente rumo ao interior do fragmento. As diferenças observadas na temperatura do solo podem causar modificações importantes em alguns processos ecológicos, como a taxa de crescimento da raiz, respiração, decomposição e mineralização (WARING; RUNNING, 1998) e também a taxa de germinação, estabelecimento e quantidade de água disponível para as plantas (FULBRIGHT et al., 1995, BRESHEARS et al., 1998).

Esses resultados demonstram que, para o cerrado *stricto sensu*, existem variações de microclima no interior do fragmento e que estas variações estão mais relacionadas à heterogeneidade estrutural intrínseca dos ecossistemas savânicos, do que relacionadas com o grau de dissimilaridade entre a matriz de pastagem e o fragmento. As variações de microclima entre matriz e fragmento foram estatisticamente significativas, mas a influência da matriz não é suficiente para causar modificações microclimáticas no interior do fragmento. Entretanto, a invasão por gramíneas exóticas no cerrado *stricto sensu* pode modificar as características microclimáticas na área invadida, principalmente na interface solo-atmosfera.

Variações microclimáticas estacionais

A extensão e magnitude dos gradientes de microclima podem variar dentro de uma escala temporal, por estarem intimamente relacionados com as estações do ano ou dias

nublados e ensolarados, (CHEN, FRANKLIN, SPIES, 1992; MURCIA, 1995; CHEN et al. 1999, HARPER et al. 2005). Ao contrário do que acontece nos ecossistemas de florestas tropicais, onde os gradientes de microclima são mais significativos nos dias ensolarados e de muito vento (DAVIES-COLLEY; PAYNE; ELSWIJK, 2000, CHEN et al. 1995), no cerrado *stricto sensu* foi durante a estação seca e período noturno que foram registradas as maiores variações para a temperatura e umidade do ar entre as distâncias.

Os resultados induzem à consideração de que existem pequenas variações microclimáticas que não podem ser detectadas por análises amplas, que desconsiderem estações do ano e horários distintos. Tais variações podem não ser relevantes para interferir na estrutura da vegetação, mas podem ser relevantes para a biologia de algumas espécies em particular ou até mesmo para alguns processos ecológicos, merecendo estudos mais detalhados.

2.5. CONCLUSÕES

Com exceção de diferenciações microclimáticas proporcionadas pela presença de espécies de gramíneas invasoras, não existem gradientes microclimáticos causados pela vizinhança de matrizes abertas nos fragmentos de cerrado *stricto sensu*. As variações microclimáticas restringem-se a diferenças entre matriz e fragmento e a variações espaciais em microescala, onde a estrutura da vegetação se modifica de forma abrupta nos diferentes estratos, situação característica de vegetações savânicas.

Em se tratando de efeito de borda, a ausência de variação microclimática proporcionada pela exposição da borda a matrizes antrópicas é positiva para conservação do cerrado *stricto sensu*.

Se, por um lado, a ausência de variação microclimática é um fato positivo, por outro, confirma-se a invasão de espécies exóticas como um indutor de modificações na estrutura da vegetação e no microclima do cerrado stricto sensu. Em grande parte das variáveis analisadas, ficou evidente que as gramíneas exóticas podem causar alterações microclimáticas, que, por sua vez, podem desencadear respostas secundárias de efeito de borda sobre os processos ecológicos e sobre a estrutura e composição da vegetação.

Naturalmente, as pressões decorrentes das invasões biológicas sobre os ecossistemas naturais são mais intensas quando o uso da terra no entorno é, justamente, o cultivo da espécie invasora, como é o caso de pastagens de braquiária.

Apesar do estudo não ter sido replicado em bordas com outras orientações e posições geográficas, acredita-se que esses fatores não sejam tão influentes para o efeito de borda no cerrado stricto sensu como seriam em fisionomias florestais. Ficou demonstrado neste estudo que não são os fluxos provenientes da matriz, na área de transição entre os ecossistemas, os principais moduladores dos gradientes microclimáticos no interior do fragmento, mas sim as características estruturais da vegetação savânica, principalmente de cobertura dos estratos, que não limitam o aporte dos fluxos energéticos as aberturas da borda do fragmento.

2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS³

Belsky AJ, Canham CD. Forest gaps and isolated savanna trees. *BioScience*. 1993 ;44(2):77-85.

³ Padrão de citação utilizada: International Committee of Medical Journal Editors (Vancouver Style)

- Bierregaard RO, Lovejoy TE, Kapos V, dos Santos AA, Hutchings RW. The biological dynamics of tropical rainforest fragments [Internet]. *BioScience*. 1992 ;42(11):859-866. Available from: <http://www.jstor.org/stable/1312085?origin=crossref>
- Breshears DD, Nyhan JW, Heil CE, Wilcox BP. Effects of woody plants on microclimate in a Semiarid Woodland : Soil Temperature and Evaporation in Canopy and Intercanopy Patches. *International Journal of Plant Sciences*. 1998 ;159(6):1010-1017.
- Camargo JL, Kapos V. Complex Edge effects on soil moisture and microclimate in Central Amazonian Forest. *Journal of Tropical Ecology*. 1995 ;11(2):205-221.
- Carlson DW, Groot A. Microclimate of clear-cut, forest interior, and small openings in trembling aspen forest. *Agricultural and Forest Meteorology*. 1997 ;87:313-329.
- Chen J, Franklin JF, Spies TA. Contrasting microclimates among clearcut, edge, and interior of old-growth Douglas-fir forest. *Agric. For. Meteorol.* 1993 ;63:219-237.
- Chen J, Franklin JF, Spies TA. Growing-season microclimatic gradients from clearcut edges into Old-Growth Douglas-Fir. *Ecological Applications*. 1995 ;5(1):74-86.
- Chen J, Franklin JF, Spies TA. Vegetation responses to edge environments in Old-Growth Douglas-Fir Forests. *Ecological Application*. 1992 ;2(4):387-396.
- Chen J, Saunders SC, Crow TR, Naiman RJ, Brososke KD, Mroz GD, et al. Microclimate in Forest Ecosystem the effects of different management regimes. *BioScience*. 1999 ;49(4):4-14.
- Claessen, MEC; Barreto, WO; Paula, JL; Duarte, MN; Manual de métodos de análise de solo, 2ª edição; Rio de Janeiro: Embrapa - Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 1997.
- D'Angelo SA, Andrade AC, Laurance SG, Laurance WF, Mesquita RC. Inferred causes of tree mortality in fragmented and intact Amazonian forests [Internet]. *Journal of Tropical Ecology*. 2004 ;20(2):243-246. Available from: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0266467403001032

- Davies-Colley RJ, Payne GW, Elswijk MV. Microclimate gradients across a forest edge. *New Zeal. J. Ecol.* 2000 ;24(2):111-121.
- Didham RK, Lawton JH. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in Tropical Forest fragments. *Biotropica.* 1999 ;31(1):17-30.
- Ewers RM, Didham RK. Continuous response functions for quantifying the strength of edge effects. *Journal of Applied Ecology.* 2006 ;43:527-536.
- Franklin JF, Forman RT. Creating landscape patterns by forest cutting: ecological consequences and principles. *Landscape Ecology.* 1987 ;1(1):5-18.
- Fulbright, TE, Kuti, JO, Tipton, AR. Effects of nurse-plant canopy temperatures on shrub seed germination and seedling growth. *Acta Oecol.* 1995.16: 621-632.
- Gascon C, Lovejoy TE, Bierregaard RO, Jr M, J.r, Stouffer PC, et al. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological Conservation.* 1999 ;91:223-229.
- Geiger, R., 1965. *The climate near the ground.* Harvard University Press, Cambridge, MA, 611 pp. H.B.,
- Harper KA, Macdonald SE, Burton PJ, Chen J, Roberts D, Jaiteh MS, et al. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology.* 2005 ;19(3):768-782.
- Hennenberg JK, Goetze D, Szarzynski J, Orthmann B, Reineking B, Steinke I, et al. Detection of seasonal variability in microclimatic borders and ecotones between forest and savanna. *Basic and Applied Ecology.* 2008 ;9:275-285.
- Hill T, Lewicki T, 2007. *Statistics methods and applications.* Statsoft, TULSA.
- Hoffmann WA, Franco AC, Moreira MZ, Haridasan M. Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savanna and forest trees. *Functional Ecology.* 2005 ;19(6):932-940.

- Kapos V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology*. 1989 ;5(2):173-185.
- Laurance WF, Gascon C, Rankin-de Merona JM. Predicting effects of habitat destruction on plant communities: a test of a model using Amazonian trees. *Ecological Applications*. 1999 ;9(2):548-554.
- Laurance WF, Lovejoy TE, Vasconcelos HL, Bruna EM, Didham RK, Stouffer PC, et al. Ecosystem decay of amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology*. 2001 ;16(3):605-618.
- Laurance WF, Williamson GB, Delamônica P, Oliveira A, Lovejoy TE, Gascon C, et al. Effects of a strong drought on Amazonian forest fragments and edges. *Journal of Tropical Ecology*. 2001 ;17(6):771-785.
- Laurance WF, Yensen E. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biological Conservation*. 1991 ;55:77-92.
- Lima-Ribeiro MD. Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano , Brasil. *Acta Bot. Bras.* 2008 ;22(2):535-545.
- Lovejoy, TE, Bierregaard Jr., RO, Rylands, AB, Malcolm, JR, Quintela, CE, Harper, LH, Brown Jr., KS, Powell, AH, Powell, GVN, Schubart, HOR, Hays, M. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: Soule, M.E. (Ed.), *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*, 1986.
- McDonald, D.; Norton, D.A.. Light environments in temperate New Zealand podocarp rainforests. *New Zealand Journal of Ecology* 1992; 16: 15-22.
- Miller DR. The two-dimensional energy budget of a forest edge with field measurements at a forest-parking lot interface. *Agricultural Meteorology*. 1980 ;22:53-78.

- Miller, DR., Lin ,JD., Lu, ZN.. Some effects of surrounding forest canopy architecture on the wind field in small clearings. Pages 79-92 in P G. Jarvis, editor. Agro- forestry: principles and practice. New York:Elsevier, 1991.
- Murcia C. Edge effects in fragmented forests: Implications for conservation. *Tree*. 1995 ;10(2):58-63.
- Oliver SA, Oliver HR, Wallace JS, Roberts AM. Soil heat flux and temperature variation with vegetation, soil type and climate. *Agricultural and Forest Meteorology*. 1987 ;39:257-269.
- Perry DA. 1994. *Forest Ecosystems*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Queiroga JL. Efeitos de borda em fragmentos de cerrado em áreas de agricultura do Maranhão [Dissertação]. Londrina: Laboratório de Ecologia da Paisagem da Universidade Estadual de Londrina. 2001 ;1-32.
- Quinn, GP, Keough, MJ. *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge: Cambridge University Press (2002).
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008. R: A language and environment for statistical computing, reference index. R Foundation for Statistical Computing, Viena-Austria.
- Ranney, JW, Bruner, MC, Levenson, JB. The importance of edge in the structure and dynamics of forest islands. Pages 67-95 in Burgess, RL, Sharpe, MD, editors. *Forest island dynamics in man-dominated land-scapes*. Springer-Verlag, New York, New York, USA, 1981.
- Ries L, Fletcher RJ, Battin J, Sisk TD. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. *Annual Reviews*. 2004 ;35:491-522.
- Saunders DA, Hobbs RJ, Margules CR. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*. 1991 ;5:18-32.

- Saunders SC, Chen J, Crow TR, Brosofske KD. Hierarchical relationships between landscape structure and temperature in a managed forest landscape. *Landscape Ecology*. 1998 ;381-395.
- Strayer DL, Power ME, Fagan WF, Pickett ST, Belnap J. A Classification of Ecological Boundaries. *BioScience*. 2003 ;53(8):723-729.
- Vetaas OR. Micro-site effects of trees and shrubs in dry savannas [Internet]. *Journal of Vegetation Science*. 1992 ;3(3):337-344. Available from: <http://blackwell-synergy.com/doi/abs/10.2307/3235758>
- Waring RH, Running SW. 1998. *Forest ecosystems*. San Diego (CA): Academic Press.
- Wiens JA, Stenseth NC, Horne BV, Ims RA, Home BV. Ecological mechanisms and landscape ecology ecological mechanisms and landscape ecology. *Oikos*. 1993 ;66(3):369-380.
- Willians-Linera G, Domínguez-Gastelú V, García-Zurita E. Microenvironment and floristics of different edges in a fragmented Tropical rainforest. *Conservation Biology*. 1998 ;12(5):1091-1102.
- Willians-Linera G. Origin and early development of forest edge vegetation in Panama. *Biotropica*. 1990 ;22(3):235-241.

IMPLICAÇÕES PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Deve-se ressaltar que, apesar de extremamente relevante, o efeito de borda é somente uma das diversas facetas da fragmentação. O pequeno tamanho e o grau de isolamento dos fragmentos de cerrado *stricto sensu* em boa parte das áreas de domínio desse bioma continuam sendo um dos maiores desafios para sua conservação.

A invasão por espécies exóticas no cerrado *stricto sensu*, facilitada pela abertura e exposição de bordas a matrizes antrópicas, é o principal efeito de borda observado neste estudo, potencialmente agravando os efeitos negativos do fogo no Cerrado, alterando as condições de microclima, competindo e inibindo a regeneração e desenvolvimento das espécies nativas. Os efeitos negativos da presença da braquiária foram concentrados nos estratos inferiores da vegetação. Contudo, a longo prazo, a gramínea africana deverá alterar a dinâmica das espécies arbóreas e arbustivas, proporcionando o mesmo efeito de competição e filtro ecológico sobre os regenerantes das espécies arbóreas.

Como o desenvolvimento econômico do país não pode ser evitado e depende fortemente da expansão da fronteira agrícola no Brasil, o processo de fragmentação é inexorável e impõe um pesado fardo sobre a conservação da biodiversidade do Cerrado, em grande parte, por não ser executado de maneira planejada. Devido à relação perímetro-área, quanto menor a área do fragmento, maior a quantidade de bordas. Esta é a situação de quase 80 % dos fragmentos de Cerrado no estado de São Paulo, de modo que restam poucas áreas naturais de habitat útil para a biodiversidade e muitas áreas expostas a distúrbios, destacando-se a invasão por espécies exóticas e suas conseqüências.

A recomendação mais importante e imediata para a conservação da biodiversidade do Cerrado frente às ameaças da fragmentação seria a criação de áreas protegidas, públicas ou

privadas, com áreas suficientemente extensas para preservar habitats íntegros. Todavia, esta é uma alternativa nem sempre possível e viável mediante o processo moroso, burocrático e oneroso de criação de unidades de conservação. Deste modo, outra alternativa seria organizar e ordenar o uso da terra, em especial nas regiões com fragmentos prioritários para a conservação. Nessas regiões, o uso do espaço deve recomendar o estabelecimento de matrizes que ofereçam pouco ou nenhum potencial de invasão e dano à biota do cerrado *stricto-sensu*.

Não se pode, porém, deixar de investir esforços de pesquisa e recursos na prevenção e controle de invasões biológicas, que podem lentamente dilapidar a biodiversidade dos ecossistemas até mesmo em áreas protegidas.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Lista de espécies do estrato arbóreo.

Família	Espécie	Hábito	Síndrome de dispersão
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	arbustivo	zoocórica
Annonaceae	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	arboreo	zoocórica
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	arbóreo	zoocórica
Asteraceae	<i>Gochnatia barrosii</i> Cabrera	arbusto	anemocórica
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.)Cabrera	arbóreo	anemocórica
Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> Baker	arbustivo	anemocórica
Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth & Hook.f. ex S.Moore	arbóreo	anemocórica
Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i> Standl.	arbóreo	anemocórica
Bombaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	arbóreo	anemocórica
Caesalpiniaeeae	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	arbóreo	zoocórica
Celastraceae	<i>Austroplenckia populnea</i> (Reissek) Lundell	arbóreo	anemocórica
Chrysobalanaceae	<i>Licania humilis</i> Cham. & Schldtl.	arbóreo	zoocórica
Combretaceae	<i>Terminalia argentea</i> Mart.	arbustivo	anemocórica
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	arbustivo	zoocórica
Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i> DC.	arbustivo	zoocórica
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	arbóreo	zoocórica
Euphorbiaceae	<i>Pera obovata</i> Bail.	arbusto	autocórica
Fabaceae	<i>Senna rugosa</i> (G.Don) H.S.Irwin & Barneby	arbustivo	autocórica
Fabaceae	<i>Acosmium subelegans</i> Yakovlev	arbóreo	anemocórica
Fabaceae	<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	arbóreo	anemocórica
Lauraceae	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	arbóreo	zoocórica
Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i> A.St.-Hil.	arbusto	zoocórica
Malpighiaceae	<i>Byrsonima basiloba</i> A.Juss.	arboreo	zoocórica
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	arbustivo	zoocórica

Família	Espécie	Hábito	Síndrome de dispersão
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	arbusto	zoocórica
Melastomataceae	<i>Miconia fallax</i> DC.	arbusto	zoocórica
Melastomataceae	<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	arbóreo	zoocórica
Mimosaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	arbóreo	zoocórica
Mimosaceae	<i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth.	arbóreo	zoocórica
Myrsinaceae	<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	arbóreo	zoocórica
Myrtaceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	arboreo	zoocórica
Myrtaceae	<i>Eugenia aurata</i> O.Berg	arbustivo	zoocórica
Myrtaceae	<i>Eugenia livida</i> O.Berg	arbóreo	zoocórica
Myrtaceae	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	arbusto	zoocórica
Myrtaceae	<i>Hexachlamys edulis</i> (O.Berg) Kausel & Legrand	arbóreo	zoocórica
Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i> Cambess.	arbóreo	zoocórica
Myrtaceae	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	arbóreo	zoocórica
Myrtaceae	<i>Psidium pohlianum</i> O.Berg	arbóreo	zoocórica
Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	arbóreo	autocórica
Ochnaceae	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	arbóreo	zoocórica
Solanaceae	<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	arbusto	zoocórica
Styracaceae	<i>Styrax ferrugineus</i> Ness & Mart.	arbóreo	zoocórica
Verbenaceae	<i>Aegiphila lhotszkyana</i> Cham.	arbustivo	zoocórica
Verbenaceae	<i>Lippia sidoides</i> Cham.	arbusto	autocórica

Apêndice 2 – Lista de espécies do estrato herbáceo-arbustivo

Família	Espécie	Hábito	Síndrome de dispersão
Amarantaceae	<i>Froelichia lanata</i> Moq.	herbáceo	anemocórica
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	arbustivo	zoocórica
Annonaceae	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	arboreo	zoocórica
Annonaceae	<i>Annona dioica</i> A.St.-Hil.	arbusto	zoocórica
Annonaceae	<i>Annona nutans</i> R.E.Fr.	arbusto	zoocórica
Annonaceae	<i>Duguetia furfuracea</i> (A. St.-Hil.) Saff.	arbusto	autocórica
Apiaceae	<i>Eryngium juncifolium</i> Mathias & Constance	herbáceo	autocórica
Apocynaceae	<i>Forsteronia glabrescens</i> (Mull.)Arg.	herbáceo	anemocórica
Apocynaceae	<i>Himatanthus obovatus</i> (Mull.Arg.) Woodson	arbustivo	anemocórica
Apocynaceae	<i>Mandevilla velutina</i> (Mart. Ex Stadelm.) Woodson	subarbusto	anemocórica
Apocynaceae	<i>Prestonia tomentosa</i> R.Br.	trepadeira	anemocórica
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	arbóreo	zoocórica
Apocynaceae	<i>Temnadenia violacea</i> (Vell.) Miers	trepadeira	anemocórica
Araliaceae	<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltld.)Frodin	arbustivo	zoocórica
Arecaceae	<i>Allagoptera campestris</i> (Mart.) Kuntze	herbáceo	sinzoocórica
Asteraceae	<i>Achyrocline satureioides</i> DC.	herbáceo	autocórica
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	arbustivo	anemocórica
Asteraceae	<i>Baccharis pseudotenuifolia</i> (DC.) Giuliano	arbusto	anemocórica
Asteraceae	<i>Bidens gardneri</i> Baker	herbáceo	zoocórica
Asteraceae	<i>Elephantopus elongatus</i> Gardner	arbusto	anemocórica
Asteraceae	<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	herbáceo	anemocórica
Asteraceae	<i>Eupatorium maximiliani</i> Schrader	herbáceo	anemocórica
Asteraceae	<i>Gochnatia barrosii</i> Cabrera	arbusto	anemocórica
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.)Cabrera	arbóreo	anemocórica

Família	Espécie	Hábito	Síndrome de dispersão
Asteraceae	<i>Gochnatia pulchra</i> (Spreng.) Cabrera	arbustivo	anemocórica
Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> Baker	arbustivo	anemocórica
Asteraceae	<i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC.	subarbusto	anemocórica
Asteraceae	<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	arbusto	anemocórica
Asteraceae	<i>Vernonia scorpioides</i> (Lam.) pers.	herbáceo	anemocórica
Asteraceae	<i>Vernonia Sp1</i>		
Asteraceae	<i>Vernonia sp2</i>		
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i> DC.	arbusto	anemocórica
Bignoniaceae	<i>Jacaranda oxyphylla</i> Cham.	arbusto	anemocórica
Bignoniaceae	<i>Jacaranda rufa</i> Silva Manso	subarbusto	anemocórica
Bignoniaceae	<i>Pyrostegia venusta</i> Miers	herbáceo	anemocórica
Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i> Standl.	arbóreo	anemocórica
Bombaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	arbóreo	anemocórica
Bromeliaceae	<i>Bromelia balansae</i> Mez	erva	zoocórica
Caesalpiniaeeae	<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	subarbusto	autocórica
Caesalpiniaeeae	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	arbóreo	zoocórica
Cestrineae	<i>Cestrum sendtnerianum</i> Mart.	arbusto	zoocórica
Chrysobalanaceae	<i>Licania humilis</i> Cham. & Schldl.	arbóreo	zoocórica
Chrysobalanaceae	<i>Parinari obtusifolia</i> Hook. F.	arbusto	zoocórica
Clusiaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	arbóreo	anemocórica
Combretaceae	<i>Terminalia argentea</i> Mart.	arbóreo	anemocórica
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	herbáceo	autocórica
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	arbustivo	zoocórica
Cyperaceae	<i>Cyperaceae 1</i>		
Dilleciaceae	<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	arbusto	autocórica
Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i> DC.	arbustivo	zoocórica

Família	Espécie	Hábito	Síndrome de dispersão
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum campestris</i> A.St.-Hil.	subarbusto	zoocórica
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	arbustivo	zoocórica
Euphorbiaceae	<i>Manihot tripartita</i> Mull.Arg.	arbusto	autocórica
Euphorbiaceae	<i>Pera obovata</i> Bail.	arbóreo	autocórica
Fabaceae	<i>Senna rugosa</i> (G.Don) H.S.Irwin & Barneby	arbusto	autocórica
Fabaceae	<i>Acosmium subelegans</i> Yakovlev	arbustivo	anemocórica
Fabaceae	<i>Clitoria densiflora</i> Benth.	subarbusto	autocórica
Fabaceae	<i>Crotalaria micans</i> Link	herbáceo	autocórica
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i> DC.	subarbusto	zoocórica
Fabaceae	<i>Eriosema crinitum</i> E.Mey.	subarbusto	autocórica
Fabaceae	<i>Stylosanthes acuminata</i> M.B. Ferreira & Sousa Costa	herbáceo	autocórica
Fabaceae	<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	subarbusto	autocórica
Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	arbustivo	zoocórica
Hippocrateaceae	<i>Peritassa campestris</i> A.C.Sm.	arbusto	zoocórica
Hippocrateaceae	<i>Tontelea micrantha</i> (Mart.)A.C.Sm.	arbusto	zoocórica
Labiatae	<i>Hyptis</i> sp		
Lamiaceae	<i>Eriope crassipes</i> Benth.	herbáceo	autocórica
Lauraceae	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	arbóreo	zoocórica
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart	trepadeira	zoocórica
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis stellaris</i> B.Gates	herbáceo	anemocórica
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	arboreo	zoocórica
Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	arbusto	zoocórica
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon ciliatum</i> (Lam.) A. Juss.	trepadeira	anemocórica
Malvaceae	<i>Peltaea polymorpha</i> (A.St.-Hil.) Krapov & Cristóbal	arbusto	autocórica
Malvaceae	<i>Sida linifolia</i> Cav.	herbáceo	autocórica

Família	Espécie	Hábito	Síndrome de dispersão
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	arbustivo	zoocórica
Melastomataceae	<i>Miconia fallax</i> DC.	arbusto	zoocórica
Melastomataceae	<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	arbóreo	zoocórica
Melastomataceae	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	arbóreo	zoocórica
Melastomataceae	<i>Miconia stenostachya</i> DC.	arbusto	zoocórica
Mimosaceae	<i>Mimosa nuda</i> (Benth.) Barneby	arbusto	autocórica
Mimosaceae	<i>Mimosa xanthocentra</i> (Benth.) Barneby	subarbusto	autocórica
Mimosaceae	<i>Mimosa sp</i>		autocórica
Mimosaceae	<i>Mimosa dolens subsp. acerba</i> (Benth.) Barneby	subarbusto	zoocórica
Mimosaceae	<i>Mimosa dolens subsp. rigida</i> (Benth.) Barneby	arbusto	zoocórica
Mimosaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	arbóreo	zoocórica
Mimosaceae	<i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth.	arbóreo	zoocórica
Myrsinaceae	<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	arbóreo	zoocórica
Myrsinaceae	<i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez	arbóreo	zoocórica
Myrtaceae	<i>Campomanesia adamantium</i> O.Berg	arbusto	zoocórica
Myrtaceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	arboreo	zoocórica
Myrtaceae	<i>Eugenia aurata</i> O.Berg	arbustivo	zoocórica
Myrtaceae	<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	arbusto	zoocórica
Myrtaceae	<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	arbóreo	zoocórica
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i> DC.	arbusto	zoocórica
Myrtaceae	<i>Eugenia livida</i> O.Berg	arbóreo	zoocórica
Myrtaceae	<i>Eugenia obversa</i> O.Berg	arbusto	zoocórica
Myrtaceae	<i>Eugenia pitanga</i> Kiaersk.	subarbusto	zoocórica
Myrtaceae	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	arbusto	zoocórica
Myrtaceae	<i>Eugenia sp1</i>		
Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i> Cambess.	arbóreo	zoocórica

Família	Espécie	Hábito	Síndrome de dispersão
Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	arbóreo	zoocórica
Myrtaceae	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	arbóreo	zoocórica
Myrtaceae	<i>Myrcia lingua</i> (O. Berg) Mattos & D. Legrand	arbóreo	zoocórica
Myrtaceae	<i>Psidium australe</i> Cambess.	herbáceo	zoocórica
Myrtaceae	<i>Psidium cinereum</i> Mart. Ex DC.	arbusto	zoocórica
Myrtaceae	<i>Psidium guineense</i> Sw.	arbóreo	zoocórica
Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	arbóreo	autocórica
Ochnaceae	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	arbóreo	zoocórica
Polypodiaceae	<i>Polypodium latipes</i> Langsd. & L. Fisch.	herbáceo	anemocórica
Rubiaceae	<i>Alibertia obtusa</i> K.Schum.	arbustivo	zoocórica
Rubiaceae	<i>Tocoyena brasiliensis</i> Mart.	arbustivo	zoocórica
Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum	arbustivo	zoocórica
Sapindaceae	<i>Serjania Sp</i>		
Solanaceae	<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	arbusto	zoocórica
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i> L.	arbusto	zoocórica
Sterculiaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	subarbusto	autocórica
Styracaceae	<i>Styrax camporum</i> Pohl	arbóreo	zoocórica
Styracaceae	<i>Styrax ferrugineus</i> Ness & Mart.	arbóreo	zoocórica
Verbenaceae	<i>Aegiphila lhotszkyana</i> Cham.	arbustivo	zoocórica
Verbenaceae	<i>Lippia lupulina</i> Cham.	herbáceo	autocórica
Verbenaceae	<i>Lippia sidoides</i> Cham.	herbáceo	autocórica
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Schaub	subarbusto	autocórica
Vochysiaceae	<i>Qualea cordata</i> Spreng	arbóreo	anemocórica
Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	arbóreo	anemocórica
	<i>Indet2</i>		

Anexo 3 – Lista de espécies estrato subarbustivo

Família	Espécies	Hábito	Síndrome de Dispersão
Amaranthaceae	<i>Gomphrena macrocephala</i> A. St.-Hil.	subarbusto	autocórica
Anacardiaceae	<i>Anacardium humile</i> A. St.-Hil.	herbáceo	zoocórica
Arecaceae	<i>Allagoptera campestris</i> (Mart.) Kuntze	herbáceo	zoocórica
Arecaceae	<i>Syagrus</i> sp		
Bignoniaceae	<i>Jacaranda decurrens</i> Cham.	subarbusto	anemocórica
Bignoniaceae	<i>Jacaranda rufa</i> Silva Manso	subarbusto	anemocórica
Chrysobalanaceae	<i>Parinari obtusifolia</i> Hook. f.	arbusto	zoocórica
Cucurbitaceae	<i>Melancium campestre</i> Naudin	herbáceo	zoocórica
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum campestre</i> A. St.-Hil.	subarbusto	zoocórica
Fabaceae	<i>Andira humilis</i> Mart. ex Benth.	arbusto	zoocórica
Fabaceae	<i>Clitoria densiflora</i> (Benth.) Benth	subarbusto	autocórica
Hippocrateaceae	<i>Peritassa campestris</i> A.C. Sm.	arbusto	zoocórica
Hippocrateaceae	<i>Tontelea micrantha</i> (Mart. ex Schult.) A.C. Sm.	arbusto	zoocórica
Malpighiaceae	<i>Byrsonima subterranea</i> Brade & Marckg	arbusto	zoocórica
Malvaceae	<i>Peltaea polymorpha</i> (A. St.-Hil.) Krapov. & Cristóbal	subarbusto	autocórica
Myrtaceae	<i>Eugenia Pitanga</i> (O. Berg) Kiaersk.	subarbusto	zoocórica
Rubiaceae	<i>Alibertia</i> sp		
Rubiaceae	<i>Palicourea Rigida</i> Kunth	arbusto	zoocórica
Hippocrateaceae	<i>Tontelea micrantha</i> (Mart. ex Schult.) A.C. Sm.	arbusto	zoocórica