

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LETÍCIA KOPROSKI

**RISCO DE INCÊNDIO E SUAS CORRELAÇÕES COM A DIVERSIDADE
BIOLÓGICA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO (PARANÁ, BRASIL)**

CURITIBA

2010

LETÍCIA KOPROSKI

**RISCO DE INCÊNDIO E SUAS CORRELAÇÕES COM A DIVERSIDADE
BIOLÓGICA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO (PARANÁ, BRASIL)**

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Engenharia Florestal, Área de Concentração Conservação da Natureza, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Batista

Co-orientadores: Prof. Dr. Johann G. Goldammer
Prof. Dr. José Renato S. Nunes
Prof. Dr. Ronaldo Viana Soares

CURITIBA

2010




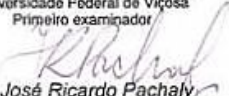
Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

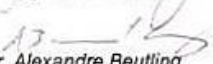
PARECER

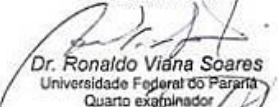
Defesa nº. 835

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) doutorando(a) *Leticia de Paulo Koproski* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**RISCO DE INCÊNDIO E SUAS CORRELAÇÕES COM A DIVERSIDADE BIOLÓGICA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO (PARANÁ, BRASIL)**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em **CONSERVAÇÃO DA NATUREZA**.


Dr. Guido Assunção Ribeiro
Universidade Federal de Viçosa
Primeiro examinador


Dr. José Ricardo Pachaly
Universidade Paranaense UNIPAR - Campus Umuarama
Segundo examinador

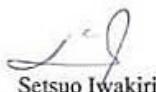

Dr. Alexandre Beutling
Rio Sagrado Indústrias Químicas
Terceiro examinador


Dr. Ronaldo Vianna Soares
Universidade Federal do Paraná
Quarto examinador


Dr. Antonio Carlos Batista
Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 02 de junho de 2010.



Setsuo Iwakiri
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
João Carlos Garzel Leodoro da Silva
Vice-coordenador do curso

Àqueles que o fogo consome.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná, por meio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, e à Albert-Ludwigs Universität Freiburg, pelas oportunidades concedidas para a realização do doutorado.

À CAPES e ao CNPq, pela credibilidade e fornecimento das bolsas de estudos no Brasil. Ao DAAD e à CAPES, que em conjunto concederam a bolsa para a realização do doutorado sanduíche na Alemanha, a qual mudou a minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Carlos Batista, pelos ensinamentos transmitidos durante a orientação desse trabalho, pela paciência em todo esse processo me orientando pelo universo das ciências florestais desde 2002, quando resolveu responder o e-mail de uma desconhecida, e especialmente pelo grande incentivo para a realização de parte do doutorado no exterior.

Ao meu orientador alemão, Prof. Dr. Johann Georg Goldammer, pelo imenso privilégio de ter sido e continuar a ser sua aluna, por ter me orientado cientificamente, mostrando o quão sensacional podem ser os trabalhos sobre ecologia do fogo ao redor do mundo e por ter me recebido como um amigo com uma *Rothaus* em Freiburg. *The best chief ever!*

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. José Renato Soares Nunes, por ter compartilhado seus conhecimentos me auxiliando na elaboração desse projeto; e por ter sido meu amigo Zé Renato que me chamava de murrinha e que me ajudou como um irmão não fez para que eu conseguisse chegar até aqui. Além de grande ausência pessoal, uma inestimável perda para a história da ciência.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Ronaldo Viana Soares, por todos os ensinamentos e pela confiança nesse trabalho.

Ao Prof. Dr. José Ricardo Pachaly, meu querido Mestre, por ter valorizado o tema dessa pesquisa, recomendando-me como pesquisadora ao Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico, e por ter participação especial e única em minha formação profissional e pessoal.

Ao pesquisador Dr. Paulo Rogerio Mangini, meu querido *caissara co-worker*, pela inestimável amizade e orientação, sempre presente pessoalmente, por telefone, por e-mail ou sms, me incentivando e apoiando em todo esse processo e com quem aprendi que amigo é amigo em qualquer lugar; e também por ter copiado manualmente todos os pontos do GPS que estragou!

Aos Profs. Drs. Alessandro Camargo Ângelo, Christel Lingnau, Franklin Galvão, Carlos Velozo Roderjan, Yoshiko Saito Kuniyoshi, Henrique Koehler, Nivaldo Rizzi, Daniela Biondi, Cláudio José Barros de Carvalho, Graciela Muniz, Ilse Storch e Juergen Bauhus pelos ensinamentos no decorrer do curso de doutorado.

Ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP), em especial a Maude Nancy Joslin Mota, Mauro Brito e toda equipe do Parque Estadual do Cerrado, nas pessoas do chefe da Unidade Ricardo e do Nei, por proporcionarem a infra-estrutura necessária para a execução e sucesso do projeto.

Ao grupo de trabalho em ecologia do fogo do Instituto Max Planck de Química e a equipe do Global Fire Monitoring Center (GFMC), pelo apoio recebido e compartilhamento de cerveja quente e *wurst* depois das queimas prescritas, em especial a Daniel Kraus e Stephan Maisch, e aos meus queridos companheiros de KGB, Michaela Spiellmann e Sundhar Sharma, e ao meu queridíssimo amigo de Working on Fire, Alex Held - *Great minds think alike!*

Ao Médico Veterinário Pedro Chaves de Camargo, meu companheiro durante as excursões de campo, sem o qual eu não teria realizado metade dessa pesquisa, pela irmandade nas horas boas e principalmente nas ruins.

Ao Engenheiro Florestal Matheus Pinheiro Ferreira, meu protegido, sem o qual eu não teria realizado a outra metade dessa pesquisa, pela enorme *freundschaft!*

Ao meu companheiro de Firelab, Alexandre Beutling, pela amizade, paciência e pela festinha de despedida (só faltou Eisenbahn!).

Ao meu amigo Manaus, Luiz Antonio Mota Nunes de Melo, por todo o auxílio na aquisição de dados para a elaboração desse trabalho junto à STCP, empresa a qual também sou muito grata.

Aos meus companheiros de pós-graduação, Lorena Stolle, Luciene Ribeiro, Rafaelo Balbinot e Hugo Rivera pelas amizades estabelecidas.

À Stephen Pyne, Robert Mutch, Ron Myers, Claudius Van de Vijver, Peter Frost, William Bond, Chris Justice, Mary Scholes, Francisco Moreira, David Ganz, Peter Moore e Brad Sanders, pesquisadores que tive a felicidade em conhecer pessoalmente, pelas suas considerações sobre o tema desse estudo e pelo incentivo para a sua realização.

Aos meus queridos amigos adquiridos em Marburg, Fabiane Cesare (Docinho I), Vivian Fernandes, Mauro Alixandrini, Laura Artoni, Leandro Möller,

Marco Wehrmeister, Henok Mulat, Alexandre Flugel, Fernanda Marzano, Ricardo Giehl, Theresa Redaniel, Christiaan Maasdorp, Gerson Florence, Ana Paula Hamad, Priscila Zlotowski, Greta e Juan Marcelo Aguiar, por todos os momentos que passamos juntos; em especial ao Anderson Fernandes por todo companherismo, paciência e incentivo sobre a NASA do fogo; e a minha melhor amiga uruguaia, Ângela Cabezas, por todo o carinho, amizade, *cervezitas* e por ter me ensinado que *acá no pasa nada!*

Aos amigos adquiridos em Freiburg, Isam Absi, Rafael Kuster e Marco Aurélio; em especial a minha querida tandem Yvonne Ziegelmeier por toda a amizade estabelecida durante a minha trajetória européia; e ao meu amigo alemão que eu adoro muito, sempre querido, Björn Hecht, *the best/worst tandem ever!*

À Mariah Vargas (Docinho II) e à Luciana Duque minhas companheiras de viagens de Eurotrip, pelo carinho e amizade, cervejas no barril e muitas risadas.

Aos meus amigos de longa data, pelos quais tenho um afeto inestimável, André Gonçalves França Pereira (valeu cara!), Michele Milistetd, Marcos Batista, Ieda Holetz, Iraê Holetz, Débora Dias (Docinho III), Guilherme Guerra Neto, Weber Fonseca (Salve!), George Velastin (Laroiê), Priscila Batista, Ciro Cruvinel, Tatiana Cruvinel, Fábio Amâncio, Gian Galli, Stephannie Sarah, Tiago Boscarato, Luciano Popadiuk, Paulo Svolenski, Jug Ossoski, Anderson Iuras, Franck Lira da Silveira, Flávia Miranda e André Brandão, por todo o apoio e amizade e por terem me encorajado a prosseguir na execução desse trabalho.

Ao meu padrinho, Fernando Néris, pelo apoio nos momentos de dificuldade.

A todos os meus familiares que me apoiaram, em especial aos meus pais João e Mara, a minha irmã Juliana, ao meu cunhado Drew, meu sobrinho Lucas, meus primos Rafael e Thiago e minhas tias Berna, Beth e Claudia, por sempre torcerem por mim.

Aos outros, por me protegerem e guiarem.

Esses agradecimentos expressam um significado que está além de palavras e representam atitudes e virtudes de pessoas que me ajudaram a transpor mais essa etapa da minha vida profissional e pessoal. Não foi uma caminhada breve, mas uma travessia que parecia sem fim, principalmente pelas intercorrências que me atropelaram e por isso, embora a redação, a responsabilidade, o estresse e a insanidade tenham sido individuais, a realização desse trabalho não seria possível sem essas pessoas e instituições.

*“...bound by wild desire
I fell into a ring of fire...”*

June Carter & Merle Kilgore

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido no Parque Estadual do Cerrado, unidade de conservação situada na mesorregião centro oriental do estado do Paraná, Brasil. O objetivo foi avaliar os riscos temporal e espacial de incêndios por meio da descrição do comportamento histórico do fogo na região, da identificação dos períodos críticos de ocorrência de incêndios, da elaboração do zoneamento de risco de incêndios, da caracterização e correlação do material combustível com o risco de incêndio, da avaliação da viabilidade da utilização de uma série de estereo-fotografias para caracterizar o material combustível de uma área de cerrado no sul do Brasil, e da correlação do risco de incêndio com a conservação da fauna. O histórico do fogo foi estabelecido pela identificação do uso do fogo na região por meio de entrevistas e observações diretas *in loco*. O período crítico de ocorrência de incêndios foi determinado pela avaliação dos focos de calor registrados no período compreendido entre junho de 1998 e junho de 2009, e pelo cálculo dos índices de perigo de incêndios pelas Fórmulas de Monte Alegre (FMA) e Monte Alegre Alterada (FMA⁺) para o período compreendido entre maio de 2000 e abril de 2006. O zoneamento de risco de incêndios foi elaborado a partir da integração dos mapas de risco segundo cobertura vegetal, influências humanas, declividade, orientação das encostas e altimetria. A caracterização do material combustível consistiu na coleta do material por meio de 85 parcelas destrutivas de 1m² estabelecidas pelas fitofisionomias de campo higro-hidrófilo, afloramento rochoso, campo sujo, campo cerrado, campo cerrado alterado e cerrado *sensu stricto*. A avaliação da viabilidade de uma série de estereo-fotografias consistiu na avaliação da vegetação das fitofisionomias essencialmente savânicas. A correlação do risco de incêndio com a manutenção da fauna foi estabelecida pela análise da disponibilidade de abrigos para tatus (Cingulata). As análises do histórico do fogo, dos focos de calor e dos índices de perigo de incêndios permitiram a identificação do risco temporal de incêndios, definindo os meses de agosto e setembro como períodos críticos. A partir do zoneamento foi possível identificar duas áreas prioritárias com relação ao risco de incêndios. A primeira está localizada nas porções nordeste e oeste do Parque, englobando as trilhas temáticas e a estrada de acesso à unidade. A segunda zona prioritária distribui-se ao longo dos vales dos rios e pela porção central da unidade. O material combustível vivo representa a maior proporção (58,73%) da carga total do material combustível. As classes herbácea e miscelânea contribuem com 70,84% da carga. Alto risco de incêndio foi identificado nas fisionomias campestres e no campo cerrado alterado. As fisionomias savânicas do campo sujo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto* foram classificadas como risco moderado de incêndio. A utilização de uma série de estereo-fotografias demonstrou viabilidade para o campo sujo, campo cerrado e campo cerrado alterado. As fisionomias campestres apresentam maiores risco de incêndios para a sobrevivência dos tatus e conseqüentemente da comunidade faunística, do que as fisionomias savânicas.

Palavras-chave: Índices de perigo. Zoneamento de risco. Material combustível. Efeitos do fogo sobre a fauna. Cingulata.

ABSTRACT

This research was developed in Cerrado State Park, a Brazilian protected area located in the middle east of the Paraná state. The goals were to analyze the temporal and spatial fire risk by fire history description; fire hazardous periods identification; fire risk mapping elaboration; fuels characterization and its correlation to fire risk determination; evaluation of the viability of one stereo-photos series for a savanna area located in the south of Brazil; and the determination of the correlation between fire risk and wildlife conservation. The fire history was established by the fire use in the Park area by interviews and *in situ* observations. The fire hazardous periods were determined by the evaluation of hot pixels registered in the area between June 1998 and June 2009, and the evaluation of fire danger indexes represented by the Monte Alegre Formula (FMA) and Modified Monte Alegre Formula (FMA+) between May 2000 and April 2006. The fire risk mapping was elaborated by the integration of the fire risk maps of vegetation, human activities, slope gradients, slope aspects and elevation. The fuels characterization was determined by a direct sampling procedure, where fuels were harvested from 85 destructives square meters quadrates plots in six distinct physiognomies. Live and dead surface fuels were collected and separated according to the following size classes: woody 1 (0 to 0.7cm diameter), woody 2 (0.71 to 2.5cm), woody 3 (2.51 to 7.5cm), and woody 4 (≥ 7.51 cm). Miscellanea (dead leaves, dry grasses and humus) and herbaceous material (live leaves and grasses) were also collected and weighted. The evaluation of the viability of one stereo-photo series for a savanna located in the south of Brazil was established by the methodology of using the stereo-photos developed for central Brazilian savannas. The correlation between fire risk and wildlife conservation was defined by the availability of shelters for armadillos (Cingulata). The evaluation of fire history, hot pixels and fire indexes were successful to determine the temporal fire risk and defined that August and September represent the hazardous fire periods for the Park. Two areas were defined by fire risk mapping as priority concerning fire management. The first one is located in the northeast and in the west, and the second one is located in the rivers valleys and in the middle of the area. Live fuels represented the highest amount (58.73%) of the park fuel load. Miscellanea and herbaceous classes represented 70.84% of the park fuel load. In the six analyzed physiognomies, three were classified as high fire risk and three as moderate fire risk. The evaluation of stereo-photo series was successful in three physiognomies of a savanna area located in the south of Brazil. Grasslands physiognomies present higher direct and indirect risk of fire for the survival of armadillos and consequently to the fauna community, than the savannas physiognomies in the Cerrado State Park.

Key-words: Fire index. Fire risk mapping. Fire fuels. Fire effects on fauna. Armadillos (Cingulata).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	- DISTRIBUIÇÃO DO BIOMA CERRADO NO BRASIL.....	23
FIGURA 2	- PERFIL ESQUEMÁTICO DE UM SEGMENTO DE CERRADO.....	26
FIGURA 3	- PERFIL ESQUEMÁTICO DE UM SEGMENTO DE CERRADO NO MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA, PARANÁ.....	27
FIGURA 4	- REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO CONCEITO DE SAÚDE ECOLÓGICA.....	40
FIGURA 5	- ORGANOGRAMA DE CLASSIFICAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS.....	48
FIGURA 6	- RELAÇÃO ENTRE ESTRATOS DA VEGETAÇÃO E CATEGORIAS DE MATERIAL COMBUSTÍVEL.....	49
TABELA 1	- INCLINAÇÃO DO TERRENO E FATOR DE PROPAGAÇÃO ASSOCIADO.....	53
TABELA 2	- RESTRIÇÕES DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE EM FUNÇÃO DA QUANTIDADE DE CHUVA DO DIA.....	60
TABELA 3	- ESCALA DO GRAU DE PERIGO DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE.....	60
TABELA 4	- INDICAÇÃO DAS RESTRIÇÕES DE PRECIPITAÇÃO E AJUSTES DE CÁLCULO PARA A FÓRMULA DE MONTE ALEGRE ALTERADA.....	61
TABELA 5	- ESCALA ORIGINAL DO GRAU DE PERIGO DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE ALTERADA.....	61
TABELA 6	- PRIMEIRA ADAPTAÇÃO DA ESCALA DO GRAU DE PERIGO DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE ALTERADA.....	62
TABELA 7	- SEGUNDA ADAPTAÇÃO DA ESCALA DO GRAU DE PERIGO DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE ALTERADA.....	62
FIGURA 7	- LOCALIZAÇÃO DO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	70
FIGURA 8	- MAPA DA REDE HIDROGRÁFICA DO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	73
FIGURA 9	- MAPA DA COBERTURA VEGETAL DO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	74
FIGURA 10	- TORRE DE OBSERVAÇÃO DE INCÊNDIOS SITUADA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ.....	77
TABELA 8	- ESCALA DO GRAU DE PERIGO DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE.....	80
TABELA 9	- ESCALA DO GRAU DE PERIGO DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE ALTERADA.....	81

TABELA 10	- CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A COBERTURA VEGETAL PARA O PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	82
TABELA 11	- CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO INFLUÊNCIAS HUMANAS.....	83
TABELA 12	- CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A DECLIVIDADE DO TERRENO.....	84
TABELA 13	- CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A ORIENTAÇÃO DAS ENCOSTAS.....	84
TABELA 14	- CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A ALTIMETRIA.....	85
TABELA 15	- CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO SOMATÓRIA DOS MAPAS DE RISCO PRELIMINARES.....	86
FIGURA 11	- MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS AMOSTRAIS NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	88
FIGURA 12	- GABARITO PARA AMOSTRAGEM DE MATERIAL COMBUSTÍVEL.....	89
FIGURA 13	- CATEGORIAS DE MATERIAL COMBUSTÍVEL.....	89
FIGURA 14	- CALIBRADOR DE MATERIAL COMBUSTÍVEL.....	90
TABELA 16	- CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO SOMATÓRIA DOS COEFICIENTES PRELIMINARES.....	92
TABELA 17	- CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL.....	92
TABELA 18	- CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE MATERIAL COMBUSTÍVEL SECO E VERDE.....	93
FIGURA 15	- GABARITO UTILIZADO PARA ESTIMATIVA DA ALTURA MÉDIA DA VEGETAÇÃO.....	95
FIGURA 16	- MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DO PERCURSO DAS TRANSEÇÕES LINEARES.....	96
FIGURA 17	- DISTRIBUIÇÃO MENSAL DOS FOCOS DE CALOR REGISTRADOS ENTRE 1998-2009, PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA, PARANÁ.....	100
FIGURA 18	- MÉDIAS MENSAIS DOS FOCOS DE CALOR REGISTRADOS ENTRE 1998-2009, PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA, PARANÁ.....	100
TABELA 19	- DISTRIBUIÇÃO DOS FOCOS DE CALOR E SUA RELAÇÃO COM OS LIMITES DO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	101

TABELA 20	- DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE DIAS POR CLASSE DE PERIGO PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA DE ACORDO COM OS ÍNDICES FMA E FMA ⁺	102
FIGURA 19	- PORCENTAGEM DO NÚMERO DE DIAS EM CADA CLASSE DE PERIGO CALCULADA PELA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE, NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 01.05.2000 E 30.04.2006, PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA.....	103
FIGURA 20	- PORCENTAGEM DO NÚMERO DE DIAS EM CADA CLASSE DE PERIGO CALCULADA PELA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE ALTERADA, NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 01.05.2000 E 30.04.2006, PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA.....	103
FIGURA 21	- SÉRIE TEMPORAL CALCULADA PARA FMA ⁺ , NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 01.05.2000 E 30.04.2006, PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA.....	104
FIGURA 22	- ANÁLISE DAS AUTOCORRELAÇÕES PARA FMA ⁺ , NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 01.05.2000 E 30.04.2006, PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA.....	105
FIGURA 23	- MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A COBERTURA VEGETAL, PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	109
FIGURA 24	- MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO AS INFLUÊNCIAS HUMANAS, PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	110
FIGURA 25	- MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A DECLIVIDADE DO TERRENO, PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	111
FIGURA 26	- MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A ORIENTAÇÃO DAS ENCOSTAS, PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	112
FIGURA 27	- MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A ALTIMETRIA, PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	113
FIGURA 28	- ZONEAMENTO DE RISCO DE INCÊNDIO PARA O PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ.....	116
TABELA 21	- NÚMERO DE PARCELAS LANÇADAS POR FITOFISIONOMIA PARA A CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL.....	117
TABELA 22	- CARGA TOTAL MÉDIA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL (Mg/ha).....	118

TABELA 23	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA TOTAL DO MATERIAL COMBUSTÍVEL.....	120
TABELA 24	- TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS SNK, PARA CARGA TOTAL DO MATERIAL COMBUSTÍVEL EM FUNÇÃO DA FITOFISIONOMIA.....	120
FIGURA 29	- VARIAÇÃO DAS CARGAS TOTAIS DE MATERIAL COMBUSTÍVEL POR FITOFISIONOMIA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	121
FIGURA 30	- REPRESENTATIVIDADE DO MATERIAL COMBUSTÍVEL POR FITOFISIONOMIA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	122
QUADRO 1	- MÉDIAS DAS CARGAS (Mg/ha) E SUAS PROPORÇÕES POR CLASSE DE DIÂMETRO POR FITOFISIONOMIA PARA O PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	123
TABELA 25	- CARGA MÉDIA DA CLASSE HERBÁCEA (Mg/ha).....	124
TABELA 26	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA DA CLASSE HERBÁCEA.....	126
TABELA 27	- TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS SNK, PARA CARGA DA CLASSE HERBÁCEA.....	126
TABELA 28	- CARGA MÉDIA DA CLASSE V1 (Mg/ha).....	128
TABELA 29	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA DA CLASSE V1.....	128
TABELA 30	- TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS SNK, PARA CARGA DA CLASSE V1.....	128
TABELA 31	- CARGA MÉDIA DA CLASSE V2 (Mg/ha).....	131
TABELA 32	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA DA CLASSE V2.....	131
TABELA 33	- CARGA MÉDIA DA CLASSE V3 (Mg/ha).....	132
TABELA 34	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA DA CLASSE V3.....	133
TABELA 35	- CARGA MÉDIA DA CLASSE MISCELÂNEA (Mg/ha).....	135
TABELA 36	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA DA CLASSE MISCELÂNEA.....	136
TABELA 37	- TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS SNK, PARA CARGA DA CLASSE MISCELÂNEA.....	136
TABELA 38	- CARGA MÉDIA DA CLASSE S1 (Mg/ha).....	138
TABELA 39	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA DA CLASSE S1.....	139
TABELA 40	- TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS SNK, PARA CARGA DA CLASSE S1.....	139
TABELA 41	- CARGA MÉDIA DA CLASSE S2 (Mg/ha).....	141
TABELA 42	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA DA CLASSE S2.....	142

TABELA 43	- CARGA MÉDIA DA CLASSE S3 (Mg/ha).....	142
TABELA 44	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA DA CLASSE S3.....	143
QUADRO 2	- RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A CARGA TOTAL DO MATERIAL COMBUSTÍVEL POR FITOFISIONOMIA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	145
QUADRO 3	- RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL SEMI-PERIGOSO POR FITOFISIONOMIA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	146
QUADRO 4	- RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PERIGOSO POR FITOFISIONOMIA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	147
QUADRO 5	- RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A RELAÇÃO ENTRE O MATERIAL COMBUSTÍVEL SECO E VERDE POR FITOFISIONOMIA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	148
QUADRO 6	- RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL POR FITOFISIONOMIA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	149
FIGURA 31	- CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO, FITOFISIONOMIA OCORRENTE NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ.....	150
TABELA 42	- PADRÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PARA O CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO.....	151
QUADRO 7	- SIMILARIDADE ENTRE CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO E DEMAIS FITOFISIONOMIAS NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO...	151
FIGURA 32	- AFLORAMENTO ROCHOSO, FITOFISIONOMIA OCORRENTE NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ.....	153
TABELA 43	- PADRÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PARA O AFLORAMENTO ROCHOSO.....	153
QUADRO 8	- SIMILARIDADE ENTRE AFLORAMENTO ROCHOSO E DEMAIS FITOFISIONOMIAS NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	154
FIGURA 33	- CAMPO SUJO, FITOFISIONOMIA OCORRENTE NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ.....	156
TABELA 44	- PADRÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PARA O CAMPO SUJO....	156
QUADRO 9	- SIMILARIDADE ENTRE CAMPO SUJO E DEMAIS FITOFISIONOMIAS NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	157

FIGURA 34	- CAMPO CERRADO, FITOFISIONOMIA OCORRENTE NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ.....	159
TABELA 45	- PADRÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PARA O CAMPO CERRADO...	159
QUADRO 10	- SIMILARIDADE ENTRE CAMPO CERRADO E DEMAIS FITOFISIONOMIAS NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	160
FIGURA 35	- CAMPO CERRADO ALTERADO, FITOFISIONOMIA OCORRENTE NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ.....	161
TABELA 46	- PADRÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PARA O CAMPO CERRADO ALTERADO.....	162
QUADRO 11	- SIMILARIDADE ENTRE CAMPO CERRADO ALTERADO E DEMAIS FITOFISIONOMIAS NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO.....	162
FIGURA 36	- CERRADO <i>SENSU STRICTO</i> , FITOFISIONOMIA OCORRENTE NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ.....	164
TABELA 47	- PADRÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PARA CERRADO <i>SENSU STRICTO</i>	164
QUADRO 12	- SIMILARIDADE ENTRE CERRADO <i>SENSU STRICTO</i> E DEMAIS FITOFISIONOMIAS NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO...	165
FIGURA 37	- COMPARAÇÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PELOS MÉTODOS INDIRETO E DIRETO PARA O CAMPO SUJO.....	167
TABELA 48	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CARGAS DO CAMPO SUJO.....	167
QUADRO 13	- TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DE BONFERRONI, PARA COMPARAÇÃO DAS CARGAS DO CAMPO SUJO.....	168
FIGURA 38	- COMPARAÇÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PELOS MÉTODOS INDIRETO E DIRETO PARA O CAMPO CERRADO.....	169
TABELA 49	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CARGAS DO CAMPO CERRADO.....	170
QUADRO 14	- TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DE BONFERRONI, PARA COMPARAÇÃO DAS CARGAS DO CAMPO CERRADO.....	170
FIGURA 39	- COMPARAÇÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PELOS MÉTODOS INDIRETO E DIRETO PARA O CAMPO CERRADO ALTERADO.....	171
TABELA 50	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CARGAS DO CAMPO CERRADO ALTERADO.....	172
QUADRO 15	- TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DE BONFERRONI, PARA COMPARAÇÃO DAS CARGAS DO CAMPO CERRADO ALTERADO.....	172

FIGURA 40	- COMPARAÇÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PELOS MÉTODOS INDIRETO E DIRETO PARA O CERRADO <i>SENSU STRICTO</i>	173
TABELA 51	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CARGAS DO CERRADO <i>SENSU STRICTO</i>	174
QUADRO 16	- TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DE BONFERRONI, PARA COMPARAÇÃO DAS CARGAS DO CERRADO <i>SENSU STRICTO</i>	174
TABELA 52	- NÚMERO DE TOCAS IDENTIFICADAS POR FITOFISIONOMIA.....	175
FIGURA 41	- DENSIDADE MÉDIA DE TOCAS POR HECTARE.....	176
FIGURA 42	- DENSIDADE DE TOCAS POR ÁREA DAS FITOFISIONOMIAS.....	177

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
1.1 OBJETIVO GERAL.....	22
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
2 REVISÃO DE LITERATURA	23
2.1 CERRADO: BIOMA E FORMAÇÃO VEGETAL	23
2.1.1 Cerrado no estado do Paraná	26
2.2 FOGO.....	28
2.2.1 Fogo e diversidade biológica.....	29
2.2.1.1 Fogo e fauna	30
2.2.2 O fogo e o cerrado.....	32
2.2.3 Fogo em áreas protegidas.....	35
2.2.4 Fogo e saúde ecológica	39
2.2.4.1 Fogo e saúde humana.....	41
2.2.4.2 Fogo e saúde animal	42
2.2.4.3 Fogo e saúde vegetal	44
2.2.4.4 Fogo e saúde do ecossistema.....	45
2.3 RISCO DE INCÊNDIO.....	45
2.3.1 Fatores associados ao risco de incêndio.....	46
2.3.1.1 Cobertura vegetal.....	46
2.3.1.2 Material combustível.....	47
2.3.1.3 Topografia	52
2.3.1.4 Condições climáticas.....	53
2.3.1.5 Influências humanas.....	55
2.3.2 Análise do risco temporal de incêndios	57
2.3.2.1 Histórico do fogo.....	57
2.3.2.2 Focos de calor.....	58
2.3.2.3 Índices de perigo de incêndios	59
2.3.2.3.1 Fórmula de Monte Alegre	60
2.3.2.3.2 Fórmula de Monte Alegre Alterada.....	61
2.3.3 Análise do risco espacial de incêndios	62
2.3.3.1 Zoneamento de risco de incêndios.....	62

2.3.3.2	Caracterização do material combustível.....	65
3	MATERIAL E MÉTODOS	69
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	69
3.1.1	Localização da área	69
3.1.2	Caracterização da área	70
3.1.2.1	Clima	70
3.1.2.2	Geologia e geomorfologia	71
3.1.2.3	Pedologia	72
3.1.2.4	Topografia	72
3.1.2.5	Hidrografia.....	72
3.1.2.6	Cobertura vegetal.....	73
3.1.2.7	Fauna	76
3.1.2.8	Infra-estrutura.....	77
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	78
3.2.1	Avaliação do risco temporal de incêndios	78
3.2.1.1	Descrição do histórico do fogo	78
3.2.1.2	Análise dos focos de calor.....	78
3.2.1.3	Análise de índices de perigo de incêndios	79
3.2.1.3.1	Fórmula de Monte Alegre	80
3.2.1.3.2	Fórmula de Monte Alegre Alterada.....	80
3.2.2	Avaliação do risco espacial de incêndios	81
3.2.2.1	Elaboração do zoneamento de risco de incêndios	81
3.2.2.2	Caracterização do material combustível.....	86
3.2.2.2.1	Método direto.....	87
3.2.2.2.2	Método indireto.....	93
3.2.2.3	Correlações entre risco de incêndio e ameaça sobre a fauna.....	95
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	97
4.1	RISCO TEMPORAL DE INCÊNDIOS.....	97
4.1.1	Descrição do histórico do fogo	97
4.1.2	Análise dos focos de calor.....	99
4.1.3	Análise dos índices de perigo de incêndios.....	102
4.2	RISCO ESPACIAL DE INCÊNDIOS.....	106
4.2.1	Zoneamento de risco de incêndios.....	106
4.2.1.1	Mapa de risco segundo a cobertura vegetal.....	106

4.2.1.2	Mapa de risco segundo influências humanas.....	107
4.2.1.3	Mapa de risco segundo a declividade	108
4.2.1.4	Mapa de risco segundo a orientação das encostas.....	108
4.2.1.5	Mapa de risco segundo a altimetria.....	108
4.2.1.6	Mapa do zoneamento de risco de incêndios	114
4.2.2	Caracterização do material combustível.....	117
4.2.2.1	Método direto.....	117
4.2.2.1.1	Carga total do material combustível	117
4.2.2.1.2	Representatividade das categorias de material combustível.....	121
4.2.2.1.3	Análise das classes de material combustível	123
4.2.2.1.4	Risco de incêndio em função do material combustível.....	145
4.2.2.1.5	Padrão do material combustível por fitofisionomia	149
4.2.2.2	Método indireto.....	166
4.2.2.2.1	Campo sujo	166
4.2.2.2.2	Campo cerrado.....	169
4.2.2.2.3	Campo cerrado alterado.....	171
4.2.2.2.4	Cerrado <i>sensu stricto</i>	173
4.2.3	Correlações entre risco de incêndio e ameaça sobre a fauna.....	175
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	179
5.1	RISCO TEMPORAL DE INCÊNDIOS.....	179
5.2	RISCO ESPACIAL DE INCÊNDIOS.....	179
5.3	FOGO, DIVERSIDADE BIOLÓGICA E SAÚDE ECOLÓGICA	180
6	CONCLUSÕES	182
	REFERÊNCIAS	184
	APÊNDICES	205
	ANEXOS	213

1 INTRODUÇÃO

As unidades de conservação, apesar de serem áreas protegidas por legislação e teoricamente ausentes de atividades antrópicas, enfrentam um número crescente de ameaças à sua integridade e, conseqüentemente, à estabilidade dos ecossistemas. Fontes de estresse ecológico como a fragmentação dos ambientes, a poluição e a introdução de espécies exóticas, têm sido cada vez mais observadas nesses locais.

O fogo é um agente com vasta capacidade de alteração do ambiente, sendo um dos distúrbios mais frequentes na natureza e, dessa forma, pode ser considerado como um estresse ecológico natural. No entanto, quando o fogo se propaga livremente e consome combustíveis naturais, ele é identificado como um incêndio e pode ser considerado como uma enfermidade do ecossistema, devido aos impactos que produz sobre todos os componentes bióticos e abióticos do meio. Nesse contexto, o fogo ameaça ainda a manutenção da saúde ecológica, a qual corresponde ao equilíbrio da saúde nas esferas vegetal, animal, humana e do ecossistema.

O fogo é um distúrbio frequente nos cerrados, podendo ser identificado como um dos seus principais fatores de formação. Ele é essencial para a manutenção da variabilidade da diversidade biológica, já que nos cerrados muitas espécies evoluíram com a presença cíclica do fogo no ambiente e dele dependem para a sua manutenção e regeneração. No entanto, regimes alterados de fogo, tanto pelo aumento da sua intensidade, frequência e ocorrência, quanto pela sua ausência e supressão, podem causar sérios danos ao ambiente e impactos negativos sobre a diversidade biológica, mesmo em ecossistemas dele dependentes.

Os efeitos negativos e positivos do fogo variam de acordo com o nível de degradação do ambiente. Na situação atual em que os ecossistemas brasileiros se encontram em algum nível de degradação, mesmo regimes intactos do fogo podem, em certos níveis, ameaçar a diversidade biológica e a saúde ecológica. A compreensão do papel ecológico do fogo e de seus efeitos e conseqüências sobre as comunidades vegetais e animais é fundamental para o estabelecimento de um manejo adequado do meio, principalmente no que se refere às áreas protegidas.

O Parque Estadual do Cerrado representa o único remanescente desse ecossistema, efetivamente protegido sob a forma de unidade de conservação no estado do Paraná. Possui grande relevância conservacionista e expressividade ecológica, pois abriga uma flora distinta de todo o restante existente no estado. Abriga também diversas espécies animais criticamente em perigo, vulneráveis e quase ameaçadas de extinção, tais como os Xenartros, representados pelo tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*) e tatu-peludo (*Euphractus sexcinctus*) (IAP, 2002; IAP 2004).

Os incêndios são ameaças constantes às unidades de conservação e, no caso do Parque Estadual do Cerrado, podem gerar efeitos catastróficos visto que ele representa um fragmento com área reduzida, desconectado da matriz dos cerrados no Brasil. A ocorrência dos incêndios e a propagação do fogo estão fortemente associadas a fatores de risco, representados pelas atividades humanas, condições climáticas, características topográficas, tipo de cobertura vegetal e características do material combustível. A avaliação dessas variáveis proporciona uma visualização da distribuição temporal e espacial do risco de incêndios, fornecendo subsídios tanto para a identificação de aspectos ecológicos do fogo, quanto para o planejamento e estabelecimento de atividades de prevenção, pré-supressão e controle de incêndios.

O papel ecológico do fogo é desconhecido no Parque Estadual do Cerrado. O fogo sem controle pode ter efeito devastador na área, já que seus 430 hectares poderiam ser rapidamente consumidos e seriam produzidos impactos severos sobre a flora e a fauna locais. No entanto, a exclusão do fogo, desconsiderando suas possíveis funções ecológicas em um ambiente dele dependente para a manutenção da saúde do ecossistema, pode culminar tanto com o acúmulo de biomassa combustível, tornando ainda mais danosos os efeitos de um incêndio, quanto com a descaracterização da unidade fitoecológica, o que iria contra os objetivos de criação da unidade, destinada prioritariamente à proteção de um remanescente de cerrado no estado do Paraná.

1.1 OBJETIVO GERAL

No intuito de ampliar os conhecimentos sobre aspectos do fogo em unidades de conservação brasileiras, esse trabalho pretende apresentar uma visão geral sobre os riscos de incêndios no Parque Estadual do Cerrado e suas implicações para a conservação da diversidade biológica e para a manutenção da saúde do ecossistema, pela avaliação temporal e espacial dos riscos, por meio da correlação das informações da dinâmica do fogo com os componentes abióticos e bióticos do ambiente. Por conseguinte, fundamentado em princípios referentes à ecologia do fogo e a gestão de desastres naturais, esse trabalho pretende ainda identificar quando podem ocorrer os eventos, onde eles irão ocorrer, qual o material combustível presente nas áreas de risco e onde as comunidades correm maior perigo, visando assim, fornecer subsídios, tanto para a identificação e para o planejamento de ações de controle de catástrofes, quanto para a conservação do Parque Estadual do Cerrado.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Descrever o comportamento histórico do fogo na região do Parque;
- b. Identificar os períodos críticos de ocorrência de incêndios;
- c. Elaborar o zoneamento de risco de incêndios;
- d. Caracterizar e correlacionar o material combustível com o risco de incêndio;
- e. Avaliar a viabilidade da utilização de uma série de estereo-fotografias para caracterizar o material combustível de uma área de cerrado no sul do Brasil;
- f. Correlacionar o risco de incêndio com a conservação da fauna.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CERRADO: BIOMA E FORMAÇÃO VEGETAL

O bioma Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro em extensão. Estima-se que, originalmente, teria aproximadamente 204 milhões de hectares, estendendo-se por 23,92% do território brasileiro (IBGE, 2004) (FIGURA 1). Apresenta uma variedade de ecossistemas riquíssimos em diversidade biológica e extremamente ameaçados, fatores que o incluíram na lista dos *hotspots* da biodiversidade, identificando-o como uma das 25 regiões críticas para a conservação da diversidade biológica em todo o mundo. A região possui alto grau de endemismo. Dentre as 10.000 espécies de plantas vasculares existentes, 45% são endêmicas. Apresenta ainda, elevado número de invertebrados e grande diversidade de vertebrados terrestres e aquáticos, sendo o percentual de endemismo registrado de 30% para anfíbios, 20% para répteis, 12% para mamíferos, e 1,4% para aves. O Cerrado abriga cerca de um terço da diversidade da fauna e da flora brasileira e 5% da diversidade biológica mundial (ALHO e MARTINS, 1995; MITTERMEIER *et al.*, 1999; CÂMARA, 2001; SILVA e SANTOS, 2005).



FIGURA 1 – DISTRIBUIÇÃO DO BIOMA CERRADO NO BRASIL
FONTE: COUTINHO (1990)

Apesar da sua evidente importância para a conservação da diversidade biológica, o cerrado é um dos ecossistemas tropicais mais sujeitos a ocupação e descaracterização, sofrendo altas taxas de destruição. A taxa anual de desmatamento no bioma chega a 1,5% ou três milhões de ha/ano. Da sua cobertura original, 57% já foram completamente destruídos e a metade das áreas remanescentes estão bastante alteradas. Somente 20 a 35% da área ainda conservam as características originais do Cerrado. Atualmente, menos de 3% da sua extensão original estão protegidos nas diversas categorias das unidades de conservação federais e estaduais, sendo que a maioria apresenta tamanho inferior a 100.000 ha (MANTOVANI e PEREIRA, 1998; FONSECA, HERMANN e LEITE, 1999; MITTERMEIER *et al.*, 1999; PIVELLO, 2005; SCARIOT, SOUSA-SILVA e FELFILI, 2005).

As principais pressões sobre o Cerrado são a expansão da fronteira agrícola, a produção de carvão, o crescimento não planejado das áreas urbanas e a construção de estradas, que foram intensificadas a partir da década de 60 do século passado. As duas principais atividades econômicas que ameaçam o bioma são: a pecuária extensiva de baixa tecnologia, que ocupa cerca de 60% da área, e a cultura intensiva de grãos, representada principalmente pela soja, que ocupa cerca de 6% da área (MANTOVANI e PEREIRA, 1998; PEREIRA JÚNIOR, 2002).

Segundo Straube (1998), o nome atribuído ao bioma Cerrado pode ser confundido com a formação vegetal cerrado, notadamente por apresentar fisionomia característica ou por ter representação predominante. O bioma é definido pelo Domínio Morfoclimático, já a formação vegetal é definida por sua composição florística e congruências distribucionais.

O cerrado é a segunda maior formação vegetal brasileira, sendo a savana tropical mais rica e ameaçada. Sua origem remonta ao início do atual período pós-glacial. Ela é composta por um mosaico de tipos de solo, clima e topografia, além de vegetação bastante heterogênea e floristicamente rica. Ocorre desde o Amapá e Roraima, em latitudes ao norte do Equador, até o Paraná, abaixo do trópico de Capricórnio. No sentido das longitudes, aparece desde Pernambuco, Alagoas e Sergipe, até o Pará e o Amazonas (COUTINHO, 1982; WWF, 2003; WALTER, 2006).

O clima predominante na região das savanas é quente, semi-úmido e sazonal, com verão chuvoso e inverno seco. A temperatura média anual fica entre

22 e 23°C, sendo que as médias mensais apresentam pequena estacionalidade (PIVELLO, 2003). A pluviosidade anual fica entre 600 e 2000 mm (ASSAD, 1994). A precipitação média mensal apresenta uma grande estacionalidade, concentrando-se nos meses de primavera e verão (outubro a março), determinando a estação chuvosa. Curtos períodos de seca, denominados veranicos, podem ocorrer em meio a essa estação. No outros meses do ano, os índices pluviométricos mensais são reduzidos, podendo chegar a zero, caracterizando a estação seca (ASSAD, 1994; COUTINHO, 2000). De acordo com Castro, Moreira e Assad (1994), o período de estiagem apresenta variação temporal na direção Sudoeste-Nordeste, ocorrendo de maio a setembro nas regiões Sudoeste e Central e de junho a novembro na região Nordeste.

Para Coutinho (2000), apesar da aparência, a água não atua como um fator limitante para a vegetação do cerrado, principalmente para o seu estrato arbóreo-arbustivo, já que essas plantas possuem raízes que podem chegar até 20 metros de profundidade. No período da seca, o solo se desseca em sua parte superficial (até dois metros de profundidade). Nesse caso, o estrato herbáceo sofre diretamente as consequências da seca, diferentemente do observado para diversas espécies arbóreas que, em função das características de suas raízes profundas, florescem durante essa estação, como é o caso do ipê-amarelo (*Tabebuia alba*).

Em geral, o relevo em regiões de cerrado é bastante plano ou suavemente ondulado, estendendo-se por imensos planaltos ou chapadas. Os solos originam-se de espessas camadas de sedimentos que datam do Terciário, sendo geralmente profundos, azonados, de cor vermelha ou vermelha amarelada, porosos, permeáveis, bem drenados e intensamente lixiviados. Em sua textura predomina a fração areia, seguida pela argila e pelo silte. Sua capacidade de retenção de água é relativamente baixa. Apresenta baixa fertilidade natural, com alto grau de acidez devida em grande parte aos altos níveis de alumínio e ferro existentes (COUTINHO, 2000; FUNDAÇÃO PRÓ-CERRADO, 2003).

A savana não possui uma fisionomia única em toda a sua extensão, no entanto, ela é constituída basicamente por dois estratos: o arbóreo/arbustivo que apresenta um caráter lenhoso e o herbáceo/subarbustivo, formado por gramíneas, ervas e pequenos subarbustos. Vários mosaicos são observados por toda a sua extensão, devido à grande diversidade da vegetação. Ela apresenta desde formas campestres bem abertas, como as savanas parque ou campo limpo, até formas

relativamente densas, florestais, como as savanas florestadas ou cerradão. Entre esses dois extremos fisionômicos encontram-se, as savanas gramíneo-lenhosas (campo sujo), as savanas arborizadas (campo cerrado) e as savanas típicas (cerrado *sensu stricto*) (COUTINHO, 1990; IBGE, 1992) (FIGURA 2).

A savana parque é essencialmente constituída por um estrato graminóide. Nas savanas gramíneo-lenhosas prevalecem os gramados entremeados por plantas lenhosas-raquíticas, sem a presença de árvores ou arbustos. Na savana arborizada o estrato lenhoso gradativamente adquire uma maior importância na paisagem. A savana típica é a fisionomia característica do cerrado, com árvores baixas e retorcidas, arbustos, subarbustos e ervas. E por fim, a savana florestada é formada por uma floresta, onde as copas das árvores formam um dossel contínuo (COUTINHO, 1990; IBGE, 1992).



FIGURA 2 - PERFIL ESQUEMÁTICO DE UM SEGMENTO DE CERRADO
 FONTE: COUTINHO (1990)

2.1.1 Cerrado no estado do Paraná

De acordo com os limites geográficos estabelecidos por Ab'Saber (1977), o Paraná não está inserido no bioma Cerrado. Entretanto, a fisionomia e a florística características da vegetação de cerrado aparecem em pequenas porções isoladas nas regiões centro-norte e nordeste, ocupando cerca de 1% da superfície paranaense (STRAUBE, 1998).

No Paraná, os cerrados foram transformados primeiramente pela ação da atividade agropecuária, utilizados como pastagens naturais e áreas destinadas ao cultivo extensivo de grãos; e secundariamente pela atividade florestal, onde as áreas

foram destinadas ao cultivo de espécies arbóreas exóticas dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* (RODERJAN *et al.*, 2002).

Diferentes fasciações podem ser encontradas, desde campestres até florestadas, sendo que todas, predominantemente, se situam sobre Latossolos. As espécies herbáceas e arbustivas estão amplamente distribuídas e formam comunidades puras ou associadas às arbóreas. As espécies arbóreas apresentam fustes tortuosos, cascas grossas, fissuradas e raramente ultrapassam dez metros de altura, como observado no município de Jaguariaíva e representado na FIGURA 3 (RODERJAN *et al.*, 2002).

De acordo com Roderjan *et al.* (2002), as espécies arbóreas típicas do cerrado no Paraná são: *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. (Mimosaceae), *Couepia grandiflora* (Mart. & Zucc.) Benth. ex Hook. f. (Crysobalanaceae), *Tabebuia ochracea* (Cham.) Standl. (Bignoniaceae), *Lafoensia densiflora* Pohl (Lythraceae), *Annona crassiflora* Mart. (Anonaceae), *Caryocar brasiliense* Cambess. (Caryocariaceae), *Vochysia tucanorum* Mart., *Qualea cordata* (Mart.) Spreng. (Vochysiaceae), *Ouratea spectabilis* (Mart. ex Engl.) Engl. (Ochnaceae) e *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae).

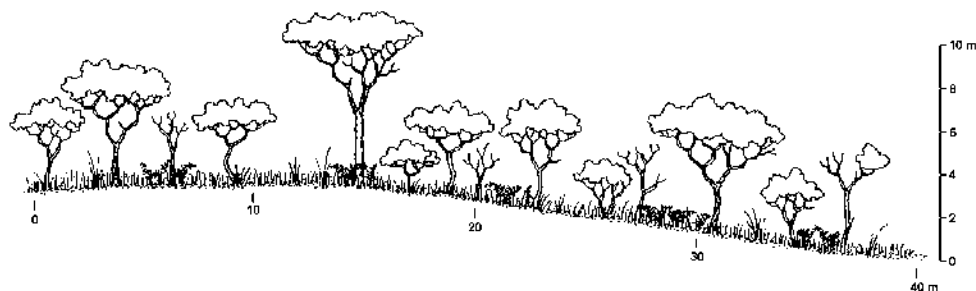


FIGURA 3 - PERFIL ESQUEMÁTICO DE UM SEGMENTO DE CERRADO NO MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA, PARANÁ
 FONTE: RODERJAN *et al.* (2002)

2.2 FOGO

O fogo é um dos distúrbios mais frequentes na natureza. A maioria dos ambientes tem sido submetida à sua ação por milhares de anos. Ele moldou ecossistemas e formas de vida em todo o mundo e desempenhou papel fundamental na história das civilizações. De acordo com Goldammer (1993), comunidades naturais convivem com o fogo desde antes da presença do homem primitivo no ambiente. Os incêndios vegetacionais causados por descargas elétricas, vulcanismo ou por combustões espontâneas fazem parte do ambiente da terra, no mínimo, desde o período Paleozóico (KOMAREK, 1972).

O fogo é a primeira tecnologia e uma das primeiras ferramentas utilizadas pela humanidade. Foi utilizado de diversas formas, representando uma necessidade social coletiva da humanidade, como para o aquecimento do ambiente e de alimentos, caça, afastamento de competidores e predadores, limpeza da terra, modificação da paisagem, conquista de territórios e modelagem de metais. Ainda hoje, é utilizado tanto por civilizações primitivas, quanto por produtores comerciais em várias atividades de uso e ocupação do solo em diferentes ecossistemas ao redor do mundo. Além disso, é utilizado na queima de combustíveis, produção de energia e industrial, atuando na manutenção das sociedades modernas (FROST e VAN DE VIJVER, 2008; GOLDAMMER, 2008; GOUDSBLOM, 2008).

No setor ambiental o fogo é utilizado no manejo do material combustível, visando à redução de incêndios e de eventos de elevada intensidade; manutenção e recuperação de ambientes, inclusive em áreas atingidas por guerras, desastres naturais e acidentes nucleares; controle de espécies vegetais indesejáveis; controle de pragas e doenças; resgate de regimes históricos de queima naturais ou antrópicos; e em atividades direcionadas para a melhoria de habitats para espécies da fauna (EFNCN, 2008; FROST e VAN DE VIJVER, 2008; GOLDAMMER, 2008; PYNE, 2008; YOSCHENKO *et al.*, 2008).

Os incêndios em ecossistemas naturais causam sérias preocupações aos setores ambientais, pois se estima que, mundialmente, aproximadamente 350 milhões de hectares de florestas sejam queimados anualmente. Atualmente cerca de 90% dos incêndios são causados por atividades humanas em todo o mundo, e por isso eles representam uma ameaça latente à sustentabilidade de determinados

ecossistemas (CABÁN, 2004). No Brasil, a situação não é diferente. Os incêndios ocorrem periodicamente nos diversos biomas e eco-regiões, ameaçando o funcionamento dos ecossistemas, a diversidade biológica, a saúde ecológica e os processos atmosféricos relacionados (KOPROSKI, MANGINI e GOLDAMMER, 2010). Embora seja um fenômeno local, seus efeitos são cumulativos e sistêmicos em larga escala. Avanços recentes em pesquisas atmosféricas têm demonstrado que as emissões geradas pela queima da biomassa, alteram direta e indiretamente as propriedades químicas e radioativas da atmosfera, efeitos que no passado eram somente relacionados com a queima de combustíveis fósseis (VAN DE VIJVER e GOLDAMMER, 2008).

Inúmeras razões estão relacionadas com o aumento das ocorrências dos incêndios em ambientes naturais. Entre elas, estão as mudanças nos padrões climáticos globais; a degradação dos ambientes, a expansão humana; as atividades desenvolvidas no uso e ocupação do solo, e as alterações dos regimes de queima naturais ou antrópicos, como as práticas de exclusão do fogo em determinados ecossistemas. Os prejuízos ambientais e econômicos dos incêndios são extremamente elevados, sendo que as perdas sociais e ecológicas, praticamente, não chegam a ser estimadas. A insuficiência do conhecimento do papel ecológico do fogo dificulta o estabelecimento de políticas adequadas de prevenção e controle aos incêndios, levando a perdas ambientais elevadas e prejudicando os esforços globais de conservação (KOPROSKI, 2005).

2.2.1 Fogo e diversidade biológica

O fogo é reconhecidamente um elemento que atua no funcionamento dos ecossistemas, periodicamente modificando estruturas, alterando taxas de ciclos biogeoquímicos e de processos hidrológicos e alterando a dinâmica de populações e comunidades (VAN DE VIJVER e GOLDAMMER, 2008). O fogo afeta os componentes bióticos (vegetação e fauna) e abióticos (ar atmosférico, solo e água) do ambiente e seus efeitos sobre os mesmos são, em geral, complexos, diversificados e não totalmente compreendidos.

Diversos ecossistemas desenvolveram adaptações, tornando-se resistentes e, de fato, são beneficiados pela ação do fogo, tornando-se dele dependentes. No entanto, em ecossistemas sensíveis, o fogo pode causar destruição e gerar inúmeros danos e perdas irreparáveis do ponto de vista conservacionista, ecológico e econômico. Florestas de coníferas e savanas são ecossistemas dependentes do fogo e tornaram-se adaptados e resistentes à sua ação. As florestas tropicais, no entanto, são classificadas como ecossistemas sensíveis ao fogo, pois evoluíram sem a sua presença no ambiente (PYNE, 1984).

Determinados ecossistemas são classificados como independentes ao fogo. Esses ambientes são muito frios, úmidos ou secos e por isso o fogo desempenha papel inexistente ou muito pequeno nesses locais. Desertos e tundras são exemplos de ecossistemas independentes do fogo. Ecossistemas que se localizam em áreas de transição entre ecossistemas dependentes, sensíveis e independentes são classificados como ecossistemas influenciados pelo fogo. Nesses ambientes existem poucos estudos sobre a ação do fogo e suas relações com a diversidade biológica (MYERS, 2006).

Em locais onde o fogo é um agente natural do sistema, as espécies são adaptadas aos regimes de incêndios naturais e podem se beneficiar após o fogo. Com o passar do tempo, os ecossistemas criaram seu próprio regime de fogo, caracterizado pela frequência, intensidade, duração, tamanho e estação em que ocorrem os eventos. Atualmente, os regimes estão severamente desequilibrados em diversos ecossistemas ameaçando devastar comunidades humanas e naturais (MYERS, 2006).

2.2.1.1 Fogo e fauna

As espécies que habitam áreas com histórico de centenas de anos de ocorrências de incêndios podem obviamente persistir no ambiente moldado pelo fogo e, de fato, muitas espécies prosperam pela sua influência. De acordo com Frost (1984), as adaptações dos animais ao fogo incluem: afastamento das chamas; procura por abrigos em tocas no solo, sobre as árvores, sob troncos ou pedras, na

água ou em áreas rochosas; uso ativo das áreas queimadas para alimentação e/ou para a reprodução e criação de filhotes.

Alguns autores consideram que os benefícios do fogo para a fauna, em ambientes dele dependentes, compensam quaisquer possíveis mortes. No entanto, nem sempre os incêndios são benéficos à vida selvagem, ou a todas as espécies (VOGL, 1973; BENDELL, 1974; LYON *et al.*, 1978; WRIGHT e BAILEY, 1982; PYNE, 1984; CHANDLER *et al.*, 1983a; LYON *et al.*, 2000a; LYON *et al.*, 2000b, LYON, TELFER e SCHREINER, 2000). As condições que podem favorecer algumas espécies em uma determinada estação de queima, podem ser completamente diferentes em um ano seguinte.

O regime das queimas afeta fortemente as respostas dos animais ao fogo e o fogo afeta a fauna em todos os níveis da organização do ecossistema. A severidade dos efeitos do fogo sobre a fauna pode variar de acordo com fatores que podem ser associados aos regimes de queima, como: estação do ano, frequência, intensidade, velocidade de propagação, duração, permanência, extensão da área queimada, horário de ocorrência, vulnerabilidade do ecossistema e tipo de material combustível consumido. Os efeitos podem variar ainda de acordo com regimes de queima naturais ou antrópicos. Atualmente, os regimes de queima estão severamente desequilibrados em todos os ecossistemas. Dessa forma, mesmo espécies adaptadas à ocorrência do fogo em ecossistemas dele dependentes podem ser fortemente afetadas devido ao desequilíbrio do regime de fogo. (KOPROSKI, 2009).

Os efeitos do fogo sobre a fauna demonstram uma grande variedade de respostas e são comumente divididos em efeitos diretos ou imediatos e efeitos indiretos ou de longo prazo. Os efeitos diretos estão relacionados com as atitudes dos animais frente ao fogo, mortalidade, lesões, intoxicações por fumaça e deslocamento. Os efeitos indiretos são determinados pela mudança do habitat, que influenciam a alimentação, o deslocamento, a reprodução e a disponibilidade de abrigo (KOPROSKI, 2009).

Os efeitos do fogo sobre a fauna demonstram uma grande variedade de respostas. Além disso, quando um incêndio ocorre, todos os componentes bióticos e abióticos do ecossistema são alterados, dificultando a identificação precisa entre a ação do fogo e a resposta dos animais. Dessa forma, comparações genéricas podem ser arriscadas por não considerarem as diferentes escalas do meio. Sendo

assim, as pesquisas devem ser minuciosas. Os efeitos do fogo não devem ser generalizados para os diferentes grupos de animais ou de espécies, bem como para comunidades de diferentes ecossistemas. (KOPROSKI, 2009).

Em geral as informações sobre os efeitos do fogo são concentradas em certos biomas ou em determinadas espécies ou grupos, e a discussão limitada a poucos estudos e a observações pessoais qualitativas. Antigamente acreditava-se que o fogo afetasse somente filhotes, animais doentes e espécies com pouca capacidade de fuga. Atualmente, sabe-se que ele apresenta grande variedade de efeitos e pode vitimar espécies de qualquer porte. Além disso, acredita-se que o aumento de eventos catastróficos, devido às alterações que vem sendo observadas mundialmente no comportamento do fogo e no regime de queima, refletirá no aumento da severidade dos efeitos do fogo sobre a fauna (KOPROSKI, 2009).

2.2.2 O fogo e o cerrado

O fogo foi identificado por Frost e Robertson (1987), como um dos quatro principais fatores responsáveis pela formação e manutenção dos padrões e processos das comunidades de savanas, juntamente com a água, os nutrientes e a herbivoria. Sarmiento e Monastério (1975) adicionaram ainda o clima e os eventos históricos aos principais fatores associados à dinâmica das savanas da região neotropical.

Salgado-Laboriau (2005) salienta que, de acordo com registros palinológicos, o fogo é um agente ecológico natural presente em áreas de cerrado há pelo menos 40.000 anos. Além disso, as datações existentes de povoados humanos nessa região são de cerca de 11 mil anos atrás. Portanto, a ocorrência do fogo em períodos anteriores, muito provavelmente foi de causa não antrópica, indicando que essa é uma formação vegetacional resiliente, que tem sido frequentemente queimada e sua origem não está relacionada com o corte e as queimas das florestas por ação antrópica, como sustentado por alguns pesquisadores como por exemplo no Plano de Manejo do Parque Nacional das Emas, em que se afirmou que incêndios naturais eram eventos raros ou ausentes nos cerrados (IBDF/FBCN, 1981). Nos cerrados, o fogo é um distúrbio frequente, onde exerce inúmeros e diversificados efeitos ecológicos e dessa forma, pode ser

identificado como o seu principal fator de formação (LIMA e BATISTA, 1993, RAMOS-NETO e PINHEIRO-MACHADO, 1996; COUTINHO, 2000).

O fogo é essencial para a manutenção da variabilidade da diversidade biológica, já que nos cerrados muitas espécies evoluíram com a sua presença cíclica no ambiente e dependem dele para a sua manutenção e regeneração (COUTINHO, 1982). Nesse ambiente, de acordo com Sato (1996), o fogo exerce forte ação modificadora da estrutura da vegetação e da paisagem. Pode ainda transformar a estratificação da vegetação e seu adensamento, modificar a composição de espécies da flora e formar clareiras. O fogo em áreas de cerrado estimula a floração, germinação e a dispersão de diversas espécies, acelera a ciclagem de nutrientes pela mineralização da biomassa acumulada e reduz o acúmulo de material combustível, reduzindo dessa forma, o risco de ocorrências de comportamentos extremos do fogo (COUTINHO, 1990; PIVELLO, 1992).

A vegetação do cerrado está adaptada ao fogo em função da frequência histórica em que ele ocorre no ambiente e mesmo em eventos severos, a vegetação não é totalmente destruída. Dessa forma, Eiten (1972) sugeriu que para que o fogo produzisse efeitos significativamente negativos sobre as fisionomias de cerrado seria necessária a ocorrência sucessiva de eventos diários, por um período de um a dois anos. No entanto, mesmo em ecossistemas adaptados e dependentes do fogo, como é o caso do cerrado, regimes alterados de fogo, tanto pelo aumento da sua intensidade, frequência e ocorrência, quanto pela sua ausência, podem causar sérios danos ao ambiente e impactos sobre a diversidade biológica e a saúde do ecossistema, colocando em risco os esforços de conservação (MUELLER-DOMBOIS e GOLDAMMER, 1990; SHLISKY *et al.*, 2007; EFNCN, 2008).

De acordo com Mutch (2001), assim como os ecossistemas apresentam grandes variações do norte ao sul do Brasil, da mesma maneira variam os regimes de queima, que são determinados pelos padrões de ocorrência do fogo, extensão das áreas atingidas, severidade, frequência e efeitos ecológicos. No Brasil, os regimes de queima variam de intactos a degradados, dentro de um mesmo bioma, como no caso do Cerrado. De acordo com Shilisky *et al.*(2007), ainda não existem regimes de queima muito degradados no Brasil pois, apesar dos regimes estarem fora dos padrões esperados, eles ainda podem ser considerados como recuperáveis. Os efeitos negativos e positivos do fogo variam de acordo com o nível de degradação do ambiente. Sendo assim, na situação atual, em que os biomas

brasileiros se encontram em diferentes estados de degradação, mesmo regimes intactos do fogo podem, em certos níveis, ameaçar a diversidade biológica. Dessa forma, os regimes de queima devem ser determinados e implementados para a manutenção da diversidade biológica e da saúde ecológica (KOPROSKI, MANGINI e GOLDAMMER, 2010).

Para Coutinho (1990) e França (2000), entre 20 e 30% do Cerrado são queimados anualmente. A elevada incidência de fogo nesse ecossistema tem sido relacionada com efeitos prejudiciais ao ambiente, tais como: redução da diversidade; erosão e empobrecimento do solo; poluição atmosférica, mudanças climáticas em escala regional e global decorrentes das emissões de gases de efeito estufa, que influenciam o balanço radiativo e hidrológico e produzem efeitos importantes no equilíbrio climático e biogeoquímico do planeta (CRUTZEN e ANDREAE, 1990; MUELLER-DUMBOIS e GOLDAMMER, 1990; ANDREAE, 1991). Por outro lado, a completa exclusão do fogo também produz efeitos indesejáveis, como a redução de diversidade e alteração na composição florística e fisionômica da vegetação (PIVELLO e NORTON, 1996; MOREIRA, 1996; COUTINHO, 2000).

De acordo com Ramos-Neto (2000), existem poucas descrições dos regimes de queima em cerrados. França (2000), identificou que entre 70 a 75% da área queimada no Cerrado ocorreram no período seco. Para Ramos-Neto (2000), não se deve considerar um regime único para todas as áreas de cerrado, pois regiões próximas podem apresentar regimes de queima diferenciados, influenciados pela cobertura vegetal e suas características climáticas e topográficas. No entanto, existe um consenso entre pesquisadores sobre a ocorrência da estação de queima entre os meses de maio e setembro-outubro. Coutinho (1990), considera possível a ocorrência de fogo no período úmido, principalmente em áreas com ausência de fogo ou chuva por longos períodos. Ramos-Neto (2000), identificou a ocorrência de fogo no período úmido no Parque Nacional das Emas, verificando que durante a época das chuvas existia uma grande variação na extensão da área queimada, sendo que a maioria dos incêndios atingia pequenas áreas, quando comparados com ocorrências em períodos de seca.

2.2.3 Fogo em áreas protegidas

As áreas protegidas estão sujeitas a inúmeros incidentes que podem comprometer a sua proteção, colocando em risco o equilíbrio dos ecossistemas, a diversidade biológica e ameaçando a segurança dos visitantes. Os incêndios são uma dessas ameaças constantes à integridade das unidades. Nesses locais, os prejuízos causados pelo fogo podem ser incalculáveis do ponto de vista ecológico, conservacionista e até mesmo financeiro, já que essas áreas são responsáveis pela conservação de amostras ecologicamente sustentáveis dos ecossistemas (OLIVEIRA, BATISTA e MILANO, 2000).

A ocorrência de incêndios pode comprometer os objetivos de manejo das Unidades de Conservação (UC). A investigação criteriosa da ocorrência do fogo e de suas inter-relações no ecossistema em que se insere a UC permite a determinação do papel do fogo no desenvolvimento do ecossistema, o que por sua vez possibilita a utilização de técnicas adequadas de controle para que os objetivos de manejo sejam atingidos (OLIVEIRA, BATISTA e MILANO, 2000). Meffe e Carrol (1994) salientam que uma UC, uma vez delimitada, sempre vai necessitar de interferência para garantir a continuidade dos processos naturais, pois nenhuma unidade é suficientemente extensa ou isolada para funcionar sozinha. O que se deseja é que as interferências atendam aos objetivos da unidade. Políticas adequadas são necessárias para que se evitem as catástrofes naturais e para que o fogo possa somente ocorrer como agente natural, deixando de atuar como risco e passando a agir a favor da conservação das unidades (KOPROSKI, 2008).

Portanto, para que o fogo seja visto como um distúrbio catastrófico, ou como um agente natural e provável ferramenta de manejo, é necessária uma análise minuciosa das informações sobre o ambiente, oriundas de um longo período de observações, em que sejam analisadas as evidências da atividade do fogo no processo de desenvolvimento das espécies. O uso do fogo para a manutenção dos ecossistemas e da evolução natural é um grande desafio (ALEXANDER, 1979). A compreensão de suas ações e consequências sobre as comunidades vegetais e animais é fundamental para o estabelecimento de um manejo adequado, principalmente no que se refere às áreas protegidas (COUTINHO, 1990; RAMOS-NETO, 2000).

Nas unidades de conservação as formas de utilização do fogo devem ser definidas em função dos objetivos da área. Mundialmente, as formas de utilização do fogo consideradas são: a permissão da propagação dos incêndios naturais, a utilização de queimas controladas e a supressão imediata das ocorrências. Atualmente, nenhuma técnica utilizada isoladamente é considerada 100% eficiente para a conservação da natureza. O planejamento das ações de manejo do fogo deve ser baseado em diversas informações sobre as características das UCs e sobre o papel ecológico do fogo, por meio de seus efeitos sobre os diversos componentes do ambiente. De acordo com Schullery (1989), o histórico da evolução de formas de utilização do fogo em áreas protegidas ocorreu de forma empírica, tendo o desenvolvimento das idéias conservacionistas servido mais para explicar os erros do que propor alternativas.

Permitir a propagação de incêndios naturais sem medidas de combate e supressão é a forma indicada para o manejo de ambientes onde o fogo natural desempenha um papel importante na manutenção dos ecossistemas (AGEE, 1984). Coutinho (1996) observa que os incêndios naturais ocorrem desde o passado remoto e são observados em ambientes dependentes do fogo. No entanto, o autor alerta que em épocas passadas os animais não estavam limitados a determinadas regiões e podiam fugir e encontrar abrigo em áreas vizinhas. Além disso, locais dizimados pelo fogo poderiam ser repovoados por representantes da fauna, existentes em áreas adjacentes às atingidas. Atualmente, devido à expansão da ocupação humana, praticamente todas as UCs encontram-se isoladas, limitando a capacidade do ambiente de se recuperar da ação do fogo e promover a manutenção de sua diversidade biológica.

Técnicas de queima prescrita podem ser utilizadas em substituição à eventualidade dos incêndios naturais. As queimas são executadas de forma a garantir que a intensidade, o tempo de exposição e a área a ser queimada promovam apenas as alterações necessárias ao ecossistema (AGEE, 1984). A supressão imediata do fogo, visando à preservação do habitat e a segurança dos visitantes e da infra-estrutura (CHANDLER *et al.*, 1983b) pode descaracterizar o ambiente protegido, além de aumentar a probabilidade da ocorrência de incêndios severos, devido ao acúmulo excessivo do material combustível.

Nos Estados Unidos da América, a permissão de incêndios causados por raios surgiu em 1963 e em 1968 tornou-se uma diretriz do Serviço Nacional de

Parques. Em 1972 essa forma de manejo do fogo era utilizada em 12 Parques Nacionais. Na década de 40 nos Estados Unidos e nos anos 50 na Austrália, o fogo começou a ser utilizado em silvicultura para a redução do material combustível e conseqüentemente do risco de incêndio. O serviço de parques norte-americano adotou essa forma de manejo e começou a realizar queimas prescritas no *Everglades National Park* nos anos 50 e no *Sequoia National Park* nos anos 60. Em 1979, um programa de manejo de recursos e do fogo foi estabelecido no *The Glacier National Park*. Tal programa já utilizava sistemas informatizados, simulações de computador e sistema de informações geográficas para o manejo do fogo. Após os incêndios ocorridos na *Great Yellowstone Area*, em 1987 e 1988, a comunidade científica criticou severamente as condutas do manejo do fogo em UCs nos Estados Unidos. Em 1996, o serviço de parques norte-americano adotou a proposta de manejo do fogo baseado nas características e processos dos ecossistemas (RAMOS-NETO, 2000).

No Brasil, as ocorrências de incêndios florestais em UCs Federais começaram a ser oficialmente registradas em 1979 (IBAMA, 2004). Em 1989, o Governo Federal criou o Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais - PREVFOGO, coordenado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Segundo Silva Júnior (2007), o PREVFOGO foi criado para promover e coordenar as ações de prevenção, monitoramento, controle de queimadas e combate aos incêndios florestais no Brasil, além de ser responsável pela avaliação dos efeitos do fogo sobre os ecossistemas, a saúde pública e a atmosfera.

Em 1991, foi oficializado o Plano Operacional de Cooperação em Ciência e Manejo do Fogo, desenvolvido pelo PREVFOGO (CORNACCHIA e SÁ, 1998). Esse programa de manejo do fogo pode ser definido como um conjunto de ações desenvolvidas para evitar grandes incêndios, cujos impactos sobre a conservação da diversidade biológica são de grande importância. Nas UCs tal programa tem por objetivos desenvolver e fomentar estudos sobre os efeitos do fogo nos diversos ecossistemas; recuperar as áreas atingidas pelos incêndios, determinar e estabelecer regimes de fogo; estudar modelos de material combustível, monitorizar as condições meteorológicas para avaliar o risco de ocorrência dos incêndios e prever o comportamento do fogo (IBAMA, 2004).

Em 2001, o PREVFOGO foi elevado à categoria de Centro Especializado, por meio do decreto nº 3833, e passou a denominar-se Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais. Dentre as diversas competências do Centro, enfatiza-se a de promover e executar ações de monitoramento e controle de queimadas e prevenção e combate aos incêndios florestais em todo o território nacional, em especial nas unidades de conservação, até 2007 administradas pelo IBAMA e atualmente sob jurisdição do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio (SILVA JÚNIOR, 2007).

O número de ocorrências de incêndios em unidades de conservação brasileiras tem sido crescente, prejudicando os esforços globais de conservação. Isso faz com que o Brasil venha sendo alvo periódico de organizações internacionais com relação a sua falta de políticas adequadas com relação ao manejo do fogo. Anualmente, diversas UCs brasileiras são atingidas periodicamente por incêndios. No período compreendido entre 1979 e 2005 foram oficialmente registradas 2502 ocorrências em unidades de conservação federais, que atingiram no mínimo 1.927.992 ha. Nesse mesmo período, foram registrados 1633 eventos, somente em Parques Nacionais. Em 1979, somente três incêndios foram registrados, contrastando com as 196 ocorrências de 2005, evidenciando a crescente pressão sofrida pelas unidades. Apesar dos números serem crescentes ao longo do tempo, acredita-se que eles devem ser ainda mais elevados, pois muitos incêndios não chegam a ser registrados (PREVFOGO, 2005; KOPROSKI, 2008).

Atualmente, a supressão total dos incêndios ainda é a principal forma de manejo do fogo em UCs brasileiras. A adoção da política de não intervenção nos casos de incêndios naturais ocorreu de forma praticamente pioneira no Parque Nacional das Emas (GO) em 1994. Essa medida objetivava a redução do material combustível e conseqüentemente do risco de incêndios e a formação de mosaicos de vegetação. Ramos-Neto (2000) ressalta que o manejo do fogo nessa unidade deve ser baseado em informações obtidas cientificamente, que considerem as características locais e que tenham o fogo como um aliado.

Para Coutinho (1996), o manejo adequado do fogo nas áreas protegidas pode constituir eficiente meio para a conservação da fauna, em ambientes onde o fogo tem ocorrência natural, como em áreas de cerrado. Queimas em rodízio, em parcelas pequenas e com regimes adequados, reduziriam o risco de grandes incêndios, permitiriam às plantas completar seus ciclos biológicos, acelerariam a

ciclagem dos nutrientes minerais e aumentariam a produtividade dos ecossistemas, além de suprir os animais com alimento durante o período de seca. O mesmo autor afirma que o manejo do fogo com objetivos conservacionistas é urgente em áreas naturais brasileiras, sob a pena de ser perdida grande parte da diversidade biológica.

O planejamento das ações de manejo do fogo deve ser baseado em diversas informações sobre as características das UCs. Entre elas está o histórico do fogo, referente às ocorrências, e a definição da estação de perigo de incêndios. O conhecimento das estatísticas sobre os incêndios florestais é um recurso valioso, tanto para o planejamento da prevenção quanto para a avaliação contínua do sistema de combate aos incêndios. Essas informações fornecem suporte para a estruturação dos serviços de prevenção e combate, de maneira a concentrar os recursos financeiros e definir adequadamente as épocas para a realização de campanhas preventivas para atingir o público (SOARES e SANTOS, 2002; RIBEIRO, LIMA e SIQUEIRA, 2002; VOSGERAU, 2005). Apesar da importância do assunto, não existem dados atualizados que permitam conhecer o perfil dos incêndios em UCs brasileiras, bem como registros sobre as estações de perigo de incêndios. Estudos como o realizado por Ribeiro, Lima e Siqueira (2002) sobre as ocorrências dos incêndios no Parque Nacional Serra da Canastra (MG) e pelo PREVFOGO (2005; 2006), sobre a ocorrência de incêndios em unidades de conservação Federais são pioneiros no Brasil.

2.2.4 Fogo e saúde ecológica

A abordagem da saúde em um contexto ecológico permite a visão não somente da saúde de indivíduos, mas também da saúde de populações, comunidades e ecossistemas. A saúde ecológica corresponde ao equilíbrio da saúde na conjunção das esferas vegetal, animal, humana e do ecossistema. Já a saúde do ecossistema aborda o equilíbrio da saúde nas esferas vegetal, humana e animal (MANGINI e SILVA, 2006). Um diagrama esquemático da abordagem da saúde ecológica está representado na FIGURA 4.

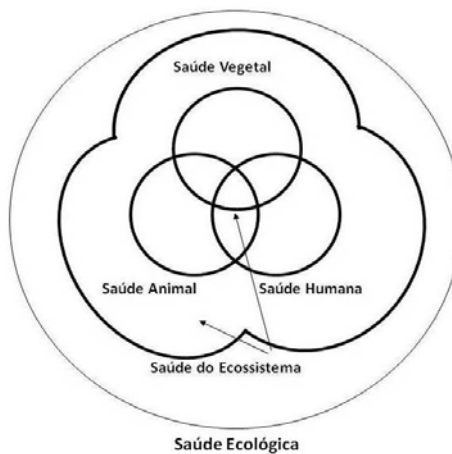


FIGURA 4 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO CONCEITO DE SAÚDE ECOLÓGICA

FONTE: MANGINI e SILVA (2006), adaptado pelo autor.

Mangini e Silva (2006) considerando as inter-relações e a complexidade dos processos que ordenam os ambientes na Terra, conceituam que a saúde ecológica é dependente da união da saúde humana, saúde animal e saúde vegetal, o que garante a saúde de todo o ecossistema. Ainda de acordo com os mesmos autores, a justificativa para o posicionamento da saúde humana em um círculo específico está baseada na necessidade de enfatizar a sociedade humana como precursora de alterações positivas ou negativas, as quais afetam os demais componentes dos ecossistemas e seu próprio estado de saúde. De acordo com os mesmos autores, a saúde ecológica não pode ser interpretada como algo estático, mas sim como um estado de constantes alterações auto-reguladas, o que significa que os padrões de surgimento de enfermidades e seus efeitos sobre a saúde humana, animal e vegetal também permanecem dinâmicos e dependentes entre si.

Kozlowski e Ahlgren (1974) já correlacionavam fogo e saúde, salientando que a ocorrência do fogo era responsável pela manutenção do bom estado de saúde de plantas, animais e ecossistemas. Segundo os autores, todo organismo cresce, reproduz e se propaga até que seja detido por fatores limitantes. Tanto o fogo, quanto as doenças apresentam características de fatores limitantes. As doenças sempre figuraram como potenciais causadores de impactos negativos em populações humanas, animais e vegetais. No entanto, assim como o fogo, elas apresentam papel paradoxal na manutenção da saúde, pois a ocorrência de

enfermidades em regimes adequados é responsável pelo equilíbrio de comunidades, e a sua exclusão pode gerar desequilíbrios graves.

O fogo é um dos distúrbios mais frequentes na natureza, sendo uma constante alteração auto-regulada do mesmo e dessa forma, pode ser considerado como um estresse ecológico. No entanto, quando o fogo se propaga livremente e consome combustíveis naturais em regimes de queima alterados, ele se classifica como um incêndio florestal e pode ser considerado como uma enfermidade do ecossistema, devido aos impactos que produz sobre todos os componentes bióticos e abióticos do meio e que ameaçam a manutenção da saúde do ecossistema e conseqüentemente da saúde ecológica (KOPROSKI e MANGINI, 2009). Nesse sentido, é possível considerar que quando o fogo é classificado como uma doença do ambiente, as atividades de supressão podem ser entendidas como terapia de combate a doenças e a sua utilização por meio de queimas prescritas pode ser comparada a administração de profilaxia imunológica, ou uma “vacina”, abordagem também corroborada por Pyne, (com pessoal, 2008) e Mangini (com pessoal, 2010).

Atualmente, existem poucos estudos que correlacionam saúde e fogo. Mesmo os prejuízos econômicos gerados na área da saúde associados a eventos extremos são pouco conhecidos e estimados. Assim como ocorre com outras enfermidades, os efeitos do fogo sobre a saúde humana, animal e vegetal também são dinâmicos e interdependentes. Devido à saúde global ser dependente da saúde do ecossistema, a necessidade do estabelecimento da relação entre a saúde e os incêndios é latente (SCHWELA, 1999).

2.2.4.1 Fogo e saúde humana

O principal fator estudado quando se correlaciona fogo e saúde humana é a poluição ocasionada pelos gases provenientes da queima da vegetação. Em 1997-98, os efeitos da fumaça puderam ser observados em diversos países do sudeste asiático, como Malásia, Indonésia, Filipinas, Singapura, Brunei e Tailândia e afetaram a saúde de dez milhões de pessoas. Os efeitos do fogo sobre a atmosfera e, conseqüentemente, sobre a qualidade do ar e a saúde são variados e dependem principalmente das características da biomassa em combustão. Em geral, estudos

correlacionam a exposição à fumaça com o aumento do número de pessoas com afecções respiratórias agudas e crônicas. Registros de neoplasias, no entanto, não foram expressivamente documentados, mesmo em casos de exposição crônica a fumaça dos incêndios oriundos da combustão da vegetação (SCHWELA *et al.*, 1999). Por outro lado, em função da realidade brasileira, cabe aqui salientar, que a combustão da palha da cana-de-açúcar libera hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), compostos orgânicos altamente cancerígenos. Diversas pesquisas alertam sobre as graves implicações sanitárias da queima da cana-de-açúcar, pois além dessa íntima relação com compostos cancerígenos, a queima da cana pode ser associada com diversas afecções respiratórias (GONÇALVES, 2002).

2.2.4.2 Fogo e saúde animal

Muitos pesquisadores acreditam que os incêndios são extremamente destrutivos para a fauna. Animais encontrados mortos em áreas queimadas são utilizados como evidências da destruição do fogo. No entanto, apesar da mortalidade ser considerada o principal efeito direto do fogo, ela normalmente atinge uma proporção relativamente pequena das populações e em vários incêndios são raras as mortes de animais. Animais terrestres com mobilidade limitada, que vivem exclusivamente acima do solo, parecem ser os mais vulneráveis à mortalidade e às lesões causadas pelo fogo, mas ocasionalmente animais de grande porte também podem ser mortos (KOPROSKI, 2009).

Segundo Ahlgren e Ahlgren (1960) os incêndios raramente resultam em perdas diretas significativas para a fauna, porque na maioria dos casos não atingem proporções para reter e vitimar os animais entre as frentes de fogo. Pequenos mamíferos, répteis e anfíbios podem se refugiar em tocas no solo, onde a elevação da temperatura é relativamente baixa; já animais de grande porte e maior mobilidade podem escapar facilmente pelos flancos do fogo, ou se refugiarem em cursos d'água, como lagos e lagoas.

Cada vez mais os incêndios atingem proporções catastróficas e muitos episódios têm o potencial de vitimar espécies da fauna e os eventos extensos e intensos certamente são perigosos aos animais durante a sua passagem. De fato,

incêndios que atingem grandes extensões e se propagam rapidamente podem isolar e vitimar animais selvagens de qualquer porte (KOPROSKI, 2009).

A fragmentação do ambiente e o isolamento e diminuição das populações podem contribuir para a contabilização dos efeitos negativos do fogo sobre a fauna. Espécies que poderiam sobreviver abrigando-se em áreas adjacentes, ou mesmo tendo o suporte de metapopulações, não encontram mais essa alternativa. Além disso, se no passado o número de indivíduos atingidos pelo fogo não representava grandes perdas populacionais, atualmente, mesmo o número relativamente baixo de animais atingidos diretamente pelo fogo pode representar perdas populacionais significativas, devido ao número populacional já reduzido, contribuindo para a extinção local de algumas espécies (KOPROSKI, 2009).

A habilidade de sobrevivência dos animais ao fogo depende da época de ocorrência, uniformidade, intensidade, tamanho, periodicidade e duração dos incêndios; da mobilidade, posição e do período de atividade do animal durante a passagem do fogo e do tipo de ambiente atingido e da disponibilidade de refúgios. Além dos animais selvagens, frequentemente animais domésticos têm sido vitimados por incêndios florestais, devido ao aumento da intensidade dos incêndios e a proximidade crescente entre as atividades humanas e o meio florestal. Equinos, caprinos e bovinos já foram observados mortos em diversas regiões do mundo, como Portugal, Austrália e Grécia, vitimados por incêndios iniciados em ambientes naturais (KOPROSKI, 2009).

A morte de animais encontrados sem lesões aparentes decorrentes da ação do fogo tem sido relacionada à intoxicação pela fumaça. A morte por deficiência respiratória pode ocorrer por envenenamento por monóxido de carbono, falta de oxigênio e pela ação de elementos tóxicos presentes na fumaça, como material particulado, óxido de nitrogênio ou hidrocarbonos, responsáveis por desencadear quadros de afecções respiratórias. Temperaturas ambientais acima de 62,77°C são letais a pequenos mamíferos e acredita-se que esse valor não seja muito diferente para aves e mamíferos de grande porte. A temperatura ambiental durante um incêndio pode atingir valores próximos à temperatura letal, onde o mecanismo de transpiração corpórea se torna impossível de ocorrer devido à alta pressão do vapor d'água (KOPROSKI, 2009).

Geralmente, o número de animais encontrados vivos apresentando lesões relacionadas à ação do fogo é reduzido. No Brasil, raramente esses animais são

capturados e submetidos a tratamento adequado. Em países como Austrália e Estados Unidos da América os animais são destinados a centros de reabilitação e zoológicos. Alguns indivíduos encontrados com lesões tornaram-se símbolos do combate aos incêndios em diversos países. O caso mais famoso, foi o de um urso-negro (*Ursus americanus*), encontrado por brigadistas após um incêndio ocorrido em 1950, no Novo México, nos Estados Unidos. O urso apresentava diversas queimaduras e foi encaminhado ao zoológico de Washington (*National Zoo*) onde permaneceu por muitos anos. Esse urso tornou-se *Smokey Bear* um símbolo internacionalmente reconhecido (KOPROSKI, 2009).

Koproski e Mangini (2009), em um estudo realizado sobre o impacto dos incêndios sobre a saúde animal no Parque Nacional de Ilha Grande, coletaram as carcaças de cinco indivíduos adultos de tatu-galinha (*Dasypus novencinctus*) mortos em decorrência direta de incêndios florestais. Considerando a área avaliada e uma densidade populacional para a espécie, proposta por Schaler (1983), de 0,21 indivíduos por hectare, os autores consideraram que os incêndios observados causaram mortalidade potencial de 15% da população na área amostrada. Quando comparada com taxas de mortalidade referentes a doenças infectocontagiosas para o mesmo grupo taxonômico, a taxa de 15 % de mortalidade foi considerada elevada e um indicativo para a identificação dos incêndios florestais como uma enfermidade para aquela unidade de conservação. Os autores ainda ressaltam que no Parque Nacional de Ilha Grande, os incêndios podem ser considerados como uma doença crônica, devido à elevada frequência dos eventos e sua distribuição ao longo do tempo.

2.2.4.3 Fogo e saúde vegetal

A mortalidade é o principal fator relacionado aos efeitos do fogo sobre a saúde vegetal. Vários estudos identificam as espécies perdidas em eventos isolados, no entanto, poucos abordam a dinâmica da perda dos indivíduos em consequência de eventos recorrentes (SATO, 1996; SATO e MIRANDA, 1996; SILVA *et al.*, 1996; MIRANDA e SATO, 2005). Incêndios de elevada intensidade, representados pelos incêndios de copa, são os que produzem taxas elevadas de

mortalidade da vegetação, no entanto, mesmo eventos superficiais podem causar a morte de indivíduos (SOARES e BATISTA, 2002).

2.2.4.4 Fogo e saúde do ecossistema

A saúde do ecossistema está intimamente relacionada com um equilíbrio saudável, nas esferas vegetal, animal e humana. De acordo com Mangini e Silva (2006), um ecossistema saudável é um ambiente estável e sustentável; capaz de manter sua organização e autonomia através do tempo; que apresenta máxima diversidade genética e diversidade em espécies nativas, ocupando todos os níveis tróficos e nichos ecológicos; possui retroalimentação positiva aos agentes estressantes, com rápida recuperação, e apresenta taxas reprodutivas sustentáveis. Como os efeitos nas esferas da saúde são dinâmicos e dependentes entre si, em um ecossistema doente, a elevação do risco de saúde em um dos componentes (animal, vegetal, humana), aumenta o risco de saúde nas outras esferas. Sendo assim, a alta prevalência de doenças em seus componentes é um dos pontos-chaves para indicar o estado de saúde dos ecossistemas.

2.3 RISCO DE INCÊNDIO

Risco de incêndio é a probabilidade de início de fogo devido à presença de um agente causal (FAO e GFMC, 2003). Para Castañeda (1997), o risco de incêndio está relacionado não somente com um fator de ameaça, mas também com a vulnerabilidade do ecossistema. O fator de ameaça está associado à existência de agentes naturais e antrópicos que podem dar início ao processo de ignição; e a vulnerabilidade do ecossistema está relacionada com as características ambientais que proporcionam condições favoráveis a manutenção do fogo.

O grau de risco de incêndio é determinado pela correlação entre diversas variáveis ambientais que quando associadas criam condições que aumentam o potencial de ocorrência e dificultam o controle do fogo. Sendo assim, o grau de risco

pode ser traduzido pelo potencial de ocorrência e propagação do fogo. Pela combinação entre a probabilidade da ignição e a probabilidade de propagação, podem ser obtidos diferentes graus de risco de incêndio. Quando a probabilidade de ignição é alta e a vulnerabilidade do ecossistema é baixa, o grau de risco é baixo, pois o fogo não encontra condições de propagação. Conseqüentemente, quando tanto a probabilidade de ignição, quanto a de propagação são altas, o risco se torna elevado (BATISTA, OLIVEIRA e SOARES, 2002).

Durante o planejamento de atividades de prevenção de incêndios, deve-se em primeiro lugar avaliar as causas e os riscos de incêndios para uma determinada região. Os esforços dos programas de prevenção devem ser direcionados para se reduzir ou eliminar tanto as causas, quanto os riscos (HEIKKILÄ, GRÖNQVIST e JURVÉLIUS, 2007).

2.3.1 Fatores associados ao risco de incêndio

Diversas características do ambiente têm forte influência sobre a ignição, propagação e intensidade dos incêndios. Os fatores mais comumente associados ao risco de incêndios são: cobertura vegetal, material combustível, topografia e condições climáticas. Além das características do ambiente, as atividades humanas têm forte influência sobre o risco de incêndio (BATISTA, 2000; FREIRE, CARRÃO e CAETANO, 2002; OLIVEIRA, 2002).

2.3.1.1 Cobertura vegetal

O tipo de cobertura vegetal está estritamente relacionado com o grau de risco de incêndio devido à combustibilidade e a inflamabilidade das espécies e às características da vegetação, como: composição, estágio de desenvolvimento e tipo de manejo (BATISTA, OLIVEIRA e SOARES, 2002). A variação das espécies reflete-se na variação do tipo de material combustível, o que conseqüentemente afeta a ocorrência e manutenção do fogo. Segundo Soares (1985), povoamentos de

coníferas, devido às características de inflamabilidade das espécies, apresentam maiores riscos de ignição e manutenção do fogo do que povoamentos de folhosas.

O tipo de cobertura vegetal determina também o microclima da área. Temperatura, umidade, radiação e ventos variam entre áreas densas e abertas. Em florestas densas, a temperatura é menos elevada devido à interceptação da radiação solar, a umidade é mais elevada devido à menor evapotranspiração, o solo recebe menos radiação e o vento não circula tão livremente quanto em áreas abertas, diminuindo a secagem do material combustível. Essas características refletem em um grau de risco de ignição e propagação de incêndios menor, quando a floresta densa é comparada com áreas abertas, já que florestas abertas permitem a penetração com maior liberdade dos raios solares e do vento, ocasionando aumentos da temperatura do combustível e da taxa de evaporação, refletindo em um maior potencial de propagação do fogo (BROWN e DAVIS, 1973; PYNE, 1984; SOARES, 1985).

Áreas nativas apresentam menor risco quando comparadas com reflorestamentos, pois de acordo com Goldammer (1982), a floresta natural exerce a função de barreira natural para a propagação do fogo. Para Ferraz e Vetorazzi (1998), florestas primárias, devido ao microclima mais ameno proporcionado pelo dossel, são menos combustíveis que florestas secundárias. A floresta explorada apresenta também maior quantidade de combustível quando comparada a florestas não exploradas (BATISTA, OLIVEIRA e SOARES, 2002).

2.3.1.2 Material combustível

O conhecimento das características do material combustível fornece informações sobre o risco de incêndio e o comportamento do fogo, pois ele é fundamental para a ocorrência e propagação do fogo. Ele é o material orgânico, vivo ou morto, capaz de entrar em combustão. Os combustíveis podem estar dispostos tanto no solo quanto abaixo e acima dele, sendo classificados em superficiais, aéreos e subterrâneos. Os combustíveis superficiais são aqueles localizados sobre, e imediatamente acima ou no piso da floresta, até 1,80 m de altura, e compreendem folhas, galhos e troncos. Os combustíveis aéreos são os que se encontram acima de

1,80 m de altura, como os galhos e as copas das árvores. Os subterrâneos são os que estão abaixo da superfície, como húmus, raízes de árvores, madeira em decomposição e turfa (SOARES, 1985; BATISTA, 1990). Além da localização, o material combustível pode ser caracterizado de acordo com o tipo, a quantidade e o arranjo que apresenta no estrato florestal (RIGOLOT, 1990), de acordo com o exposto na FIGURA 5.

Sandberg, Ottmar e Cushon (2001), desenvolveram um sistema de classificação de combustíveis, atualmente amplamente utilizado por pesquisadores estadunidenses, onde classificaram a disposição dos combustíveis de acordo com a sua distribuição pelos diferentes estratos florestais. O objetivo dessa classificação foi simplificar o processo da localização, sem subestimar a complexidade das categorias que as representam. O sistema propõe a existência de seis estratos da vegetação, onde cada um é composto por diferentes combustíveis. As relações entre os estratos da vegetação e as categorias do material combustível propostos por Sandberg, Ottmar e Cushon (2001) estão representadas na FIGURA 6.

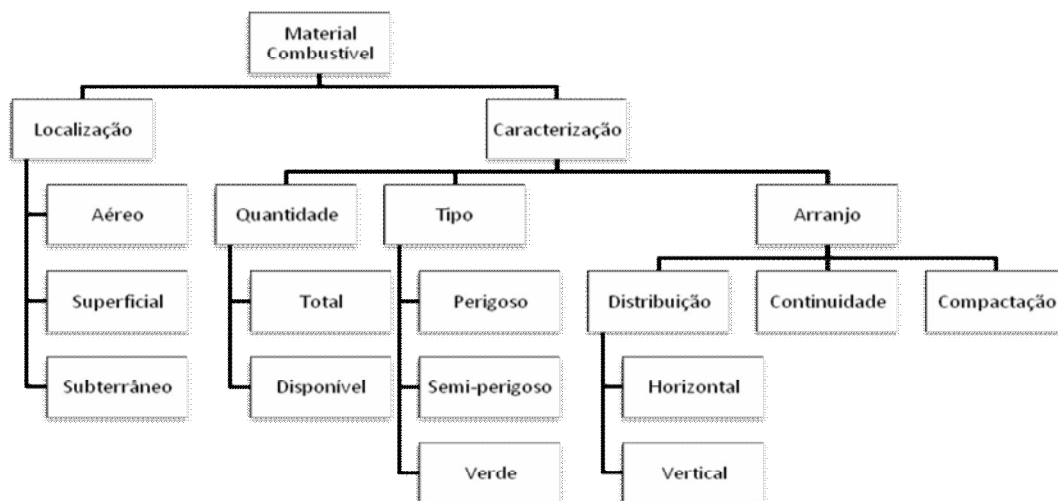


FIGURA 5 – ORGANOGRAMA DE CLASSIFICAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS
 FONTE: BEUTLING (2005), adaptado pelo autor

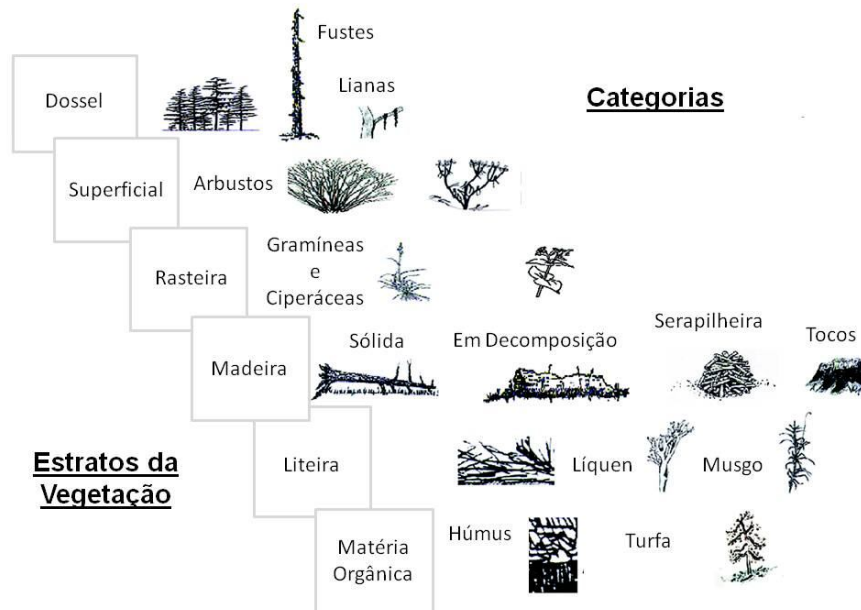


FIGURA 6 – RELAÇÃO ENTRE ESTRATOS DA VEGETAÇÃO E CATEGORIAS DE MATERIAL COMBUSTÍVEL

FONTE: SANDBERG, OTTMAR e CUSHON (2001), adaptado pelo autor

O material combustível pode ser ainda classificado segundo a sua relação com a ignição, em três tipos: perigoso, semi-perigoso e verde. Os materiais perigosos são todos os materiais secos com diâmetro igual ou inferior a 1,0 cm, como pequenos galhos, folhas e gramíneas. Esse material apresenta temperatura de ignição mais baixa o que facilita o início do fogo e acelera a propagação. Os semi-perigosos são todos os materiais secos com diâmetro acima de um centímetro. São materiais que queimam lentamente, porém desenvolvem intenso calor e podem manter uma combustão latente. Dessa forma, devem ser avaliados atentamente em atividades de rescaldo (SOARES, 1985). Os combustíveis verdes são representados pela vegetação viva. Devido ao alto teor de umidade, podem ser classificados como não inflamáveis, com exceção das coníferas resinosas. No entanto, de acordo com Pyne (1984), o calor liberado pela combustão dos outros combustíveis pode provocar a secagem desses materiais, tornando-os inflamáveis.

A quantidade de material combustível indica a possibilidade de propagação do fogo em uma determinada área e a quantidade de calor que será liberada durante a ocorrência de um incêndio florestal. Sendo assim, a quantificação do material combustível é uma importante característica que deve ser considerada em planos de prevenção e controle de incêndios. A quantidade pode variar significativamente,

dependendo do tipo, espaçamento e idade da vegetação. A quantidade é geralmente estimada a partir do peso seco por unidade de área, sendo normalmente expressa em kg/m² ou Mg/ha (REGO e BOTELHO, 1990). A quantidade de combustível pode ser classificada em total e disponível. A quantidade de material disponível para a combustão depende da umidade do material combustível, tamanho das partículas, proporção entre material vivo e morto e sua continuidade.

O arranjo do material combustível está correlacionado com três características: distribuição, continuidade e compactação. A distribuição está relacionada com a propagação do fogo e refere-se à posição do material dentro do estrato florestal. Ela pode ser tanto horizontal, quanto vertical. A continuidade refere-se à distribuição dos combustíveis sobre uma determinada área. Ela é uniforme, quando as partículas de combustível estão próximas umas das outras, facilitando o transporte do calor. Ocorre descontinuidade quando rochas ou corpos d'água separam o material. A compactação refere-se ao espaçamento entre as partículas do material combustível e está relacionada com a inflamabilidade, pois quanto maior o espaçamento, maior a quantidade de oxigênio no processo de combustão e conseqüentemente maior a taxa de propagação do fogo (BATISTA, 2000).

Além das características do material combustível descritas, outros fatores associados ao material combustível que influenciam o risco de incêndios são representados pela umidade do material combustível, inflamabilidade e combustibilidade.

A umidade do material combustível influencia a sua inflamabilidade e reflete as condições climáticas e meteorológicas do local. Ela determina a quantidade de calor requerida para que ocorra a ignição. Combustíveis vivos apresentam diferentes mecanismos de retenção de água em relação aos combustíveis mortos e, conseqüentemente, diferentes respostas às variações climáticas (BATISTA, 1990). As principais variáveis meteorológicas que regulam a umidade do material combustível são a precipitação, a umidade relativa do ar e a temperatura, além do vento e da radiação solar que exercem influencia na secagem do combustível.

Para Soares (1979) combustíveis com teor de umidade acima de 25 a 30% possuem remotas possibilidades de ignição, sendo estes os valores atribuídos para caracterizar a umidade de extinção, que é um determinado valor do conteúdo de umidade que impede a combustão e a propagação do fogo. Para Rego e Botelho (1990) a combustão não é possível com valores de 120% para certas espécies de

herbáceas, até 200% para acículas de pinus, e 120 a 160% para a maior parte dos combustíveis vivos.

A influência da umidade nos materiais combustíveis é mais evidente naqueles de pequenas dimensões, classificados como perigosos. Esses materiais com diâmetro menor que 1,0 cm respondem mais rapidamente às mudanças climáticas, e dessa forma são os principais responsáveis pela propagação do fogo. Sendo assim, os combustíveis são classificados também em função do tempo de resposta, ou *timelag*, conceito definido como a quantidade de tempo para uma substância perder ou ganhar aproximadamente dois terços da umidade acima ou abaixo do seu conteúdo de umidade inicial. Deeming, Burgan e Cohen (1977) classificaram os materiais combustíveis em função do seu tempo de resposta em quatro classes: classe de 1 hora de *timelag*, correspondente aos combustíveis com diâmetro inferior a 0,7 cm; classe de 10 horas de *timelag*, correspondente aos combustíveis com diâmetro entre 0,7 e 2,5 cm; classe de 100 horas de *timelag*, correspondente aos combustíveis com diâmetro entre 2,5 e 7,6 cm; e classe de 1000 horas de *timelag* correspondente aos combustíveis com diâmetro acima de 7,6 cm.

Segundo Beutling (2005), a inflamabilidade está relacionada com a facilidade de combustão e com o tempo que o material leva para incendiar. Ela é expressa pelo tempo necessário para que o material combustível entre em ignição, a partir do momento em que ele é submetido a uma fonte externa de calor. Já a combustibilidade, está associada com a maneira ou forma como o combustível queima e sua capacidade de manter e propagar a combustão, e é expressa pela quantidade de calor desprendido pelo processo de combustão.

As características do material combustível mais comumente analisadas que geram diferentes potenciais de risco de incêndio são: quantidade, inflamabilidade, umidade, continuidade e compactação (BATISTA, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2002). O material combustível está associado ao risco de incêndios, devido à forte influência que exerce sobre o comportamento do fogo. Diversas variáveis são associadas ao comportamento do fogo, como intensidade, taxa de propagação e altura de crestamento. Dentre elas, a intensidade constitui-se numa das variáveis de maior importância num incêndio florestal. Ela representa a taxa de energia liberada pelo fogo durante o processo de combustão e é regulada pela quantidade de material combustível disponível para a queima, que é denominada de “carga” do material combustível. Quanto maior a carga do material combustível, maior a intensidade do

fogo. Essa relação é inversamente proporcional quando se correlaciona a intensidade do fogo à umidade do material combustível, sendo assim, quanto maior o teor de umidade contido no material combustível, menor será a intensidade do fogo.

2.3.1.3 Topografia

A topografia tem importância significativa no grau de risco de incêndio de uma determinada região, pois influencia o comportamento do fogo. A topografia exerce ainda relevante ação sobre as condições dos ventos. As características topográficas mais associadas ao risco de incêndio são: declividade, orientação das encostas e altimetria (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

A orientação das encostas exerce influência sobre a intensidade da radiação solar que incide sobre o terreno. Dessa forma, ela tem ação sobre a umidade do ar e do material combustível. No hemisfério sul, os raios solares incidem de forma mais direta sobre a face norte. As faces oeste e leste recebem a mesma quantidade de radiação solar. No entanto a temperatura na face oeste atinge temperaturas mais elevadas, pois quando a radiação atinge a porção oeste, ela já está pré-aquecida pelo ar que é aquecido desde o período matutino (BATISTA, OLIVEIRA e SOARES, 2002).

A elevação do terreno está relacionada com as condições climáticas e influencia diretamente a taxa de propagação do fogo. Para Salas e Chuvieco (1994), o aumento da altitude está relacionado com um decréscimo da temperatura e uma elevação da umidade relativa do ar. Dessa forma, quanto maior a altitude, menor o risco de incêndio. Por isso, quando integrado ao zoneamento, o mapa de risco segundo a altimetria assume valores negativos (BATISTA, OLIVEIRA e SOARES, 2002).

A inclinação determina as condições de pré-aquecimento do material combustível e afeta a taxa de propagação do fogo. Ela está diretamente relacionada com a velocidade e a direção de propagação do fogo. Na medida em que o fogo se propaga, a temperatura do ar aumenta, pré-aquece os combustíveis à frente da linha de fogo, e dessa forma facilita seu avanço com maior velocidade nos aclives. Sendo

assim, a velocidade de propagação do fogo é mais elevada nos aclives do que nos declives ou em regiões planas. Para Soares (1985), o fator de propagação é elevado em 5 ou 10% de acordo com o grau de inclinação do terreno. A correlação entre o grau de inclinação e o fator de propagação do fogo estabelecido por Soares (1985) estão distribuídas de acordo com a TABELA 1.

INCLINAÇÃO (%)	FATOR DE PROPAGAÇÃO
Até 15	1.00
16–25	1.05
26–35	1.15
36–45	1.20
≥ 46	1.25

FONTE: SOARES (1985)

2.3.1.4 Condições climáticas

As condições climáticas estão estritamente relacionadas com o risco de incêndio, pois exercem influência tanto sobre a probabilidade de ignição, quanto sobre a propagação do fogo (SOARES, 1985). A temperatura do ar influi direta e indiretamente na combustão e propagação dos incêndios. Sua influência direta se refere à quantidade de calor necessária para elevar o combustível à temperatura de ignição e depende da própria temperatura inicial do combustível, como também da temperatura do ar em volta do mesmo. Sua influência indireta esta relacionada com o efeito sobre os outros fatores relacionados à propagação do fogo, entre os quais o vento, a umidade do combustível e a estabilidade atmosférica (NUNES, 2005).

Para Viegas (1997), o vento é o fator mais importante na propagação de um incêndio florestal. O vento influencia a direção e a taxa de propagação do fogo, bem como a secagem do material combustível (SCHROEDER e BUCK, 1970; SOARES, 1985). Para Schroeder e Buck (1970), o vento e a umidade relativa do ar são considerados os dois mais importantes parâmetros meteorológicos que afetam a propagação dos incêndios. A umidade relativa do ar apresenta efeito direto na inflamabilidade dos combustíveis florestais, devido à troca constante de umidade que acontece entre a atmosfera e os combustíveis florestais mortos. O material seco absorve água quando a umidade do ar é elevada e libera água quando o ar está

seco. A quantidade de umidade que o material morto pode absorver e reter depende da umidade relativa do ar. Durante períodos extremamente secos, a baixa umidade pode afetar também o conteúdo de umidade do material verde (SCHROEDER e BUCK, 1970, SOARES, 1985). O tempo que os combustíveis florestais levam para absorver ou perder umidade para o ar varia principalmente de acordo com o tipo e tamanho do material (BATISTA, 1990).

A precipitação é fundamental na redução do potencial de ocorrência e propagação do fogo. No entanto, condições críticas de inflamabilidade não são revertidas facilmente. Combustíveis extremamente secos podem ser umedecidos superficialmente por uma chuva e secarem rapidamente, tornando-se novamente inflamáveis em algumas horas (SCHROEDER e BUCK, 1970; PYNE, 1984; SOARES, 1985; NUNES, 2005).

A ocorrência dos incêndios em uma região é influenciada pelas condições das camadas mais baixas da atmosfera em um determinado tempo e pelas alterações climáticas ocorridas com o decorrer do tempo (NUNES, 2005). Sendo assim, o conhecimento das variáveis meteorológicas é de grande importância na prevenção e controle dos incêndios. A partir dessas variáveis podem-se identificar os dias e as épocas de maiores riscos de ocorrência de incêndios e com base nessas informações, podem-se identificar o risco temporal de incêndios para uma determinada região e estabelecer medidas de prevenção e controle do fogo, visando à redução de possíveis danos.

Precipitação, umidade relativa do ar e temperatura afetam a umidade do material combustível. Valores elevados de umidade relativa do ar e precipitação refletem graus de risco mais baixos, já valores de temperatura mais elevados refletem graus de risco maiores, pois promovem a secagem do material combustível. Cartas climáticas de temperatura e umidade podem ser utilizadas para se estimar a umidade do material combustível e dessa forma, elaborar mapas de risco segundo a umidade do combustível, como proposto por Batista, Oliveira e Soares (2002).

2.3.1.5 Influências humanas

A existência de atividades humanas está relacionada intimamente com o grau de risco de incêndio, pois grande parte das ignições tem origem em atividades antrópicas (BATISTA, OLIVEIRA e SOARES, 2002). Além das causas antrópicas, os agentes causadores de incêndios podem ser naturais. Existem diversas classificações das causas em categorias. No Brasil, são utilizadas as categorias estabelecidas pelo Serviço Florestal dos Estados Unidos da América e adotadas pela FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (SOARES e SANTOS, 2002). São elas: raios, incendiários, queimas para limpeza, fogos de recreação, fumantes, estradas de ferro, operações florestais e diversos.

Os incêndios causados por raios fazem parte dos processos ecológicos e são importantes causas de ocorrências em determinadas unidades de conservação, de cerrado como relatado por Ribeiro, Lima e Siqueira (2002), para o Parque Nacional Serra da Canastra e por Ramos-Neto e Pinheiro-Machado (1996) e França *et al.* (2004), para o Parque Nacional das Emas. O vulcanismo é outro fator natural associado aos incêndios. No entanto é muito raro na América do Sul (GOLDAMMER, 1982). Os incêndios de causas naturais podem ajudar a reduzir os riscos de incêndios catastróficos em determinados ambientes, pois conforme Ramos-Neto (2000), o fogo natural cria mosaicos de áreas com diferentes quantidades de biomassa combustível, servindo como barreiras naturais ao deslocamento do fogo.

Os incendiários são pessoas que intencionalmente provocam incêndios em propriedades alheias, seja por vingança ou problemas mentais. Conforme Soares (1997), existe uma grande preocupação mundial pelos incêndios causados por incendiários. De maneira geral, os incendiários ocupam o primeiro lugar no número de incêndios na África do Sul (REPUBLIC OF SOUTH AFRICA, 1987), nos Estados Unidos (BROWN e DAVIS, 1973), na Espanha (VÉLEZ, 1990), na Grécia (KAILIDIS, 1992), na Itália (EUROPEAN COMMISSION, 2004), em Portugal (FAO, 2002), na Turquia (FAO, 1997), nas Filipinas (FAO, 1998), no Uruguai (VÉLEZ, 2000) e na Argentina (VÉLEZ, 2000). No Brasil, no período compreendido entre 1998 e 2002, os incendiários foram o principal grupo causador dos incêndios, seguido pelo grupo queimas para limpeza (SANTOS, 2004).

Queimas para limpeza são incêndios originários do uso do fogo na limpeza de terreno, seja para fins florestais, agrícolas ou pecuários, e que tenha escapado ao controle e atingido áreas florestais. Segundo Heikkilä, Grönqvist e Jurvélius (2007), a melhor maneira de prevenção desse tipo de incêndio é educando a população sobre a realização de queimas prescritas, para que o público saiba como reduzir os riscos associados ao uso do fogo em suas propriedades.

Incêndios causados por pessoas que utilizam a floresta como local de recreação são classificados como fogos de recreação. Fumantes são responsáveis pelos incêndios provocados por fósforos ou pontas de cigarro aceso. Incêndios causados direta ou indiretamente pelas atividades das ferrovias são classificados como estradas de ferro. Incêndios originados por trabalhadores florestais em atividade na floresta são classificados como operações florestais. Quando as causas não se enquadram em nenhuma das categorias acima descritas, devem então ser classificados como diversos e quando elas não são determinadas, devem ser registradas como tal.

Conforme Soares e Santos (2002), a investigação das causas deve ser constantemente incentivada, para que possam ser desenvolvidos programas objetivos de prevenção e fiscalização, visando a redução do número de ocorrências. Segundo Heikkilä, Grönqvist e Jurvélius (2007), a melhor forma de reduzir as causas de incêndios florestais é por meio da implantação de programas educacionais. Para tanto, devem ser utilizados diversos meios de comunicação, como o rádio e a televisão.

Algumas variáveis são utilizadas como indicadoras da influência das atividades humanas sobre o grau de risco de incêndio, como por exemplo demografia e distribuição do sistema viário. Quanto maior a densidade demográfica, maior a probabilidade de ocorrência de incêndios e conseqüentemente mais elevado o grau de risco (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

O sistema viário exerce influência sobre o risco, pois viabiliza o acesso e o tráfego de pessoas em áreas vulneráveis a ação do fogo. Salas e Chuvieco (1994) identificaram áreas ao longo de rodovias, ferrovias e áreas de recreação como importantes fontes de ignição. Para Ferraz e Vetorazzi (1998), as vias de acesso são consideradas em sua totalidade como fontes de risco, devido ao tráfego que proporcionam. O grau de risco é associado à forma de interação entre os transeuntes e o meio (CHUVIECO e CONGALTON, 1989).

As vias apresentam um determinado raio de influência. Esse raio varia de acordo com diferentes autores e é definido de acordo com a extensão da área, a escala, a resolução dos dados, as condições de pavimentação das vias, e o fluxo de transeuntes (CHUVIECO e CONGALTON, 1989; FERRAZ e VETORAZZI, 1998). Toda a área contida no raio de alcance é classificada como sob influência de atividades humanas e apresenta um grau de risco maior quando comparado com as áreas localizadas fora do raio de ação das vias de acesso, como proposto por Chuvieco e Congalton (1989) e aplicado para o estado do Paraná, por Batista, Oliveira e Soares (2002), em que o raio de influência de 1000 m foi considerado para as estradas localizadas na área de estudo.

2.3.2 Análise do risco temporal de incêndios

Diversos indicadores podem ser utilizados para a análise do risco temporal de incêndios. Esses indicadores estão relacionados com variáveis ambientais meteorológicas, econômicas, políticas e culturais. Determinação do histórico do fogo, análise de focos de calor e de índices de perigo de incêndios são métodos que podem ser aplicados para a análise do risco temporal de incêndios, pois permitem a identificação da frequência do uso e da ocorrência do fogo; e a identificação de períodos críticos que favorecem a ocorrência e a propagação do mesmo em uma determinada região.

2.3.2.1 Histórico do fogo

O conhecimento do histórico do fogo, ou estatística dos incêndios, é um recurso valioso, tanto para o planejamento da prevenção, quanto para a avaliação contínua do sistema de combate aos incêndios. Essas informações fornecem suporte para a estruturação dos serviços de prevenção e combate, de maneira a concentrar os recursos financeiros e definir adequadamente as épocas e os locais para a realização de campanhas preventivas que atinjam o público de maneira

efetiva (SOARES e SANTOS, 2002; RIBEIRO, LIMA e SIQUEIRA, 2002; VOSGERAU, 2005).

Segundo Soares (2009) é fundamental saber onde e quando ocorrem os incêndios, para que possam ser identificadas as regiões e épocas de maior risco e para que programas específicos de prevenção e combate possam ser direcionados para tais locais. Além disso, o conhecimento das causas é imprescindível para que trabalhos objetivos de prevenção, visando à diminuição das causas mais frequentes, sejam realizados.

Apesar da importância do tema, existem poucos dados atualizados que permitem conhecer a estatística dos incêndios no Brasil. Estudos como o realizado por Soares (1984; 1989), Soares e Santos (2002), Santos (2004), Soares, Batista e Santos (2006) e Soares (2009), compõem a base científica sobre as ocorrências dos incêndios no Brasil.

2.3.2.2 Focos de calor

A detecção de focos de calor é realizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que incorpora produtos derivados a partir das imagens do VAS do satélite GOES e do MODIS dos satélites TERRA e AQUA, cobrindo todos os estados brasileiros e quase a totalidade da América do Sul. Além da detecção e caracterização dos focos de incêndio, têm sido desenvolvidas técnicas de sensoriamento remoto destinadas a observar e quantificar os efeitos dos produtos emitidos (DELMAS, LACAUX e BROCARD 1995; BLAKE *et al.*, 1996; SINHA *et al.*, 2003; FREITAS *et al.*, 2005)

A expressão focos de calor é utilizada para interpretar o registro de calor captado na superfície do solo por sensores espaciais. O sensor AVHRR capta e registra qualquer temperatura acima de 47°C e a interpreta como sendo um foco de calor. Apesar de a resolução espacial ser baixa (1,1 km), frentes de fogo de apenas 30,0 x 1,0 m podem ser detectadas (FERREIRA, 2004).

Os focos de calor constituem-se em uma ferramenta útil para a geração de informações sobre as condições de risco de incêndio e planejamento estratégico para o combate ao fogo (NEPSTAD *et al.*, 1998; TRIGG e LE ROUX, 2001). O

objetivo da análise dos focos de calor é verificar o uso do fogo em determinada região e identificar a época e os locais de maior ocorrência de fontes de ignição. A partir dessas informações corretamente registradas e ajustadas, podem ser estabelecidas correlações sobre os focos de calor e o risco de incêndios para serem utilizadas de forma prática na prevenção de ocorrências.

2.3.2.3 Índices de perigo de incêndios

Os índices de perigo de incêndio são indicadores quantitativos que refletem a probabilidade de ocorrência de um incêndio e em alguns casos a sua probabilidade de propagação. São calculados com base em variáveis meteorológicas de um dia, ou de uma sequência de dias. O peso atribuído a essas variáveis pode variar em função das regiões que o compõem (NUNES, 2005). De acordo com Soares (1972) os índices de previsão mais utilizados adotam, para efeito de cálculo, os dados meteorológicos coletados às 13 horas. Para Manta (2003), os índices são classificados como não-cumulativos, quando calculados com base nas condições meteorológicas do dia e cumulativos quando empregam métodos de acumular as condições meteorológicas de dias anteriores.

Os índices de perigo de incêndios podem ser divididos em dois grupos: índices de ocorrência, que indicam a probabilidade de ocorrência de um incêndio; e índices de propagação que além de indicar as condições de ocorrência oferecem uma previsão do comportamento do fogo (NUNES, 2005). Os índices de perigo de incêndios se apresentam em classes de perigo, sendo expressos em sentido relativo ou como uma medida absoluta. As classes de perigo são porções da escala numérica do perigo de incêndios florestais (SOARES, 1984). Escalas adjetivas para informação ao público, com graus de perigo que podem variar entre nulo, moderado, alto, muito alto e extremo são adotadas por diversos pesquisadores como Soares (1972) e Nunes (2005).

A previsão do risco fornecida pelos índices subsidia o planejamento adequado de atividades de prevenção e supressão de incêndios (SOARES, 1984). De acordo com Nunes (2005), dentre as aplicações dos índices de perigo de incêndio destacam-se: o conhecimento do grau de risco, o planejamento do controle

de incêndios, a permissão para realização de queimas prescritas, o estabelecimento de zonas de perigo, a previsão do comportamento do fogo e a advertência pública do grau de perigo.

Segundo Nunes (2005), os principais índices de perigo de incêndios florestais empregados no Brasil são: índice de Angstron, índice logarítmico de Telicyn, índice de Nesterov, índice de Rodríguez e Moretti, Fórmula de Monte Alegre e Fórmula de Monte Alegre Alterada. No Paraná, os índices de perigo mais utilizados são a Fórmula de Monte Alegre e a Fórmula de Monte Alegre Alterada.

2.3.2.3.1 Fórmula de Monte Alegre

A Fórmula de Monte Alegre (FMA) foi desenvolvida por Soares (1972) baseada em informações da região central do estado do Paraná e indica a probabilidade de ocorrência de um incêndio. É um índice cumulativo que utiliza duas variáveis meteorológicas para o cálculo do grau de perigo: a precipitação diária e a umidade relativa do ar aferida às 13 horas. Por ser um índice cumulativo no que se refere à umidade relativa, o índice está sujeito a restrições de precipitação que devem ser levadas em consideração quando a fórmula é empregada (TABELA 2). A interpretação do grau de perigo estimado é feita por meio de uma escala, como apresentado na TABELA 3.

TABELA 2 - RESTRIÇÕES DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE EM FUNÇÃO DA QUANTIDADE DE CHUVA DO DIA

CHUVA DO DIA (mm)	MODIFICAÇÃO NO CÁLCULO
≤ 2,4	Nenhuma
2,5 a 4,9	Abater 30% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia.
5,0 a 9,9	Abater 60% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia.
10,0 a 12,9	Abater 80% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia.
> 12,9	Interromper o cálculo (FMA = 0) e recomeçar a somatória no dia seguinte.

FONTE: SOARES (1972)

TABELA 3 - ESCALA DO GRAU DE PERIGO DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE

VALOR DE FMA	GRAU DE PERIGO
≤ 1,0	Nulo
1,1 a 3,0	Pequeno
3,1 a 8,0	Médio
8,1 a 20,0	Alto
> 20,0	Muito alto

FONTE: SOARES (1972)

2.3.2.3.2 Fórmula de Monte Alegre Alterada

A Fórmula de Monte Alegre Alterada foi desenvolvida por Nunes (2005) e indica a probabilidade de ocorrência e propagação de um incêndio. Assim como a Fórmula de Monte Alegre, ela foi desenvolvida com dados da região central do estado do Paraná, tendo sido posteriormente validada para todas as regiões do estado (NUNES, 2007a; NUNES, 2007b). A variável vento foi incorporada na fórmula original para a indicação da probabilidade de propagação dos incêndios.

A Fórmula de Monte Alegre Alterada é um índice cumulativo que utiliza três variáveis meteorológicas para o cálculo do grau de perigo: a precipitação diária, a umidade relativa do ar e o vento, ambos aferidos às 13 horas. Por ser um índice cumulativo no que se refere à umidade relativa, o índice está sujeito a restrições de precipitação e deve ser calculado levando-se em consideração as restrições apresentadas na TABELA 4.

A interpretação do grau de perigo estimado é feita por meio de uma escala. Cada classe de perigo tem uma relação inversa com o grau de perigo estabelecido. Nunes (2005; 2007a; 2007b) apresentou três versões dessas escalas de acordo com a região do estado do Paraná em estudo, que estão representadas nas TABELAS 5, 6 e 7.

TABELA 4 – INDICAÇÃO DAS RESTRIÇÕES DE PRECIPITAÇÃO E AJUSTES DE CÁLCULO PARA A FÓRMULA DE MONTE ALEGRE ALTERADA

CHUVA DO DIA (mm)	MODIFICAÇÃO NO CÁLCULO
≤ 2,4	Nenhuma
2,5 a 4,9	Abater 30% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia.
5,0 a 9,9	Abater 60% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia.
10,0 a 12,9	Abater 80% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia.
> 12,9	Interromper o cálculo (FMA = 0) e recomeçar a somatória no dia seguinte.

FONTE: NUNES (2005)

TABELA 5 – ESCALA ORIGINAL DO GRAU DE PERIGO DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE ALTERADA

VALOR DE FMA ⁺	GRAU DE PERIGO
≤ 3,0	Nulo
3,1 a 8,0	Pequeno
8,1 a 14,0	Médio
14,1 a 24,0	Alto
> 24,0	Muito alto

FONTE: NUNES (2005)

TABELA 6 – PRIMEIRA ADAPTAÇÃO DA ESCALA DO GRAU DE PERIGO DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE ALTERADA

VALOR DE FMA ⁺	GRAU DE PERIGO
≤ 4,0	Nulo
4,1 a 9,0	Pequeno
9,1 a 16,0	Médio
16,1 a 30,0	Alto
> 30,0	Muito alto

FONTE: NUNES (2007a)

TABELA 7 – SEGUNDA ADAPTAÇÃO DA ESCALA DO GRAU DE PERIGO DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE ALTERADA

VALOR DE FMA ⁺	GRAU DE PERIGO
≤ 5,0	Nulo
5,1 a 12,0	Pequeno
12,1 a 21,0	Médio
21,1 a 35,0	Alto
> 35,0	Muito alto

FONTE: NUNES (2007b)

2.3.3 Análise do risco espacial de incêndios

Assim como observado para a análise do risco temporal de incêndios, determinados indicadores também podem ser utilizados para a análise do risco espacial de incêndios. Elaboração de zoneamentos de risco e caracterização do material combustível são métodos que podem ser aplicados para a análise da distribuição espacial do risco de incêndios, pois permitem a identificação de zonas com maiores ou menores probabilidades de ocorrências de fogo em uma determinada área.

2.3.3.1 Zoneamento de risco de incêndios

Os zoneamentos de risco de incêndios são instrumentos essenciais utilizados no planejamento do controle de incêndios vegetacionais (FERRAZ e VETORAZZI, 1998). Eles proporcionam uma visualização da distribuição espacial do risco de incêndio em toda a área protegida (OLIVEIRA, 2002), identificando as

regiões com maiores e menores probabilidades de ocorrência de incêndios (VETORAZZI e FERRAZ, 1998).

Para Castañeda (1997), o risco de incêndio está relacionado com o perigo de ignição e a vulnerabilidade do ecossistema. O perigo de ignição está associado com as atividades humanas e a vulnerabilidade do ecossistema com as características ambientais que proporcionam condições favoráveis à manutenção do fogo. Sendo assim, o grau de risco pode ser traduzido pelo potencial de ocorrência e propagação do fogo. Pela combinação entre a probabilidade da ignição e a probabilidade de propagação, podem ser obtidos diferentes graus de risco de incêndio (BATISTA, OLIVEIRA e SOARES, 2002).

O risco é determinado pela correlação entre diversas variáveis ambientais, que quando associadas criam condições que dificultam o controle do fogo. De acordo com Brown e Davis (1973), as variáveis mais comumente associadas ao risco de incêndio são as características do material combustível, as condições climáticas, a topografia e o tipo de cobertura vegetal.

Segundo Vetorazzi e Ferraz (1998), dados provenientes de mapas, fotografias aéreas, imagens de satélite e até mesmo informações levantadas em condições de campo podem ser utilizadas para a elaboração de mapas temáticos referentes à área de estudo. São exemplos de mapas temáticos: mapa de uso do solo, cobertura vegetal, hidrografia e vias de acesso.

Os mapas de risco, por sua vez, são elaborados a partir dos mapas temáticos (BATISTA, 2000). A análise criteriosa de cada variável associada ao risco de incêndios permite o estabelecimento de graus de risco de acordo com a sua influência sobre a ignição e a propagação do fogo. A definição dos níveis de risco para cada variável possibilita a elaboração de mapas de risco de incêndios. Essas informações são analisadas de acordo com a sua distribuição espacial na área, sendo manipuladas em um sistema de informações geográficas (SIG), que para Vetorazzi e Ferraz (1998) é uma técnica indispensável no mapeamento de risco de incêndios, pois viabiliza a aplicação prática do mapeamento de risco. O SIG proporciona maior agilidade em ações de planejamento e conseqüentemente na tomada de decisões, pois garante maior precisão para a localização espacial das informações (VENTURI, 2006; CATRY, 2007).

O zoneamento de risco de incêndios é gerado pela superposição dos mapas de risco, em função da somatória ponderada dos riscos parciais de cada variável

previamente analisada (BATISTA, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2004). Diversos modelos de integração têm sido utilizados para a elaboração de zoneamentos de risco de incêndios (CHUVIECO e CONGALTON, 1989; CASTAÑEDA, 1997; FERRAZ e VETTORAZZI, 1998; FREIRE, CARRÃO e CAETANO, 2002). Para Oliveira (2002), o melhor modelo de ponderação é aquele definido de acordo com as condições de ocorrência dos incêndios locais e que considera a importância de cada variável em função das características da área de estudo.

De acordo com Ferraz e Vetorazzi (1998), com as informações obtidas pelo zoneamento, medidas preventivas podem ser tomadas para se reduzir a ocorrência de incêndios e a extensão das áreas atingidas, tais como: maior vigilância nas áreas de maior risco, restrição de acesso aos locais de risco elevado, construção de aceiros preventivos, e aplicação de técnicas de redução de material combustível nas zonas de maior risco (OLIVEIRA *et al.*, 2002). O zoneamento também fornece auxílio ao combate já que as informações obtidas dão suporte ao planejamento de construção de estradas de acesso rápido aos locais de maior risco e possibilitam a alocação de recursos de combate em pontos estratégicos. Por fim, os zoneamentos fornecem subsídios a adequação e distribuição dos recursos e equipamentos destinados à prevenção e ao combate de acordo com o nível de risco de incêndio (OLIVEIRA, 2002; CARRÃO *et al.*, 2002).

A influência das atividades humanas está associada intimamente com o risco de ignição, e dessa forma também é uma variável de risco de grande importância para a elaboração de zoneamentos de risco de incêndios (BATISTA, OLIVEIRA e SOARES, 2002). A elaboração de mapas de risco e zoneamento de incêndios pode ser utilizada para áreas privadas, unidades de conservação em largas ou pequenas escalas, até mesmo em nível municipal, desde que sejam consideradas as variáveis locais que influenciam o comportamento do fogo (RIBEIRO *et al.*, 2008).

2.3.3.2 Caracterização do material combustível

A caracterização do material combustível corresponde à avaliação das relações entre a vegetação e o fogo, quando se pretende realizar a previsão do comportamento do fogo, seja ela relativa, como para a determinação do risco espacial de incêndios ou previsão dos efeitos de uma ocorrência; ou direta, como para a avaliação da intensidade ou da taxa de propagação do fogo (ALLGÖWER *et al.*, 2004). A intensidade do fogo é determinada pela quantidade de material combustível disponível para a queima, que é denominada como carga do material combustível e se expressa de forma importante durante a combustão. A inflamabilidade da vegetação pode ser analisada pela determinação da carga e do teor de umidade do material combustível (FULLER, 1991; BATISTA, 1995; BEUTLING, 2005).

Segundo Brown e Davis (1973), a carga do material combustível é extremamente importante e variável nos diferentes ambientes e ecossistemas, o que torna a sua classificação um difícil processo. De acordo com Agee (1983), os métodos de caracterização do material combustível abordam o material morto depositado sobre o piso da floresta, os quais representam a classe primária da quantidade de combustível disponível na grande maioria, tanto das queimas prescritas, quanto dos incêndios.

Os métodos para análise do material combustível, podem ser classificados em métodos diretos e indiretos (ALLGÖWER *et al.*, 2004). No método direto de amostragem destrutiva, realizado em intervalos pré-determinados ou aleatoriamente distribuídos, as amostras são coletadas com o auxílio de gabaritos, que variam em tamanho e forma (quadrangular, retangular ou circular), basicamente em função do estrato que está sendo acessado. Os métodos diretos não destrutivos propostos por Canfield (1941), Van Wagner (1968), Brown (1970), Etienne e Legrand (1994) e Rigolot e Etienne (1996) são baseados em amostragens de combustíveis realizadas em transeções lineares, retangulares ou quadrangulares. O método do Cubo, proposto por Cohen, Rigolot e Étienne (2002), é um método direto não destrutivo, que permite determinar o volume dos combustíveis em diferentes alturas da vegetação.

Diversos métodos indiretos para a caracterização do material combustível foram desenvolvidos com o objetivo de minimizar o tempo e os custos associados com o processo de localização, coleta, separação, pesagem e secagem das amostras. De acordo com Catchpole e Wheeler (1992), métodos de análises visuais baseadas em estimativas diretas ou relativas da altura da vegetação e séries de estereo-fotografias podem fornecer rapidamente estimativas sobre a biomassa vegetal e sobre os combustíveis. Para Allgöwer *et al.* (2004), somente as séries de estereo-fotografias utilizadas para quantificar a biomassa da vegetação possuem importante aplicação em pesquisas relacionadas ao material combustível e aos incêndios. As fotografias utilizadas em séries de estereo-fotografias podem ser planas, para a visualização dos diferentes estratos da vegetação ou hemisféricas, para a visualização da disposição do dossel da vegetação analisada (SCOTT e REINHARDT, 2005).

Estimativas sobre as características dos combustíveis determinadas por meio de equações de regressão também são classificadas como métodos indiretos de avaliação dos combustíveis. Esses métodos correlacionam variáveis de interesse sobre os combustíveis com variáveis independentes de fácil aferição e foram propostos por pesquisadores nos Estados Unidos (BROWN, 1978), no Brasil (SOARES, 1979), em Portugal (FERNANDES e REGO, 1998), na Tunísia (ABDELMOULA *et al.*, 2001) e em diversos outros países.

Segundo Melo (2005), o método de maior acuidade para a caracterização do material combustível consiste no método direto da coleta do material por meio de amostras destrutivas, retirado de parcelas aleatórias ou sistematicamente localizadas na área de estudo, pesagem do material total e de uma amostra em campo, secagem das amostras em estufa e pesagem das amostras de material seco. Esse processo permite a subsequente determinação da umidade do material combustível e da carga real *in loco* por meio de simples cálculos matemáticos que tem como base o peso das amostras em campo e o peso seco das amostras em laboratório. Para Sandberg, Ottmar e Cushon (2001), o método de coleta e caracterização dos combustíveis deve ser determinado em função da cobertura vegetal, do estrato da vegetação e da categoria dos combustíveis que está sendo acessada. De acordo com Brown (1981), o sucesso do método vai depender da abundância dos combustíveis.

Diversas pesquisas foram realizadas desde a década de 30 do século passado, com o intuito de classificar e caracterizar os combustíveis florestais. A maioria dos estudos foi conduzida nos Estados Unidos, Canadá e sul da Europa. Nos Estados Unidos, onde existem diversos trabalhos sobre o tema, o principal objetivo da caracterização dos combustíveis é fornecer suporte para o planejamento de atividades de controle dos incêndios, como o mapeamento e manejo dos combustíveis realizado em áreas protegidas, como por exemplo no *Yellowstone National Park* (DESPAIN, 2008).

A EFNCN (Eurasian Fire in Nature Conservation Network) juntamente com o Programa Europeu *Fire Paradox* (*EU Fire Paradox Programm*), tem desenvolvido uma metodologia para a caracterização dos combustíveis, com o objetivo de uniformizar e sistematizar as informações sobre a coleta e análise do material combustível, para ser utilizada em programas de queima prescrita que objetivem a conservação da natureza, permitindo assim, a uniformização das análises necessárias sobre os efeitos do fogo em diferentes ecossistemas europeus e asiáticos (SPIELMANN e KRAUS, 2008).

No Brasil, até o ano de 1977 não existiam pesquisas sobre a caracterização dos combustíveis florestais. Nesse contexto, Soares (1977) sugeriu que a estimativa dos combustíveis fosse realizada a partir de dados e relações desenvolvidas em outras áreas que apresentassem condições similares àquelas estudadas. A partir desse momento, diferentes autores desenvolveram pesquisas que abordaram a caracterização do material combustível em povoamentos de *Pinus taeda* (BATISTA, 1995), *Eucalyptus viminalis* (RIBEIRO, 1997), *Eucalyptus dunnii* e *Pinus taeda* (SOARES, BATISTA e SOUZA, 2002) e *Araucaria angustifolia* (BEUTLING, 2005), além de pesquisas em áreas naturais, como a realizada por Melo (2005), em áreas compostas por Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista, localizadas no Parque Nacional do Iguaçu, no estado do Paraná.

Em áreas de cerrado, a quantidade de material combustível apresenta grande variação de acordo com as diferentes fitofisionomias, podendo variar entre 3,9 e 12,9 t/ha (WARD *et al.*, 1992; PIVELLO e COUTINHO, 1992; CASTRO e KAUFFMAN, 1998; RAMOS NETO, 2000). Segundo Pereira Júnior (2002), a quantidade de combustível pode ser diretamente determinada em pequenas áreas, mas é inviável em áreas de dimensões subcontinentais, como em algumas regiões brasileiras. Uma das alternativas que nesse caso pode ser utilizada é a estimativa

indireta com o uso de imagens de sensores orbitais, tanto por meio de índices de vegetação como pelo mapeamento do uso da terra e dos tipos de vegetação. Séries de estereo-fotografias, como as desenvolvidas por Ottmar *et al.* (2001) para a quantificação da biomassa da vegetação do cerrado do Brasil central também constituem um método indireto valioso para a caracterização do material combustível em regiões de cerrado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O Parque Estadual do Cerrado foi criado pelo Decreto Estadual nº 1.232, em 27 de março de 1992. O objetivo de sua criação foi preservar um remanescente de cerrado, ecossistema em via de extinção no estado do Paraná, bem como locais de excepcional beleza cênica, como *canyons* e cachoeiras (IAP, 2002). O Parque representa o limite meridional de distribuição geográfica da vegetação de cerrado no Brasil e segundo Straube, Urban-Filho e Gatto (2005), é a única unidade de conservação paranaense que efetivamente protege os últimos remanescentes de cerrado no estado e em toda a região sul do Brasil (VON LINSINGEN *et al.*, 2006). O Parque encontra-se sob jurisdição do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), e segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (2004), é classificado como uma unidade de conservação de proteção integral. Oficialmente, foi criado com 420,40 ha e perímetro de 9.776,98 m. Ao longo dos anos, uma área adjacente foi adquirida para facilitar o acesso à unidade e atualmente o Parque possui área total de 430,70 ha (IAP, 2002).

3.1.1 Localização da área

O Parque está localizado na mesorregião centro oriental do estado do Paraná, região fisiográfica dos Campos Gerais, a 12 km da sede do município de Jaguariaíva nas coordenadas 24°10'S e 49°39'W. As coordenadas centrais aproximadas no Sistema de Projeção Cartográfica UTM, Datum SAD-69, Zona 22S são 7325927 m e 635701 m (FIGURA 7). Essa unidade de conservação de âmbito Estadual está situada na Área de Proteção Ambiental da Escarpa Devoniana, que possui área total aproximada de 400.000 ha (IAP, 2002). O Parque está inserido na bacia hidrográfica do Rio Jaguariaíva, no limite nordeste da Escarpa Devoniana, no

Segundo Planalto paranaense. É limitado ao norte pelo Rio Santo Antônio, ao leste pelo Rio Jaguariaíva e ao sul e oeste por propriedades rurais particulares.

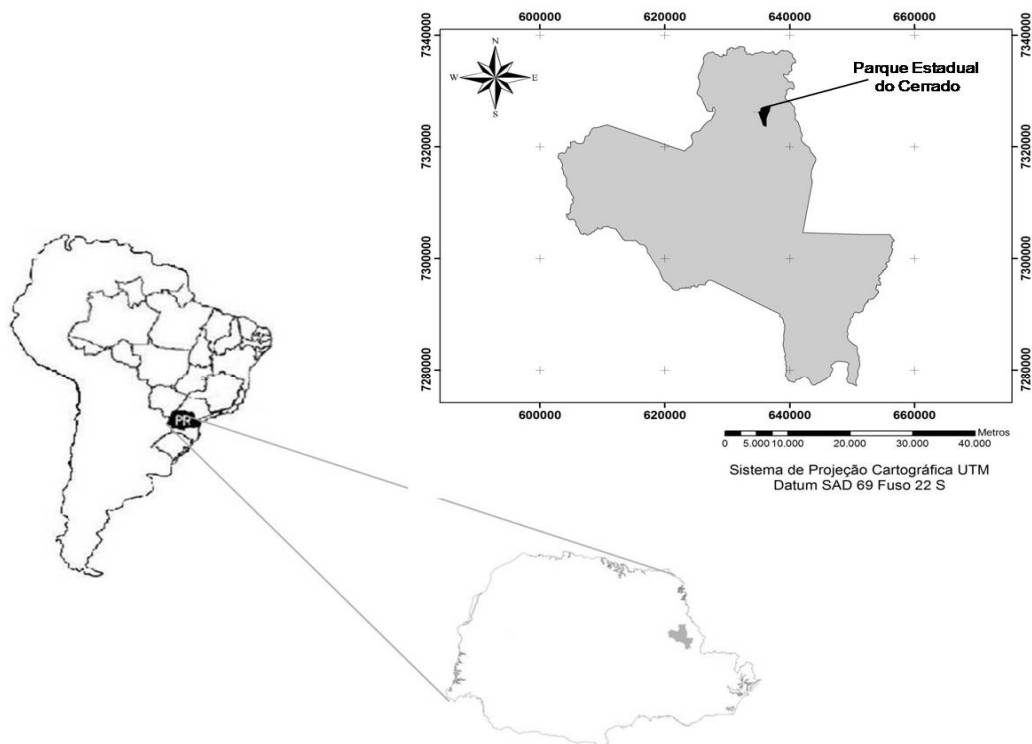


FIGURA 7 – LOCALIZAÇÃO DO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO
FONTE: O autor (2010)

3.1.2 Caracterização da área

3.1.2.1 Clima

Segundo o sistema de classificação climática de Köppen (TREWARTHA e HORN, 1980), a região em que o Parque Estadual do Cerrado está inserido recebe influências tanto do clima subtropical úmido mesotérmico (Cfa), quanto do clima temperado propriamente dito (Cfb). Em ambos os tipos climáticos não existem estações secas definidas. Na região do Parque, a temperatura média durante os meses mais quentes oscila entre 21,2°C e 24,3°C e nos meses mais frios entre 13,8°C e 16,6°C (IAP, 2002).

De acordo com Uhlmann (1995), embora a savana, comumente denominada como cerrado, ocorra em regiões intertropicais com estação seca bem definida, dentro dos limites do clima Aw (clima tropical com estação seca de inverno), no Paraná a vegetação de cerrado se distribui em áreas de clima temperado (Cfb), e dessa forma para Maack (1968), pode representar um relictos de uma condição climática mais seca.

Os meses mais quentes (dezembro a março) são também os de maior pluviosidade, sendo as precipitações médias registradas de 230 mm em janeiro e de 150 mm em março. As médias pluviométricas decrescem nos meses mais frios de julho e agosto, para uma média de 75 e 66 mm, respectivamente. Durante a estação mais quente, a umidade média relativa do ar é de 75%, e durante a estação mais fria, de 69% (SUDERHSA, 2002). Maack (1968), analisando o clima da região por um período de 43 anos, registrou uma média anual de 129 dias chuvosos e 236 dias secos para a região.

Os ventos são predominantemente de direção noroeste com valores médios de 3,4 m/s (IAPAR, 2000; SUDERHSA, 2002). Maack (1968), registrou a ocorrência de mais de cinco eventos de geadas por ano na região. No Parque Estadual do Cerrado, as ocorrências de geadas nos meses mais frios associadas às baixas temperaturas e a diminuição da precipitação do período tornam a vegetação mais suscetível à secagem e, conseqüentemente, a queimas no trimestre de julho a setembro, assim como ocorre em outras regiões do estado do Paraná, segundo Batista, Oliveira e Soares (2002).

3.1.2.2 Geologia e geomorfologia

O Parque está situado no Segundo Planalto Paranaense (MAACK, 1968) e é formado por embasamentos rochosos sedimentares da formação Itararé e do grupo Paraná, de idade Devoniana, da Bacia Sedimentar do Paraná. Estão presentes os característicos arenitos grosseiros da formação Furnas e os sedimentos de granulação fina da formação Ponta Grossa (BIGARELLA *et al.*, 1966). Geomorficamente a superfície é constituída em sua maior parte por formas

arredondadas (BIGARELLA *et al.*, 1966), exceto pelo encaixamento característico da rede de drenagem (HERMANN e ROSA, 1990).

3.1.2.3 Pedologia

Os solos predominantes são os Latossolos, principalmente o Latossolo Vermelho Típico e o Latossolo Vermelho Amarelo. Nas regiões próximas aos rios Santo Antônio e Jaguariaíva, ocorrem Organossolos e Argissolos Gleicos, respectivamente, além de Litossolos e afloramentos de rochas (UHLMANN *et al.*, 1997).

3.1.2.4 Topografia

O relevo na maior parte do Parque varia de suavemente ondulado a ondulado, chegando a escarpado somente no vale dos rios, principalmente no Rio Jaguariaíva (UHLMANN, 1995). De acordo com os dados aferidos em campo no momento da elaboração do plano de manejo da unidade, a altitude no Parque varia de 709 até 911 metros (IAP, 2002).

3.1.2.5 Hidrografia

O Parque Estadual do Cerrado está inserido na bacia hidrográfica do Rio Jaguariaíva, integrante da bacia hidrográfica do Rio Itararé. O Rio Jaguariaíva delimita toda a porção leste do Parque, numa extensão de 189 m. O Rio Santo Antônio é o principal tributário do Rio Jaguariaíva no contexto regional e delimita a porção norte do Parque (FIGURA 8). A bacia hidrográfica do Rio Jaguariaíva possui uma área aproximada de 240 ha e tem suas nascentes situadas no município homônimo (IAP, 2002).

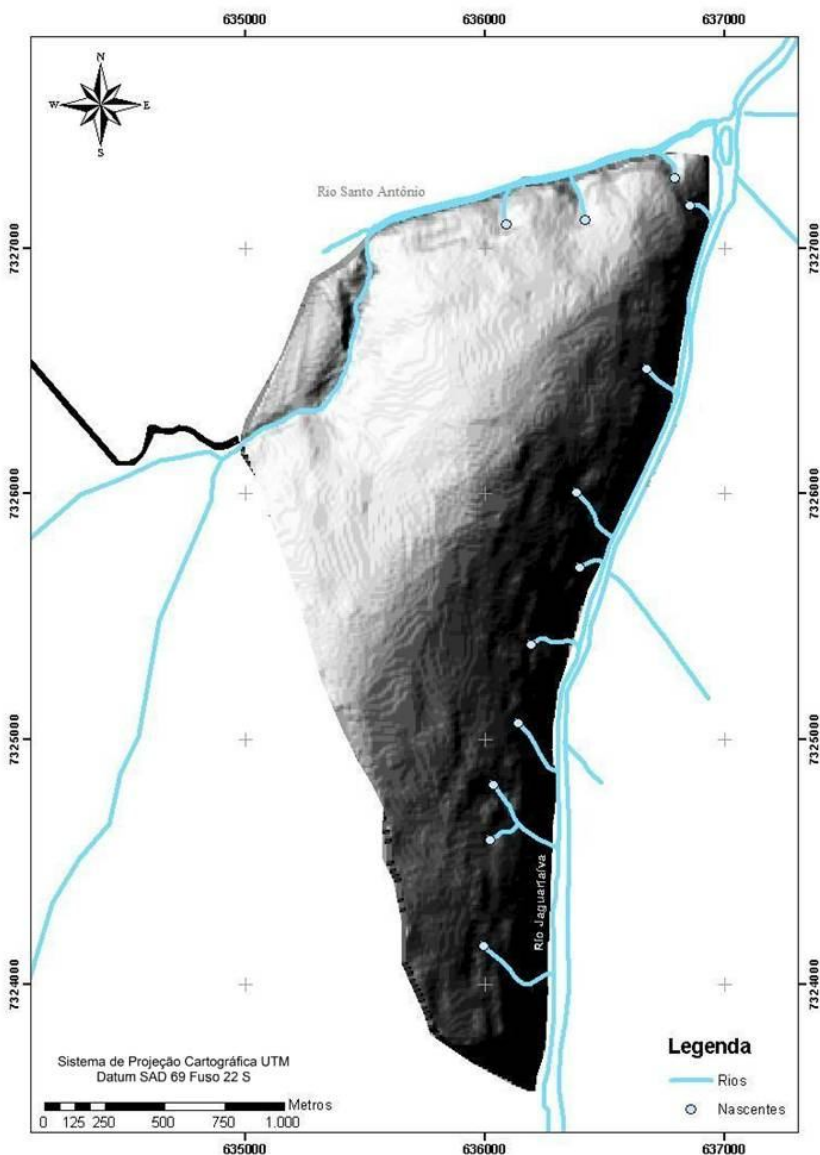


FIGURA 8 – MAPA DA REDE HIDROGRÁFICA DO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO
 FONTE: IAP (2002), adaptado pelo autor

3.1.2.6 Cobertura vegetal

O Parque Estadual do Cerrado está inserido em área de vegetação de cerrado, representando o limite meridional de distribuição geográfica dessa cobertura vegetal no Brasil. No Parque estão presentes distintas fitofisionomias do

cerrado e também unidades fitofisionômicas associadas a outros tipos vegetacionais. A cobertura vegetal pertence a três formações principais: cerrado (savana), campo (estepe) e floresta (VON LINSINGEN *et al.*, 2006). Uhlmann (1995), registrou a presença das seguintes unidades fitofisionômicas na área: campo sujo, campo cerrado, campo cerrado alterado, cerrado *sensu stricto*, afloramento rochoso, campo higro-hidrófilo, floresta de galeria ciliar, floresta ecotonal e floresta ecotonal alterada. O mapa da cobertura vegetal do Parque Estadual do Cerrado, está representado na FIGURA 9.

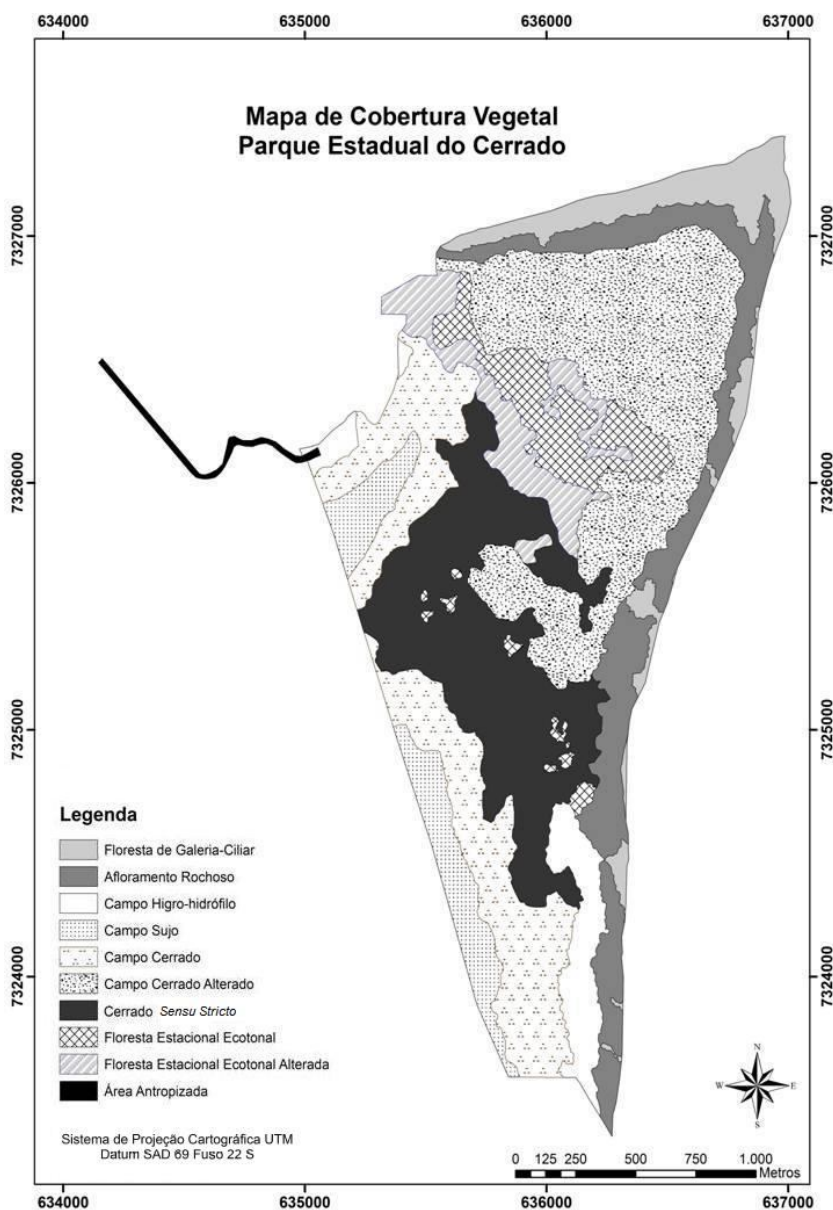


FIGURA 9 – MAPA DA COBERTURA VEGETAL DO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO
FONTE: UHLMANN (1995), adaptado pelo autor

O campo sujo (25,27 ha) é uma fitofisionomia localizada na porção oeste do Parque, composta predominantemente por gramíneas, com ocorrência de espécies herbáceas e arbustivas. Nele são raras as presenças de indivíduos de porte arbóreo. No campo higro-hidrófilo (18,51 ha) também predominam as espécies de gramíneas, com ocorrência esporádica de herbáceas e rara de arbustivas. Diferentemente do campo sujo, o campo higro-hidrófilo é encontrado em locais onde existe alta concentração de umidade no solo. O campo cerrado (66,65 ha) é composto por gramíneas, herbáceas e subarbustos lenhosos de cerca de um a três metros de altura, podendo chegar até seis metros. Em algumas porções, essa fisionomia apresenta modificações sendo denominada campo cerrado alterado (98 ha). O cerrado *sensu stricto* (83,21 ha) é uma formação com porte que varia de cinco a nove metros de altura. Nele predominam espécies arbóreo-arbustivas, ocorrendo também muitas herbáceas e poucas gramíneas (UHLMANN, 1995).

Segundo Uhlmann (1995), o Parque constitui-se num ecótono e, dessa forma, possui particularidades significativas quanto à cobertura vegetal, pois juntamente com espécies de savana típica, ocorre na área uma unidade fitofisionômica de floresta típica, denominada de floresta ecotonal (28,44 ha). Essa formação é composta por espécies arbóreas, presença de lianas e muitos indivíduos no sub-bosque. A média do dossel situa-se entre sete e dez metros. Algumas árvores podem atingir até 15 metros. Em algumas porções, essa fisionomia apresenta modificações sendo denominada floresta ecotonal alterada (20,36 ha). A floresta de galeria (29,05 ha) ocorre às margens dos cursos d'água do Parque. Nela já foi registrada a presença da espécie *Araucaria angustifolia*, o que remete aos aspectos ecotonais da área. Os afloramentos rochosos (24,62 ha), denominados por Von Linsingen *et al.* (2006) como refúgios vegetacionais rupestres, seguem cursos paralelos a floresta de galeria. Essa unidade é composta por gramíneas e herbáceas que permeiam os afloramentos rochosos.

O Parque abriga uma diversidade significativa de espécies de plantas em uma área relativamente pequena. De acordo com Von Linsingen *et al.* (2006), as famílias de maior riqueza são Poaceae, Asteraceae, Fabaceae *sensu lato*, Myrtaceae e Melastomataceae. Segundo as formas de vida, 48% são ervas, 21% árvores, 14% subarbustos e 8% arbustos. As demais formas de vida, representadas por lianas, ervas reptantes, epífitas, rupícolas, parasitas e saprófitas, correspondem a 8,58% do total de espécies (VON LINSINGEN *et al.*, 2006). Em sua flora, alguns

elementos são característicos e abundantes: *Caryocar brasiliense*, *Curatella americana*, *Kielmeyera coriacea*, *Stryphnodendron adstringens*, *Qualea cordata* e *Vochysia tucanorum* (IAP, 2002). No ANEXO 1 estão listadas as espécies vegetais que ocorrem na área.

No Parque, ocorrem ainda espécies exóticas procedentes da regeneração natural das áreas florestadas e destinadas à pecuária em sua adjacência, representadas por exemplares de *Pinus* sp e *Brachiaria* sp. Além dessas espécies, diversos eucaliptos (*Eucalyptus* sp.) ocupam uma área de 0,87 ha, ao longo da estrada que delimita a região sudoeste da unidade (IAP, 2002).

3.1.2.7 Fauna

A fauna da região, zoogeograficamente, pertence à Província Guarani (PAIVA, 1999). No entanto, devido às suas características de ecótono e de vegetação relictuais, a fauna do Parque responde a influência de diferentes domínios zoogeográficos (CABRERA e YEPES, 1960). Segundo Straube, Urban-Filho e Gatto (2005), a diversidade da fauna encontrada no Parque reflete tanto as adaptações às diferentes unidades fitossociológicas encontradas na área, quanto às influências biogeográficas decorrentes da proximidade geográfica com a Mata Atlântica *sensu stricto*.

O Parque abriga 40 espécies de mamíferos, 270 de aves, 45 de répteis e 22 de anfíbios (IAP, 2002). Nos ANEXOS 2, 3, 4 e 5 estão listadas as espécies de mamíferos, aves, répteis e anfíbios que ocorrem na área. No Parque são encontradas diversas espécies animais criticamente em perigo, vulneráveis e quase ameaçadas de extinção, tais como os Xenartros representados pelo tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), pelo tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), pelo tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*) e pelo tatu-peludo (*Euphractus sexcinctus*) (IAP, 2002; IAP 2004).

Apesar da sua pequena extensão, que isoladamente não é suficiente para a conservação e manutenção de muitos vertebrados, a ocorrência de espécies ameaçadas e de espécies que necessitam de extensa área de vida, como por

exemplo do puma (*Puma concolor*), evidencia a importância do Parque Estadual do Cerrado como refúgio para a fauna local (IAP, 2002; IAP, 2004).

3.1.2.8 Infra-estrutura

O Parque possui edificações de apoio à pesquisa, fiscalização e visitação pública. Atualmente, existe na área um centro de visitantes, uma casa de guarda-parque e um centro de pesquisa com alojamento para pesquisadores. Além da estrada de acesso à unidade, existem duas trilhas interpretativas utilizadas para visitação. O acesso interno do Parque possui uma extensão de 5,9 km de trilhas e 3 km de estradas. No Parque encontra-se instalada uma torre metálica modular de observação de incêndios (FIGURA 10). A torre está instalada no limite da altitude de 900 m, a uma distância aproximada de 100 m da estrada que delimita a unidade na porção oeste, em área de vegetação de cerrado *sensu stricto*. A torre possui 30 metros de altura, está equipada com um goniômetro para determinar o azimute das colunas de fumaça, e é utilizada tanto para a detecção de incêndios, como também em atividades de fiscalização e pesquisa (IAP, 2002).



FIGURA 10 – TORRE DE OBSERVAÇÃO DE INCÊNDIOS SITUADA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ
FONTE: O autor (2006)

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.2.1 Avaliação do risco temporal de incêndios

Com o objetivo de avaliar o risco temporal de incêndios para o Parque Estadual do Cerrado, foram analisadas informações relacionadas ao histórico do fogo na região e dados referentes aos focos de calor registrados e aos índices de perigo de incêndios calculados para o município de Jaguariaíva.

3.2.1.1 Descrição do histórico do fogo

Os dados referentes ao uso do fogo na região do Parque Estadual do Cerrado foram obtidos por meio de entrevistas informais realizadas com membros da comunidade local, pesquisadores da unidade e funcionários do IAP. Foram averiguadas informações referentes ao uso do fogo no período precedente à criação da unidade, na área correspondente ao Parque; o número de incêndios, extensão da área queimada, época, local e causa das ocorrências no período compreendido entre 1992 e 2009 no Parque; e informações referentes ao uso do fogo nas propriedades fronteiriças à unidade, no período compreendido entre 1992 e 2009.

3.2.1.2 Análise dos focos de calor

Com o objetivo de verificar o uso do fogo e identificar as épocas e os locais de maior risco de incêndios na região do Parque Estadual do Cerrado foram analisadas informações referentes aos focos de calor diários registrados para o município de Jaguariaíva, no período compreendido entre junho de 1998 e junho de 2009, totalizando 132 meses de observação. Os dados sobre os focos de calor foram obtidos na base de dados do Sistema PROARCO/INPE

(<http://www.dpi.inpe.br/proarco/queimadas>), extraídos dos satélites meteorológicos em operação. Os focos registrados no período analisado foram distribuídos mensalmente e representados por meio de gráficos elaborados com o auxílio do programa *Excel*. A avaliação estatística, por meio de análise multivariada e teste de análise de variância (ANOVA), foi realizada com o auxílio do programa *STATIGRAPHICS Centurion XVI*.

3.2.1.3 Análise de índices de perigo de incêndios

A análise de índices de perigo de incêndios foi realizada com o objetivo de identificar os períodos críticos de risco de incêndios para o Parque Estadual do Cerrado, determinados pela probabilidade de ocorrência e propagação de incêndios, calculados pela Fórmula de Monte Alegre (SOARES,1972) e pela Fórmula de Monte Alegre Alterada (NUNES, 2005). Para avaliar o desempenho dos índices de perigo para o Parque Estadual do Cerrado foi analisado o número de dias previstos em cada classe de perigo para o período. Para identificar os períodos críticos para a ocorrência de incêndios e a sazonalidade das estações de perigo foram analisadas as distribuições anuais do perigo de incêndios. Os cálculos dos índices de perigo diários foram realizados com o auxílio do programa *Excel*. As avaliações estatísticas das séries temporais e das autocorrelações foram realizadas com o auxílio do programa *STATIGRAPHICS Centurion XVI*, e gráficos representando a distribuição anual e do período analisado foram elaborados pelos programas *Excel*, *GraphPad Prism 5* e *Analyse Graphique d'une Matrice de Données - AMADO*.

As informações sobre as condições meteorológicas da área do Parque Estadual do Cerrado foram obtidas da base de dados do Instituto Tecnológico SIMEPAR, pelos registros extraídos da estação meteorológica localizada no município de Jaguariaíva. Foram obtidos dados diários de umidade relativa e vento às 13 horas e precipitação diária, para o período compreendido entre maio de 2000 e abril de 2006, totalizando 2191 dias, distribuídos em 72 meses, ou seis anos de observação.

3.2.1.3.1 Fórmula de Monte Alegre

A interpretação do grau de perigo estimado pela FMA foi feita pela escala definida por SOARES (1972), como apresentado na TABELA 8. A sua equação é a seguinte:

$$FMA = \sum_{i=1}^n (100 / H_i)$$

onde:

FMA = Fórmula de Monte Alegre

H = umidade relativa do ar em porcentagem, medida às 13 horas

n = número de dias sem chuva maior que 13 mm

TABELA 8 - ESCALA DO GRAU DE PERIGO DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE

VALOR DE FMA	GRAU DE PERIGO
≤ 1,0	Nulo
1,1 a 3,0	Pequeno
3,1 a 8,0	Médio
8,1 a 20,0	Alto
> 20,0	Muito alto

FONTE: SOARES (1972)

3.2.1.3.2 Fórmula de Monte Alegre Alterada

A interpretação do grau de perigo estimado pela FMA⁺ foi feita pela escala definida por NUNES (2007b), como apresentado na TABELA 9. A sua equação é a seguinte:

$$FMA^+ = \sum_{i=1}^n (100 / H_i) e^{0,04 v}$$

onde:

FMA⁺ = Fórmula de Monte Alegre Alterada

H = umidade relativa do ar em porcentagem, medida às 13 horas

n = número de dias sem chuva maior que 13 mm

v = velocidade do vento em m/s, medida às 13 horas

e = base dos logaritmos naturais (2,718282)

TABELA 9 – ESCALA DO GRAU DE PERIGO DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE ALTERADA

VALOR DE FMA ⁺	GRAU DE PERIGO
≤ 5,0	Nulo
5,1 a 12,0	Pequeno
12,1 a 21,0	Médio
21,1 a 35,0	Alto
> 35,0	Muito alto

FONTE: NUNES (2007b)

3.2.2 Avaliação do risco espacial de incêndios

Com o objetivo de identificar as áreas de maior probabilidade de ocorrência e propagação do fogo e, conseqüentemente avaliar o risco espacial de incêndios, foi elaborado o zoneamento de risco de incêndios da unidade e realizada a caracterização do material combustível do Parque.

3.2.2.1 Elaboração do zoneamento de risco de incêndios

Os mapas temáticos foram confeccionados a partir de informações georreferenciadas contidas no banco de dados digital, estabelecido pelo IAP, no ato da elaboração do Plano de Manejo da unidade. Os dados referentes à vegetação, acessos, infra-estrutura, declividade do terreno, altimetria, uso do solo, hidrografia e exposição solar deram origem aos mapas temáticos de cobertura vegetal, influências humanas, declividade, orientação das encostas e altimetria.

Os mapas de risco, por sua vez, foram elaborados com base nos mapas temáticos referentes a fatores ambientais que possuem estreitas ligações com a ignição e a propagação de incêndios e que mais se ajustaram as características locais do Parque Estadual do Cerrado. Dessa forma, foram confeccionados mapas de risco segundo a cobertura vegetal, influências humanas, declividade, orientação das encostas e altimetria. Toda a análise espacial e a produção cartográfica foram produzidas utilizando-se sistemas de informações geográficas com o auxílio do programa *ArcGIS* - versão 9.

a) mapa de risco segundo a cobertura vegetal

Os tipos de cobertura vegetal foram distribuídos em classes de risco, segundo a sua vulnerabilidade ao fogo. Essas classes correspondem aos riscos baixo, moderado, alto e muito alto. Para cada uma das classes foi atribuído um coeficiente referente ao nível de risco, o qual foi a base para a elaboração do mapa final de zoneamento de risco de incêndios para o Parque Estadual do Cerrado. Na TABELA 10 estão representadas as relações entre o tipo de cobertura vegetal, o nível de risco de incêndio e seus respectivos coeficientes.

As fitofisionomias associadas à formação vegetal de cerrado foram classificadas como sendo de risco de incêndio mais elevado do que as demais fitofisionomias encontradas no Parque. Devido à maior presença de gramíneas e sua maior inflamabilidade, o campo sujo, o campo cerrado e o campo cerrado alterado foram classificados em maior grau de risco do que o cerrado *sensu stricto*. A área antropizada foi classificada como baixo risco de incêndio, devido a pouca cobertura vegetal observada no local. Floresta de galeria ciliar, floresta ecotonal e floresta ecotonal alterada também foram classificadas como baixo risco de incêndio, em função da maior umidade esperada para esses locais. Apesar da umidade existente no solo, o campo higro-hidrófilo foi classificado como risco moderado, assim como o afloramento rochoso, devido ao acúmulo de material combustível observado *in loco* nessas fisionomias.

TABELA 10 - CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A COBERTURA VEGETAL PARA O PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

COBERTURA VEGETAL	RISCO	COEFICIENTES
Floresta de galeria ciliar, floresta ecotonal, floresta ecotonal alterada, área antropizada	Baixo	1
Campo higro-hidrófilo, afloramento rochoso	Moderado	2
Cerrado <i>sensu stricto</i>	Alto	3
Campo sujo, campo cerrado, campo cerrado alterado	Muito alto	4

FONTE: O autor (2010)

b) mapa de risco segundo influências humanas

O mapa de risco segundo as influências humanas representa todas as atividades realizadas no Parque, considerando a infra-estrutura existente na qual a vegetação sofre risco de incêndio. Um valor de risco foi atribuído em relação às atividades humanas, de acordo com as distâncias a estradas e zonas urbanas, proposto por Freire, Carrão e Caetano (2002) e adaptado para as condições locais do Parque Estadual do Cerrado. Nesse caso, foram consideradas as distâncias às estradas, trilhas e edificações localizadas na área. Considerando a extensão do Parque e a resolução dos mapas, o raio de influência definido foi de 30 metros, tanto para estradas, quanto para trilhas e edificações. As áreas externas ao raio de influência definido foram classificadas como baixo potencial de risco de incêndio. As áreas sob influência das estradas e edificações foram classificadas como alto risco e as trilhas como muito alto, devido ao tráfego de visitantes e ao maior contato dos mesmos com o meio nesses locais. Para cada classe, atribuiu-se um coeficiente referente ao nível de risco. Na TABELA 11 estão classificadas as relações entre as áreas sob influência de atividades humanas, o nível de risco e seus respectivos coeficientes.

TABELA 11- CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO INFLUÊNCIAS HUMANAS

ATIVIDADES HUMANAS	RISCO	COEFICIENTES
Fora da área envolvente	Baixo	1
Dentro da área envolvente - Estradas e edificações	Alto	3
Dentro da área envolvente - Trilhas	Muito alto	4

FONTE: FREIRE, CARRÃO e CAETANO (2002), adaptado pelo autor

c) mapa de risco segundo a declividade

Os valores de inclinação do terreno foram distribuídos em cinco classes, de acordo com sua influência na taxa de propagação do fogo, segundo Soares (1985). Para cada classe foi atribuído um coeficiente referente ao nível de risco. Na TABELA 12 estão representadas as relações entre o grau de inclinação do terreno, a taxa de propagação do fogo, o nível de risco de incêndio e seus respectivos coeficientes.

TABELA 12 - CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A DECLIVIDADE DO TERRENO

INCLINAÇÃO (%)	FATOR DE PROPAGAÇÃO	RISCO	COEFICIENTES
Até 15	1.00	Baixo	1
16–25	1.05	Moderado	2
26–35	1.15	Alto	3
36–45	1.20	Muito alto	4
≥ 46	1.25	Extremo	5

FONTE: SOARES (1985), adaptada pelo autor

d) mapa de risco segundo a orientação das encostas

Os níveis de risco em função da orientação das encostas e consequentemente da exposição solar foram distribuídos em cinco classes, de acordo com o proposto para o hemisfério sul, por Ferraz e Vetorazzi (1998). Para cada classe foi atribuído um coeficiente referente ao nível de risco. Na TABELA 13 estão representadas as relações entre o ângulo de orientação, a exposição solar, o nível de risco e seus respectivos coeficientes.

TABELA 13 - CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A ORIENTAÇÃO DAS ENCOSTAS

ÂNGULO DE ORIENTAÇÃO	EXPOSIÇÃO	RISCO	COEFICIENTES
112,5° a 247,5°	SE / S / SW	Baixo	1
67,5° a 112,5°	E	Moderado	2
22,5° a 67,5°	NE	Alto	3
247,5° a 337,5°	NW / W	Muito alto	4
337,5° a 22,5°	N	Extremo	5

FONTE: FERRAZ e VETORAZZI (1998), adaptada pelo autor

e) mapa de risco segundo a altimetria

As condições de risco em função da variação da altitude foram distribuídas em cinco classes, de acordo o proposto por Salas e Chuvieco (1994) e adaptado por Batista, Oliveira e Soares (2002), para os valores máximos e mínimos de altitude registrados no estado do Paraná. Para cada classe atribuiu-se um coeficiente

referente ao nível de risco. Na TABELA 14 estão representadas as relações entre a classe altimétrica, o nível de risco e seus respectivos coeficientes.

TABELA 14 - CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A ALTIMETRIA

CLASSE ALTIMÉTRICA	RISCO	COEFICIENTES
Até 600 m	Extremo	-1
600 – 900 m	Muito alto	-2
900 – 1200 m	Alto	-3
1200 – 1500 m	Moderado	-4
Acima de 1500 m	Baixo	-5

FONTE: SALAS e CHUVIECO (1994), adaptado por BATISTA, OLIVEIRA e SOARES (2002)

f) mapa do zoneamento de risco de incêndios

O mapa de zoneamento de risco de incêndios foi oriundo da integração dos mapas de risco segundo a cobertura vegetal, influências humanas, declividade, orientação das encostas e altimetria. Esses mapas foram integrados com o auxílio de um modelo de ponderação que indicou a importância de cada variável para a ocorrência e propagação dos incêndios no Parque, de acordo com a equação adaptada de Freire, Carrão e Caetano (2002). Nessa equação, cada variável recebeu um peso de acordo com seu grau de importância para o risco de incêndios, de modo que a somatória dos pesos das variáveis analisadas totalizasse dez pontos, para a validação da análise. Sendo assim, baseado em conceitos de ecologia e comportamento do fogo, a vegetação recebeu o maior peso, pois representa o combustível a ser consumido e sem combustível não há fogo; as influências humanas receberam o segundo maior peso, pois representam a “faísca”, ou seja, o fator que iniciará a ignição; e os fatores relacionados com a topografia (declividade, orientação das encostas e altimetria), que são intimamente relacionados com a propagação do fogo, receberam pesos de modo que a somatória dos pesos dessas três variáveis, não ultrapassasse o peso atribuído a variável de influências humanas. A aplicação desse balanceamento na somatória traduz o grau de influência das cinco variáveis analisadas sobre o risco de ignição e propagação dos incêndios no Parque Estadual do Cerrado.

O zoneamento foi distribuído em cinco classes de risco, segundo a sua vulnerabilidade ao fogo. Essas classes correspondem aos riscos baixo, moderado,

alto, muito alto e extremo. A unidade de análise foi definida em formato *raster* e disponibilizada como *bytes* representando *pixels* de 10m². O modelo de integração dos dados foi expresso pela equação:

$$\text{RISCO} = 4V + 3H + 1D + 1E + 1A$$

onde:

- V = coeficiente de risco segundo a cobertura vegetal;
- H = coeficiente de risco segundo influências humanas;
- D = coeficiente de risco segundo a declividade;
- E = coeficiente de risco segundo a orientação das encostas;
- A = coeficiente de risco segundo a altimetria.

Os valores que poderiam ser obtidos, pelas somatórias dos mapas preliminares de riscos, variaram entre quatro e 41 pontos e foram distribuídos em cinco classes de risco. Essas classes correspondem aos riscos baixo, moderado, alto, muito alto e extremo. Esses valores foram a base para a elaboração do mapa final de zoneamento de risco de incêndios para o Parque Estadual do Cerrado. Na TABELA 15 estão representadas as relações entre os valores das somatórias dos mapas de risco preliminares e as classes de risco de incêndio.

TABELA 15 - CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO SOMATÓRIA DOS MAPAS DE RISCO PRELIMINARES

SOMATÓRIA DOS MAPAS DE RISCO PRELIMINARES	CLASSES DE RISCO
4 - 10	Baixo
11 - 18	Moderado
19 - 26	Alto
27 - 34	Muito alto
35 - 41	Extremo

FONTE: O autor (2010)

3.2.2.2 Caracterização do material combustível

Para a caracterização do material combustível foram realizadas excursões a campo, distribuídas entre os meses de maio e setembro de 2006. Nesse período, foram realizadas transeções lineares pelas fitofisionomias identificadas pelo zoneamento de risco de incêndios, como risco de incêndio moderado, alto e muito alto, representadas pelo campo higro-hidrófilo, afloramento rochoso, campo sujo,

campo cerrado, campo cerrado alterado e cerrado *sensu stricto*. A localização das transeções lineares foi definida com o auxílio dos mapas temáticos da unidade, para que o percurso fosse realizado em locais representativos de cada fitofisionomia.

Durante o trajeto, percorrido a pé e aferido com o auxílio de um GPS, foram utilizados dois métodos para a caracterização do material combustível. O método direto consistiu na coleta do material combustível por meio de parcelas destrutivas e o método indireto consistiu na avaliação da vegetação por meio das séries de estereo-fotografias desenvolvido por Ottmar *et al.* (2001). O esforço amostral total foi de 15 dias de campo, onde foram percorridos em média 3,5 km por dia e coletadas 85 parcelas pelo método direto e avaliadas 20 parcelas pelo método indireto.

3.2.2.2.1 Método direto

O método de parcelas destrutivas consistiu na retirada de todo o material combustível contido em $1,0 \text{ m}^2$, até uma altura de 1,80 m, em parcelas estabelecidas a cada 50 m, durante o percurso da transeção linear distribuído pelas fitofisionomias de campo higro-hidrófilo, afloramento rochoso, campo sujo, campo cerrado, campo cerrado alterado e cerrado *sensu stricto*. A localização das parcelas está representada na FIGURA 11. Para a delimitação da unidade amostral utilizou-se um gabarito de 1 m^2 , representado na FIGURA 12.

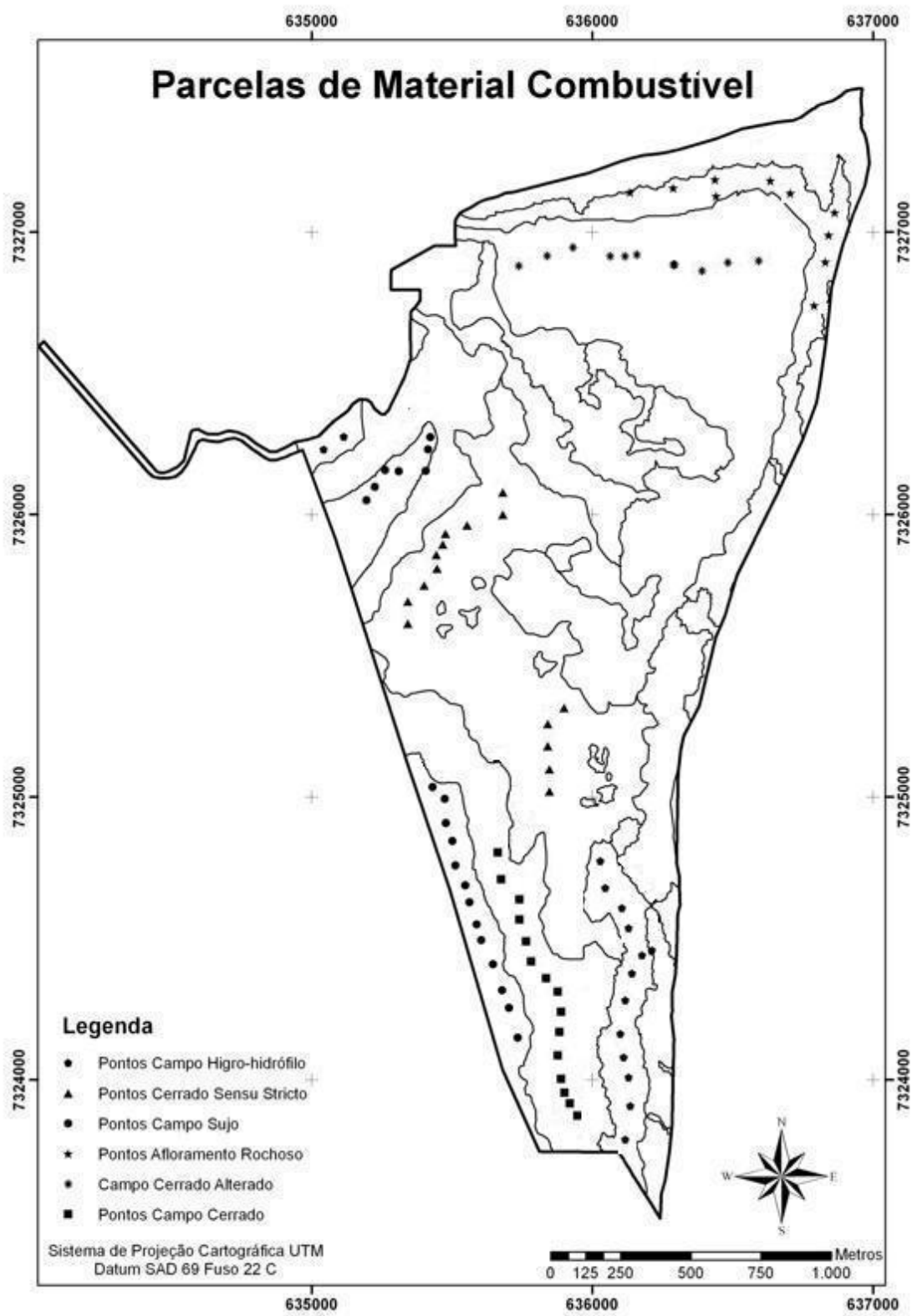


FIGURA 11 - MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS AMOSTRAIS NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

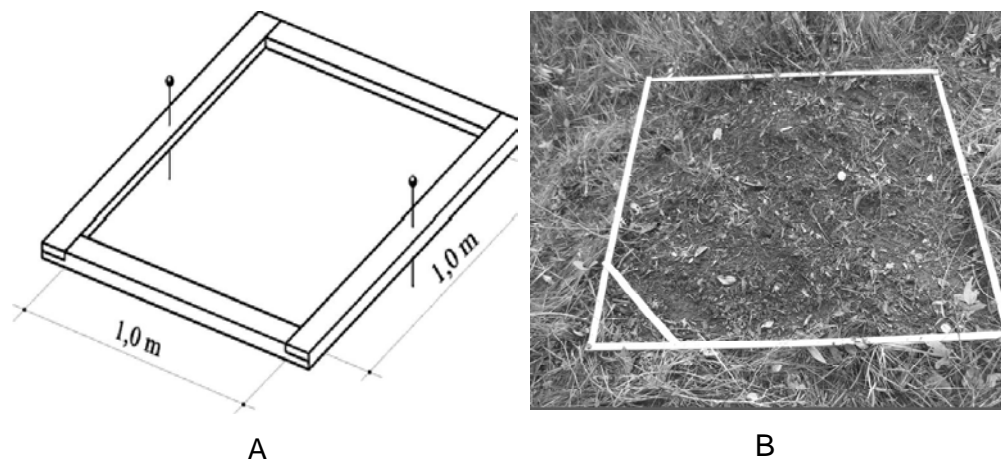


FIGURA 12 - GABARITO PARA AMOSTRAGEM DE MATERIAL COMBUSTÍVEL
 FONTE: A) BEUTLING (2005); B) O autor (2006)

O material combustível coletado foi distribuído em duas categorias principais: verde (vivo) e seco (morto). Cada categoria apresentou subdivisões que estão representadas na FIGURA 13. O material lenhoso foi distribuído em classes de acordo com seu diâmetro, com o auxílio de um calibrador representado na FIGURA 14. As classes foram definidas por Brown (1974) e correspondem ao tempo de resposta para que os combustíveis entrem em equilíbrio com a umidade atmosférica (1,10,100 e 1000 horas). Tanto o material herbáceo quanto o lenhoso foram identificados de acordo com suas características, sendo o primeiro composto por gramíneas verdes e material com consistência e porte de erva e o segundo por material com consistência de lenho ou madeira. A classe miscelânea é aquela composta por material fino, como folhas, musgos e gramíneas secas e húmus, que formam uma massa uniforme de elementos.

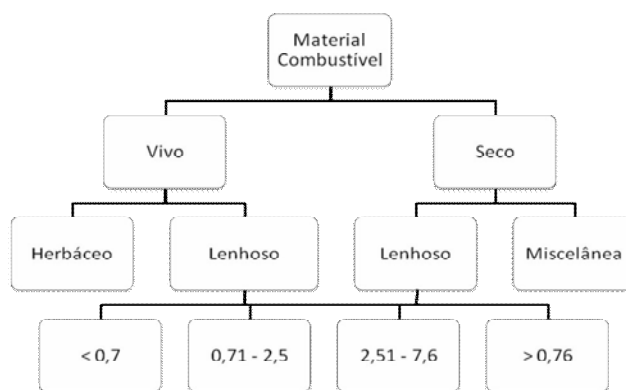


FIGURA 13 - CATEGORIAS DE MATERIAL COMBUSTÍVEL
 FONTE: O autor (2010)

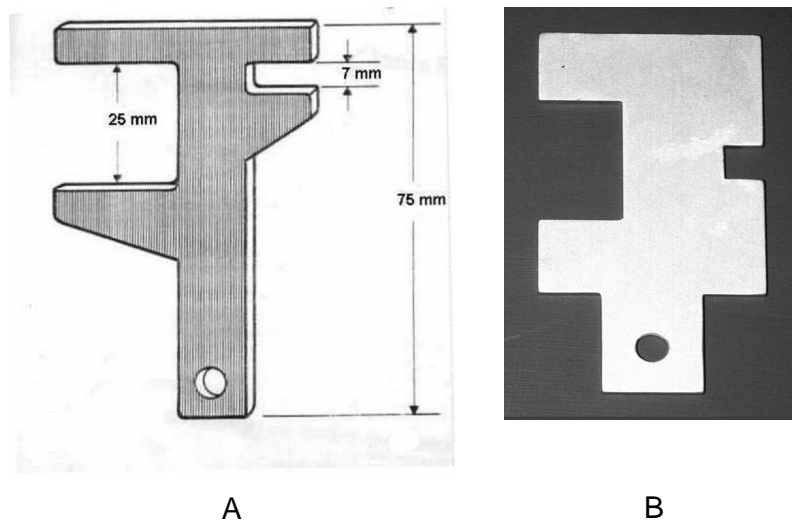


FIGURA 14 - CALIBRADOR DE MATERIAL COMBUSTÍVEL
 FONTE: A) BROWN (1974); B) O autor (2006)

O método de coleta e o processamento do material em laboratório foram realizados de acordo com BATISTA (1995). Dessa forma, a massa total dos combustíveis verdes e secos e das suas respectivas amostras foi aferida em campo com o auxílio de dois dinamômetros da marca Pesola, uma com capacidade para 2500 g com divisões a cada 20 g e outra com capacidade para 10 kg com divisões a cada 50 g. Após a operação de coleta, classificação e pesagem em campo, as amostras foram submetidas ao processo de secagem em laboratório, à temperatura constante de 75°C, por 48 horas. Para tanto, foram utilizadas duas estufas da marca FANEM modelos 315 SE e 515. Após a secagem, as massas do material foram aferidas com o auxílio de uma balança digital Pesola de bolso com régua. A umidade foi calculada com base no peso seco da matéria, segundo a equação:

$$U \% = \frac{PU - PS}{PS} \times 100$$

onde:

U% = teor de umidade do material combustível
 PU = peso úmido
 PS = peso seco.

A determinação da umidade e da carga do material combustível foi realizada com o auxílio do programa *Excel*. A avaliação estatística, por meio de análise multivariada, teste de análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias SNK – *Student-Newman-Keuls*, foi realizada com o auxílio do programa *GraphPad Prism 5*. As análises da carga do material combustível realizadas foram: definição da carga total média do material combustível; determinação da representatividade entre material combustível verde e seco; análise individual das categorias de material combustível por classe de diâmetro, identificação da relação do risco de incêndio em função do material combustível; e determinação do padrão do material combustível por fitofisionomia.

a) coeficiente de risco de incêndio

A relação do risco de incêndio em função das características do material combustível foi definida pela somatória de quatro variáveis referentes às cargas do material combustível: coeficiente de risco da carga total do material combustível, coeficiente de risco da relação entre material combustível seco e verde, coeficiente de risco da carga do material combustível perigoso e coeficiente de risco da carga do material combustível semi-perigoso. O modelo de integração dos dados foi expresso pela equação:

$$\text{RISCO} = \text{CT} + \text{MSP} + \text{MP} + \text{RSV}$$

onde:

CT = coeficiente de risco segundo a carga total do material combustível;
MSP = coeficiente de risco segundo a carga do material semi-perigoso;
MP = coeficiente de risco segundo a carga do material perigoso;
RSV = coeficiente de risco segundo relação entre material seco e verde;

Os valores que poderiam ser obtidos pelas somatórias dos coeficientes de riscos preliminares (coeficiente de risco segundo a carga total do material combustível, coeficiente de risco segundo relação entre material seco e verde, coeficiente de risco segundo a carga do material semi-perigoso, coeficiente de risco segundo a carga do material perigoso) variaram entre quatro e 20 pontos, e foram

distribuídos em cinco classes de risco: baixo, moderado, alto, muito alto e extremo. Na TABELA 16 estão representadas as relações entre os valores das somatórias dos riscos preliminares e as classes de risco de incêndio.

TABELA 16 - CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO SOMATÓRIA DOS COEFICIENTES PRELIMINARES

SOMATÓRIA DOS COEFICIENTES DE RISCOS	CLASSES DE RISCO
4 – 6	Baixo
7 – 9	Moderado
10 – 12	Alto
13 – 15	Muito alto
16 – 20	Extremo

FONTE: O autor (2010)

- coeficientes de risco de incêndio em função das cargas do material combustível;

Os coeficientes de risco referentes à carga total do material combustível, carga do material perigoso e carga do material semi-perigoso foram definidos em função dos valores das quantidades de combustível obtidos pelo método direto de caracterização e quantificação do material combustível. Nesse trabalho o material semi-perigoso foi definido como sendo a somatória das cargas das classes herbácea e verde lenhoso com diâmetro inferior a 0,7 cm (V1) e o material perigoso foi definido como sendo a somatória das cargas do material combustível das classes miscelânea e seco lenhoso com diâmetro inferior a 0,7 cm (S1). Os valores referentes às cargas foram distribuídos em cinco classes de risco que correspondem aos riscos baixo, moderado, alto, muito alto e extremo. Na TABELA 17 estão representadas as relações entre as cargas do material combustível total, semi-perigoso e perigoso, o nível de risco e seus respectivos coeficientes.

TABELA 17 - CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL

CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL (Mg/ha)	RISCO	COEFICIENTES
0,00 – 5,00	Baixo	1
5,01 – 10,00	Moderado	2
10,01 – 15,00	Alto	3
15,01 – 20,00	Muito alto	4
20,01 – 25,00	Extremo	5

FONTE: O autor (2010)

- coeficiente de risco segundo a relação entre material seco e verde;

O coeficiente de risco segundo a relação entre material seco e verde foi definido como sendo o valor resultante da divisão entre a porcentagem do material seco pela porcentagem do material verde. As porcentagens foram determinadas em função das quantidades de material combustível verde e seco e suas representatividades por fitofisionomias definidas pelo método direto de caracterização do material combustível. Na TABELA 18 estão representadas os valores determinados pelas relações entre material combustível verde e seco, o nível de risco e seus respectivos coeficientes. A relação entre o material combustível seco e verde foi expressa pela equação:

$$RSV = MS/MV$$

onde:

RSV = coeficiente de risco segundo a relação entre material seco e verde;

MS = porcentagem do material combustível seco

MV = porcentagem do material combustível verde;

TABELA 18 - CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE MATERIAL COMBUSTÍVEL SECO E VERDE

RELAÇÃO ENTRE MATERIAL SECO E VERDE	RISCO	COEFICIENTES
0,00 – 0,50	Baixo	1
0,51 – 1,00	Moderado	2
1,01 – 1,50	Alto	3
1,51 – 2,00	Muito alto	4
2,01 – 2,50	Extremo	5

FONTE: O autor (2010)

3.2.2.2.2 Método indireto

O método indireto objetivou avaliar a viabilidade da utilização de uma série de estereo-fotografias para caracterizar o material combustível de uma área de cerrado no sul do Brasil e consistiu na avaliação da vegetação com o auxílio das séries de estereo-fotografias para quantificar a biomassa da vegetação do cerrado do Brasil central, desenvolvido por Ottmar *et al.* (2001). As análises foram realizadas

em cinco pontos por fisionomia, totalizando 20 avaliações de pares de parcelas. Os pontos foram aleatoriamente selecionados durante a execução do percurso da transeção linear, pelas fisionomias essencialmente savânicas do campo sujo, campo cerrado, campo cerrado alterado e cerrado *sensu stricto*, sendo que os mesmos eram coincidentes com os pontos de coleta da vegetação pelo método destrutivo. Foram selecionadas exclusivamente as fitofisionomias essencialmente savânicas para a avaliação pelo método indireto, para que fossem comparadas somente áreas similares, assim como preconizado por Ottmar *et al.* (2001).

Para a identificação da série de estereo-fotografia que mais se assemelhasse às parcelas observadas em campo, a avaliação visual da vegetação englobou três estimativas visuais: altura média das gramíneas, altura média do estrato herbáceo-arbustivo e porcentagem de cobertura vegetal. Para tanto, foi utilizado um gabarito de 1 m de altura, com subdivisões de 10 cm, representado na FIGURA 15.

A partir da identificação da série de estereo-fotografias para cada unidade amostral foi criada, para cada fitofisionomia avaliada, uma matriz com as informações sobre a carga referente às diferentes classes do material lenhoso morto correspondente às classes de *timelag* (S1 - 1 hora, S2 - 10 horas, S3 - 100 horas, S4 - 1000 horas) encontradas pelos métodos direto e indireto. Foram realizadas avaliações entre os pares de parcelas analisadas, comparando-se as cargas do material lenhoso morto identificadas pelo método indireto com as cargas do material lenhoso morto coletadas pelo método direto.

O material lenhoso seco foi selecionado para a realização das comparações entre os dois métodos, por ser classificado como material combustível perigoso e semi-perigoso com relação à ignição (SOARES, 1985) e corresponderem às classes de tempo de resposta utilizadas em modelos de comportamento do fogo, segundo Ottmar *et al.* (2001). A avaliação estatística, por meio de análise multivariada, teste de análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias de Bonferroni, foi realizada com o auxílio do programa *GraphPad Prism 5*.



FIGURA 15 - GABARITO UTILIZADO PARA ESTIMATIVA DA ALTURA MÉDIA DA VEGETAÇÃO
FONTE: O autor (2006)

3.2.2.3 Correlações entre risco de incêndio e ameaça sobre a fauna

Com o objetivo de estabelecer as correlações entre o risco de incêndios e os efeitos do fogo sobre a fauna foi realizado um censo de abrigos de tatus (tocas), pelas fitofisionomias identificadas pelo zoneamento de risco de incêndios, como risco de incêndio moderado, alto e muito alto, representadas pelo campo higro-hidrófilo, afloramento rochoso, cerrado *sensu stricto*, campo sujo, campo cerrado e campo cerrado alterado. Utilizou-se a transeção linear como método de amostragem, sendo que o percurso percorrido a pé foi coincidente com o trajeto da avaliação do material combustível. O esforço amostral total foi de 15 dias de campo, onde foram percorridos 500 m por fitofisionomia, totalizando 3 km e somente as tocas situadas na linha da transeção estabelecida com largura de 1 m foram contabilizadas. A localização das transeções lineares está representada na FIGURA 16.

Os tatus foram selecionados como espécies chave para a correlação dos efeitos do fogo (KFRS – *key fire response species*), pois em um estudo realizado no Parque Nacional de Ilha Grande eles foram identificados como os mamíferos mais

encontrados mortos devido aos efeitos diretos do fogo (KOPROSKI, 2005). Naquele ambiente, a mortalidade dos animais foi relacionada com a falta de disponibilidade de abrigos. Sendo assim, a estimativa da densidade de tocas foi escolhida como método para avaliação dos efeitos do fogo sobre a fauna. Além disso, segundo Pereira Jr (2003), os tatus são importantes elos intermediários na cadeia alimentar, pois se alimentam de invertebrados e pequenos vertebrados, além de frutas e raízes e são alimentos para predadores de médio e grande porte. Os tatus apresentam também íntima relação com a vegetação, pois fragmentam grande volume de matéria vegetal ao buscar invertebrados em seu interior.

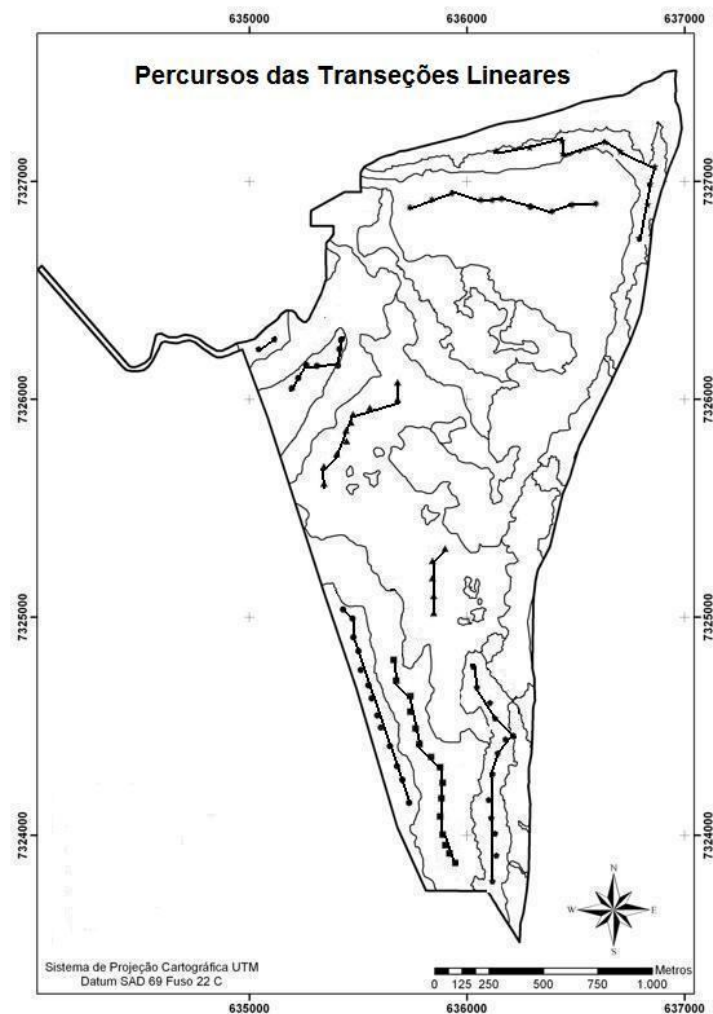


FIGURA 16 - MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DO PERCURSO DAS TRANSEÇÕES LINEARES
FONTE: O AUTOR (2010)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RISCO TEMPORAL DE INCÊNDIOS

4.1.1 Descrição do histórico do fogo

Não existem registros oficiais sobre as ocorrências de incêndios e suas consequências no Parque Estadual do Cerrado, apesar da importância do fogo, tanto para a manutenção da vegetação de cerrado, quanto para a proteção da integridade dessa unidade de conservação. Embora o ROI – Registro de Ocorrência de Incêndio Florestal (ANEXO 6) seja um documento padrão para o registro de incêndios em unidades de conservação federais brasileiras, nenhuma documentação a esse respeito foi encontrada, existindo somente informações provenientes de depoimentos de membros da comunidade, pesquisadores e funcionários do IAP. Por esse motivo, 21 entrevistas informais foram realizadas com esses representantes para o levantamento do comportamento histórico do fogo na região.

Os relatos mencionam a ocorrência de somente um evento após a criação da unidade, no período compreendido entre 1992 e 2009. De acordo com os depoimentos, o incêndio ocorreu em agosto de 1994, teve duração de três dias e atingiu 60 % da área (aproximadamente 250 ha), abrangendo áreas de campo higro-hidrófilo, afloramento rochoso, campo sujo, campo cerrado, campo cerrado alterado e cerrado *sensu stricto*. O incêndio teria sido causado por pessoas que utilizavam o Parque para realizar atividades ilegais de caça e pesca, porém nenhuma perícia foi realizada para a identificação oficial da causa do evento.

Os fogos de recreação, que representam os incêndios iniciados por pescadores e caçadores, foram identificados como a terceira maior causa de ocorrências no Parque Nacional de Ilha Grande, outra unidade de conservação situada no estado do Paraná (KOPROSKI, 2005). Sendo assim, apesar dos dados do Parque Estadual do Cerrado serem escassos, eles são suficientes para identificar o uso do fogo na execução de atividades ilegais de exploração direta dos recursos

faunísticos em unidades de conservação de proteção integral, em diferentes regiões e ecossistemas no estado.

No período anterior a criação do PEC, a vegetação de cerrado era utilizada como pastagem natural para a criação de rebanhos domésticos. Até o ano de 1985 havia criação de bovinos no local, e de 1985 até 1992 caprinos eram mantidos na área. As queimadas eram prática comum entre os fazendeiros que, dessa forma, promoviam a rebrota da vegetação que alimentava os animais. Assim como observado em regiões de cerrado no Brasil central por Ramos-Neto (2000), essas queimadas eram realizadas anual ou bianualmente no fim do período do inverno e abrangiam praticamente toda a área, pois não eram executadas medidas para conter o fogo, que se propagava livremente. Até 1992, as queimadas realizadas nas fazendas vizinhas também atingiam a região do PEC, porque exceto os rios, praticamente não existiam barreiras para o fogo. Após a criação do Parque, não foram registrados incêndios provenientes do uso do fogo nas propriedades vizinhas, apesar do fogo ser uma ferramenta esporadicamente utilizada pela comunidade durante os períodos secos em atividades agropecuárias.

Apesar de não existirem registros ou relatos de ocorrências de incêndio nos últimos quinze anos, em 2006, durante excursões a campo realizadas na área, foi possível identificar visualmente vestígios (fustes carbonizados) da ocorrência do fogo, em áreas de campo sujo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto* localizadas na porção oeste do Parque. Os vestígios foram encontrados em uma área reduzida, não abrangendo mais do que dois hectares. As alturas de crestamento não ultrapassavam trinta centímetros, indicando a baixa intensidade do evento. A ausência de relatos com relação a essa ocorrência pode estar relacionada com a baixa intensidade do fogo e a reduzida extensão da área atingida. A falta de vigilância também pode ser associada com a ausência do registro, já que nos períodos em que foram realizadas excursões a campo (maio até novembro), não foram observadas atividades direcionadas à prevenção de incêndios, como a utilização da torre de vigilância.

No Parque Nacional das Emas, Ramos-Neto (2000), observou que o tamanho das áreas queimadas varia conforme a época da queima. A maior variação do tamanho ocorre nas estações úmidas, quando as áreas atingidas são menores que aquelas atingidas na estação de transição ou na estação seca. Por conseguinte, a intensidade do fogo é mais elevada nos períodos de transição e seco do que nos períodos úmidos.

Sendo assim, os vestígios observados em campo, podem ser explicados pela ocorrência de um incêndio de baixa intensidade ocorrido em um período úmido. A pequena extensão atingida também pode ser relacionada com esse fator.

A ausência de registros de ocorrências de incêndios observada dificultou o estabelecimento do histórico do fogo. O conhecimento do histórico do fogo, aliado ao conhecimento dos aspectos ecológicos do mesmo para uma determinada região ou ecossistema, permite a determinação de diferentes regimes de queima e a identificação dos locais onde a ocorrência do fogo é desejável e necessária para a manutenção da diversidade biológica e da saúde do ecossistema. Sendo assim, o adequado registro das ocorrências dos incêndios, por meio da utilização do ROI, deve ser estabelecido para que os dados sejam padronizados e facilitem futuras ações de manejo do fogo.

4.1.2 Análise dos focos de calor

No período compreendido entre junho de 1998 e junho de 2009 foram detectados 543 focos de calor no município de Jaguariaíva. Os dados foram extraídos dos satélites NOAA-12, NOAA-12D, NOAA-14, NOAA-15, NOAA-16, GOES-08, GOES-10, GOES-12, AQUA, AQUA-T, TERRA, TERRA-T e M-MODIS-01D. As maiores frequências foram observadas nos meses de agosto e setembro, correspondendo a 37,2 % do total de focos registrados. O número total de focos de calor distribuídos ao longo dos meses do ano está representado na FIGURA 17.

No período estudado, foram detectados focos em todos os meses do ano, sendo a média mensal de 4,11 registros. As médias mensais de focos de calor, com um intervalo de confiança de 95%, estão distribuídas de acordo com a FIGURA 18. A análise de variância revelou que não existe diferença significativa ($p < 0,05$) entre os meses analisados. Embora não tenha sido detectada diferença estatística, agosto e setembro apresentaram os valores de média mais elevados, e janeiro e junho os menores valores observados.

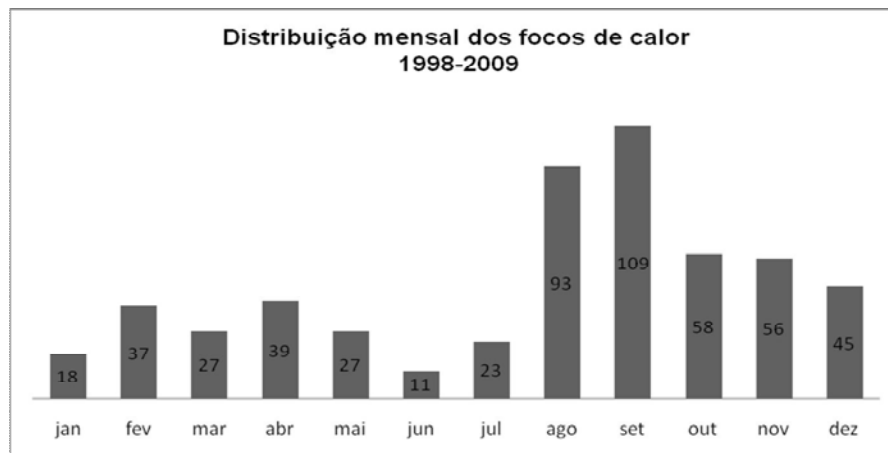


FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO MENSAL TOTAL DOS FOCOS DE CALOR REGISTRADOS ENTRE 1998-2009, PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA, PARANÁ
 FONTE: O autor (2010)

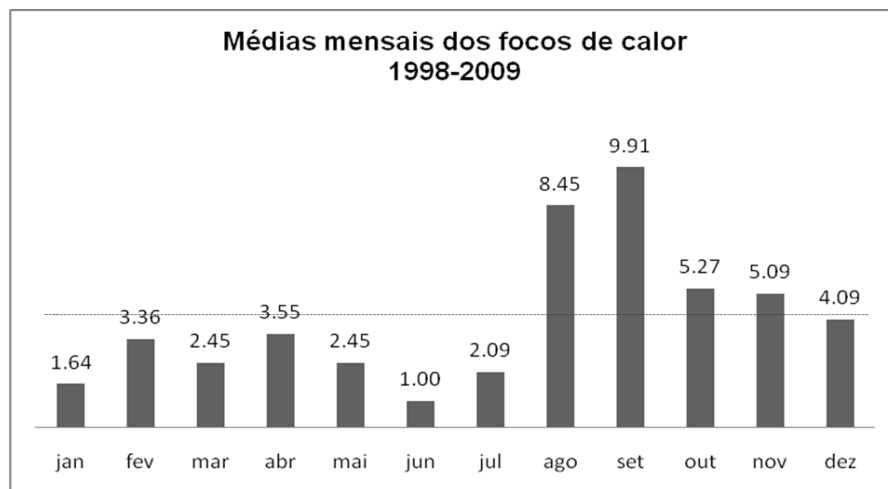


FIGURA 18 - MÉDIAS MENSIS DOS FOCOS DE CALOR REGISTRADOS ENTRE 1998-2009, PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA, PARANÁ
 FONTE: O autor (2010)

Segundo Soares (1985) e Vosgerau (2005), no estado do Paraná, a maior incidência de incêndios é registrada nos meses de julho, agosto e setembro, época em que os agricultores realizam as queimas para limpeza e preparo do solo para fins agropecuários. Ainda segundo Soares (1989) e Soares e Santos (2002), as ocorrências de incêndios no Brasil se concentram de julho a outubro, no inverno e início da primavera, época que corresponde à estação mais seca do ano, em quase todo o território nacional. Vosgerau (2005) observou que no estado do Paraná, o período de julho a setembro é o mais crítico para a ocorrência dos incêndios, por apresentar as médias mais baixas de índices de precipitação e de umidade relativa

do ar. Sendo assim, o número elevado de focos registrado nos meses de agosto e setembro pode estar associado tanto com a existência de condições meteorológicas favoráveis para o uso do fogo, quanto com o período em que a comunidade utiliza o fogo em atividades de manejo da terra na região avaliada.

Nenhum foco de calor foi registrado no Parque. Somente um foco foi identificado dentro de um limite de cinco quilômetros e dezenove focos foram registrados dentro de um limite de dez quilômetros a partir das fronteiras da unidade. O número de focos de calor e sua relação com os limites da unidade estão representados na TABELA 19. A inexistência de detecção de focos de calor no período compreendido entre 1998 e 2009 no interior do Parque Estadual do Cerrado corrobora os dados discutidos na análise do histórico do fogo, já que nenhum incêndio foi registrado nesse período na área. Segundo Kampel (2004) a ausência de registro de foco de calor relacionado com os vestígios de um incêndio identificados *in loco*, pode ser associada com erros de omissão relacionados aos registros diários de focos de calor

TABELA 19 – DISTRIBUIÇÃO DOS FOCOS DE CALOR E SUA RELAÇÃO COM OS LIMITES DO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

PERÍODO	PARQUE	5 KM	10 KM
01.06.1998 - 30.05.1999	0	0	0
01.06.1999 – 30.05.2000	0	0	0
01.06.2000 – 30.05.2001	0	0	0
01.06.2001 – 30.05.2002	0	0	1
01.06.2002 – 30.05.2003	0	0	5
01.06.2003 – 30.05.2004	0	1	3
01.06.2004 – 30.05.2005	0	0	1
01.06.2005 – 30.05.2006	0	0	2
01.06.2006 – 30.05.2007	0	0	1
01.06.2007 – 30.05.2008	0	0	5
01.06.2008 – 30.05.2009	0	0	1

FONTE: O autor (2010)

Os focos de calor distribuíram-se por todos os meses na região do município de Jaguariaíva e podem ser reconhecidos como instrumentos eficientes que evidenciam a prática da utilização do fogo em atividades de uso e manejo da terra na região. Os baixos valores observados próximos aos limites do Parque podem indicar o grau de conscientização da comunidade local com relação ao uso do fogo em áreas próximas a essa unidade de conservação.

4.1.3 Análise dos índices de perigo de incêndios

No período estudado foi analisado o número de dias previstos em cada classe de perigo para FMA e FMA⁺. Na TABELA 20 e nas FIGURAS 19 e 20 observam-se as porcentagens do número de dias em cada classe de perigo obtidos pelos índices. Verificou-se que os dois índices apresentaram distribuições distintas em relação ao número e aos valores percentuais de número de dias previstos em cada classe de perigo. A classe de perigo muito alto (27,70%) foi a classe mais frequentemente observada de acordo com a Fórmula de Monte Alegre, já a classe de perigo nulo (34,00%) foi a classe mais registrada pela Fórmula de Monte Alegre Alterada.

A distribuição observada para FMA é uma condição não desejável para o comportamento do número de dias previstos por não seguir uma tendência decrescente, da classe nulo para a classe muito alto. A tendência decrescente seria o comportamento esperado para essa variável de acordo com Nunes (2009). Sendo assim, os dados indicam que a FMA encontra-se desajustada para a região. Já a distribuição decrescente observada para FMA⁺ é uma condição desejável para o comportamento do número de dias previstos, de acordo com as premissas estabelecidas para essa variável por Nunes (2009), indicando que FMA⁺ encontra-se ajustado para o município de Jaguariaíva.

TABELA 20 – DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE DIAS POR CLASSE DE PERIGO PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA DE ACORDO COM OS ÍNDICES FMA E FMA⁺

DIAS PREVISTOS NO PERÍODO 01.05.2000 – 30.04.2006				
CLASSE DE PERIGO	FMA		FMA ⁺	
	nº	%	nº	%
Nulo	301	13,73	745	34,00
Pequeno	258	11,78	535	24,41
Médio	515	23,50	372	16,98
Alto	607	27,70	291	13,29
Muito Alto	510	23,29	248	11,32
TOTAL	2191	100,00	2191	100,00

FONTE: O autor (2010)

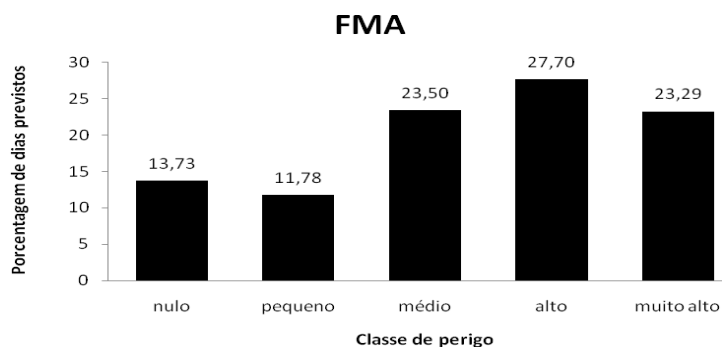


FIGURA 19 – PORCENTAGEM DO NÚMERO DE DIAS EM CADA CLASSE DE PERIGO CALCULADA PELA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE, NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 01.05.2000 E 30.04.2006, PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA

FONTE: O autor (2010)

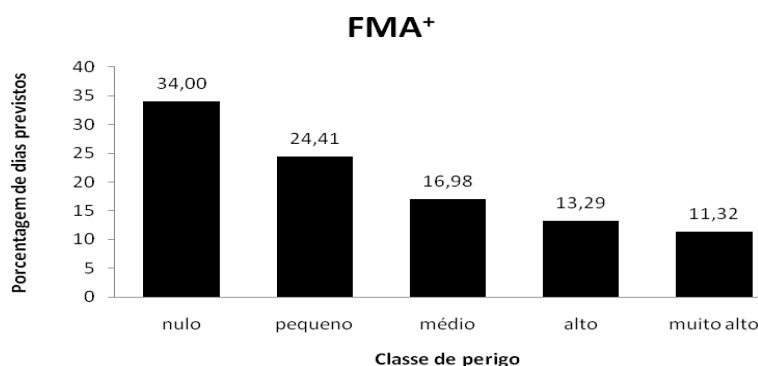


FIGURA 20 – PORCENTAGEM DO NÚMERO DE DIAS EM CADA CLASSE DE PERIGO CALCULADA PELA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE ALTERADA, NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 01.05.2000 E 30.04.2006, PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA

FONTE: O autor (2010)

Os maiores valores de perigo foram identificados no período compreendido entre os meses de junho e outubro (APÊNDICES 1 a 7), sendo que os meses de agosto e setembro apresentaram maiores frequências de valores de índices mais elevados. Dessa forma, os meses de agosto e setembro foram identificados como os meses de maior risco de ocorrência e propagação de incêndios para a região, corroborando os dados de Vosgerau (2005) que observou que no estado do Paraná, o período de julho a setembro é o mais crítico para a ocorrência dos incêndios, por apresentar as médias mais baixas de índices de precipitação e de umidade relativa do ar.

A análise de séries temporais não identificou distribuição sazonal nos valores de índices de perigo calculados de acordo com a Fórmula de Monte Alegre Alterada. Dessa forma, não foi identificada uma estação de perigo de incêndios com ocorrência sazonal para a região do Parque Estadual do Cerrado.

A ausência de sazonalidade com relação aos períodos críticos de incêndio pode ser relacionada com os tipos climáticos que exercem influência na área do Parque, pois tanto o clima subtropical úmido mesotérmico (Cfa), quanto o clima temperado propriamente dito (Cfb), não possuem estações secas definidas. A distribuição da série temporal calculada de acordo com a Fórmula de Monte Alegre Alterada está representada na FIGURA 21 e a análise das autocorrelações está representada na FIGURA 22.

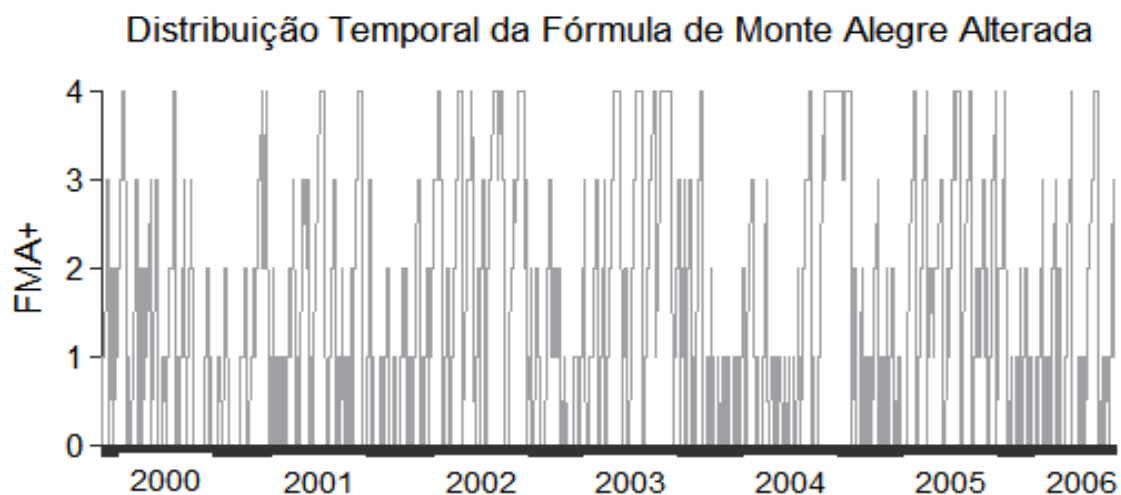


FIGURA 21 – SÉRIE TEMPORAL CALCULADA PARA FMA⁺, NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 01.05.2000 E 30.04.2006, PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA
FONTE: O autor (2010)

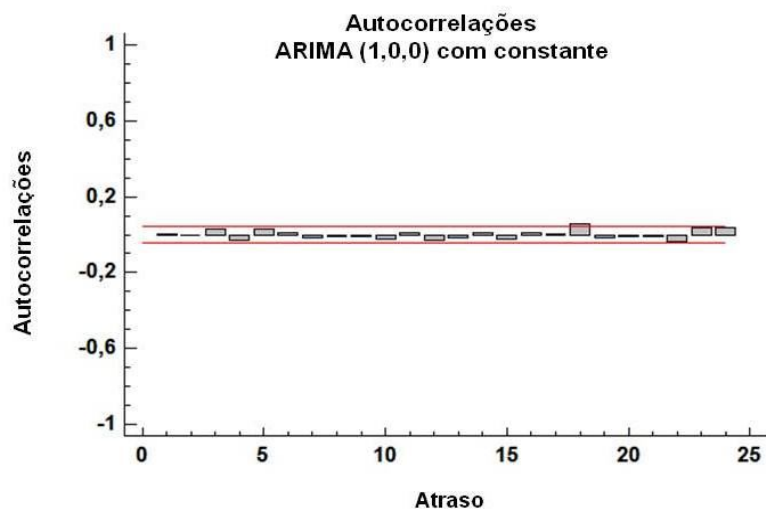


FIGURA 22 – ANÁLISE DAS AUTOCORRELAÇÕES PARA FMA⁺, NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 01.05.2000 E 30.04.2006, PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA
FONTE: O autor (2010)

No período analisado foram observados curtos períodos com ausência de precipitação, distribuídos ao longo do ano, os quais não foram superiores a 30 dias. No entanto, a ausência de períodos prolongados de seca não inviabiliza a ocorrência do fogo, pois de acordo com Ramos-Neto (2000), na ausência de queimas antropogênicas, os combustíveis acumulados em regiões de cerrado podem queimar desde que existam iniciadores, nesse caso representados pelos raios e condições climáticas adequadas, não necessariamente representadas por longos períodos de seca, já que no Parque Nacional das Emas, mesmo em períodos extremamente úmidos, foram registradas ocorrências. Sendo assim, o monitoramento por meio do cálculo da Fórmula de Monte Alegre Alterada deve ser diariamente realizado na área do Parque Estadual do Cerrado para a verificação do risco de incêndio.

4.2 RISCO ESPACIAL DE INCÊNDIOS

4.2.1 Zoneamento de risco de incêndios

O zoneamento de risco de incêndios foi elaborado com base nos mapas de risco segundo a cobertura vegetal, influências humanas, declividade, orientação das encostas e altimetria.

4.2.1.1 Mapa de risco segundo a cobertura vegetal

Em relação ao mapa de risco de incêndio segundo a cobertura vegetal, o risco baixo foi registrado em 81,91 ha, distribuindo-se por três fitofisionomias localizadas em sua maioria ao longo dos vales dos rios que delimitam o Parque: floresta de galeria (6,43%), floresta ecotonal (6,21%) e floresta ecotonal alterada (5,51%). A área antropizada (0,90%), também foi classificada como baixo risco de incêndio devido à ausência de vegetação, principalmente ao longo da estrada principal de acesso a unidade. O risco moderado foi registrado nas áreas de campo higro-hidrófilo (4,61%) e afloramento rochoso (11,91%), correspondendo a 71,03 ha. O risco alto foi registrado na porção central do Parque, nas áreas de cerrado *sensu stricto* (20,09%), equivalente a 86,38 ha. O risco de incêndio muito alto foi identificado em 190,49 ha ao longo da porção oeste do Parque, abrangendo áreas de campo sujo (5,86%), campo cerrado (15,12%) e campo cerrado alterado (23,32%). O mapa de risco segundo a cobertura vegetal reflete a inflamabilidade da vegetação na área de estudo; dessa forma as regiões nordeste e oeste foram identificadas como as mais suscetíveis à ocorrência de incêndios no Parque (FIGURA 23).

4.2.1.2 Mapa de risco segundo influências humanas

O mapa de risco de incêndio em função das influências humanas identificou as áreas sob influência das atividades e circulação humanas na área (FIGURA 24). O risco registrado variou entre três categorias: baixo, alto e muito alto. A maioria da área (83,78%), equivalente a 360,35 hectares foi identificada como baixo risco de incêndio em função da baixa circulação de pessoas nesses locais. As áreas próximas às trilhas temáticas foram classificadas como risco muito alto, devido à circulação de visitantes, e representaram somente 5,42% da área, correspondente a 23,30 hectares. As regiões adjacentes às estradas foram classificadas como nível alto de risco e representaram 10,8% da área, correspondendo a 46,35 hectares. A inexistência de registros de focos de calor nas propriedades vizinhas identificou o baixo uso do fogo nesses locais e dessa forma a influência das atividades realizadas nas propriedades vizinhas ao Parque foi considerada como nula para a elaboração do mapa de risco de incêndio segundo atividades humanas.

As áreas classificadas como risco muito alto são identificadas como zonas de uso extensivo no plano de manejo da unidade (IAP, 2002) e, sendo assim, atividades voltadas para o uso público são permitidas nesses locais, tais como: recreação, lazer e educação ambiental. Dessa forma, diversas normas para o uso desses locais são regulamentadas no plano de manejo. No entanto, nenhuma delas aborda a problemática dos incêndios. Portanto, recomenda-se que atividades de prevenção e vigilância sejam executadas nesses locais. Recomenda-se também a instalação de uma placa indicativa do grau de risco de incêndios no ponto inicial das trilhas, para a informação do risco de incêndio aos visitantes no início do trajeto que será percorrido na unidade. As áreas classificadas com risco alto, apesar de serem representadas por uma estrada, receberam pesos menores do que as trilhas com relação ao perigo de fogo, pois de acordo com o plano de manejo são zonas de uso especial, sendo o acesso e a circulação nesses locais permitidos somente às pessoas autorizadas, diminuindo dessa forma o risco de ignição.

4.2.1.3 Mapa de risco segundo a declividade

A maior porção do Parque, equivalente a 360 hectares (83,76%), possui até 15% de declividade e por isso apresenta baixo risco de incêndio segundo a declividade, devido à baixa taxa de propagação do fogo nesses locais. Nas faces norte e leste, onde se encontram os vales dos rios que delimitam a área do Parque, intercalam-se porções que correspondem aos riscos de incêndio moderado (8,19%), alto (5,26%), muito alto (2,01%) e extremo (0,77%). Alguns fragmentos correspondentes aos níveis moderado e alto também foram observados próximos a sede do Parque (FIGURA 25).

4.2.1.4 Mapa de risco segundo a orientação das encostas

O mapa de risco de incêndio em função da orientação das encostas representa indiretamente a umidade do material combustível, pois ela é determinada pela taxa de radiação incidente. Esse mapa revelou que 76,96% da área do Parque foi classificada como risco moderado ou muito alto. O risco muito alto (33,73%), equivalente a 145,03 ha, distribui-se pela porção noroeste; e o risco moderado (43,23%), representado por 185,88 ha, distribui-se pelas porções nordeste, sudoeste e sudeste do Parque. Os riscos nulo (4,23%), baixo (6,04%), alto (7,60%) e extremo (5,16%), distribuíram-se em pequenos fragmentos pelo Parque (FIGURA 26).

4.2.1.5 Mapa de risco segundo a altimetria

De acordo com os dados aferidos em campo no momento da elaboração do plano de manejo da unidade (IAP, 2002), a altitude no Parque varia de 709 a 911 metros. Dessa forma, a grande maioria do terreno foi classificada como risco de incêndio muito alto, representada por 95,29%, correspondente a 409,74 hectares, e somente 4,71% da área, localizada na porção oeste e equivalente a 20,26 ha

encontra-se na categoria de alto risco de incêndio segundo a variação da altitude. A pequena variação do grau de risco segundo a altimetria observada, deve-se à pequena variação da altitude registrada para a área (FIGURA 27). Os mapas de risco referentes à topografia (declividade, orientação das encostas e altimetria) revelaram que no Parque Estadual do Cerrado os combustíveis localizados na região noroeste secam mais rapidamente que os demais e que o fogo tem a tendência de se propagar mais rapidamente nos vales ao longo dos rios.

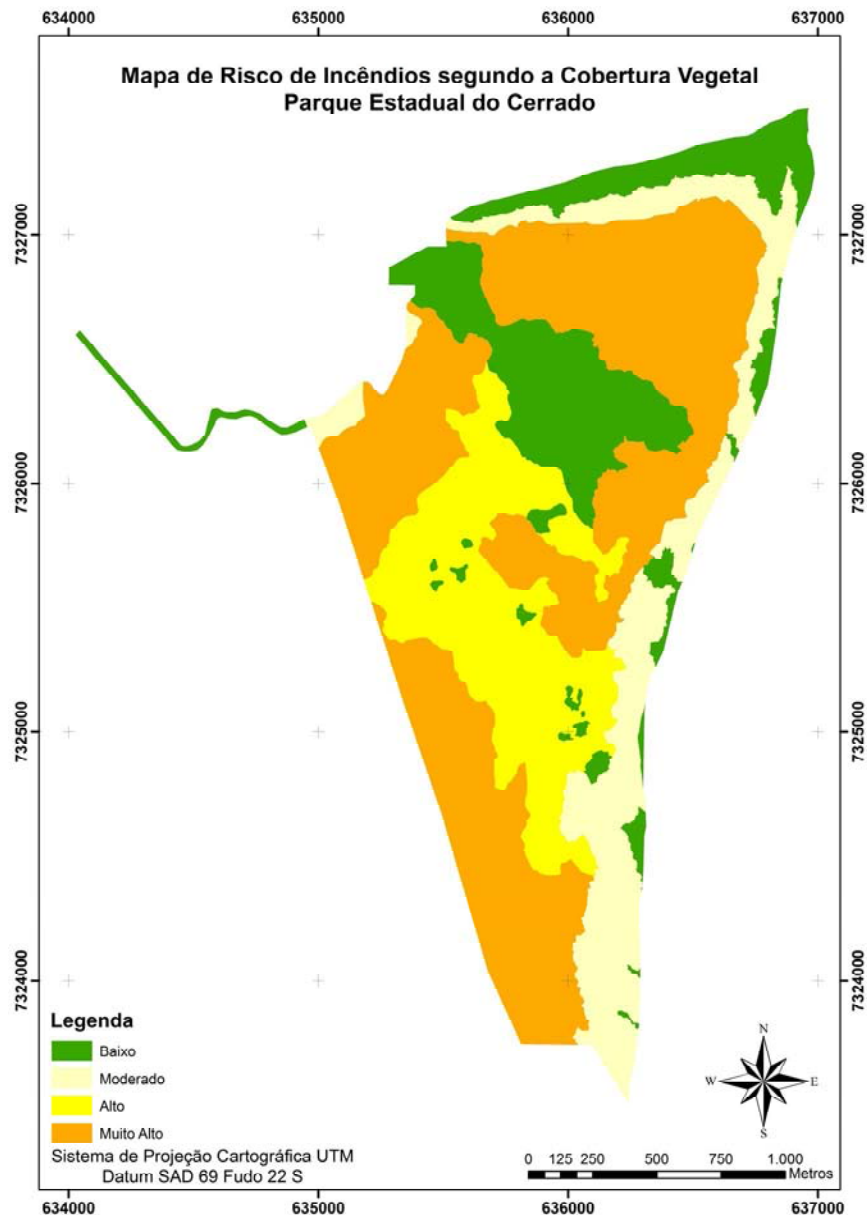


FIGURA 23 – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A COBERTURA VEGETAL, PARQUE ESTADUAL DO CERRADO
FONTE: O autor (2010)

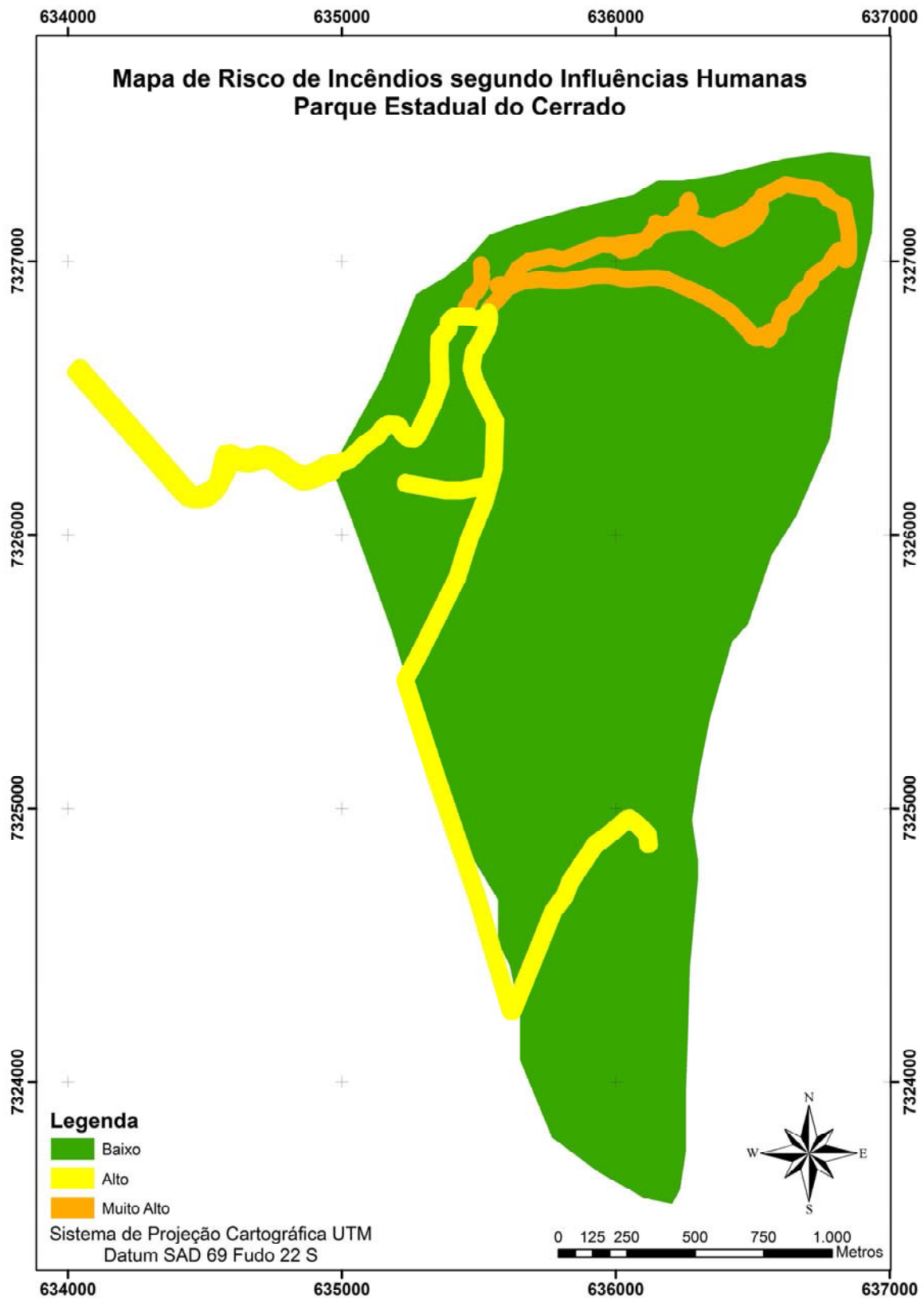


FIGURA 24 – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO AS INFLUÊNCIAS HUMANAS, PARQUE ESTADUAL DO CERRADO
FONTE: O autor (2010)

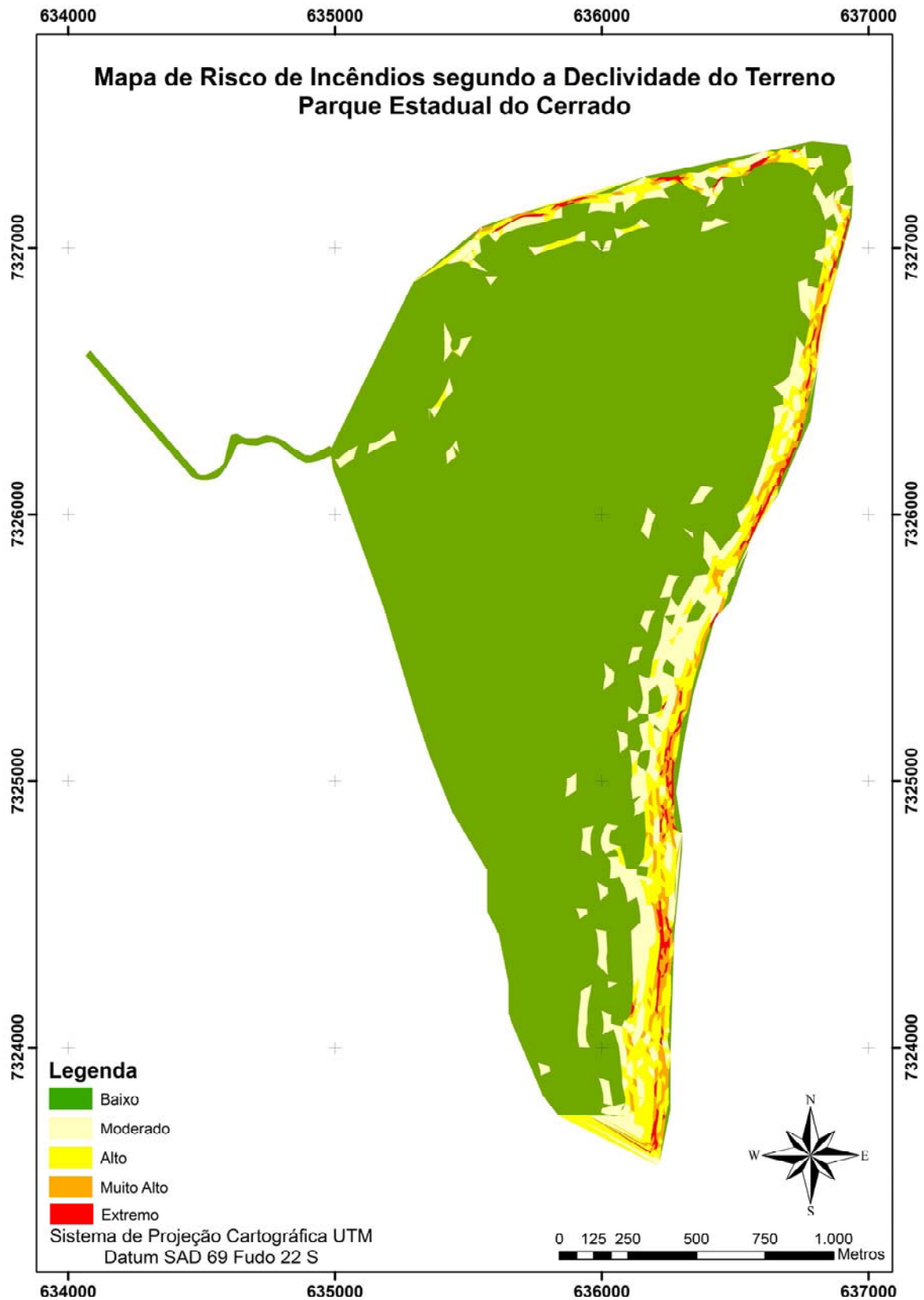


FIGURA 25 – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A DECLIVIDADE DO TERRENO, PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

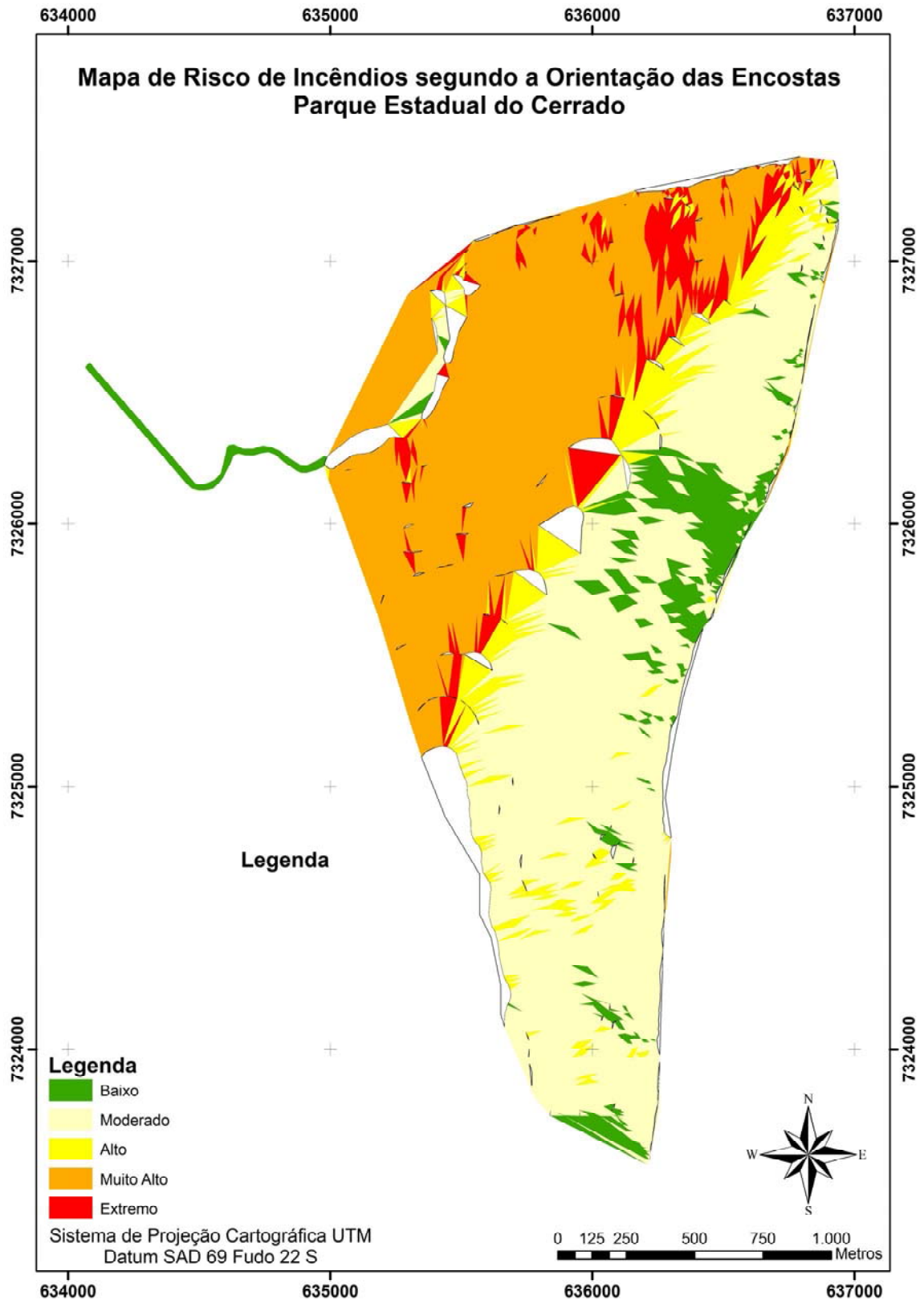


FIGURA 26 – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A ORIENTAÇÃO DAS ENCOSTAS, PARQUE ESTADUAL DO CERRADO
FONTE: O autor (2010)

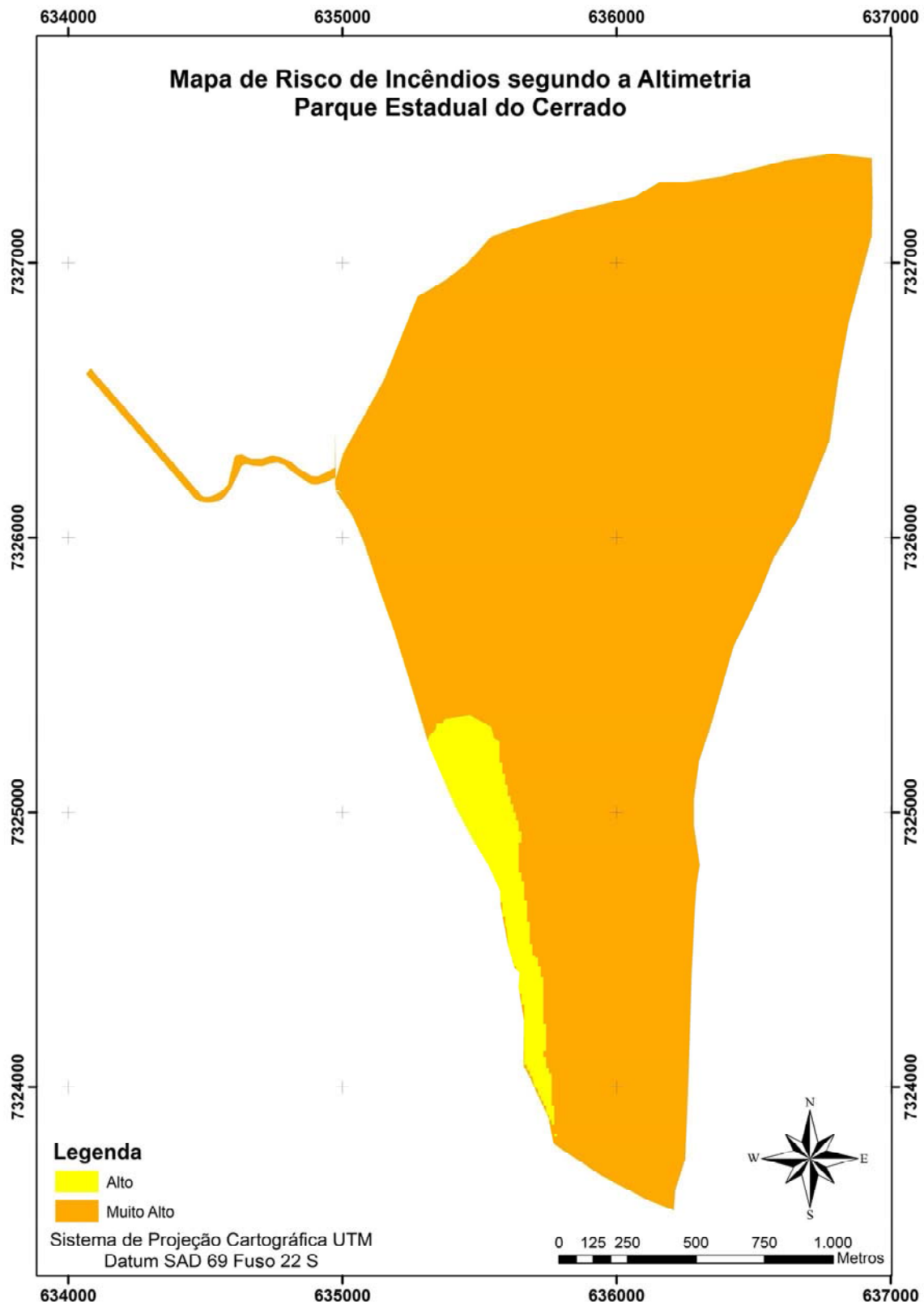


FIGURA 27 – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A ALTIMETRIA, PARQUE ESTADUAL DO CERRADO
FONTE: O autor (2010)

4.2.1.6 Mapa do zoneamento de risco de incêndios

A integração dos mapas de risco para a elaboração do zoneamento do risco de incêndio para o Parque Estadual do Cerrado permite a visualização global de todos os fatores de risco analisados (FIGURA 28). A classe de risco baixo (12,99%) somou 55,85 ha. O risco baixo distribuiu-se pela floresta ecotonal alterada e por porções isoladas ao longo das faces norte, leste e região central. O risco moderado foi observado ao longo das faces norte e leste, pelos vales dos Rios Santo Antônio e Jaguariaíva, respectivamente, além de distribuir-se pela porção central da unidade, representando 37,99%, equivalendo a 163,35 ha. A classe de risco alto foi a que abrangeu a maior porção do Parque, 190,74 ha, representando 44,36% da área. A classe de risco muito alto foi a menos observada aparecendo somente em pequenas regiões adjacentes às áreas de risco alto, representando 4,66%, ou 20,03 ha. O risco extremo não foi observado no PEC.

A partir do zoneamento foi possível identificar duas áreas prioritárias para o manejo do fogo com relação ao risco de incêndios. A primeira representada pelas áreas de risco alto e muito alto e a segunda representada pelas áreas de risco moderado. A matriz das áreas de risco alto é adjacente aos fragmentos das áreas de risco muito alto e está localizada nas porções nordeste e oeste do Parque, englobando as trilhas temáticas e a estrada de acesso a unidade. Dessa forma, na porção nordeste, atividades de prevenção devem ser constantemente realizadas por meio de ações formais e informais que envolvam os visitantes. Essas atividades, bem como a fiscalização, devem ser intensificadas nos períodos críticos de incêndios. Recomenda-se que painéis informativos sobre a ecologia do fogo no cerrado sejam instalados no local, bem como uma placa com a indicação diária do grau de risco de incêndio, baseado no cálculo de um índice de perigo, como a Fórmula de Monte Alegre Alterada. Nas regiões próximas à divisa com propriedades vizinhas, na porção oeste do Parque, em que o risco alto e muito alto foi identificado, recomenda-se que as campanhas de prevenção com a comunidade sejam intensificadas nas épocas de maior risco e que as equipes de vigilância e fiscalização, acompanhem as atividades de uso do fogo realizadas na vizinhança.

A segunda zona prioritária distribuiu-se principalmente ao longo dos vales dos rios e pela porção central da unidade. Sendo assim, atividades das equipes de

vigilância e fiscalização devem ser realizadas, principalmente, nos vales dos rios e a vigilância por meio da torre de detecção de incêndios deve ser intensificada nos períodos críticos visando a proteção do núcleo de cerrado da unidade, localizado na porção central do Parque, representado pela classe de risco de incêndio moderado.

O zoneamento proporcionou a avaliação da distribuição espacial do risco de incêndio para a unidade. O modelo de integração utilizado traduziu adequadamente os níveis de riscos obtidos para o Parque Estadual do Cerrado, pois considerou a importância de cada variável em função das características da área de estudo. Além disso as variáveis selecionadas no modelo são vastamente reconhecidas em relação a sua importância tanto para a ignição (vegetação e influências humanas), quanto para a propagação do fogo (declividade, orientação das encostas e altimetria). Os fatores de riscos estão interligados entre si, devido ao tipo de manejo das atividades na unidade e dessa forma um fator incrementa o risco do outro. A visão integrada é importante, pois a análise isolada de cada fator não traduz os níveis de risco a que toda a unidade está submetida. Cabe ressaltar que a operação de atribuição dos coeficientes e pesos às variáveis foi considerada a parte mais sensível da avaliação, uma vez que não se dispunham de dados experimentais, nem registros oficiais de ocorrências de incêndios no Parque que pudessem auxiliar o ajuste do método para a área.

O modelo de integração utilizado nesse estudo traduziu adequadamente os níveis de risco e pode ser aplicado em outras unidades de conservação, especialmente no caso da realidade brasileira, em que não existem muitos dados disponíveis sobre o histórico do fogo, ou onde exista poucos dados disponíveis sobre as áreas de estudo. Recomenda-se a utilização do modelo em áreas sem ocupação humana e em locais onde não existam diferenças climáticas significativas, pois ele não aborda dados de densidade demográfica e também não abrange variáveis meteorológicas, diferentemente dos modelos propostos por Salas e Chuvieco (1994), Ferraz e Vetorazzi (1998) e Oliveira (2002).

O zoneamento de risco de incêndios do Parque deve ser atualizado periodicamente, pois as condições ambientais estão em constante mudança e podem modificar o nível de risco ao longo do tempo. Além disso, a escala de valores e a adoção dos pesos para as variáveis utilizadas poderão ser aprimoradas estatisticamente, utilizando-se registros de incêndios e de focos de calor que ocorram na unidade. A previsão do risco de incêndio é essencial para o

estabelecimento de prioridades entre zonas com um mesmo risco de ignição ou propagação; ela deve auxiliar a distribuição dos meios a serem utilizados no planejamento da prevenção e a tomada de decisão nas atividades de combate no Parque.

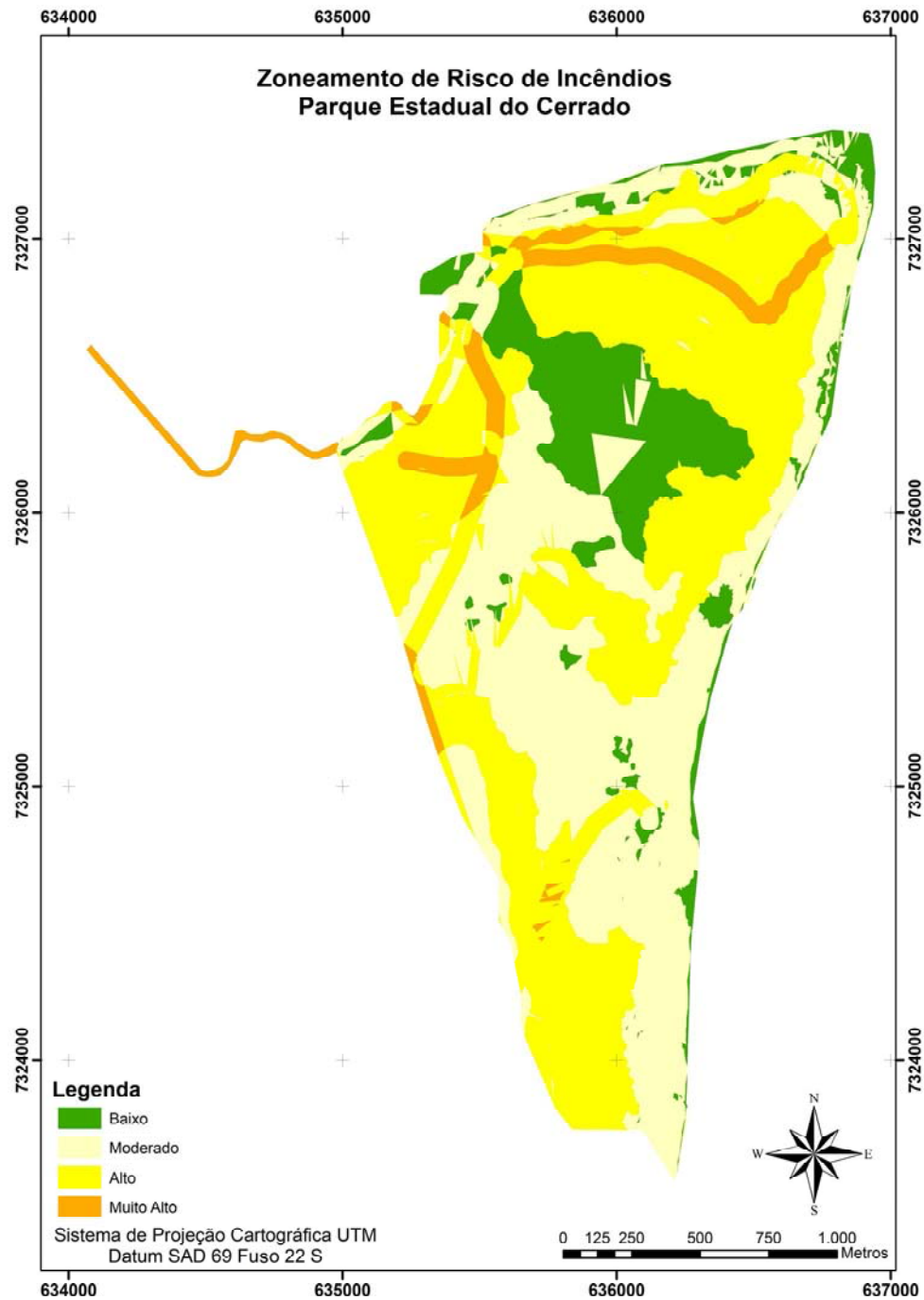


FIGURA 28 – ZONEAMENTO DE RISCO DE INCÊNDIO PARA O PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ
FONTE: O autor (2010)

4.2.2 Caracterização do material combustível

4.2.2.1 Método direto

A amostragem do material combustível foi feita por meio de 85 parcelas destrutivas, durante a realização das transeções lineares pelas fitofisionomias identificadas pelo zoneamento de risco de incêndios, como risco de incêndio moderado, alto e muito alto, representadas pelo campo higró-hidrófilo, afloramento rochoso, campo sujo, campo cerrado, campo cerrado alterado e cerrado *sensu stricto*. A distribuição e a localização dos pontos amostrais foram definidas de forma sistemática, em função das extensões das fitofisionomias, sendo as parcelas distanciadas 50 m entre si e pelo menos 10 m dos limites das fisionomias. O principal objetivo dessa amostragem foi relacionar o material combustível com o risco de incêndios. O número de parcelas coletadas em cada fitofisionomia está relacionado na TABELA 21.

TABELA 21 – NÚMERO DE PARCELAS LANÇADAS POR FITOFISIONOMIA PARA A CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL

FITOFISIONOMIA	NÚMERO DE PARCELAS
campo higró-hidrófilo	15
afloramento rochoso	10
campo sujo	20
campo cerrado	15
campo cerrado alterado	10
cerrado <i>sensu stricto</i>	15
TOTAL	85

FONTE: O autor (2010)

4.2.2.1.1 Carga total do material combustível

A carga total (massa total de combustível, resultante da soma das cargas após secagem dos combustíveis vivos e dos combustíveis mortos) média do material combustível calculada para o Parque foi de $17,43 \pm 8,88$ Mg/ha. A carga total variou de 6,40 Mg/ha, registrada na fitofisionomia de campo sujo, a 48,55 Mg/ha, registrada

na fitofisionomia de afloramento rochoso. Na TABELA 22, estão representados os valores das cargas totais registradas nas diferentes fitofisionomias.

TABELA 22 – CARGA TOTAL MÉDIA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL (Mg/ha)

FITOFISIONOMIA	CARGA TOTAL (Mg/ha)		
campo higro-hidrófilo	8,16	23,70	38,38
afloramento rochoso	9,19	24,02	48,55
campo sujo	6,40	14,56	30,57
campo cerrado	6,92	14,60	29,46
campo cerrado alterado	9,85	14,35	21,68
cerrado <i>sensu stricto</i>	6,98	15,49	31,97
Parque Estadual do Cerrado	7,92	17,43	33,43

NOTA: Os valores representam mínimo – média – máximo.

FONTE: O autor (2010)

Observou-se maior similaridade entre as cargas das fitofisionomias essencialmente savânicas, quando comparadas com as fisionomias de afloramento rochoso e campo higro-hidrófilo, que não são fisionomias típicas de cerrado, mas que foram analisadas nesse estudo, pois foram identificadas como risco moderado de incêndios segundo o zoneamento de risco de incêndio elaborado para a unidade.

A carga do material combustível superficial apresenta variações significativas em regiões de cerrado. Além das variações que ocorrem em função do tipo de vegetação e das estações do ano, como observado em áreas de campo sujo no Parque Nacional das Emas (GO) por Ramos-Neto (2000), ela também varia em função da frequência da ocorrência do fogo, de acordo com os valores registrados para diferentes fisionomias de cerrado por Ottmar *et al.* (2001). Em regiões de cerrado do Brasil central, Ottmar *et al.* (2001), encontrou valores de biomassa variando de 3,78 Mg/ha no campo limpo a 71,89 Mg/ha no cerrado denso.

Assim como registrado para áreas de cerrado, a carga total do material combustível também varia em diferentes formações vegetais, tanto em áreas naturais como em povoamentos destinados a produção florestal. Em estudos sobre caracterização de material combustível superficial, SOARES (1979), determinou valores de carga total média de *Pinus oocarpa*, com idade entre 4,5 e 7,5 anos, de 1,2 a 17,3 Mg/ha, e para *Pinus caribaea var. Hondurensis* com idades entre 5 e 7,5 anos, de 2,3 a 13,8 Mg/ha. Valeri e Reissmann (1989), registraram cargas totais médias para *Pinus taeda* de 7,7; 19,7 e 24,3 Mg/ha para as idades de 7, 10 e 14 anos, respectivamente. BATISTA (1995), registrou carga total média de 12,53 Mg/ha em um povoamento de *Pinus taeda* com 12 anos de idade. Ribeiro e Soares (1999),

encontraram valores médios de carga total de 27 Mg/ha em um povoamento de *Eucalyptus viminalis*, com 10 anos de idade. Beutling (2005) registrou para a *Araucaria angustifolia*, valores médios de carga total de 20,13; 10,76; 15,84; 14,81 e 13,24 Mg/ha para as idades de 8, 19, 24, 25 e 38, respectivamente. Melo (2005), registrou carga total média de 11,96 Mg/ha para a Floresta Ombrófila Mista e 11,50 Mg/ha para a Floresta Estacional Semidecidual no Parque Nacional do Iguaçu. Ribeiro *et al.* (2008), encontrou valor médio de 14,78 Mg/ha de carga total em pastagens compostas por *Brachiaria decumbens*.

Nesse estudo foi detectada variância significativa entre as fitofisionomias (TABELA 23). O teste de comparação de médias de SNK (TABELA 24), identificou diferenças significativas entre campo higro-hidrófilo e campo sujo, campo higro-hidrófilo e campo cerrado, e afloramento rochoso e campo sujo. Observou-se ainda, maior similaridade entre os valores mínimos e máximos das cargas registrados para as fitofisionomias essencialmente savânicas, quando comparadas com as fitofisionomias de afloramento rochoso e campo higro-hidrófilo, que podem ser relacionadas com formações campestres. A variação dos valores mínimos e máximos das cargas registradas nas diferentes fitofisionomias está representada na FIGURA 29.

As maiores diferenças foram observadas entre fisionomias que são caracterizadas pelas presenças de espécies de herbáceas e gramíneas, sendo os pares analisados compostos por uma fisionomia essencialmente savânica e uma formação campestre. Os resultados dos testes indicam que a diferença entre as fitofisionomias não é mais significativa que a diferença em uma mesma fitofisionomia. Sendo assim, pode-se inferir que, em geral, no Parque Estadual do Cerrado a variação entre as cargas não é expressiva quando as fitofisionomias são comparadas entre si.

A ausência de diferenças significativas entre as cargas totais das fisionomias essencialmente savânicas entre si pode estar associada com as espécies que colonizam essas áreas, já que as coletas foram realizadas na mesma estação, as fisionomias apresentavam o mesmo intervalo de tempo sem a ocorrência do fogo, as fisionomias estão dispostas sobre o mesmo tipo de solo e estão sujeitas a condições ambientais semelhantes. De acordo com os dados de Ottmar *et al.* (2001), não é necessário que existam diferenças significativas entre as cargas dos ambientes para a identificação das diferentes fisionomias, ou seja, a caracterização das

fitofisionomias não está diretamente relacionada aos valores das cargas da biomassa e do material combustível. Áreas de campo sujo e cerrado denso situadas em ambientes similares, que apresentem o mesmo intervalo sem a ocorrência do fogo, podem apresentar valores de biomassa semelhantes.

A presença de espécies exóticas invasoras também pode estar contribuindo para a homogeneidade da carga do material combustível entre as diferentes fisionomias savânicas, já que a presença de gramíneas exóticas, representadas por *Brachiaria* spp. foi identificada em áreas de campo sujo, campo cerrado e campo cerrado alterado. A ocorrência dessa espécie exótica colabora para a perda da diversidade biológica, alteração da carga dos combustíveis e descaracterização das fitofisionomias.

TABELA 23 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA TOTAL DO MATERIAL COMBUSTÍVEL

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Tratamento	5	1460	292,1	4,462*
Erro	79	5171	65,46	
Total	84	6632		

* significativo ao nível de 95%

FONTE: O autor (2010)

TABELA 24 - TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS SNK, PARA CARGA TOTAL DO MATERIAL COMBUSTÍVEL EM FUNÇÃO DA FITOFISIONOMIA

COMPARAÇÃO	DIFERENÇA	P < 0.1
HH vs AR	-0.3174	ns
HH vs CS	9.143	*
HH vs CC	9.102	*
HH vs CCA	9.350	ns
HH vs CSS	8.212	ns
AR vs CS	9.460	*
AR vs CC	9.419	ns
AR vs CCA	9.667	ns
AR vs CSS	8.529	ns
CS vs CC	-0.04096	ns
CS vs CCA	0.2068	ns
CS vs CSS	-0.9310	ns
CC vs CCA	0.2478	ns
CC vs CSS	-0.8900	ns
CCA vs CSS	-1.138	ns

FONTE: O autor (2010)

ns: expressa diferença estatística não significativa, * significativo ao nível de 90%, HH: campo higro-hidrófilo, AR: afloramento rochoso, CS: campo sujo, CC: campo cerrado, CCA: campo cerrado alterado, CSS: cerrado *sensu stricto*

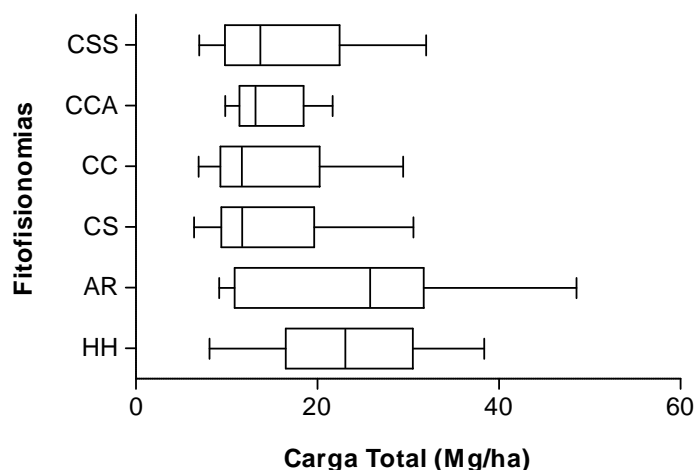


FIGURA 29 – VARIAÇÃO DAS CARGAS TOTAIS DE MATERIAL COMBUSTÍVEL POR FITOFISIONOMIA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

HH: campo higro-hidrófilo, AR: afloramento rochoso, CS: campo sujo, CC: campo cerrado, CCA: campo cerrado alterado, CSS: cerrado *sensu stricto*

4.2.2.1.2 Representatividade das categorias de material combustível

Essa análise objetivou fornecer os valores médios de carga para cada uma das classes de diâmetro do material combustível e suas proporções representativas em cada fitofisionomia, possibilitando a identificação das variáveis com maior influência sobre a carga total dos combustíveis. Cada fitofisionomia apresentou diferenças quanto à proporção de material combustível verde e seco. No entanto, em geral o material combustível verde contribuiu com 58,73% e o material seco com 41,27% da carga total no Parque Estadual do Cerrado. As proporções entre o material combustível verde e o seco por fitofisionomia estão representadas na FIGURA 30.

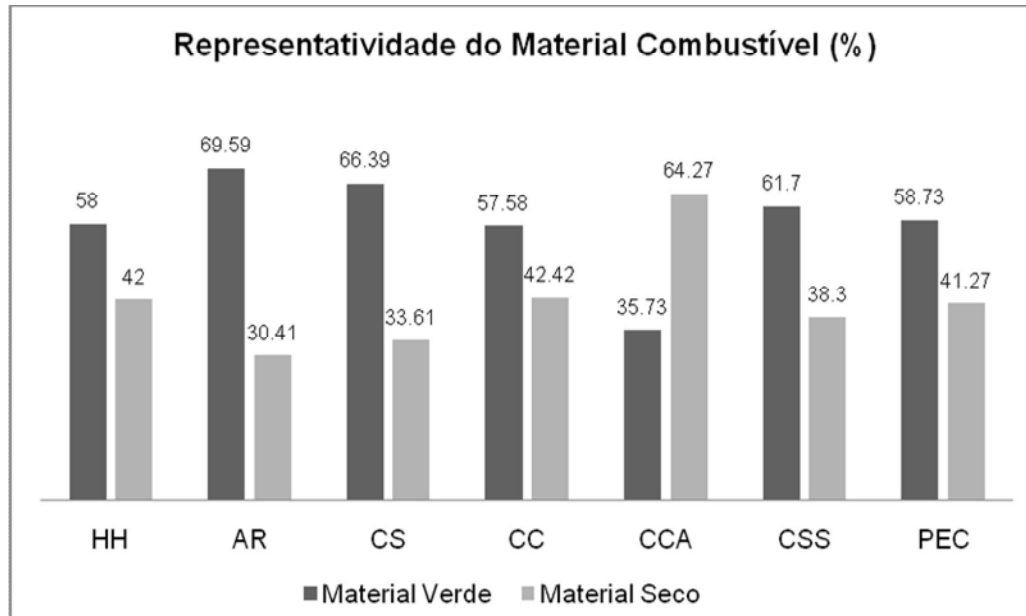


FIGURA 30 – REPRESENTATIVIDADE DO MATERIAL COMBUSTÍVEL POR FITOFISIONOMIA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

HH: campo higro-hidrófilo, AR: afloramento rochoso, CS: campo sujo, CC: campo cerrado, CCA: campo cerrado alterado, CSS: cerrado *sensu stricto*; PEC: Parque Estadual do Cerrado

Ao contrário do observado em áreas florestais, onde o material seco é mais representativo, o material combustível verde foi mais abundante em todas as fitofisionomias avaliadas, com exceção somente do campo cerrado alterado, onde o material seco foi mais representativo que o verde. Souza (2000) observou que a luz incidente sobre o piso da floresta favorece o desenvolvimento da vegetação herbácea, classe que compõe o material combustível verde nesse estudo. As fitofisionomias avaliadas podem ser identificadas como essencialmente savânicas (campo sujo, campo cerrado, campo cerrado alterado e cerrado *sensu stricto*) e campestres (campo higro-hidrófilo e afloramento rochoso). Nesses locais, a intensidade luminosa propicia condições microclimáticas típicas na savana e no campo, que favorecem o crescimento do material da classe herbácea, que por sua vez, contribui para a maior representatividade do material verde observada no Parque.

No cerrado *sensu stricto*, apesar de ocorrência de espécies arbóreo-arbustivas com altura média de cinco metros, diversas espécies de herbáceas e algumas gramíneas podem ser observadas, e a incidência da luz também pode ser associada com a maior proporção de material combustível verde registrada, devido à

baixa porcentagem de cobertura proporcionada pelo dossel. O mesmo foi observado por Beutling (2005), em povoamentos de Araucária com oito anos de idade, onde o material combustível verde foi mais representativo que o material combustível seco, diferentemente dos povoamentos de Araucária com 19, 24, 25 e 38 anos, onde existiam maiores densidades do dossel. A maior representatividade do material combustível seco observada no campo cerrado alterado, está relacionada com as próprias características de degradação dessa fisionomia na área do Parque, onde existe diminuição da densidade e descontinuidade da distribuição das herbáceas.

4.2.2.1.3 Análise das classes de material combustível

As classes herbácea e miscelânea foram as mais observadas. Em geral, a classe herbácea contribuiu com 38,20% da carga do material combustível, seguida pela classe miscelânea que contribuiu com 32,64% da carga, classe V2 (0,71 - 2,5 cm) com 9,46%, classe V1 (<0,7 cm) com 7,4%, classe S2 (0,71 – 2,5 cm) com 3,95%, classe V3 (2,51 – 7,6 cm) com 3,67%, classe S3 (2,51 – 7,6 cm) com 2,35%, classe S1 (<0,7 cm) com 2,06% e classe S4 (>7,6 cm) com 0,05%. Os valores médios das cargas e suas representatividades por fitofisionomia estão representados no QUADRO 1.

FITO	MATERIAL VERDE (VIVO) - Mg/ha								MATERIAL SECO (MORTO) - Mg/ha								TOTAL				
	HERBÁCEO		V1		V2		V3		MISCELÂNEA		S1		S2		S3		S4		T	MV	MS
	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	Mg/ha	%	%
HH	13,01	54,89	0,40	1,68	0,34	1,43	0,00	0,00	9,80	41,35	0,04	0,16	0,09	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	23,70	58,00	42,00
AR	9,69	40,34	2,44	10,15	2,09	8,70	0,25	1,04	8,25	34,34	0,52	2,16	0,48	1,99	0,26	1,08	0,00	0,00	24,02	69,59	30,41
CS	5,69	39,07	1,45	9,95	1,82	12,50	0,71	4,87	3,60	24,72	0,39	2,67	0,58	3,98	0,29	1,99	0,00	0,00	14,56	66,39	33,61
CC	2,66	18,21	1,90	13,01	2,76	18,90	1,09	7,46	4,18	28,63	0,37	2,53	0,71	4,86	0,84	5,75	0,00	0,00	14,60	57,58	42,42
CCA	1,74	12,12	1,40	9,75	1,89	13,17	0,18	0,69	6,68	46,55	0,68	4,73	1,58	11,01	0,06	0,41	0,12	0,83	14,35	35,73	64,27
CSS	6,52	42,09	0,54	3,48	1,16	7,48	1,34	8,65	3,53	22,78	0,30	1,93	0,93	6,00	0,88	5,68	0,00	0,00	15,49	61,70	38,30
PEC	6,66	38,20	1,29	7,40	1,65	9,46	0,64	3,67	5,69	32,64	0,36	2,06	0,69	3,95	0,41	2,35	0,01	0,05	17,43	58,73	41,27

QUADRO 1 – MÉDIAS DAS CARGAS (Mg/ha) E SUAS PROPORÇÕES POR CLASSE DE DIÂMETRO POR FITOFISIONOMIA PARA O PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

HH: campo higro-hidrófilo, AR: afloramento rochoso, CS: campo sujo, CC: campo cerrado, CCA: campo cerrado alterado, CSS: cerrado *sensu stricto*, PEC: Parque Estadual do Cerrado, V1: <0,7 cm, V2: 0,71–2,5 cm, V3: 2,51–7,6 cm, S1: <0,7 cm, S2: 0,71–2,5 cm, S3: 2,51–7,6 cm, S4: >7,6 cm

a) classe herbácea;

A classe herbácea, representada por material verde composto de herbáceas e gramíneas, foi a mais representativa e não foi registrada somente em uma das parcelas do campo cerrado. Ela foi também a mais representativa em quatro das fitofisionomias avaliadas: campo higro-hidrófilo, afloramento rochoso, campo sujo e cerrado *sensu stricto*. A carga média da classe herbácea variou de 1,74 Mg/ha, registrada na fitofisionomia de campo cerrado alterado, a 13,01 Mg/ha, registrada na fitofisionomia de campo higro-hidrófilo. A carga média dessa classe calculada para o Parque Estadual do Cerrado foi de 6,66 Mg/ha. Na TABELA 25 estão representados os valores médios das cargas da classe herbácea registrados nas diferentes fitofisionomias.

TABELA 25 – CARGA MÉDIA DA CLASSE HERBÁCEA (Mg/ha)

FITOFISIONOMIA	CARGA (Mg/ha)
campo higro-hidrófilo	13,01
afloramento rochoso	9,69
campo sujo	5,69
campo cerrado	2,66
campo cerrado alterado	1,74
cerrado <i>sensu stricto</i>	6,52

FONTE: O autor (2010)

O valor mais elevado de carga para a classe herbácea foi registrado no campo higro-hidrófilo, 13,01 Mg/ha. A má drenagem do solo observada nessa fisionomia favorece a predominância de gramíneas e herbáceas nesse ambiente. Sendo assim, com relação às comunidades que se estabelecem nessa fisionomia, ele pode ser comparada à fitofisionomia savânica de campo limpo. Ottmar *et al.* (2001), registrou carga de 13,51 Mg/ha, valor semelhante ao encontrado nesse estudo, em áreas de campo limpo no Brasil central quatro anos depois da ocorrência de fogo no local.

Apesar da presença de formações rupestres responsáveis pela descontinuidade da cobertura vegetal, o segundo valor mais elevado de carga da classe herbácea foi registrado no afloramento rochoso. A carga elevada registrada nesses locais pode estar associada à ausência do fogo por mais de quinze anos e com a biomassa das espécies que colonizam essas fisionomias. Segundo Von

Lisingen (2006), poucas espécies colonizam o afloramento rochoso. No entanto essas poucas espécies são muito abundantes e refletem adaptações à pobreza qualitativa do substrato arenoso e aos déficits hídricos na estação seca.

Dentre as formações savânicas, o valor mais elevado foi observado no cerrado *sensu stricto*, 6,52 Mg/ha. Ottmar *et al.* (2001), não registraram valores superiores a 2 Mg/ha para essa classe em áreas de cerrado *sensu stricto* no Brasil central, mesmo em regiões com ausência de fogo por período superior a 20 anos. Os valores encontrados nas áreas de campo sujo foram similares aos valores registrados por Ottmar *et al.* (2001), para a mesma fitofisionomia no Brasil central, sendo que a média de 5,69 Mg/ha foi semelhante aos valores registrados pelo mesmo autor, em áreas sem a ocorrência do fogo por um período de dois anos. Os menores valores da classe herbácea foram registrados nas fisionomias de campo cerrado e campo cerrado alterado. Visualmente, as fitofisionomias de campo cerrado e campo cerrado alterado encontradas no PEC foram semelhantes às fisionomias identificadas por Ottmar *et al.* (2001), como cerrado ralo e cerrado denso, respectivamente. Nesse caso, os valores da classe herbácea do campo cerrado foram correspondentes a áreas de cerrado ralo sem a presença de fogo por um período de dois anos, onde a carga varia entre 2,04 a 2,81 Mg/ha. Já a carga da classe herbácea do campo cerrado alterado era similar a áreas de cerrado denso, sem a presença de fogo por um período de um ano.

A análise de variância detectou diferença estatística entre as médias das cargas da classe herbácea (TABELA 26). O teste de comparação de médias SNK identificou diferenças estatísticas significativas entre algumas fitofisionomias (TABELA 27). Os resultados mostraram que as diferenças significativas foram observadas em maior ou menor intensidade, sempre envolvendo pares compostos por uma fisionomia essencialmente savânica e uma formação campestre. Todas as formações savânicas foram significativamente diferentes do campo higro-hidrófilo. Somente o afloramento rochoso não foi significativamente diferente do campo higro-hidrófilo. Campo sujo e cerrado *sensu stricto* foram significativamente diferentes de campo higro-hidrófilo, mas não do afloramento rochoso.

Embora as fisionomias do Parque Estadual do Cerrado apresentem o mesmo intervalo sem a presença do fogo nos diferentes ambientes, quando comparadas com áreas do Brasil central, os valores médios das cargas da classe herbácea foram semelhantes a áreas sem a ocorrência do fogo por um intervalo de

um ano e outras foram similares a locais sem a ocorrência do fogo por períodos superiores a vinte anos. Sendo assim, as diferenças observadas podem ser associadas com as características intrínsecas às formações das fisionomias savânicas e campestres e com as peculiaridades inerentes às espécies que colonizam essas áreas.

TABELA 26 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA DA CLASSE HERBÁCEA

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Tratamento	5	11,98	2,395	10,42*
Erro	79	18,17	0,2300	
Total	84	30,14		

* significativo ao nível de 95%

FONTE: O autor (2010)

TABELA 27 - TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS SNK, PARA CARGA DA CLASSE HERBÁCEA

COMPARAÇÃO	DIFERENÇA		P<0.05
CCA vs HH	-1.127	8.143	***
CCA vs AR	-0.7955	5.246	**
CCA vs CSS	-0.4784	3.456	ns
CCA vs CS	-0.3950	---	ns
CCA vs CC	-0.09248	---	ns
CC vs HH	-1.035	8.357	***
CC vs AR	-0.7030	5.078	**
CC vs CSS	-0.3859	---	ns
CC vs CS	-0.3025	---	ns
CS vs HH	-0.7322	6.322	***
CS vs AR	-0.4005	3.049	ns
CS vs CSS	-0.08338	---	ns
CSS vs HH	-0.6488	5.240	**
CSS vs AR	-0.3171	---	ns
AR vs HH	-0.3318	2.396	ns

FONTE: O autor (2010)

ns: expressa diferença estatística não significativa, * significativo ao nível de 95%, ** muito significativo ao nível de 95%, *** extremamente significativo ao nível de 95%, HH: campo higro-hidrófilo, AR: afloramento rochoso, CS: campo sujo, CC: campo cerrado, CCA: campo cerrado alterado, CSS: cerrado *sensu stricto*

Com relação ao risco de incêndio, a classe herbácea é composta por material combustível verde e sendo assim, ela não é classificada como perigosa. No entanto, devido aos altos valores de carga registrados, identificando-a como a classe mais representativa da carga do material combustível (38,20%) e a continuidade do material observada *in loco*, o manejo dessa classe deve ser considerado como prioritário nos programas de manejo do fogo. Além dessas características, o teor de umidade do material pode sofrer alterações abruptas nos curtos períodos de seca

ocorrentes na região, atuando na secagem das porções aéreas do mesmo e tornando-o propício a ocorrência e propagação dos incêndios, mesmo no caso do campo higro-hidrófilo, pois a ocorrência do fogo em áreas com alto teor de umidade no solo já foi registrada em diversos locais como no Parque Nacional de Ilha Grande (KOPROSKI, 2005), no *Everglades National Park* nos Estados Unidos (LOCKWOOD ROSS e SAH, 2003), e em diversas áreas protegidas situadas na Austrália (ALLEN, 2000). Além disso, Coutinho (2000) observou que nos cerrados do Brasil central a vegetação herbácea e graminóide possui ciclo de vida de 3-4 anos e, sendo assim, a ausência do fogo colabora para o acúmulo desse tipo de material ao longo do tempo, elevando o risco de incêndios. Além desses fatores, a ocorrência das espécies exóticas contribui para o aumento do teor de inflamabilidade da vegetação herbácea nas diferentes fisionomias. A queima prescrita é um dos métodos que pode ser utilizado para o controle do risco de incêndios da classe herbácea. Essa técnica atua diretamente no controle do crescimento da vegetação e na quebra da continuidade da vegetação, reduzindo assim a carga do material combustível dessa classe e conseqüentemente o risco de incêndios de alta intensidade e a sua propagação por toda a área.

b) classe V1;

A classe V1 representada pelo material combustível verde lenhoso com diâmetro inferior a 0,7 cm foi identificada em todas as fitofisionomias amostradas. A carga média da classe V1 variou de 0,40 Mg/ha, registrada na fitofisionomia de campo higro-hidrófilo, a 2,44 Mg/ha, registrada na fisionomia de afloramento rochoso. A carga média dessa classe foi 1,29 Mg/ha. Na TABELA 28, estão representados os valores médios das cargas da classe V1 registrados nas diferentes fitofisionomias.

A análise de variância detectou diferença estatística entre as médias das cargas da classe V1 (TABELA 29). O teste de comparação de médias SNK identificou diferenças estatísticas significativas entre algumas fitofisionomias (TABELA 30). O campo higro-hidrófilo e o cerrado *sensu stricto*, fisionomias que apresentaram os menores valores de carga média, foram identificados como

significativamente diferentes de afloramento rochoso e campo cerrado, que foram as fisionomias que registraram os maiores valores de carga média para a classe V1.

TABELA 28 – CARGA MÉDIA DA CLASSE V1 (Mg/ha)

FITOFISIONOMIA	CARGA (Mg/ha)
campo higro-hidrófilo	0,40
afloramento rochoso	2,44
campo sujo	1,45
campo cerrado	1,90
campo cerrado alterado	1,40
cerrado <i>sensu stricto</i>	0,54

FONTE: O autor (2010)

TABELA 29 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA DA CLASSE V1

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Tratamento	5	0,3974	0,07948	4,122*
Erro	79	1,523	0,01928	
Total	84	1,9121		

* significativo ao nível de 95%

FONTE: O autor (2010)

TABELA 30 - TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS SNK, PARA CARGA DA CLASSE V1

COMPARAÇÃO	DIFERENÇA.		P<0.05
HH vs AR	-0.2039	5.087	**
HH vs CC	-0.1503	4.192	*
HH vs CS	-0.1054	3.141	ns
HH vs CCA	-0.1000	---	ns
HH vs CSS	-0.01431	---	ns
CSS vs AR	-0.1896	4.730	*
CSS vs CC	-0.1360	3.793	*
CSS vs CS	-0.09105	---	ns
CSS vs CCA	-0.08571	---	ns
CCA vs AR	-0.1039	2.366	ns
CCA vs CC	-0.05027	---	ns
CCA vs CS	-0.005336	---	ns
CS vs AR	-0.09854	---	ns
CS vs CC	-0.04493	---	ns
CC vs AR	-0.05361	---	ns

FONTE: O autor (2010)

ns: expressa diferença estatística não significativa, * significativo ao nível de 95%, ** muito significativo ao nível de 95%, HH: campo higro-hidrófilo, AR: afloramento rochoso, CS: campo sujo, CC: campo cerrado, CCA: campo cerrado alterado, CSS: cerrado *sensu stricto*

Apesar da ocorrência de formações rupestres responsáveis pela descontinuidade da cobertura vegetal e da rara presença de espécies arbustivas esperada para a fisionomia, o valor mais elevado de carga para a classe V1 foi

registrado no afloramento rochoso, 2,44 Mg/ha. De acordo com Von Linsingen (2006), no afloramento rochoso, a má drenagem do solo impede o estabelecimento abundante de espécies arbustivas e arbóreas, que somente se estabelecem em pontos isolados onde encontram substrato e acúmulo de água. A carga elevada da classe V1 registrada nesses locais pode ser associada à ausência do fogo por mais de quinze anos no local, que pode ser responsável pelo acúmulo de substrato que conseqüentemente favorece a proliferação de espécies arbustivas e contribui para a descaracterização da fisionomia, que originalmente seria semelhante aos campos e cerrados rupestres, encontrados nas elevações planálticas da região *core* do bioma Cerrado (VON LINSINGEN, 2006).

Dentre as formações savânicas, o valor mais elevado foi observado no campo cerrado (1,90 Mg/ha – 13,01%), seguido de campo sujo (1,45 Mg/ha – 9,95%), campo cerrado alterado (1,40 Mg/ha – 9,75%) e cerrado *sensu stricto* (0,54 Mg/ha – 3,48%). Os valores de carga dessa classe não são conhecidos em outras regiões de cerrado. No entanto, segundo as descrições das fisionomias savânicas do Parque por Von Linsingen (2006) e Uhlmann (1995), raras espécies lenhosas são esperadas no campo sujo, poucas no campo cerrado e no campo cerrado alterado, sendo que nas áreas alteradas a ocorrência de plantas lenhosas esperada seria maior que nas áreas não alteradas, e por fim o cerrado *sensu stricto* é composto predominantemente por espécies lenhosas. Dessa forma, a sequência decrescente esperada da classe V1 seria: cerrado *sensu stricto*, campo cerrado alterado, campo cerrado e campo sujo. Sendo assim, a ordem dos valores encontrados para essa classe na região do Parque não obedecem aos valores esperados em função da ocorrência das plantas lenhosas nessas fisionomias.

A ausência do fogo por mais de quinze anos na área pode ser responsável pela proliferação de espécies lenhosas, principalmente nas áreas de campo sujo e campo cerrado, contribuindo para a descaracterização dessas fisionomias, como preconizado por Coutinho (2000) para outras áreas de cerrado. Já os valores encontrados para essa classe no campo cerrado alterado e cerrado *sensu stricto*, não necessariamente refletem a descaracterização dessas fisionomias, pois nesses locais foram ainda observadas as presenças de espécies arbóreas de diâmetro superiores a 0,7 cm, responsáveis pela predominância de espécies arbustivas e arbóreas nesses locais. Além da ausência do fogo, a ocorrência de espécies

exóticas, contribuiu para o aumento da inflamabilidade da vegetação lenhosa nas diferentes fisionomias.

Corroborando as características da fisionomia descritas por Uhlmann (1995), Uhlmann *et al.* (1997) e Von Linsingen (2006), os menores valores da classe V1 foram registrados no campo higro-hidrófilo, já que esse ambiente é composto predominantemente por gramíneas, eventualmente herbáceas, e a presença de espécies arbustivas é rara.

Com relação ao risco de incêndio, a classe V1 é composta por material combustível verde e, sendo assim, ela não é classificada como perigosa. No entanto, como essa classe representa aproximadamente 8% do material combustível do Parque ela deve ser considerada nos planos de manejo de fogo na unidade. Além disso, a ocorrência de espécies exóticas contribui para o aumento do teor de inflamabilidade da vegetação lenhosa nas diferentes fisionomias, fator que juntamente com a ausência do fogo por mais de quinze anos na área, pode ser responsável pela proliferação de espécies lenhosas nas áreas de campo higro-hidrófilo, afloramento rochoso, campo sujo e campo cerrado, contribuindo para a descaracterização dessas fisionomias. Sendo assim, a queima prescrita é um dos métodos que pode ser utilizado para o manejo dessa classe, com o objetivo de controlar a proliferação de espécies arbustivas e arbóreas em áreas abertas, reduzindo a descaracterização das fitofisionomias e, conseqüentemente, favorecendo a manutenção da variabilidade genética e a sanidade da vegetação nas fitofisionomias campestres e savânicas de campo sujo e campo cerrado alterado.

c) classe V2;

A classe V2, representada pelo material combustível verde lenhoso com diâmetro entre 0,71 e 2,5 cm foi identificada em todas as fitofisionomias amostradas. A carga média da classe V2 variou de 0,34 Mg/ha, registrada na fitofisionomia de campo higro-hidrófilo, a 2,76 Mg/ha, registrada no campo cerrado. A carga média dessa classe foi de 1,65 Mg/ha. Na TABELA 31 estão representados os valores médios das cargas da classe V2 registrados nas diferentes fitofisionomias.

TABELA 31 – CARGA MÉDIA DA CLASSE V2 (Mg/ha)

FITOFISIONOMIA	CARGA (Mg/ha)
campo higro-hidrófilo	0,34
afloramento rochoso	2,09
campo sujo	1,82
campo cerrado	2,76
campo cerrado alterado	1,89
cerrado <i>sensu stricto</i>	1,16

FONTE: O autor (2010)

Assim como observado para a classe V1, os menores valores da classe V2 foram registrados no campo higro-hidrófilo, corroborando as características da fisionomia descritas por Uhlmann (1995), Uhlmann *et al.* (1997) e Von Linsingen (2006), que descrevem esse ambiente como composto predominantemente por gramíneas, eventualmente por herbáceas e raras espécies arbustivas. A carga elevada da classe V2 registrada no afloramento rochoso pode ser associada com a ausência do fogo, que contribui para a descaracterização da fisionomia no Parque.

Dentre as formações savânicas, o valor mais elevado foi observado no campo cerrado, seguido de campo cerrado alterado, campo sujo e cerrado *sensu stricto*. Apesar da variação observada, a análise de variância não detectou diferença estatística entre as médias das cargas para a classe V2 (TABELA 32). A ausência do fogo por mais de quinze anos na área pode ser responsável pela proliferação de espécies lenhosas, principalmente nas áreas de campo sujo e campo cerrado, contribuindo para a descaracterização dessas fisionomias. Além disso, a presença de espécies exóticas invasoras também pode estar contribuindo para a homogeneidade da carga do material combustível entre as diferentes fisionomias para a classe V2.

TABELA 32 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA DA CLASSE V2

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Tratamento	5	0,5116	0,1023	1,836 ns
Erro	79	4,402	0,05572	
Total	84	4,913		

ns: não significativo ao nível de 95%

FONTE: O autor (2010)

Com relação ao risco de incêndio, a classe V2 é composta por material combustível verde e dessa forma, ela não é classificada como perigosa. No entanto,

essa classe representa aproximadamente 10% do material combustível da unidade. Além disso, a ocorrência de espécies exóticas contribui para o aumento do teor de inflamabilidade da vegetação lenhosa nas diferentes fisionomias, fator que juntamente com a ausência do fogo por mais de quinze anos na área, pode ser responsável pela proliferação de espécies lenhosas nas áreas de campo higro-hidrófilo, afloramento rochoso, campo sujo e campo cerrado, contribuindo para a descaracterização dessas fisionomias. Sendo assim, a queima prescrita é um dos métodos que pode ser utilizado para o manejo dessa classe no Parque, com o objetivo de controlar a proliferação de espécies arbustivas e arbóreas em áreas abertas, reduzindo assim a descaracterização das fitofisionomias, e consequentemente favorecendo a manutenção da variabilidade genética e a sanidade da vegetação nas fitofisionomias campestres e savânicas.

d) classe V3;

A classe V3, representada pelo material combustível verde lenhoso com diâmetro entre 2,51 e 7,6 cm, foi identificada em todas as fitofisionomias amostradas, com exceção do campo higro-hidrófilo. A carga média da classe V3 variou de 0,25 Mg/ha, registrada na fisionomia de afloramento rochoso, a 1,34 Mg/ha, registrada na fitofisionomia de cerrado *sensu stricto*. A carga média dessa classe foi de 0,64 Mg/ha. Na TABELA 33 estão representados os valores médios das cargas da classe V3 registrados nas diferentes fitofisionomias.

TABELA 33 – CARGA MÉDIA DA CLASSE V3 (Mg/ha)

FITOFISIONOMIA	CARGA (Mg/ha)
campo higro-hidrófilo	0,00
afloramento rochoso	0,25
campo sujo	0,71
campo cerrado	1,09
campo cerrado alterado	0,18
cerrado <i>sensu stricto</i>	1,34

FONTE: O autor (2010)

A classe V3 não foi identificada no campo higro-hidrófilo, corroborando as características da fisionomia descritas por Uhlmann (1995), Uhlmann *et al.* (1997) e Von Linsingen (2006), que descrevem esse ambiente como composto predominantemente por gramíneas, eventualmente por herbáceas, e onde a presença de espécies arbustivas é rara. Os valores registrados para a classe V3 no afloramento rochoso correspondem a 1,04% da carga total na fisionomia e dessa forma, corroboram as descrições de Von Linsingen (2006), que cita que a presença de plantas lenhosas nessa fisionomia é rara.

Segundo as descrições das fisionomias savânicas do Parque por Von Linsingen (2006) e IAP (2002), e suas relações com espécies lenhosas, a sequência decrescente da representatividade da classe V3 esperada para o Parque seria: cerrado *sensu stricto*, campo cerrado alterado, campo cerrado e campo sujo. A ordem decrescente da representatividade para essa classe foi: cerrado *sensu stricto* (8,65%), campo cerrado (7,46%), campo sujo (4,87%) e campo cerrado alterado (0,69%). Sendo assim, somente a fisionomia de campo cerrado alterado não obedeceu aos valores esperados em função da degradação dessa fisionomia.

Apesar da variação dos valores observada, a análise de variância não detectou diferença estatística entre as médias das cargas para a classe V3 (TABELA 34). A ausência do fogo por mais de quinze anos na área, juntamente com a presença de espécies exóticas invasoras podem estar contribuindo para a homogeneidade da carga do material combustível entre as diferentes fisionomias para a classe V3 no Parque Estadual do Cerrado.

TABELA 34 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA DA CLASSE V3

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Tratamento	5	0,2029	0,04059	1,038 ns
Erro	79	3,088	0,03909	
Total	84	3,291		

ns: não significativo ao nível de 95%

FONTE: O autor (2010)

Com relação ao risco de incêndio, a classe V3 não é classificada como perigosa, principalmente em função do seu teor de umidade, característica que dificulta a ignição e propagação do fogo. Além disso, somente 3,67% da carga média de material combustível foi identificada como pertencente a essa classe.

Sendo assim, ela pode ser considerada como não significativa no plano de manejo do fogo.

e) classe V4;

A classe V4, representada pelo material combustível verde lenhoso com diâmetro superior a 7,6 cm não foi identificada em nenhuma das parcelas amostradas. A presença de espécies lenhosas foi identificada visualmente nas fitofisionomias amostradas, no entanto os resultados indicam que as plantas que se encontram presentes e que compõem o material combustível superficial arbustivo amostrado possuíam diâmetros inferiores a 7,6 cm. Ottmar *et al.* (2001) identificou a presença dessa classe de material combustível em áreas de campo sujo e cerrado *sensu stricto* no Brasil central, em ambientes com a ausência de fogo por períodos que variavam de um ano até mais de vinte anos. No entanto, Beutling (2005) não identificou esse mesmo tipo de material em povoamentos de araucária. Sendo assim, observa-se que a presença de material vivo com diâmetro superior a 7,6 cm não está relacionada com a tipologia florestal e sim com as espécies que povoam as áreas amostradas. Com relação ao risco de incêndio, essa classe de material combustível não é classificada como perigosa, devido principalmente ao seu alto teor de umidade, característica que dificulta a ignição e propagação do fogo. Por outro lado, essa classe não foi identificada na amostragem realizada, ela pode ser considerada como não significativa no plano de manejo do fogo para o Parque Estadual do Cerrado.

f) classe miscelânea;

A classe miscelânea, representada por material fino seco, como folhas, musgos, gramíneas e húmus, que formam uma massa uniforme de elementos, foi a classe mais representativa em duas das fitofisionomias avaliadas: campo cerrado e campo cerrado alterado. A carga média dessa classe variou de 3,53 Mg/ha,

registrada na fitofisionomia de cerrado *sensu stricto*, a 9,80 Mg/ha, registrada no campo higro-hidrófilo. A carga média dessa classe foi de 5,69 Mg/ha. Na TABELA 35 estão representados os valores médios das cargas da classe miscelânea registrados nas diferentes fisionomias.

TABELA 35 – CARGA MÉDIA DA CLASSE MISCELÂNEA (Mg/ha)

FITOFISIONOMIA	CARGA (Mg/ha)
campo higro-hidrófilo	9,80
afloramento rochoso	8,25
campo sujo	3,60
campo cerrado	4,18
campo cerrado alterado	6,68
cerrado <i>sensu stricto</i>	3,53

FONTE: O autor (2010)

O valor mais elevado de carga para a classe miscelânea foi registrado no campo higro-hidrófilo, 9,80 Mg/ha. Com relação às comunidades que se estabelecem nessa fisionomia, elas podem ser comparadas à fitofisionomia savânica de campo limpo. Ottmar *et al.* (2001) registraram carga de 0,91 Mg/ha em áreas de campo limpo no Brasil central dois anos depois da ocorrência de fogo no local. Apesar da presença de formações rupestres, o segundo valor mais elevado de carga da classe miscelânea foi registrado no afloramento rochoso. A carga elevada registrada nas fisionomias campestres pode ser associada com a biomassa das espécies que colonizam essas fisionomias. Além disso, a ausência do fogo por mais de quinze anos nessas áreas, colabora para o acúmulo do material nessa classe.

Dentre as formações savânicas, o valor mais elevado foi observado no campo cerrado alterado (6,68 Mg/ha) e o menor valor no cerrado *sensu stricto* (3,53 Mg/ha). Ottmar *et al.* (2001) registraram valores semelhantes para essa classe em áreas de cerrado *sensu stricto* no Brasil central, em regiões com ausência de fogo por períodos que variaram entre dois e mais de 20 anos. Os valores encontrados nas áreas de campo sujo foram mais elevados que aqueles registrados por Ottmar *et al.* (2001), para a mesma fitofisionomia no Brasil central, evidenciando o elevado acúmulo desse material na região do Parque. Visualmente, as fitofisionomias de campo cerrado e campo cerrado alterado encontradas no PEC foram semelhantes às fisionomias identificadas por Ottmar *et al.* (2001) como cerrado ralo e cerrado denso, respectivamente. Nesse caso, os valores da classe miscelânea do campo

cerrado são correspondentes a áreas de cerrado ralo sem a presença de fogo por um período de dois anos, onde a carga variou entre 0,34 e 3,52 Mg/ha. Já a carga da classe miscelânea do campo cerrado alterado era similar a áreas de cerrado denso, sem a presença de fogo por mais de vinte e um anos.

A análise de variância detectou diferença estatística entre as médias das cargas da classe herbácea (TABELA 36). O teste de comparação de médias SNK identificou diferenças estatísticas significativas entre campo higro-hidrófilo e campo sujo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto* (TABELA 37). Os resultados mostram que as diferenças significativas observadas envolvem o campo higro-hidrófilo e uma fisionomia essencialmente savânica. Essa diferença pode ser associada à predominância de gramíneas e herbáceas, e conseqüentemente desse material em decomposição, observado no campo higro-hidrófilo.

TABELA 36 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA DA CLASSE MISCELÂNEA

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Tratamento	5	5,195	1,039	5,552*
Erro	79	14,78	0,1871	
Total	84	19,98		

* significativo ao nível de 95%

FONTE: O autor (2010)

TABELA 37 - TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS SNK, PARA CARGA DA CLASSE MISCELÂNEA

COMPARAÇÃO	DIFERENÇA		P<0.05
CSS vs HH	-0.6263	5.607	**
CSS vs AR	-0.4713	3.774	ns
CSS vs CCA	-0.3143	---	ns
CSS vs CC	-0.06443	---	ns
CSS vs CS	-0.006505	---	ns
CS vs HH	-0.6198	5.932	***
CS vs AR	-0.4648	---	ns
CS vs CCA	-0.3078	---	ns
CS vs CC	-0.05793	---	ns
CC vs HH	-0.5618	5.030	**
CC vs AR	-0.4069	---	ns
CC vs CCA	-0.2499	---	ns
CCA vs HH	-0.3119	2.498	ns
CCA vs AR	-0.1570	---	ns
AR vs HH	-0.1549	---	ns

ns: expressa diferença estatística não significativa

FONTE: O autor (2010)

ns: expressa diferença estatística não significativa, ** muito significativo ao nível de 95%, *** extremamente significativo ao nível de 95%, HH: campo higro-hidrófilo, AR: afloramento rochoso, CS: campo sujo, CC: campo cerrado, CCA: campo cerrado alterado, CSS: cerrado *sensu stricto*

Embora as fisionomias do Parque Estadual do Cerrado apresentem o mesmo intervalo sem a presença do fogo nos diferentes ambientes, quando comparadas com áreas do Brasil central, assim como observado para a classe herbácea, os valores médios das cargas da classe miscelânea foram semelhantes a áreas sem a ocorrência do fogo por um intervalo de um ano e outras foram similares a locais sem a ocorrência do fogo por períodos superiores a vinte anos. Sendo assim, as diferenças observadas podem ser associadas com as características intrínsecas às formações das fisionomias savânicas e campestres e com as peculiaridades inerentes as espécies que colonizam essas áreas.

Com relação ao risco de incêndio, a classe miscelânea é classificada como perigosa, pois ela é composta por material fino seco em decomposição. Esse material facilita o início e acelera a propagação do fogo, queimando rapidamente. Segundo Goldammer (1982), o teor de umidade do material da classe miscelânea é determinado pelas condições meteorológicas e sendo assim, pode sofrer alterações abruptas nos curtos períodos de seca que ocorrem na região, secando rapidamente e tornando-o propício a ocorrência e propagação dos incêndios. No Parque, a classe miscelânea foi identificada como a segunda mais representativa da carga do material combustível (32,64%). Devido às suas características, a representatividade encontrada e a continuidade do material observada *in loco*, o manejo dessa classe deve ser considerado como prioritário nos programas de manejo do fogo. A queima prescrita é um dos métodos que pode ser utilizado para o seu controle. Essa técnica atua diretamente no controle do acúmulo do material em decomposição e na quebra da continuidade da vegetação, reduzindo a carga do material combustível dessa classe e conseqüentemente o risco de incêndios, intensidade e propagação do fogo.

g) classe S1;

A classe S1 representada pelo material combustível seco lenhoso com diâmetro inferior a 0,7 cm foi identificada em todas as fisionomias amostradas. A carga média da classe S1 variou de 0,04 Mg/ha, registrada na fitofisionomia de campo higro-hidrófilo a 0,68 Mg/ha, registrada na fitofisionomia de campo cerrado alterado. A carga média dessa classe foi de 0,36 Mg/ha. Na TABELA 38 estão

representados os valores médios das cargas da classe S1 registrados nas diferentes fitofisionomias para o Parque Estadual do Cerrado.

TABELA 38 – CARGA MÉDIA DA CLASSE S1 (Mg/ha)

FITOFISIONOMIA	CARGA (Mg/ha)
campo higro-hidrófilo	0,04
afloramento rochoso	0,52
campo sujo	0,39
campo cerrado	0,37
campo cerrado alterado	0,68
cerrado <i>sensu stricto</i>	0,30

FONTE: O autor (2010)

A análise de variância detectou diferença estatística entre as médias das cargas da classe V1 (TABELA 39). O teste de comparação de médias SNK identificou diferenças estatísticas significativas entre algumas fitofisionomias (TABELA 40). O campo higro-hidrófilo, fisionomia que apresentou o menor valor para a classe S1, foi identificado como significativamente diferente de afloramento rochoso e campo cerrado alterado, fisionomias que registraram os maiores valores de carga média para a classe S1 na unidade.

O menor valor registrado para a classe S1 foi observado no campo higro-hidrófilo, corroborando as descrições de Von Linsingen (2006), que cita que a presença de plantas lenhosas nessa fisionomia é rara. Apesar da ocorrência de formações rupestres e da rara presença de espécies arbustivas esperada para a fisionomia, o segundo valor mais elevado de carga para a classe S1 foi registrado no afloramento rochoso (0,52 Mg/ha). A carga elevada da classe S1 registrada nesses locais pode ser associada com a ausência do fogo por mais de quinze anos, que pode ser responsável pelo acúmulo de substrato que conseqüentemente favorece a proliferação de espécies arbustivas e contribui para a descaracterização da fisionomia, que originalmente seria semelhante aos campos e cerrados rupestres, encontrados nas elevações planálticas da região *core* do bioma Cerrado (VON LINSINGEN, 2006).

A seqüência decrescente da representatividade da classe S1 esperada em função das características das fisionomias seria: cerrado *sensu stricto*, campo cerrado alterado, campo cerrado e campo sujo. No entanto, a ordem decrescente da representatividade para essa classe foi: campo cerrado alterado (4,73%), campo

sujo (2,67%), campo cerrado (2,53%) e cerrado *sensu stricto* (1,93%). Sendo assim, os valores observados no campo sujo, campo cerrado alterado e cerrado *sensu stricto* não corresponderam às proporções de representatividade esperadas para essas fisionomias. Ottmar *et al.* (2001), registraram valores de carga da classe S1 no Brasil central que variaram de 0,16 a 1,56 Mg/ha em áreas de campo sujo; entre 1,32 – 1,97 Mg/ha em áreas de cerrado *sensu stricto*, e entre 1,39 e 1,88 em áreas de cerrado denso, similares às áreas de campo cerrado alterado observadas no Parque.

TABELA 39 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA DA CLASSE S1

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Tratamento	5	0,02872	0,005745	3,262*
Erro	79	0,1391	0,001761	
Total	84	0,1679		

* significativo ao nível de 95%

FONTE: O autor (2010)

TABELA 40 - TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS SNK, PARA CARGA DA CLASSE S1

COMPARAÇÃO	DIFERENÇA		P<0.05
HH vs CCA	-0.06372	5.260	**
HH vs AR	-0.04829	3.986	*
HH vs CS	-0.03480	3.433	ns
HH vs CC	-0.03344	---	ns
HH vs CSS	-0.02647	---	ns
CSS vs CCA	-0.03726	3.075	ns
CSS vs AR	-0.02183	---	ns
CSS vs CS	-0.008329	---	ns
CSS vs CC	-0.006973	---	ns
CC vs CCA	-0.03028	---	ns
CC vs AR	-0.01485	---	ns
CC vs CS	-0.001356	---	ns
CS vs CCA	-0.02893	---	ns
CS vs AR	-0.01350	---	ns
AR vs CCA	-0.01543	---	ns

FONTE: O autor (2010)

ns: expressa diferença estatística não significativa, * significativo ao nível de 95%, ** muito significativo ao nível de 95%, *** extremamente significativo ao nível de 95%, HH: campo higro-hidrófilo, AR: afloramento rochoso, CS: campo sujo, CC: campo cerrado, CCA: campo cerrado alterado, CSS: cerrado *sensu stricto*

A ausência do fogo por mais de quinze anos na área pode ser responsável pela proliferação de espécies lenhosas, principalmente nas áreas de campo sujo e campo cerrado alterado, contribuindo para a descaracterização dessas fisionomias, como preconizado por Coutinho (2000) para outras áreas de cerrado. Já os valores

encontrados para essa classe no cerrado *sensu stricto*, não necessariamente refletem a descaracterização dessa fisionomia no Parque, pois nesses locais são ainda observadas as presenças de espécies arbóreas de diâmetro superiores a 0,7 cm, responsáveis pelo padrão de predominância de espécies arbustivas e arbóreas. Além da ausência do fogo, a ocorrência de espécies exóticas na unidade, contribui para o aumento do teor de inflamabilidade da vegetação lenhosa nas diferentes fisionomias.

Com relação ao risco de incêndio, a classe S1 é composta por material combustível classificado como perigoso, que em função das suas características pode favorecer a ignição e a propagação do fogo, pois apresenta menor temperatura de ignição e pode desenvolver calor intenso. Apesar de ser composta por material combustível perigoso, a classe S1 correspondeu somente a 2,06% do material combustível e o maior valor de carga registrado para essa classe foi de 0,68 Mg/ha e dessa forma, a classe S1 não seria necessariamente considerada como prioritária em programas de manejo do fogo. No entanto, para que um incêndio se propague, devem existir no mínimo 1,23 Mg/ha de material combustível fino e seco disperso em uma área. Sendo assim, quando as classes S1 e miscelânea são somadas o valor de 1,23 Mg/ha é superado em todas as fisionomias avaliadas. Dessa forma, assim como recomendado para o controle da classe miscelânea, a queima prescrita é um dos métodos que pode ser utilizado para o manejo dessa classe, com o objetivo de controlar a proliferação de espécies arbustivas e arbóreas em áreas abertas, reduzindo a descaracterização das fitofisionomias e, conseqüentemente, favorecendo a manutenção da variabilidade genética e a sanidade da vegetação nas fitofisionomias campestres e savânicas.

h) classe S2;

A classe S2, representada pelo material combustível seco lenhoso com diâmetro entre 0,7 e 2,5 cm foi identificada em todas as fisionomias amostradas. A carga média da classe S2 variou de 0,09 Mg/ha, registrada na fitofisionomia de campo higro-hidrófilo, a 1,58 Mg/ha, registrada no campo cerrado alterado. A carga

média dessa classe foi de 0,69 Mg/ha. Na TABELA 41 estão representados os valores médios das cargas da classe S2 registrados nas diferentes fitofisionomias.

TABELA 41 – CARGA MÉDIA DA CLASSE S2 (Mg/ha)

FITOFISIONOMIA	CARGA (Mg/ha)
higro-hidrófilo	0,09
afloramento rochoso	0,48
campo sujo	0,58
campo cerrado	0,71
campo cerrado alterado	1,58
cerrado <i>sensu stricto</i>	0,93

FONTE: O autor (2010)

Os menores valores registrados para a classe S2 foram observados nas fisionomias campestres do campo higro-hidrófilo e do afloramento rochoso, corroborando as descrições de Von Linsingen (2006), que cita que a presença de plantas lenhosas nessas fisionomias é rara. Ainda segundo as descrições de Von Linsingen (2006) das fisionomias e suas relações com espécies lenhosas, a sequência decrescente da representatividade da classe S2 esperada para as fisionomias savânicas do Parque seria: cerrado *sensu stricto*, campo cerrado alterado, campo cerrado e campo sujo. No entanto, a ordem decrescente da representatividade para essa classe foi: campo cerrado alterado (11,01%), cerrado *sensu stricto* (6,00%), campo cerrado (4,86%) e campo sujo (3,98%). Sendo assim, os valores observados no campo cerrado alterado e no cerrado *sensu stricto* não corresponderam às proporções de representatividade esperadas para essas fisionomias. Ottmar *et al.* (2001), registraram valores de carga similares aos registrados no Parque, tanto em áreas de cerrado denso (1,69 Mg/ha), quanto em áreas de cerrado *sensu stricto* (1,15 Mg/ha) ambas com a ausência do fogo por período superior a 20 anos.

Apesar da variação dos valores observada, a análise de variância não detectou diferença estatística entre as médias das cargas para a classe S2 (TABELA 42). A ausência do fogo por mais de quinze anos na área, pode ser responsável pela proliferação de espécies lenhosas, principalmente nas áreas de campo sujo e campo cerrado, contribuindo para a descaracterização dessas fisionomias. Além disso, a presença de espécies exóticas invasoras também pode estar contribuindo para a

homogeneidade da carga do material combustível entre as diferentes fisionomias para a classe S2.

TABELA 42 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA DA CLASSE S2

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Tratamento	5	0,1478	0,02956	1,934ns
Erro	79	1,207	0,01528	
Total	84	1,355		

ns: não significativo ao nível de 95%

FONTE: O autor (2010)

Com relação ao risco de incêndio, a classe S2 é composta por material combustível classificado como perigoso e semi-perigoso, pois devido as suas características pode favorecer a ignição e a propagação do fogo, além de desenvolver calor intenso. Sendo assim, apesar de ter sido identificada em baixas proporções, representando apenas 3,95% do material combustível na unidade ela necessita ser considerada em programas de manejo do fogo.

i) classe S3;

A classe S3, representada pelo material combustível seco lenhoso com diâmetro entre 2,5 e 7,6 cm, foi identificada em todas as fitofisionomias avaliadas, com exceção do campo higro-hidrófilo. A carga média da classe S3 variou de 0,06 Mg/ha, registrada no campo cerrado alterado, a 0,88 Mg/ha, registrada no cerrado *sensu stricto*. A carga média dessa classe foi de 0,41 Mg/ha. Na TABELA 43 estão representados os valores médios das cargas da classe S3 registrados nas diferentes fitofisionomias.

TABELA 43 – CARGA MÉDIA DA CLASSE S3 (Mg/ha)

FITOFISIONOMIA	CARGA (Mg/ha)
campo higro-hidrófilo	0,00
afloramento rochoso	0,26
campo sujo	0,29
campo cerrado	0,84
campo cerrado alterado	0,06
cerrado <i>sensu stricto</i>	0,88

FONTE: O autor (2010)

A classe S3 não foi identificada no campo higro-hidrófilo, corroborando as informações de Ottmar *et al.* (2001), que não registraram material pertencente a essa classe na região central do Brasil na fisionomia de campo limpo. Os valores registrados para a classe S3 no afloramento rochoso corresponderam a 1,08% da carga total na fisionomia, corroborando as descrições de Von Linsingen (2006), que cita que a presença de plantas lenhosas nessa fisionomia é rara.

Segundo as descrições das fisionomias savânicas do Parque por Von Linsingen (2006) e IAP (2002) e suas relações com espécies lenhosas, a sequência decrescente da representatividade da classe S3 esperada para o Parque seria: cerrado *sensu stricto*, campo cerrado alterado, campo cerrado e campo sujo. No entanto, a ordem decrescente da representatividade para essa classe foi: campo cerrado (5,75%), cerrado *sensu stricto* (5,08%), campo sujo (1,99%) e campo cerrado alterado (0,41%). Dessa forma, os valores observados não corresponderam às proporções esperadas para as fisionomias avaliadas. Os valores médios das cargas da classe S3 registrados em todas as fisionomias savânicas foram semelhantes a áreas sem a ocorrência do fogo por um intervalo de um ano e outras foram similares a locais sem a ocorrência do fogo por períodos superiores a vinte anos (Ottmar *et al.*, 2001). As diferenças observadas podem ser associadas com as características inerentes as espécies que colonizam essas áreas, já que todas as fisionomias avaliadas apresentam o mesmo intervalo sem a presença do fogo.

Apesar da variação dos valores observada, a análise de variância não detectou diferença estatística entre as médias das cargas para a classe S3 (TABELA 44). A ausência do fogo por mais de quinze anos na área, juntamente com a presença de espécies exóticas invasoras podem estar contribuindo para a homogeneidade da carga do material combustível entre as diferentes fisionomias para a classe S3.

TABELA 44 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA CARGA DA CLASSE S3

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Tratamento	5	0,3042	0,06084	1,252ns
Erro	79	4,132	0,04861	
Total	84	4,436		

ns: não significativo ao nível de 95%

FONTE: O autor (2010)

Com relação ao risco de incêndio, a classe S3 é classificada como semi-perigosa, pois devido as suas características pode desenvolver calor intenso. Entretanto, como foi identificada em baixas proporções, representando apenas 2,35% do material combustível, ela não necessita ser considerada como prioritária em programas de manejo do fogo. Ainda assim, essa classe merece atenção especial em operações de rescaldo, pois esse material pode manter uma combustão latente, elevando o risco de reiniciar incêndios aparentemente controlados.

j) classe S4;

A classe S4, representada pelo material combustível seco lenhoso com diâmetro superior a 7,6 cm foi identificada somente em uma das parcelas amostradas no campo cerrado alterado, totalizando carga média de 0,12 Mg/ha para essa fisionomia. A presença de espécies lenhosas foi identificada visualmente nas fitofisionomias amostradas, no entanto os resultados indicaram que a grande maioria das espécies arbustivas e arbóreas que se encontram presentes e que compõem o material combustível superficial amostrado possui diâmetro inferior a 7,6 cm.

Ottmar *et al.* (2001), também não identificaram a presença dessa classe de material combustível em áreas de campo limpo e campo sujo no Brasil central, corroborando os dados de ausência dessa classe nas fisionomias de campo higro-hidrófilo, afloramento rochoso e campo sujo. No entanto, o mesmo autor registrou a presença dessa classe no cerrado *sensu stricto*, cerrado ralo e cerrado denso. O cerrado classificado como denso por Ottmar *et al.* (2001) é uma fisionomia visualmente semelhante ao campo cerrado alterado encontrado no Parque Estadual do Cerrado. No Brasil central, aqueles autores registraram a presença dessa classe, em ambientes com a ausência de fogo, por períodos que variaram entre seis e vinte e um anos (0,96 a 3,95 Mg/ha). A ausência dessa classe nas fisionomias de cerrado *sensu stricto* e campo cerrado pode ser correlacionada com a biomassa das espécies que povoam esses locais, já que Ottmar *et al.* (2001), registraram a presença dessa classe em regiões com a ausência do fogo por períodos que variaram entre dois e mais de vinte anos.

Com relação ao risco de incêndio, essa classe de material combustível é composta por material classificado como semi-perigoso, pois devido às suas características pode desenvolver calor intenso. Entretanto, como foi identificada em baixas proporções, representando apenas 0,05% do material combustível, ela não necessita ser considerada como prioritária em programas de manejo do fogo. No entanto, assim como ocorre com a classe S3, a classe S4 merece atenção especial em operações de rescaldo, pois esse material pode manter uma combustão latente, elevando o risco de reiniciar incêndios aparentemente controlados.

4.2.2.1.4 Risco de incêndio em função do material combustível

a) coeficiente de risco segundo a carga total do material combustível;

O coeficiente de risco segundo a carga total do material combustível foi definido em função das quantidades médias de combustível registradas em cada fitofisionomia. Os valores referentes às cargas totais médias por fitofisionomias, o nível de risco e seus respectivos coeficientes estão representados no QUADRO 2.

FITOFISIONOMIA	CARGA (Mg/ha)	COEFICIENTE	RISCO
CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO	23,70	5	extremo
AFLORAMENTO ROCHOSO	24,02	5	extremo
CAMPO SUJO	14,56	3	alto
CAMPO CERRADO	14,60	3	alto
CAMPO CERRADO ALTERADO	14,35	3	alto
CERRADO <i>STRICTO SENSU</i>	15,49	4	muito alto

QUADRO 2 – RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A CARGA TOTAL DO MATERIAL COMBUSTÍVEL POR FITOFISIONOMIA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

Em função da carga de material combustível, o risco extremo de incêndio foi identificado nas fisionomias campestres do campo higro-hidrófilo e afloramento rochoso. Com relação às fisionomias savânicas o risco muito alto foi identificado na

fisionomia de cerrado *sensu stricto* e as demais fisionomias de campo sujo, campo cerrado e campo cerrado alterado foram classificadas como risco alto de incêndio.

b) coeficiente de risco segundo a carga do material combustível semi-perigoso;

O coeficiente de risco segundo a carga do material combustível semi-perigoso foi definido pela somatória das cargas das classes herbácea e verde lenhoso com diâmetro inferior a 0,7 cm (V1), registradas em cada fitofisionomia. Os valores referentes às cargas do material combustível semi-perigoso por fitofisionomias, o nível de risco e seus respectivos coeficientes estão representados no QUADRO 3.

FITOFISIONOMIA	MSP (Mg/ha)	COEFICIENTE	RISCO
CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO	13,41	3	alto
AFLORAMENTO ROCHOSO	12,13	3	alto
CAMPO SUJO	7,14	2	moderado
CAMPO CERRADO	4,56	1	baixo
CAMPO CERRADO ALTERADO	3,14	1	baixo
CERRADO <i>STRICTO SENSU</i>	7,06	2	moderado

QUADRO 3 – RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL SEMI-PERIGOSO POR FITOFISIONOMIA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

MSP: carga do material combustível semi-perigoso, resultante da somatória entre as cargas das classes herbácea e verde lenhoso com diâmetro inferior a 0,7 cm (V1)

Em função da carga de material combustível semi-perigoso, o risco alto de incêndio foi identificado nas fisionomias campestres do campo higro-hidrófilo e afloramento rochoso. Com relação às fisionomias savânicas o risco moderado foi identificado na fisionomia de cerrado *sensu stricto* e campo sujo e as demais fisionomias de campo cerrado e campo cerrado alterado foram classificadas como risco baixo de incêndio.

c) coeficiente de risco segundo a carga do material combustível perigoso;

O coeficiente de risco segundo a carga do material combustível perigoso foi definido pela somatória das cargas das classes miscelânea e seco lenhoso com diâmetro inferior a 0,7 cm (S1), registradas em cada fitofisionomia. Os valores referentes às cargas do material combustível perigoso por fitofisionomias, o nível de risco e seus respectivos coeficientes estão representados no QUADRO 4.

FITOFISIONOMIA	MP (Mg/ha)	COEFICIENTE	RISCO
CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO	9,84	2	moderado
AFLORAMENTO ROCHOSO	8,77	2	moderado
CAMPO SUJO	3,99	1	baixo
CAMPO CERRADO	4,55	1	baixo
CAMPO CERRADO ALTERADO	7,36	2	moderado
CERRADO <i>STRICTO SENSU</i>	3,83	1	baixo

QUADRO 4 – RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PERIGOSO POR FITOFISIONOMIA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

MP: carga do material combustível perigoso, resultante da somatória entre as cargas das classes miscelânea e seco lenhoso com diâmetro inferior a 0,7 cm (S1)

Em função da carga de material combustível perigoso, o risco moderado de incêndio foi identificado nas fisionomias campestres do campo higro-hidrófilo e afloramento rochoso, além da fisionomia savânica do campo cerrado alterado. As demais fisionomias savânicas, representadas pelo cerrado *sensu stricto*, campo sujo e campo cerrado foram classificadas como risco baixo de incêndio.

d) coeficiente de risco segundo relação entre material combustível seco e verde;

O coeficiente de risco segundo a relação entre material combustível seco e verde foi definido como sendo o valor resultante da divisão entre a porcentagem do material seco pela porcentagem do material verde por fitofisionomias. No QUADRO 5 estão representadas os valores determinados pelas relações entre material combustível verde e seco, o nível de risco e seus respectivos coeficientes.

FITOFISIONOMIA	RSV	COEFICIENTE	RISCO
CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO	0,72	2	moderado
AFLORAMENTO ROCHOSO	0,43	1	baixo
CAMPO SUJO	0,50	1	baixo
CAMPO CERRADO	0,73	2	moderado
CAMPO CERRADO ALTERADO	1,79	4	muito alto
CERRADO <i>STRICTO SENSU</i>	0,62	2	moderado

QUADRO 5 – RISCO DE INCÊNDIO SEGUNDO A RELAÇÃO ENTRE O MATERIAL COMBUSTÍVEL SECO E VERDE POR FITOFISIONOMIA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

RSV: relação entre material combustível seco e verde; resultante da divisão entre a porcentagem do material seco pela porcentagem do material verde.

Em função do coeficiente de risco segundo a relação entre material combustível seco e verde, o risco muito alto foi identificado na fisionomia de campo cerrado alterado, o risco moderado foi identificado nas fisionomias do campo higro-hidrófilo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto*. As demais fisionomias savânicas, do afloramento rochoso e campo sujo foram classificadas como risco baixo de incêndio.

e) coeficiente de risco de incêndio em função do material combustível

A relação do risco de incêndio em função das características do material combustível foi definida pela somatória entre os quatro coeficientes de riscos preliminares: coeficiente de risco da carga total do material combustível, coeficiente de risco da carga do material combustível semi-perigoso, coeficiente de risco da carga do material combustível perigoso e coeficiente de risco da relação entre material combustível seco e verde. No QUADRO 6 estão representadas as relações entre os valores das somatórias dos riscos preliminares e as classes de risco de incêndio definidas para as diferentes fitofisionomias.

FITOFISIONOMIA	CT	MSP	MP	RSV	TOTAL	RISCO
CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO	5	3	2	2	12	alto
AFLORAMENTO ROCHOSO	5	3	2	1	11	alto
CAMPO SUJO	3	2	1	1	7	moderado
CAMPO CERRADO	3	1	1	2	7	moderado
CAMPO CERRADO ALTERADO	3	1	2	4	10	alto
CERRADO <i>SENSU STRICTO</i>	4	2	1	2	9	moderado

QUADRO 6 – RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL POR FITOFISIONOMIA NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

CT: coeficiente de risco segundo a carga total do material combustível; MSP: coeficiente de risco segundo a carga do material combustível semi-perigoso; MP: coeficiente de risco segundo a carga do material combustível perigoso; RSV: coeficiente de risco segundo a relação entre material combustível seco e verde

O risco de incêndio alto foi identificado nas fisionomias campestres do campo higro-hidrófilo, afloramento rochoso e campo cerrado alterado. As fisionomias savânicas representadas pelo campo sujo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto* foram classificadas como risco moderado de incêndio. O risco de incêndio alto registrado nas fisionomias campestres pode ser associado com a elevada biomassa de herbáceas e com a elevada carga da classe miscelânea, indicando que nesses locais existe acúmulo de material combustível com características propícias à ignição e propagação do fogo. No entanto, o risco alto identificado na fisionomia do campo cerrado alterado pode ser atribuído a própria degradação do ambiente, já que as demais fisionomias savânicas foram classificadas como risco moderado de incêndio, situação esperada devido ao papel ecológico que o fogo desempenha nos ambientes de cerrado.

4.2.2.1.5 Padrão do material combustível por fitofisionomia

a) campo higro-hidrófilo

O campo higro-hidrófilo é composto predominantemente por gramíneas, eventualmente por herbáceas e nele a presença de espécies arbustivas e arbóreas é rara (FIGURA 31). Nessa fisionomia, o material verde foi identificado como a

categoria mais representativa de material combustível. As classes herbácea e miscelânea registraram os valores mais elevados de carga e os menores valores médios foram identificados nas classes secas lenhosas. Na TABELA 42 estão representados os valores mínimos, médios e máximos das cargas registrados nas diferentes classes do campo higro-hidrófilo.



FIGURA 31 – CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO, FITOFISIONOMIA OCORRENTE NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ

FONTE: O autor (2010)

O campo higro-hidrófilo foi a fisionomia que mais se diferenciou das outras fisionomias, quando as quatro classes de material combustível que apresentaram diferenças estatísticas significativas foram comparadas (herbácea, V1, miscelânea e S1). O campo higro-hidrófilo apresentou diferenças em pelo menos duas classes com cada fisionomia, com exceção do campo cerrado da qual se diferenciou em três classes (QUADRO 7). As grandes diferenças observadas entre o campo higro-hidrófilo e as demais fisionomias podem ser associadas à elevada umidade do solo presente nesses locais. A má-drenagem do solo impede o estabelecimento de comunidades com fisionomias savânicas ou florestais e favorece o desenvolvimento

de gramíneas e herbáceas, que são representadas por espécies com elevada biomassa.

TABELA 42 – PADRÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PARA O CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO

FITOFISIONOMIA	CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO
CARGA TOTAL DO MATERIAL COMBUSTÍVEL	8,116 - 23,700 - 38,381
CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL VERDE	0,816 - 13,762 - 27,453
CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL SECO	0,000 - 9,941 - 23,786
CLASSE HERBÁCEA	0,816 - 13,014 - 27,453
CLASSE V1	0,000 - 0,403 - 2,976
CLASSE V2	0,000 - 0,345 - 3,920
CLASSE V3	0,000 - 0,000 - 0,000
CLASSE V4	0,000 - 0,000 - 0,000
MISCELÂNEA	0,000 - 9,800 - 23,786
CLASSE S1	0,000 - 0,043 - 6,550
CLASSE S2	0,000 - 0,098 - 1,470
CLASSE S3	0,000 - 0,000 - 0,000
CLASSE S4	0,000 - 0,000 - 0,000

NOTA: Os valores representam mínimo – média – máximo.

FONTE: O autor (2010)

FITOFISIONOMIA	CLASSE DE MATERIAL COMBUSTÍVEL			
	HERBÁCEA	V1 (< 0,7 cm)	MISCELÂNEA	S1 (< 0,7 cm)
AFLORAMENTO ROCHOSO	***	**	***	*
CAMPO SUJO	***	***	***	***
CAMPO CERRADO	***	*	**	***
CAMPO CERRADO ALTERADO	***	***	***	**
CERRADO <i>STRICTO SENSU</i>	**	***	**	***

QUADRO 7 – SIMILARIDADE ENTRE CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO E DEMAIS FITOFISIONOMIAS NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

***: expressa diferença não significativa, *: baixa diferença significativa, **: moderada diferença significativa, ***: elevada diferença significativa

Com relação ao risco de incêndio, o campo higró-hidrófilo foi classificado como risco alto em função do coeficiente de risco estabelecido de acordo com as características do material combustível. O campo higró-hidrófilo é composto predominantemente (96,24%) pelas classes herbácea e miscelânea, compostas por material potencialmente perigoso e semi-perigoso, e consideradas como prioritárias com relação ao manejo do fogo. O teor de umidade desse material pode sofrer alterações abruptas nos curtos períodos de seca ocorrentes na região, atuando na secagem das porções aéreas e tornando-o propício a ocorrência e propagação dos

incêndios. Além disso, a presença de *Pinus* sp., registrada *in loco*, com densidade de 42 indivíduos por hectare nessa fisionomia, juntamente com as braquiárias observadas, contribui para o aumento do teor de inflamabilidade da vegetação. A queima prescrita é um dos métodos que pode ser utilizado para o manejo dessa fitofisionomia, com o objetivo de controlar o crescimento da classe herbácea e o acúmulo da classe miscelânea, conseqüentemente favorecendo a manutenção da variabilidade genética e a sanidade da vegetação dessa fitofisionomia campestre.

Recomenda-se ainda que o monitoramento do risco de incêndio dessa fisionomia seja baseado no acompanhamento dos valores da carga do material combustível e nas relações existentes entre o material seco e verde, que foram os fatores que mais influenciaram o risco de incêndio no campo higro-hidrófilo. Nessa fisionomia não foram observadas trilhas temáticas, devido principalmente ao tipo de solo que dificulta o deslocamento pela vegetação. Sendo assim, o controle de visitantes nessa fisionomia não necessita de medidas preventivas diferenciadas daquelas comumente determinadas para a visitaçãõ de unidades de conservaçãõ.

b) afloramento rochoso

O afloramento rochoso é composto predominantemente por gramíneas e herbáceas (FIGURA 32). De acordo com Von Linsingen (2006), no afloramento rochoso a má drenagem do solo impede o estabelecimento abundante de espécies arbustivas e arbóreas, que somente se estabelecem em pontos isolados onde encontram substrato adequado e acúmulo de água. Nessa fisionomia, o material verde foi a categoria mais representativa de material combustível identificada. A classe herbácea registrou os valores mais elevados de carga, seguida das classes miscelânea, verde lenhoso com diâmetro inferior a 0,7 cm e verde lenhoso com diâmetro entre 0,7 e 2,5 cm. Na TABELA 43 estão representados os valores mínimos, médios e máximos das cargas registrados nas diferentes classes do afloramento rochoso.



FIGURA 32 – AFLORAMENTO ROCHOSO, FITOFISIONOMIA OCORRENTE NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ

FONTE: O autor (2010)

TABELA 43 – PADRÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PARA O AFLORAMENTO ROCHOSO

FITOFISIONOMIA	AFLORAMENTO ROCHOSO
CARGA TOTAL DO MATERIAL COMBUSTÍVEL	9,196 - 24,021 - 48,554
CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL VERDE	6,120 - 14,490 - 24,330
CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL SECO	1,857 - 9,524 - 24,220
CLASSE HERBÁCEA	4,893 - 9,696 - 20,671
CLASSE V1	0,000 - 2,442 - 5,828
CLASSE V2	0,000 - 2,099 - 8,160
CLASSE V3	0,000 - 0,259 - 2,596
CLASSE V4	0,000 - 0,000 - 0,000
MISCELÂNEA	0,731 - 8,250 - 24,222
CLASSE S1	0,000 - 0,526 - 1,045
CLASSE S2	0,000 - 0,482 - 2,925
CLASSE S3	0,000 - 0,264 - 2,649
CLASSE S4	0,000 - 0,000 - 0,000

NOTA: Os valores representam mínimo – média – máximo.

FONTE: O autor (2010)

Com relação às quatro classes de material combustível que apresentaram diferenças estatísticas significativas (herbácea, V1, miscelânea e S1), o afloramento rochoso apresentou diferenças da classe herbácea quando comparado ao campo cerrado e campo cerrado alterado e se diferenciou do campo higro-hidrófilo nas classes V1 e S2 (QUADRO 8). Assim como observado no campo higro-hidrófilo, as grandes diferenças observadas entre o afloramento rochoso e as demais fisionomias podem ser associadas à má-drenagem do solo, que impede o estabelecimento de comunidades com fisionomias savânicas ou florestais e favorece o desenvolvimento de gramíneas e herbáceas, representadas por espécies com elevada biomassa. A ausência do fogo por mais de quinze anos no local pode ser responsável pelo acúmulo de substrato que conseqüentemente favorece a proliferação de espécies arbustivas e contribui para a descaracterização da fisionomia, que originalmente seria semelhante aos campos e cerrados rupestres, encontrados nas elevações planálticas da região *core* do bioma Cerrado (VON LINSINGEN, 2006).

FITOFISIONOMIA	CLASSE DE MATERIAL COMBUSTÍVEL			
	HERBÁCEA	V1 (< 0,7 cm)	MISCELÂNEA	S1 (< 0,7 cm)
CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO	**	*
CAMPO SUJO
CAMPO CERRADO	**
CAMPO CERRADO ALTERADO	**
CERRADO <i>STRICTO SENSU</i>

QUADRO 8 – SIMILARIDADE ENTRE AFLORAMENTO ROCHOSO E DEMAIS FITOFISIONOMIAS NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

....: expressa diferença não significativa, *: baixa diferença significativa, **: moderada diferença significativa, ***: elevada diferença significativa

O afloramento rochoso foi classificado como risco alto de incêndio em função do coeficiente de risco estabelecido de acordo com as características do material combustível. Essa fisionomia é composta predominantemente (74,68%) pelas classes herbácea e miscelânea, classes representadas por material potencialmente perigoso e perigoso e consideradas como prioritárias com relação ao manejo do fogo na unidade. No afloramento rochoso foram registrados os valores mais elevados da presença de *Pinus* sp., 63 indivíduos por hectare. Essa espécie, juntamente com as braquiárias observadas, contribui para o aumento do teor de inflamabilidade da vegetação. A queima prescrita é um dos métodos que pode ser

utilizado para o manejo da vegetação no afloramento rochoso, com o objetivo de controlar o crescimento da classe herbácea e o acúmulo da classe miscelânea, favorecendo a viabilidade da diversidade biológica, pela manutenção de espécies como *Cryptangyum* sp., espécie endêmica que ocorre nos afloramentos verticais do arenito Furnas, próximo à margem do Rio Jaguariaíva (VON LINSINGEN, 2001).

Recomenda-se que o monitoramento do risco de incêndio dessa fisionomia seja baseado no acompanhamento dos valores da carga do material combustível e nas relações existentes entre o material seco e verde, que foram os fatores que mais influenciaram o risco de incêndio no afloramento rochoso. No afloramento rochoso situam-se algumas porções de uma das trilhas temáticas. Sendo assim, o controle de visitantes nessa fisionomia necessita de medidas preventivas com relação ao risco de incêndios, como a proibição do uso de fósforos e da construção de fogueiras.

c) campo sujo

O campo sujo é composto predominantemente por gramíneas, frequentemente por herbáceas, esporadicamente por arbustivas e nele raramente espécies arbóreas são observadas (FIGURA 33). Nessa fisionomia, o material verde foi a categoria mais representativa de material combustível identificada (66,39%). A classe herbácea registrou os valores mais elevados de carga, seguida das classes miscelânea, verde lenhoso com diâmetro entre 0,7 e 2,5 cm e verde lenhoso com diâmetro inferior a 0,7 cm. Na TABELA 44 estão representados os valores mínimos, médios e máximos das cargas registrados nas diferentes classes do campo sujo.



FIGURA 33 – CAMPO SUJO, FITOFISIONOMIA OCORRENTE NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ

FONTE: O autor (2010)

TABELA 44 – PADRÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PARA O CAMPO SUJO

FITOFISIONOMIA	CAMPO SUJO
CARGA TOTAL DO MATERIAL COMBUSTÍVEL	6,409 - 14,561 - 30,575
CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL VERDE	3,337 - 9,683 - 22,325
CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL SECO	0,183 - 0,975 - 3,354
CLASSE HERBÁCEA	1,096 - 5,692 - 15,892
CLASSE V1	0,000 - 1,456 - 4,788
CLASSE V2	0,000 - 1,824 - 11,045
CLASSE V3	0,000 - 0,710 - 8,037
CLASSE V4	0,000 - 0,000 - 0,000
MISCELÂNEA	0,588 - 3,602 - 9,639
CLASSE S1	0,000 - 0,391 - 2,730
CLASSE S2	0,000 - 0,586 - 5,303
CLASSE S3	0,000 - 0,297 - 4,023
CLASSE S4	0,000 - 0,000 - 0,000

NOTA: Os valores representam mínimo – média – máximo.

FONTE: O autor (2010)

O campo sujo diferenciou-se somente do campo higro-hidrófilo, quando as quatro classes de material combustível que apresentaram diferenças estatísticas significativas foram comparadas (herbácea, V1, miscelânea e S1). As diferenças foram observadas nas classes herbácea e miscelânea (QUADRO 9). As diferenças observadas entre o campo sujo e o campo higro-hidrófilo podem ser associadas à biomassa das espécies que povoam essas fisionomias, já que ambas são compostas predominantemente por gramíneas e herbáceas e apresentam o mesmo intervalo sem a presença do fogo nos ambientes.

FITOFISIONOMIA	CLASSE DE MATERIAL COMBUSTÍVEL			
	HERBÁCEA	V1 (< 0,7 cm)	MISCELÂNEA	S1 (< 0,7 cm)
CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO	***	***
AFLORAMENTO ROCHOSO
CAMPO CERRADO
CAMPO CERRADO ALTERADO
CERRADO <i>STRICTO SENSU</i>

QUADRO 9 – SIMILARIDADE ENTRE CAMPO SUJO E DEMAIS FITOFISIONOMIAS NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

....: expressa diferença não significativa, *: baixa diferença significativa, **: moderada diferença significativa, ***: elevada diferença significativa

O campo sujo foi classificado como risco moderado de incêndio em função do coeficiente de risco estabelecido de acordo com as características do material combustível. Essa fisionomia é composta predominantemente (63,79%) pelas classes herbácea e miscelânea, representadas por material potencialmente perigoso e perigoso, e consideradas como prioritárias com relação ao manejo do fogo. O teor de umidade desse material pode sofrer alterações abruptas nos curtos períodos de seca ocorrentes na região, atuando na secagem do mesmo e tornando-o propício à ocorrência e propagação dos incêndios. Nos cerrados do Brasil central a vegetação herbácea e graminóide possui ciclo de vida de 3-4 anos e, sendo assim, a ausência do fogo colabora para o acúmulo desse tipo de material ao longo do tempo e aumento da carga da classe herbácea, elevando o risco de incêndios. A ausência do fogo por mais de quinze anos no local pode ser responsável pelo acúmulo de substrato que conseqüentemente favorece a proliferação de espécies arbustivas e contribui para a descaracterização da fisionomia.

No campo sujo foram registrados seis indivíduos de *Pinus* sp. por hectare, indicando que a espécie não se adaptou à fisionomia tanto quanto ocorre no campo higro-hidrófilo e no afloramento rochoso. No entanto, essa espécie juntamente com as braquiárias observadas também contribui de forma significativa para o aumento do teor de inflamabilidade da vegetação no campo sujo. A queima prescrita é um dos métodos que pode ser utilizado para o manejo da vegetação no campo sujo, com o objetivo de controlar o crescimento das classes herbácea e verde lenhoso, e o acúmulo da classe miscelânea, conseqüentemente, favorecendo a manutenção da diversidade biológica e o equilíbrio fitosanitário dessa fitofisionomia savânica.

Assim como para as fitofisionomias campestres, recomenda-se que o monitoramento do risco de incêndio do campo sujo seja baseado no acompanhamento dos valores da carga do material combustível e nas relações existentes entre o material vivo e morto, que foram os fatores que mais influenciaram o risco de incêndio nessa fisionomia. No campo sujo não foram observadas trilhas temáticas, sendo assim, o controle de visitantes nessa fisionomia não necessita de medidas preventivas diferenciadas daquelas determinadas para a visitação de unidades de conservação.

d) campo cerrado

O campo cerrado é composto por um estrato herbáceo graminóide mesclado com ervas e subarbustos lenhosos (FIGURA 34). De acordo com Uhlmann (1995), muitas das espécies lenhosas observadas no campo cerrado são xilopodíferas. Nessa fisionomia, o material verde foi a categoria mais representativa de material combustível identificada (57,58%). Na classe miscelânea foram registrados os valores mais elevados de carga, seguida das classes verde lenhoso com diâmetro entre 0,7 e 2,5 cm e verde lenhoso com diâmetro inferior a 0,7 cm. Na TABELA 45 estão representados os valores mínimos, médios e máximos das cargas registrados nas diferentes classes do campo cerrado.



FIGURA 34 – CAMPO CERRADO, FITOFISIONOMIA OCORRENTE NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ

FONTE: O autor (2010)

TABELA 45 – PADRÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PARA O CAMPO CERRADO

FITOFISIONOMIA	CAMPO CERRADO
CARGA TOTAL DO MATERIAL COMBUSTÍVEL	6,922 - 14,602 - 29,462
CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL VERDE	3,866 - 8,438 - 16,575
CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL SECO	2,299 - 6,126 - 20,968
CLASSE HERBÁCEA	0,000 - 2,666 - 8,000
CLASSE V1	0,000 - 1,906 - 3,600
CLASSE V2	0,000 - 2,769 - 11,040
CLASSE V3	0,000 - 1,095 - 9,125
CLASSE V4	0,000 - 0,000 - 0,000
MISCELÂNEA	1,787 - 4,181 - 9,945
CLASSE S1	0,000 - 0,378 - 1,110
CLASSE S2	0,000 - 0,718 - 5,698
CLASSE S3	0,000 - 0,847 - 12,710
CLASSE S4	0,000 - 0,000 - 0,000

NOTA: Os valores representam mínimo – média – máximo.

FONTE: O autor (2010)

O campo cerrado diferenciou-se de duas fisionomias, campo higro-hidrófilo e afloramento rochoso, quando as quatro classes de material combustível que apresentaram diferenças estatísticas significativas foram comparadas (herbácea, V1, miscelânea e S1). As diferenças foram observadas nas classes herbácea, verde lenhoso com diâmetro inferior a 0,7 cm e miscelânea (QUADRO 10).

FITOFISIONOMIA	CLASSE DE MATERIAL COMBUSTÍVEL			
	HERBÁCEA	V1 (< 0,7 cm)	MISCELÂNEA	S1 (< 0,7 cm)
CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO	***	*	**
AFLORAMENTO ROCHOSO	**
CAMPO SUJO
CAMPO CERRADO ALTERADO
CERRADO <i>STRICTO SENSU</i>

QUADRO 10 – SIMILARIDADE ENTRE CAMPO CERRADO E DEMAIS FITOFISIONOMIAS NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

....: expressa diferença não significativa, *: baixa diferença significativa, **: moderada diferença significativa, ***: elevada diferença significativa

O campo cerrado foi classificado como risco moderado de incêndio em função do coeficiente estabelecido de acordo com as características do material combustível. Essa fisionomia é composta predominantemente pela classe miscelânea, representada por material combustível perigoso, considerada como prioritária com relação ao manejo do fogo na unidade. No campo cerrado não foram identificados indivíduos de *Pinus* sp. durante as transeções realizadas para caracterização do material combustível. No entanto, essa espécie foi visualizada em algumas porções dessa fisionomia e também contribui para o aumento do teor de inflamabilidade da vegetação no campo cerrado. Recomenda-se que o monitoramento do risco de incêndio do campo cerrado seja baseado no acompanhamento dos valores da carga da classe miscelânea. A queima prescrita é um dos métodos que pode ser utilizado para o manejo da vegetação no campo cerrado, com o objetivo de controlar o acúmulo da classe miscelânea, reduzindo assim o risco de incêndio nessa fisionomia. No campo cerrado não foram observadas trilhas temáticas, sendo assim, o controle de visitantes nessa fisionomia não necessita de medidas preventivas diferenciadas daquelas determinadas para a visitação de unidades de conservação.

e) campo cerrado alterado

O campo cerrado alterado é composto predominantemente por um estrato herbáceo graminóide mesclado com ervas e subarbustos lenhosos e nele a presença de espécies arbustivas e arbóreas é frequente (FIGURA 35). Nessa fisionomia, o material seco foi a categoria mais representativa de material combustível identificada (64,27%). A classe miscelânea registrou os valores mais elevados de carga, seguida das classes verde lenhoso com diâmetro entre 0,7 e 2,5 cm e herbácea. Na TABELA 46 estão representados os valores mínimos, médios e máximos das cargas registrados nas diferentes classes do campo cerrado alterado.



FIGURA 35 – CAMPO CERRADO ALTERADO, FITOFISIONOMIA OCORRENTE NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ

FONTE: O autor (2010)

TABELA 46 – PADRÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PARA O CAMPO CERRADO ALTERADO

FITOFISIONOMIA	CAMPO CERRADO ALTERADO
CARGA TOTAL DO MATERIAL COMBUSTÍVEL	9,850 - 14,354 - 21,681
CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL VERDE	2,323 - 5,220 - 11,649
CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL SECO	5,061 - 8,943 - 15,075
CLASSE HERBÁCEA	0,805 - 1,741 - 2,313
CLASSE V1	0,363 - 1,403 - 3,220
CLASSE V2	0,000 - 1,893 - 6,887
CLASSE V3	0,000 - 0,182 - 1,820
CLASSE V4	0,000 - 0,000 - 0,000
MISCELÂNEA	2,945 - 6,680 - 10,885
CLASSE S1	0,336 - 0,689 - 1,225
CLASSE S2	0,700 - 1,581 - 3,293
CLASSE S3	0,000 - 0,061 - 0,615
CLASSE S4	0,000 - 0,129 - 1,290

NOTA: Os valores representam mínimo – média – máximo.

FONTE: O autor (2010)

O campo cerrado alterado, assim como o campo cerrado, diferenciou-se de duas das fisionomias, campo higro-hidrófilo e afloramento rochoso, quando as quatro classes de material combustível que apresentaram diferenças estatísticas significativas foram comparadas (herbácea, V1, miscelânea e S1). As diferenças foram observadas nas classes herbácea e seco lenhoso com diâmetro inferior a 0,7 cm (QUADRO 11).

FITOFISIONOMIA	CLASSE DE MATERIAL COMBUSTÍVEL			
	HERBÁCEA	V1 (< 0,7 cm)	MISCELÂNEA	S1 (< 0,7 cm)
CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO	***	**
AFLORAMENTO ROCHOSO	**
CAMPO SUJO
CAMPO CERRADO
CERRADO <i>STRICTO SENSU</i>

QUADRO 11 – SIMILARIDADE ENTRE CAMPO CERRADO ALTERADO E DEMAIS FITOFISIONOMIAS NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

“”: expressa diferença não significativa, *: baixa diferença significativa, **: moderada diferença significativa, ***: elevada diferença significativa

O campo cerrado alterado foi classificado como risco alto de incêndio em função do coeficiente de risco estabelecido de acordo com as características do material combustível. Essa fisionomia é composta predominantemente pela classe

miscelânea, representada por material combustível perigoso, considerada como prioritária com relação ao manejo do fogo. No campo cerrado alterado, a exemplo do campo cerrado, não foram identificados indivíduos de *Pinus* sp. ao longo das transeções realizadas para caracterização do material combustível. No entanto, essa espécie foi visualizada em algumas porções dessa fisionomia e também contribuiu para o aumento da inflamabilidade da vegetação no campo cerrado. Recomenda-se que o monitoramento do risco de incêndio do campo cerrado seja baseado no acompanhamento dos valores da carga da classe miscelânea. A queima prescrita é um dos métodos que pode ser utilizado para o manejo da vegetação no campo cerrado, com o objetivo de controlar o acúmulo da classe miscelânea, reduzindo assim o risco de incêndio nessa fisionomia. No campo cerrado alterado situam-se as maiores extensões das trilhas temáticas do Parque. Sendo assim, o controle de visitantes nessa fisionomia necessita de medidas preventivas com relação ao risco de incêndios, como a proibição do uso de fósforos e da construção de fogueiras. Recomenda-se ainda a instalação de painéis informativos sobre ecologia do fogo e sobre medidas preventivas com relação a incêndios no percurso dessa trilha.

f) cerrado *sensu stricto*

O cerrado *sensu stricto* é composto predominantemente por espécies arbustivas e arbóreas, muitas herbáceas e poucas gramíneas (FIGURA 36). Nessa fisionomia, o material verde foi a categoria mais representativa de material combustível identificada (61,70%). A classe herbácea registrou os valores mais elevados de carga, seguida da classe miscelânea. Na TABELA 47 estão representados os valores mínimos, médios e máximos das cargas registrados nas diferentes classes do cerrado *sensu stricto* alterado.



FIGURA 36 – CERRADO *SENSU STRICTO*, FITOFISIONOMIA OCORRENTE NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ

FONTE: O autor (2010)

TABELA 47 – PADRÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PARA CERRADO *SENSU STRICTO*

FITOFISIONOMIA	CERRADO <i>SENSU STRICTO</i>
CARGA TOTAL DO MATERIAL COMBUSTÍVEL	6,983 - 15,492 - 31,972
CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL VERDE	2,074 - 9,574 - 23,426
CARGA DO MATERIAL COMBUSTÍVEL SECO	1,201 - 5,670 - 17,068
CLASSE HERBÁCEA	2,074 - 6,525 - 22,230
CLASSE V1	0,000 - 0,546 - 2,024
CLASSE V2	0,000 - 1,160 - 4,102
CLASSE V3	0,000 - 1,342 - 11,594
CLASSE V4	0,000 - 0,000 - 0,000
MISCELÂNEA	0,781 - 3,537 - 8,000
CLASSE S1	0,000 - 0,308 - 0,809
CLASSE S2	0,000 - 0,935 - 5,247
CLASSE S3	0,000 - 0,889 - 13,337
CLASSE S4	0,000 - 0,000 - 0,000

NOTA: Os valores representam mínimo – média – máximo.

FONTE: O autor (2010)

O cerrado *sensu stricto* apresentou diferenças com relação as fisionomias do campo higro-hidrófilo, afloramento rochoso e campo cerrado, quando as quatro

classes de material combustível que apresentaram diferenças estatísticas significativas foram comparadas (herbácea, V1, miscelânea e S1). As diferenças foram observadas nas classes herbácea, miscelânea e verde lenhoso com diâmetro inferior a 0,7 cm (QUADRO 12).

FITOFISIONOMIA	CLASSE DE MATERIAL COMBUSTÍVEL			
	HERBÁCEA	V1 (< 0,7 cm)	MISCELÂNEA	S1 (< 0,7 cm)
CAMPO HIGRO-HIDRÓFILO	**	****	**	****
AFLORAMENTO ROCHOSO	****	*	****	****
CAMPO SUJO	****	****	****	****
CAMPO CERRADO	****	*	****	****
CAMPO CERRADO ALTERADO	****	****	****	****

QUADRO 12 – SIMILARIDADE ENTRE CERRADO *SENSU STRICTO* E DEMAIS FITOFISIONOMIAS NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

****: expressa diferença não significativa, *: baixa diferença significativa, **: moderada diferença significativa, ***: elevada diferença significativa

O cerrado *sensu stricto* foi classificado como risco moderado de incêndio em função do coeficiente de risco estabelecido de acordo com as características do material combustível. Essa fisionomia é composta predominantemente (64,87%) pelas classes herbácea e miscelânea, representadas por material potencialmente perigoso e perigoso, e consideradas como prioritárias com relação ao manejo do fogo. No cerrado *sensu stricto* foram registrados oito indivíduos de *Pinus* sp. por hectare, indicando que a espécie não se adaptou a fisionomia tanto quanto ocorre no campo higro-hidrófilo e no afloramento rochoso. No entanto, essa espécie juntamente com as braquiárias observadas também contribui de forma significativa para o aumento do teor de inflamabilidade da vegetação no cerrado *sensu stricto*.

Recomenda-se que o monitoramento do risco de incêndio do cerrado *sensu stricto* seja baseado no acompanhamento dos valores da carga do material combustível das classes herbácea e miscelânea e nas relações existentes entre o material seco e verde, que foram os fatores que mais influenciaram o risco de incêndio nessa fisionomia. A queima prescrita é um dos métodos que pode ser utilizado para o manejo da vegetação no cerrado *sensu stricto*, com o objetivo de controlar o crescimento das classes herbácea e o acúmulo da classe miscelânea, conseqüentemente, favorecendo a manutenção da diversidade biológica e do estado sanitário da vegetação dessa fitofisionomia savânica. No cerrado *sensu stricto* não

são observadas trilhas temáticas, sendo assim, o controle de visitantes nessa fisionomia não necessita de medidas preventivas diferenciadas daquelas determinadas para a visitação de unidades de conservação.

4.2.2.2 Método indireto

Para a caracterização do material combustível pelo método indireto de estereo-fotografias foram analisadas cinco parcelas por fitofisionomia amostrada, totalizando 20 avaliações. As parcelas foram distribuídas randomicamente pelas fisionomias essencialmente savânicas de campo sujo, campo cerrado, campo cerrado alterado e cerrado *sensu stricto*.

4.2.2.2.1 Campo sujo

Todas as parcelas analisadas no campo sujo pelo método direto foram semelhantes às parcelas identificadas pelo método indireto como campo sujo. Embora as cargas identificadas pelo método indireto tenham apresentado valores superiores aos das cargas pelo método direto, ambos apresentaram um padrão decrescente de carga do material lenhoso seco de S1 - 1 hora para S4 - 1000 horas (FIGURA 37).

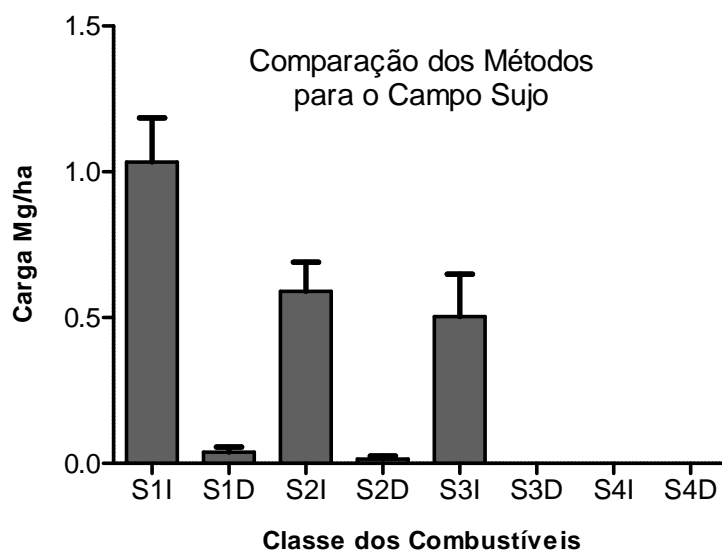


FIGURA 37 – COMPARAÇÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PELOS MÉTODOS INDIRETO E DIRETO PARA O CAMPO SUJO

FONTE: O autor (2010)

S1: 1 hora, S2: 10 horas, S3: 100 horas, S4: 1000 horas, I: método indireto, D: método direto.

A análise de variância entre os pares de parcelas por classe de *timelag*, detectou diferença estatística entre as médias das cargas (TABELA 48). O resultado indica que houve uma grande variação entre as cargas nas diferentes classes, tanto pelo método indireto quanto pelo direto. No entanto, esses valores são esperados em regiões de cerrado e podem ser associados com a biomassa das espécies que povoam a fisionomia, com a época da coleta e com os períodos de ausência do fogo nas áreas avaliadas. O teste de comparação de médias de Bonferroni identificou diferenças estatísticas significativas entre alguns pares de parcelas (QUADRO 13).

TABELA 48 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CARGAS DO CAMPO SUJO

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Coluna	7	5,38	0,76	25,01
Linha	4	0,22	0,05	1,83
Erro	28	0,86	0,03	
Total	39	6,47		

* significativo ao nível de 95%

FONTE: O autor (2010)

COMPARAÇÃO	CARGA - Mg/ha		DIFERENÇA	P > 0.05
	MÉTODO INDIRETO	MÉTODO DIRETO		
S1a	0.67	0	-0.67	ns
S1b	1.06	0.0238	-1.036	**
S1c	1.06	0.0327	-1.027	**
S1d	0.82	0.0327	-0.7873	ns
S1e	1.56	0.1033	-1.457	***
S2a	0.92	0	-0.92	*
S2b	0.44	0	-0.44	ns
S2c	0.44	0.0386	-0.4014	ns
S2d	0.42	0.0386	-0.3814	ns
S2e	0.73	0	-0.73	ns
S3a	0.82	0	-0.82	*
S3b	0.47	0	-0.47	ns
S3c	0.47	0	-0.47	ns
S3d	0	0	0	ns
S3e	0.76	0	-0.76	ns
S4a	0	0	0	ns
S4b	0	0	0	ns
S4c	0	0	0	ns
S4d	0	0	0	ns
S4e	0	0	0	ns

QUADRO 13 - TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DE BONFERRONI PARA COMPARAÇÃO DAS CARGAS DO CAMPO SUJO

As letras *a*, *b*, *c*, *d*, *e* indicam os pares de parcelas analisados, S1: 1 hora de *timelag*, S2: 10 horas de *timelag*, S3: 100 horas de *timelag*, S4: 1000 horas de *timelag*, ns: expressa diferença estatística não significativa, * significativo ao nível de 95%, ** muito significativo ao nível de 95%, *** extremamente significativo ao nível de 95%.

Dentre os pares de parcelas analisados, cinco apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si, sendo que as maiores diferenças foram observadas na classe S1. Em geral, os resultados da comparação entre os dois métodos de avaliação do material combustível lenhoso morto, mostraram que para o campo sujo foi registrada uma confiabilidade de 75% entre a similaridade dos métodos. Embora os valores das cargas tenham sido diferentes, a análise pelo método indireto pode ser empregada para avaliações dos padrões dos combustíveis do material lenhoso seco no campo sujo. Sendo assim, a avaliação por meio da série de estereo-fotografias pode ser utilizada nessa fitofisionomia de cerrado do sul do Brasil, quando as restrições do método são consideradas e somente áreas similares são avaliadas.

4.2.2.2.2 Campo cerrado

As parcelas analisadas no campo cerrado pelo método direto foram semelhantes às parcelas identificadas pelo método indireto como cerrado ralo e cerrado *sensu stricto*. As cargas identificadas pelo método indireto apresentaram valores superiores aos valores das cargas identificadas pelo método direto. Nos dois métodos, os maiores valores foram observados nas classes S1 – 1 hora e S2 – 10 horas (FIGURA 38).

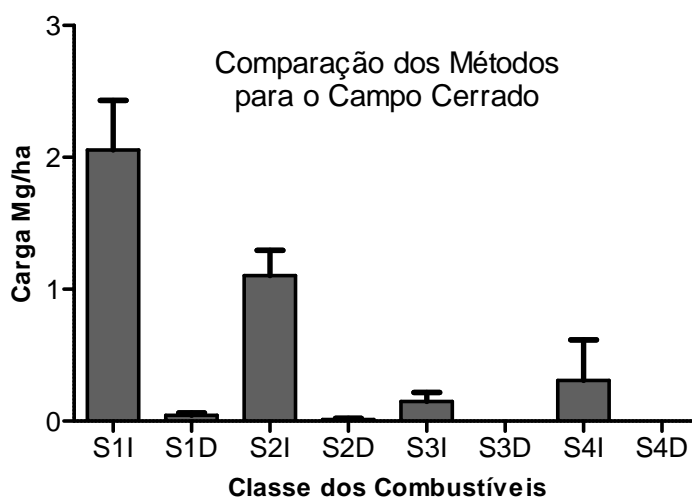


FIGURA 38 – COMPARAÇÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PELOS MÉTODOS INDIRETO E DIRETO PARA O CAMPO CERRADO

FONTE: O autor (2010)

S1: 1 hora, S2: 10 horas, S3: 100 horas, S4: 1000 horas, I: método indireto, D: método direto.

A análise de variância entre os pares de parcelas por classe de *timelag*, detectou diferença estatística entre as médias das cargas (TABELA 49). Os resultados indicam que houve uma grande variação entre as cargas nas diferentes classes, tanto pelo método indireto quanto pelo direto. No entanto, esses valores são esperados em regiões de cerrado e podem ser associados com a biomassa das espécies que povoam a fisionomia, com a época da coleta e com os períodos de ausência do fogo nas áreas avaliadas. O teste de comparação de médias de Bonferroni identificou diferenças estatísticas significativas entre alguns pares de parcelas (QUADRO 14).

TABELA 49 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CARGAS DO CAMPO CERRADO

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Coluna	7	19,38	2,79	15,70
Linha	4	0,61	0,15	0,86
Erro	28	4,93	0,17	
Total	39	24,93		

* significativo ao nível de 95%

FONTE: O autor (2010)

COMPARAÇÃO	CARGA - Mg/ha		DIFERENÇA	P > 0.05
	MÉTODO INDIRETO	MÉTODO DIRETO		
S1a	1.97	0.0213	-1.949	*
S1b	1.63	0	-1.63	ns
S1c	3.52	0.046	-3.474	***
S1d	1.44	0.046	-1.394	ns
S1e	1.72	0.111	-1.609	ns
S2a	1.79	0	-1.79	*
S2b	0.7	0	-0.7	ns
S2c	0.8	0.0337	-0.7663	ns
S2d	1.08	0.0337	-1.046	ns
S2e	1.15	0	-1.15	ns
S3a	0	0	0	ns
S3b	0.16	0	-0.16	ns
S3c	0.34	0	-0.34	ns
S3d	0	0	0	ns
S3e	0.25	0	-0.25	ns
S4a	0	0	0	ns
S4b	0	0	0	ns
S4c	0	0	0	ns
S4d	0	0	0	ns
S4e	1.54	0	-1.54	ns

QUADRO 14 - TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DE BONFERRONI, PARA COMPARAÇÃO DAS CARGAS DO CAMPO CERRADO

As letras *a*, *b*, *c*, *d*, *e* indicam os pares de parcelas analisados, S1: 1 hora de *timelag*, S2: 10 horas de *timelag*, S3: 100 horas de *timelag*, S4: 1000 horas de *timelag*, ns: expressa diferença estatística não significativa, * significativo ao nível de 95%, ** muito significativo ao nível de 95%, *** extremamente significativo ao nível de 95%,

Dentre os pares de parcelas analisados, três apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si, sendo que as maiores diferenças foram observadas na classe S1. Em geral, os resultados da comparação entre os dois métodos de avaliação do material combustível lenhoso morto mostraram que para o campo cerrado foi registrada uma confiabilidade de 85% entre a similaridade dos métodos. Embora os valores das cargas tenham sido diferentes, a análise pelo

método indireto pode ser empregada para avaliações dos padrões dos combustíveis do material lenhoso seco no campo cerrado. Sendo assim, a avaliação por meio da série de estereo-fotografias pode ser utilizada nessa fitofisionomia nessa área de cerrado do sul do Brasil, quando as restrições do método são consideradas e somente áreas similares são avaliadas.

4.2.2.2.3 Campo cerrado alterado

As parcelas analisadas no campo cerrado alterado pelo método direto foram semelhantes às parcelas identificadas pelo método indireto como cerrado denso e cerrado *sensu stricto*. As cargas identificadas pelo método indireto apresentaram valores superiores aos valores das cargas identificadas pelo método direto. Os maiores valores de carga observados pelo método indireto corresponderam as classes S3 – 100 horas e S4 – 1000 horas, no entanto, essas cargas não foram identificadas *in loco* pelo método direto (FIGURA 39).

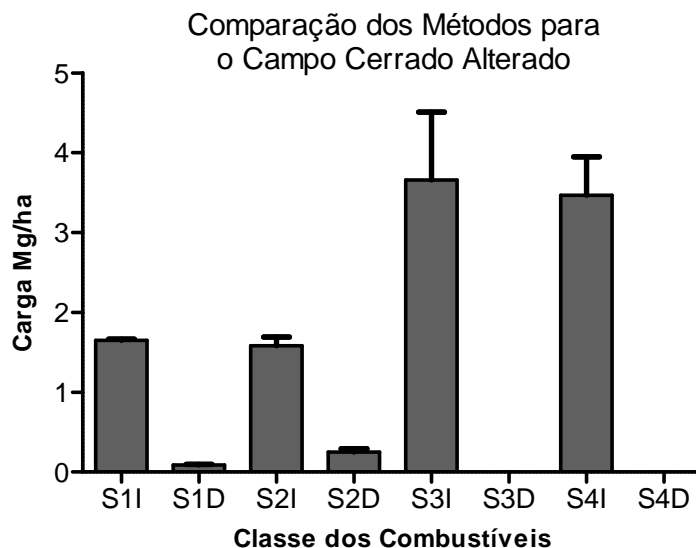


FIGURA 39 – COMPARAÇÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PELOS MÉTODOS INDIRETO E DIRETO PARA O CAMPO CERRADO ALTERADO

FONTE: O autor (2010)

S1: 1 hora, S2: 10 horas, S3: 100 horas, S4: 1000 horas, I: método indireto, D: método direto.

A análise de variância entre os pares de parcelas por classe de *timelag*, detectou diferença estatística entre as médias das cargas (TABELA 50). Os resultados indicam que houve uma grande variação entre as cargas nas diferentes classes tanto pelo método indireto quanto pelo direto. No entanto, esses valores são esperados em regiões de cerrado e podem ser associados com a biomassa das espécies que povoam a fisionomia, com a época da coleta e com os períodos de ausência do fogo nas áreas avaliadas. O teste de comparação de médias de Bonferroni identificou diferenças estatísticas significativas entre oito pares de parcelas (QUADRO 15).

TABELA 50 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CARGAS DO CAMPO CERRADO ALTERADO

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Coluna	7	82,02	11,72	22,60
Linha	4	4,92	1,23	2,37
Erro	28	14,51	0,51	
Total	39	101,5		

* significativo ao nível de 95%

FONTE: O autor (2010)

COMPARAÇÃO	CARGA - Mg/ha		DIFERENÇA	P > 0.05
	MÉTODO INDIRETO	MÉTODO DIRETO		
S1a	1.72	0.1225	-1.598	ns
S1b	1.63	0.087	-1.543	ns
S1c	1.63	0.0723	-1.558	ns
S1d	1.63	0.0723	-1.558	ns
S1e	1.63	0.087	-1.543	ns
S2a	1.15	0.2965	-0.8536	ns
S2b	1.69	0.145	-1.545	ns
S2c	1.69	0.3293	-1.361	ns
S2d	1.69	0.3293	-1.361	ns
S2e	1.69	0.145	-1.545	ns
S3a	0.25	0	-0.25	ns
S3b	4.51	0	-4.51	***
S3c	4.51	0	-4.51	***
S3d	4.51	0	-4.51	***
S3e	4.51	0	-4.51	***
S4a	1.54	0	-1.54	ns
S4b	3.95	0	-3.95	**
S4c	3.95	0	-3.95	**
S4d	3.95	0	-3.95	**
S4e	3.95	0	-3.95	**

QUADRO 15 - TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DE BONFERRONI, PARA COMPARAÇÃO DAS CARGAS DO CAMPO CERRADO ALTERADO

As letras *a*, *b*, *c*, *d*, *e* indicam os pares de parcelas analisados, S1: 1 hora de *timelag*, S2: 10 horas de *timelag*, S3: 100 horas de *timelag*, S4: 1000 horas de *timelag*, ns: expressa diferença estatística não significativa, * significativo ao nível de 95%, ** muito significativo ao nível de 95%, *** extremamente significativo ao nível de 95%,

Dentre os pares de parcelas analisados, oito apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si, sendo que as maiores diferenças foram observadas nas classes S3 e S4. Em geral, os resultados da comparação entre os dois métodos de avaliação do material combustível lenhoso seco mostraram que para o campo cerrado foi registrada confiabilidade de 60% entre a similaridade dos métodos. Embora os valores das cargas tenham sido diferentes, a análise pelo método indireto pode ser empregada para avaliações dos padrões dos combustíveis do material lenhoso seco. Sendo assim, a avaliação por meio da série de estereofotografias pode ser utilizada nessa fitofisionomia nessa área de cerrado do sul do Brasil, quando as restrições do método são consideradas e somente áreas similares são avaliadas.

4.2.2.2.4 Cerrado *sensu stricto*

Todas as parcelas analisadas no cerrado *sensu stricto* pelo método direto foram semelhantes às parcelas também identificadas pelo método indireto como cerrado *sensu stricto*. Embora as cargas identificadas pelo método indireto tenham apresentado valores superiores aos valores das cargas identificadas pelo método direto, em ambos os maiores valores de carga foram registrados nas classes do material lenhoso seco de S1 - 1 hora e S2 - 10 horas (FIGURA 40).

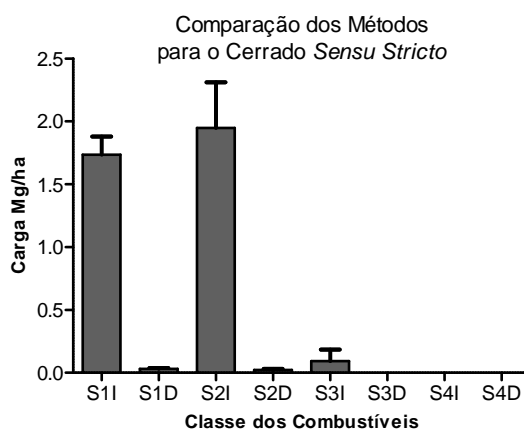


FIGURA 40 – COMPARAÇÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL PELOS MÉTODOS INDIRETO E DIRETO PARA O CERRADO *SENSU STRICTO*

FONTE: O autor (2010)

S1: 1 hora, S2: 10 horas, S3: 100 horas, S4: 1000 horas, I: método indireto, D: método direto.

A análise de variância entre os pares de parcelas por classe de *timelag*, detectou diferença estatística entre as médias das cargas (TABELA 51). Os resultados indicam que houve uma grande variação entre as cargas nas diferentes classes tanto pelo método indireto quanto pelo direto. No entanto, esses valores são esperados em regiões de cerrado e podem ser associados com a biomassa das espécies que povoam a fisionomia, com a época da coleta e com os períodos de ausência do fogo nas áreas avaliadas. O teste de comparação de médias de Bonferroni identificou diferenças estatísticas significativas entre nove pares de parcelas (QUADRO 16).

TABELA 51 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CARGAS DO CERRADO *SENSU STRICTO*

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F
Coluna	7	24,91	3,55	35,42
Linha	4	0,41	0,10	1,02
Erro	28	2,81	0,10	
Total	39	28,13		

* significativo ao nível de 95%

FONTE: O autor (2010)

COMPARAÇÃO	CARGA - Mg/ha		DIFERENÇA	P > 0.05
	MÉTODO INDIRETO	MÉTODO DIRETO		
S1a	1.97	0.051	-1.919	***
S1b	1.97	0.019	-1.951	***
S1c	1.97	0.0174	-1.953	***
S1d	1.32	0.0427	-1.277	*
S1e	1.44	0.0228	-1.417	*
S2a	1.79	0.0469	-1.743	**
S2b	1.79	0.0356	-1.754	**
S2c	1.79	0.0246	-1.765	**
S2d	3.29	0	-3.29	***
S2e	1.08	0	-1.08	ns
S3a	0	0	0	ns
S3b	0	0	0	ns
S3c	0	0	0	ns
S3d	0.46	0	-0.46	ns
S3e	0	0	0	ns
S4a	0	0	0	ns
S4b	0	0	0	ns
S4c	0	0	0	ns
S4d	0	0	0	ns
S4e	0	0	0	ns

QUADRO 16 - TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DE BONFERRONI, PARA COMPARAÇÃO DAS CARGAS DO CERRADO *SENSU STRICTO*

As letras *a*, *b*, *c*, *d*, *e* indicam os pares de parcelas analisados, S1: 1 hora de *timelag*, S2: 10 horas de *timelag*, S3: 100 horas de *timelag*, S4: 1000 horas de *timelag*, ns: expressa diferença estatística não significativa, * significativo ao nível de 95%, ** muito significativo ao nível de 95%, *** extremamente significativo ao nível de 95%.

Dentre os pares de parcelas analisados, nove apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si, sendo que as maiores diferenças foram observadas nas classes S1 e S2. Em geral, os resultados da comparação entre os dois métodos de avaliação do material combustível lenhoso seco mostraram que para o campo cerrado foi registrada uma confiabilidade de 55% entre a similaridade dos métodos. Embora o valor de confiabilidade seja superior a 50%, as maiores diferenças foram observadas entre os valores das classes mais representativas durante a avaliação pelo método direto (S1 e S2). Sendo assim, não se recomenda que a avaliação por meio da série de estereo-fotografias seja utilizada para a caracterização do material combustível seco lenhoso no cerrado *sensu stricto*.

4.2.3 Correlações entre risco de incêndio e ameaça sobre a fauna

Durante a realização das transeções lineares pelas fitofisionomias definidas pelo zoneamento de risco de incêndios como risco de incêndio moderado, alto e muito alto, representadas pelo campo higro-hidrófilo, afloramento rochoso, campo sujo, campo cerrado, campo cerrado alterado e cerrado *sensu stricto* foram identificadas as tocas que poderiam ser utilizadas como abrigos por tatus (Cingulata). O principal objetivo dessa amostragem foi relacionar o risco de incêndios e os efeitos do fogo sobre a fauna, já que a disponibilidade de abrigos pode ser intimamente relacionada com a sobrevivência dos animais no caso da ocorrência de incêndios. O número de tocas identificadas durante os trajetos ao longo das fitofisionomias está relacionado na TABELA 52.

TABELA 52 – NÚMERO DE TOCAS IDENTIFICADAS POR FITOFISIONOMIA

FITOFISIONOMIA	NÚMERO DE TOCAS
campo higro-hidrófilo	0
afloramento rochoso	13
campo sujo	58
campo cerrado	35
campo cerrado alterado	81
cerrado <i>sensu stricto</i>	36
TOTAL	223

FONTE: O autor (2010)

Os tatus são animais de hábito fossorial que constroem tocas com diversas entradas. Durante os incêndios poderiam procurar abrigo nessas tocas já que, segundo Coutinho (2000), a elevação da temperatura a cinco centímetros da superfície demonstrou ser desprezível em áreas de campo sujo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto*, aumentando a taxa de sobrevivência da espécie, como observado por SILVEIRA *et al.* (1999) para espécies de dasipodídeos no Parque Nacional das Emas. Além disso, segundo BENDELL (1974), tocas com várias entradas proporcionariam ventilação mais adequada durante os incêndios, diminuindo a mortalidade de espécimes da fauna.

Vestígios diretos e indiretos associados à presença dos animais como fezes, pegadas e carcaças foram identificados em todas as fitofisionomias avaliadas, indicando que os tatus encontravam recursos, se deslocavam e utilizavam todas as fisionomias amostradas. Quando analisados os valores médios da densidade de tocas por hectare, a menor disponibilidade de abrigos foi observada nas fisionomias campestres em comparação com as fisionomias savânicas (FIGURA 41). A análise da densidade de tocas por área total das fitofisionomias também identificou menor disponibilidade de abrigos nas fisionomias campestres em comparação com as fisionomias savânicas (FIGURA 42).

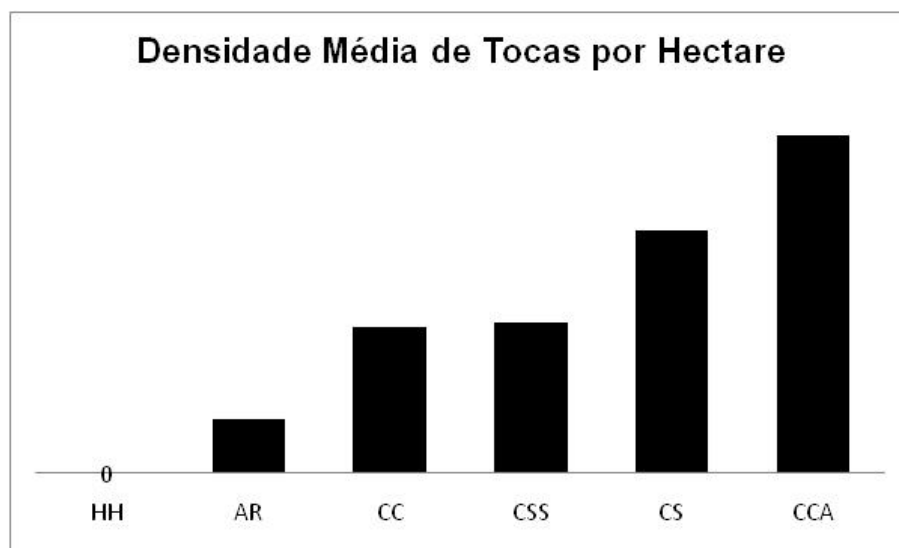


FIGURA 41 – DENSIDADE MÉDIA DE TOCAS POR HECTARE

FONTE: O autor (2010)

HH: campo higro-hidrófilo, AR: afloramento rochoso, CS: campo sujo, CC: campo cerrado, CCA: campo cerrado alterado, CSS: cerrado *sensu stricto*

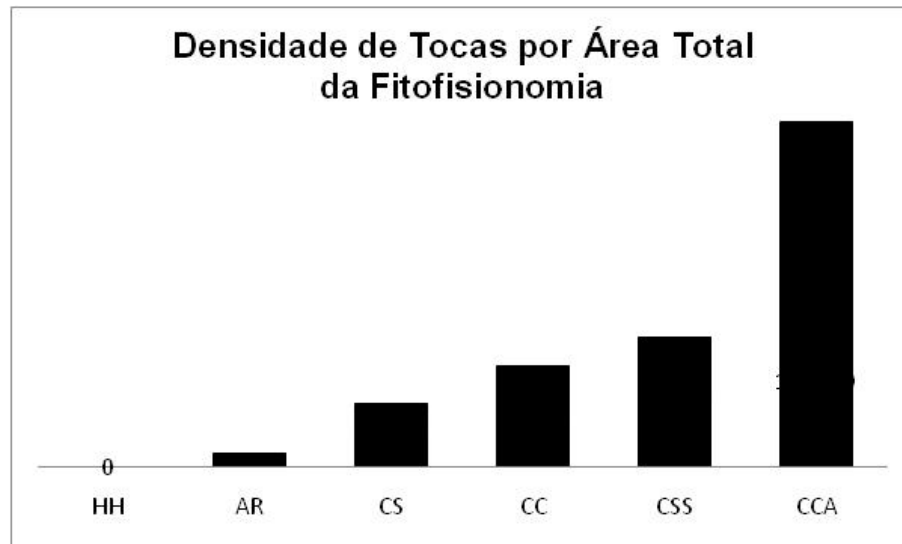


FIGURA 42 – DENSIDADE DE TOCAS POR ÁREA DAS FITOFISIONOMIAS

FONTE: O autor (2010)

HH: campo higro-hidrófilo, AR: afloramento rochoso, CS: campo sujo, CC: campo cerrado, CCA: campo cerrado alterado, CSS: cerrado *sensu stricto*

No campo higro-hidrófilo não foram observadas tocas e no afloramento rochoso foram registrados os menores valores de abrigos. Em ambos os casos o tipo e a textura do solo foram responsáveis pela baixa disponibilidade de abrigos, pois impedem que os animais revolvam a matéria orgânica e penetrem em seu interior para a busca de alimentos. A ausência de tocas observada no campo higro-hidrófilo pode ser associada com a alta concentração de umidade no solo e o número reduzido observado no afloramento rochoso pode ser associado com a presença das formações rupestres que caracterizam a fisionomia.

Dentre as fisionomias savânicas, a maior disponibilidade de tocas por hectare e por área total das fisionomias avaliadas foi registrada no campo cerrado alterado. Segundo Pereira Jr (2003), os tatus fragmentam grande volume de matéria vegetal ao procurar invertebrados em seu interior, apresentando íntima relação com a vegetação. Nesse caso, pôde ser verificada uma relação entre o número de tocas e a carga média da classe S2 do material combustível (material lenhoso seco com diâmetro entre 0,7 e 2,5 cm). Em ambos os casos, a sequência crescente observada foi a partir do campo higro-hidrófilo para afloramento rochoso, campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto* e campo cerrado alterado, ou seja, quanto mais elevada a carga da classe S2, maior o número de tocas.

Segundo Pereira Jr (2003), os tatus atuam na manutenção do equilíbrio da população de cupins e formigas na floresta e na renovação dos nutrientes no solo, pois introduzem e revolvem a matéria orgânica em seu interior ao construírem tocas. Sendo assim, a maior disponibilidade de tocas associada à carga da classe S2 pode indicar que no Parque Estadual do Cerrado os animais encontram maior disponibilidade de fontes de alimentos associados ao material lenhoso seco com diâmetro entre 0,7 e 2,5 cm.

Com relação ao risco de incêndio, quanto maior a disponibilidade de tocas, menor o risco direto do fogo para os tatus e para a comunidade faunística de pequeno e médio porte e maior a possibilidade de sobrevivência dos mesmos, já que eles podem se abrigar nesses locais durante a passagem do fogo. Dessa forma, as fisionomias campestres apresentam maiores riscos diretos do fogo para a fauna, do que as fisionomias savânicas.

A sobrevivência dos tatus pode ser associada ainda aos riscos e efeitos indiretos dos incêndios sobre a fauna após a passagem do fogo, já que os tatus são elos intermediários na cadeia alimentar. Segundo Pereira Jr (2003) eles se alimentam de invertebrados e pequenos vertebrados, além de frutas e raízes e são itens alimentares frequentes na dieta de predadores de médio e grande porte. Sendo assim, pode-se inferir que com relação aos recursos alimentares, quanto maior a disponibilidade de abrigos, menores os efeitos negativos do fogo para a fauna de médio e grande porte. Dessa forma, assim como observado para os riscos diretos, as fisionomias campestres apresentam maiores riscos indiretos do fogo para a fauna quando comparadas com as fisionomias savânicas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 RISCO TEMPORAL DE INCÊNDIOS

A análise do risco temporal de incêndios por meio do estabelecimento do histórico do fogo, da avaliação dos focos de calor e da determinação dos índices de perigo de incêndios permitiram a identificação de quando os incêndios podem ocorrer no Parque Estadual do Cerrado. O histórico do fogo e a análise dos focos de calor indicam a importância do fogo antropogênico mesmo em ambientes onde o fogo é considerado como um elemento natural do ambiente, como é o caso do cerrado brasileiro. A análise do histórico do fogo por meio de entrevistas é pouco realizada no Brasil. No entanto, esse tipo de análise deve ser incentivada pois, ressalta a importância do conhecimento da cultura do fogo, já que o mesmo é utilizado pelas pessoas para modificar a paisagem e afeta tanto biotas, quanto sociedades.

5.2 RISCO ESPACIAL DE INCÊNDIOS

A análise do risco espacial de incêndios por meio da elaboração do zoneamento do risco de incêndios, da caracterização do material combustível e do estabelecimento de correlações entre os riscos de incêndios e ameaças sobre a fauna, permitiram a identificação de onde os incêndios podem ocorrer, qual o material combustível presente nas áreas de risco e onde as comunidades correm maior perigo. A caracterização do material combustível pelo método direto, realizada pela amostragem da vegetação por meio de 85 parcelas destrutivas, representou uma amostragem significativa da vegetação do Parque e possibilitou o estabelecimento das relações do material combustível com o risco de incêndio. Além disso, os dados das cargas possibilitaram a avaliação da utilização de uma série de estereo-fotografias para caracterizar o material combustível de uma área de cerrado no sul do Brasil. A análise da viabilidade da série de estereo-fotografias ressalta a

importância da utilização de métodos indiretos, facilmente compreensíveis, práticos, baratos e rápidos para a avaliação do material combustível.

5.3 FOGO, DIVERSIDADE BIOLÓGICA E SAÚDE ECOLÓGICA

No Parque Estadual do Cerrado o entendimento dos riscos de incêndios fornece subsídios não somente para a supressão dos eventos, mas também para a manutenção da unidade, já que o fogo deve fazer parte desse ecossistema de cerrado. A partir dos dados encontrados pode-se inferir que a produção da biomassa no Parque não é elevada como no cerrado do Brasil central. Além disso, o mosaico das fitofisionomias apresenta uma tendência à homogeneização da vegetação com áreas abandonadas descaracterizando as fitofisionomias tanto devido ao acúmulo de material combustível perigoso, quanto pela presença de espécies exóticas que aumentam a flamabilidade em termos absolutos e relativos.

A exclusão do fogo vai contra os objetivos da criação da unidade, destinada prioritariamente à proteção de um remanescente de cerrado no estado do Paraná. Considerando a diversidade biológica, a ausência do fogo interfere na manutenção da complexidade biológica e sustentabilidade do meio. A sua exclusão impede a modelagem da paisagem para a manutenção de padrões de alta diversidade ecológica e resulta no abandono e perda de valor da diversidade. Consequentemente, aumenta os riscos para a vida selvagem, para a vegetação e para as comunidades rurais, pois afeta a manutenção do equilíbrio da saúde.

Por outro lado, no caso da ocorrência de um incêndio no cenário atual, o fogo teria facilidade de propagação por toda a unidade devido à distribuição espacial e continuidade de material combustível entre as fitofisionomias e à sua extensão reduzida. Os 430 hectares seriam rapidamente consumidos e seriam produzidos impactos negativos sobre a flora e a fauna locais. O fogo sem controle contribuiria para o crescente número de desastres observados e pouco reconhecidos e documentados em áreas naturais protegidas nacionais.

Eventos que se caracterizem por comportamentos extremos do fogo podem registrar elevadas taxas de mortalidade das espécies vegetais, ameaçando a manutenção da diversidade biológica e atuando na extinção de espécies endêmicas

como o *Cryptangyum* sp. Com relação à fauna, uma taxa de 15 % de mortalidade dos tatus, como a registrada em comportamentos extremos do fogo no Parque Nacional de Ilha Grande, também situado no estado do Paraná, deve ser considerada elevada e um indicativo do possível impacto negativo do fogo sem controle na área. Altas taxas de mortalidade da vegetação e da fauna evidenciam a fragilidade da manutenção do equilíbrio da saúde ecológica no Parque Estadual do Cerrado.

Sendo assim, um programa de manejo do fogo com objetivos conservacionistas deve ser estabelecido em caráter de urgência, onde devem ser implementadas técnicas para a gestão dos combustíveis, como a execução de queima prescrita. Considerando as políticas e tendências atuais mundial com relação às mudanças climáticas e ao uso do fogo, as queimas com o objetivo de conservação da natureza, manutenção da diversidade biológica e equilíbrio da saúde ecológica devem ser executadas visando à redução das emissões de gases de efeito estufa. Portanto, recomenda-se que as mesmas sejam executadas no início da estação seca de acordo com Goldammer, Montag e Page (1997), Goldammer, Prüter e Page (1997) e Russel-Smith *et al.* (2006), para a comprovação da redução de emissões de gases de efeito estufa.

Pesquisas científicas sobre controle e ecologia do fogo devem ser continuamente realizadas para que se determinem os efeitos do fogo sobre os componentes bióticos e abióticos do meio, e conseqüentemente o papel ecológico do fogo na unidade. Estudos sobre os efeitos do fogo sobre a fauna devem ser realizados em médio e longo prazo, com ênfase nos que abordem os efeitos do fogo sobre espécies-chave para a correlação dos efeitos do fogo (KFRS – *key fire response species*). A técnica de biotelemetria pode ser empregada para a identificação das áreas utilizadas por essas espécies durante os incêndios e após os eventos, bem como para a determinação de rotas de dispersão da fauna no caso da ocorrência dos incêndios. Essa técnica poderá auxiliar também a identificação e seleção de remanescentes florestais significativos próximos ao Parque para se tornarem áreas protegidas.

A análise dos riscos temporal e espacial de incêndios possibilita o entendimento de aspectos ecológicos do fogo que fornecem subsídios para a reconsideração das práticas de exclusão do mesmo em áreas protegidas, quando se objetiva o manejo da paisagem e gestão das áreas para a conservação da natureza.

6 CONCLUSÕES

1. As análises do histórico do fogo, dos focos de calor e dos índices de perigo de incêndios permitiram a identificação do risco temporal de incêndios no Parque, definindo os meses de agosto e setembro como períodos críticos para a ocorrência e propagação do fogo na área.
2. A ausência dos registros das ocorrências de incêndios na área do Parque Estadual do Cerrado dificultou o resgate do histórico do fogo e conseqüentemente o estabelecimento dos regimes de queima, tanto natural, quanto antrópico.
3. O número reduzido de incêndios relacionado com atividade antrópica evidencia que as condições meteorológicas são fatores prioritários predisponentes a vulnerabilidade de incêndios na área.
4. O zoneamento permitiu identificar duas áreas prioritárias para o manejo do fogo com relação ao risco de incêndios, a primeira está localizada nas porções nordeste e oeste do Parque, englobando as trilhas temáticas e a estrada de acesso à unidade, e a segunda ao longo dos vales dos rios e na porção central da unidade.
5. O material combustível verde (17,43 Mg/ha) representou a maior proporção da carga total do material combustível; as classes herbácea e miscelânea, representadas por material potencialmente perigoso e perigoso, contribuíram com 70,84% da carga do material combustível e devem ser consideradas como prioritárias com relação ao manejo do fogo na unidade.
6. Houve similaridade entre as cargas das fitofisionomias essencialmente savânicas quando comparadas com as fisionomias campestres do afloramento rochoso e do campo higro-hidrófilo.

7. O risco de incêndio alto foi identificado nas fisionomias campestres do campo higro-hidrófilo e do afloramento rochoso, além do campo cerrado alterado. As fisionomias savânicas, representadas pelo campo sujo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto* foram classificadas como risco moderado de incêndio.

8. A utilização de uma série de estereo-fotografias para caracterizar o material combustível de uma área de cerrado no sul do Brasil demonstrou viabilidade em áreas do campo sujo, campo cerrado e campo cerrado alterado, mas não foi viável para a utilização em áreas de cerrado *sensu stricto*.

9. No Parque Estadual do Cerrado, as fisionomias campestres apresentaram maiores risco diretos e indiretos de incêndios para a sobrevivência dos tatus e, conseqüentemente, da comunidade faunística do que as fisionomias savânicas.

REFERÊNCIAS

ABDELMOULA, K.; KHALDI, A.; RIGOLOT, E. Phytovolume, phytomasse et caractérisation fine de trois espèces arbustives dans le massif de Djebel Mansour (Tunisie). **Journées scientifiques de l'INRGREF**. Tunis, 2001. 6p.

AB'SABER, A. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul: primeira aproximação. **Geomorfol.** n. 52, 1977. p.1-21.

AGEE, J.K. Fuel weights of understory - grow conifers in southern Oregon. Canada **Journal of Forest Research**, Ottawa, n. 13, p 648-656, 1983.

AGEE, J. K. Research natural areas and fire in the national park system. Research Natural Areas: Baseline Monitoring and Management. **Proceedings** of a Symposium in Missoula. Montana: U. S. Department of Agriculture, 1984.

AHLGREN, I. F.; AHLGREN, C. E. Ecological effects of forest fires. **Botanical Review**, n. 26, 1960. p.483-533.

ALEXANDER, M. E. Forest fire research in Ontario. **Forestry Research Newsletter**, Ontario. 1979.

ALHO, C. J. R.; MARTINS, E .S. **De grão em grão, o Cerrado perde espaço**. Cerrado: impactos do processo de ocupação. Brasília: Fundo Mundial para a Natureza (WWF), 1995.

ALLEN, M. Wetlands and fire. **Water notes for wetlands management**. Water and Rivers Commission, WN2. 2000.

ALLGÖWER, B.; CALOGINE, D.; CAMIA, A.; CUIÑAS, P.; FERNANDES, P.; FRANCESETTI, A.; HERNANDO, C.; KÖTZ, B.; KOUTSIAS, N.; LINDBERG, H.; MOLINA, D.; MORSDORF, F.; RIBEIRO, L. M.; RIGOLOT, E.; SÉRO-GUILLAUME. IN: **Methods for Wildland Fuel Description and Modelling**: a state of the art. EUFIRELAB, 2004. 54 p.

ANDREAE, M. O. Biomass burning: Its history, use and distribution and its impact on environmental quality and global climate. In: LEVINE, J. S. **Global biomass burning**: atmospheric, climatic and biospheric implications. Cambridge: MIT Press, 1991. p. 3-21.

ASSAD, E. D. **Chuva no Cerrado**: análise e espacialização. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1994. p. 13-23.

BATISTA, A. C. **Incêndios florestais**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1990. 115 p.

BATISTA, A. C. **Avaliação da queima controlada em povoamentos de *Pinus taeda* L. no norte do Paraná**. Curitiba, 1995. 108 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná.

BATISTA, A. C. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 30, n. 1/2, p. 45-54, 2000.

BATISTA, A. C.; OLIVEIRA, D. S.; SOARES, R. V., **Zoneamento de risco de incêndios florestais para o Estado do Paraná**. Curitiba: FUPEF, 2002. 86p.

BENDELL, J. F. Effects of Fire on Birds and Mammals. In: KOZLOWSKI, T. T.; AHLGREN, C. E. **Fire and ecosystems**. USA: Academic Press, INC., 1974. p. 73-138.

BEUTLING, A. **Caracterização para modelagem de material combustível superficial em reflorestamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze**. 113f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R.; MARQUES-FILHO, P. L. Estrutura e texturas da formação Furnas e sua significação paleogeográfica. **Bol. Univers. Fed. Par.**, Curitiba, n. 18, p. 1-114, 1966.

BLAKE, N. J.; BLAKE, D. R.; COLLINS J.R.; SACHSE, G. W.; ANDERSON, B. E.; BRASS, J. A.; RIGGAN, P. J.; ROWLAND, F. S. **Biomass burning emissions of atmospheric methyl halide and hydrocarbon gases in the South Atlantic region**. 1996.

BROWN, J.K. **Physical fuel properties of ponderosa pine forest floors and cheatgrass**. USDA For. Serv. Res. Note INT - 74, Intermt. For. And Range Exp. Stn. Ogden, Utah. 1970.

BROWN, J. K. **Handbook for inventorying downed woody material**. Utah: USDA Forest Service, 1974. 24p. (General Technical Report INT-16).

BROWN, J. K. **Handbook for inventorying downed woody material**. Utah: USDA Forest Service, 1974. 24p. (General Technical Report INT-16).

BROWN, J.K. **Weight and density of crowns of Rocky Mountain conifers**. USDA For. Serv. Res. Pap. INT - 197, Intermt. For. and Range Exp. Stn. Ogden, Utah. 1978.

BROWN, J.K. 1981. Bulk densities of nonuniform surface fuels and their application to fire modelling. **Forest Science**. n. 27, v. 4, p. 667-683. 1981.

BROWN, A. A.; DAVIS, K. P. **Forest fire: control and use**. New York: McGraw Hill Book, 1973.

CABÁN, A. G. Situação atual do fogo no mundo. In: **3º Simpósio Sul-Americano e 7ª reunião técnica conjunta FUPEF/SIF/IPEF sobre controle de incêndios florestais**. Curitiba, 2004.

CABRERA, A.; YEPES, J. **Mamíferos sud americanos**. Buenos Aires: EDIAR, 1960. 187 p.

CÂMARA, I. G. **Megabiodiversidade Brasil**. Rio de Janeiro: Sextante Artes, 2001. 206 p.

CANFIELD, R. H. Application of the line interception method in sampling range vegetation. **Journal of Forestry**. n. 39. p. 388-394. 1941.

CARRÃO, H.; CAETANO, M.; FREIRE, S.; NUNES, A. **Carta de ocupação do solo e avaliação do estado da vegetação com imagens de satélite para prevenção de fogos florestais**. Trabalho apresentado no VII ESIG. Oeiras, Portugal. 2002.

CASTAÑEDA, A. Zonificación para el manejo de incendios en plantaciones forestales en Colombia. **Boletín de Protección Forestal**, Colombia, n. 2, p. 38-46, 1997.

CASTRO, E.A.; KAUFFMAN, J.B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root biomass and consumption by fire. **Journal of Tropical Ecology**, n. 14, p. 263-283, 1998.

CASTRO, L. H. R.; MOREIRA, A. M.; ASSAD, E. D. Definição e regionalização dos padrões pluviométricos dos Cerrados brasileiros. In: ASSAD, E. D. **Chuva no Cerrado**: análise e espacialização. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1994. p. 13-23.

CATCHPOLE, W.R.; WHEELER, J. Estimating plant biomass: A review of techniques. **Australian Journal of Ecology**, v. 17, p. 121-131. 1992.

CATRY, F. X. **Modelação especial do risco de ignição em Portugal continental**. 41f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica), Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, Universidade Nova de Lisboa, Curitiba, 2007.

CHANDLER, C.; CHENEY, P.; THOMAS, P.; TRABAUD, L.; WILLIAMS, D. Fire Effects on Wildlife. In: CHANDLER, C.; CHENEY, P.; THOMAS, P.; TRABAUD, L.; WILLIAMS, D. **Fire in forestry**. New York: John Wiley & Sons, 1983. p. 203-253.

CHANDLER, C.; CHENEY, P.; THOMAS, P.; TRABAUD, L.; WILLIAMS, D. Fire Management Policy. In: CHANDLER, C.; CHENEY, P.; THOMAS, P.; TRABAUD, L.; WILLIAMS, D. **Fire in forestry**. New York: John Wiley & Sons, 1983. p. 10-11.

CHUVIECO, E.; CONGALTON, R.G. Application of remote sensing and geographic information systems to forest fire hazard mapping. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 29, p. 147-159, 1989.

COHEN, M.; RIGOLOT, E.; ÉTIENNE, M. 2002. Modelling fuel distribution with cellular-automata for fuel-break assessment. In: VIEGAS, D. X. **Proceedings** of the IV Int. Conf. On Forest Fire Research. Wildland Fire Safety Summit. Luso, Millpress Science Publishers, Rotherdam. 2002.

CORNACCHIA, G. E; SÁ, S. P. P. Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais - Prevfogo: Metas e Resultados, 1995-1997. In: RIBEIRO, G. A.; COUTO, L. (orgs.). 1o Seminário Sul-Americano sobre Controle de Incêndios Florestais e 5a Reunião Técnica Conjunta SIF/FUPEF/IPEF sobre Controle de Incêndios Florestais, **Anais**. SIF/UFV, Departamento de Engenharia Florestal. Belo Horizonte, 1998. p. 21-31.

COUTINHO, L. M. Ecological effects of fire in Brazilian Cerrado. **Ecological Studies**, Germany, v. 42, p. 273-291, 1982.

COUTINHO, L. M. Fire in the ecology of Brazilian Cerrado. In: GOLDAMMER, J. G. **Fire in the tropical biota, ecosystem process and global challenges**. Berlin: Springer-Verlag, 1990. p. 81-105. (Ecol. Studies, 84).

COUTINHO, L. M. Efeitos Ecológicos do fogo no Cerrado. In: **IV Reunião Técnica Conjunta FUPEF/SIF/IPEF & II Curso de Atualização em Controle de Incêndios Florestais**. Curitiba: FUPEF, 1996. p. 57-61.

COUTINHO, L. M. **O Cerrado**. 2000. Disponível em: <<http://eco.ib.usp.br/cerrado/index.htm>>. Acesso em: 05/08/2008.

CRUTZEN, P. J.; ANDREAE, M. O. Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. **Science**, Washington, n. 250, p. 1669-1678, 1990.

DEEMING, J. E.; BURGAN, R. E.; COHEN, J. D. **The National Fire Danger Rating System**. USDA Forest Service Research Paper. n. 84. 1977.

DELMAS, R.; LACAUX, J. P.; BROCARD, D. Determination of biomass burning emission factors: methods and results. **Environmental monitoring and assessment**, 1995.

DESPAIN, D. What fuel types burned during the 1988 Yellowstone fires? In: **Proceedings** of the '88 Fires - Yellowstone and Beyond. Jackson Hole, The International Association of Wildland Fire and The National Park Service 9th Biennial Scientific Conference on the Greater Yellowstone Ecosystem. 2008.

EFNCN. **Eurasian Fire in Nature Conservation Network**. Disponível em: <<http://www.fire.uni-freiburg.de/programmes/natcon/natcon.htm>>. Acesso em: 05/08/2008.

EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, New York, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.

ÉTIENNE, M.; LEGRAND, C. A non-destructive method to estimate shrub land biomass and combustibility. In: **Proceedings** 2nd Int. Conf. Forest Fire Research, Coimbra: v. 1, p. 425-434. 1994.

EUROPEAN COMMISSION. **The European forest fires information system (EFFI) results on the fire season in Italy up to September 17, 2003**. Disponível em: <<http://natural-hazards.irc.it/effis/>> Acesso em: 22 out 2004.

FAO/GFMC. **Wildland fire management terminology**. 2003. Disponível em: www.fire.uni.freiburg.de/literature/glossary.htm> Acesso em 23 ago 2007.

FAO/ONU. **Forest and forest fires in Turkey**. International Forest Fire News, Geneva, v.17, p.17, jul. 1997.

FAO/ONU. **Fire situation in Philipinnes**. International Forest Fire News, New York, v. 19, p. 74-75, set. 1998.

FAO/ONU. **Fire situation in Portugal**. International Forest Fire News, New York, v. 26, p. 2-14, jan. / jun. 2002.

FERNANDES, P. M.; REGO, F. C. Equations for estimating fuel load in shrub communities dominated by *Chamaespartium tridentatum* and *Erica umbellatal*. **Proceedings** of the 3rd International Conference on Forest Fire Research & 14th Fire and Forest Meteorology Conference. ADAI: University of Coimbra, 1998. p. 2553-2564.

FERRAZ, S. F. B.; VETTORAZZI, C. A. Mapeamento de risco de incêndios florestais por meio de sistema de informações geográficas (SIG). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 53, p. 39-48, 1998.

FERREIRA, N. J. **Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROS-N**. Oficina de textos: São Paulo, 2004. 271p.

FONSECA, G. A. B.; HERMANN, G.; LEITE, Y. L. R. Macrogeography of Brazilian mammals. In: EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. (Ed.). **Mammals of the Neotropics: the Central Neotropics**. Vol. III - Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil. Chicago: University of Chicago Press, 1999. P. 549-563.

FRANÇA, H. **Metodologia de identificação e quantificação de áreas queimadas no Cerrado com imagens AVHRR/NOAA**. 161f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FRANÇA, H.; PEREIRA, A.; PINTO-JUNIOR, O.; FERNANDES, W. A.; GÓMEZ, R. P. S. Ocorrências de raios e queimadas naturais no Parque Nacional das Emas, GO, na estação chuvosa de 2002-2003. In: IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. **Anais do IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação**, v.1, trabalhos técnicos. Curitiba, 2004. p. 417-425.

FREIRE, S.; CARRÃO, H.; CAETANO, M. **Produção de cartografia de risco de incêndio florestal com recurso a imagens de satélite e dados auxiliares**. Lisboa: IGP, 2002.

FREITAS, R. S.; LONGO, M. K., DIAS, M. A. F. S.; DIAS, P. L. S. Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul In: **Estudos Avançados**. v. 19, 2005. p. 167-185.

FROST, P. G. H. The responses and survival of organisms in fire-prone environments. In: BOOYSEN, P. de V.; TAINTON, N. M. **Ecological Effects of Fire in South African Ecosystems**. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.1984. p. 274-309.

FROST, P. G. H.; ROBERTSON, F. The ecological effects of fire in savannas. In: WALKER, B. **Determinants of tropical savannas**. Oxford: in press. 1987.

FROST, P. G. H.; VAN DE VIJVER, C. Introduction to fire as a driver of system processes. In: **Postgraduate course hot topics and burning issues**. Fire as a driver of system processes – past, present and future. Wageningen University, The Netherlands. 2008.

FULLER, M. **Forest fires: an introduction to wildland fire behavior, management, firefighting, and prevention**. New York: J. Wiley & Sons, 1991.

FUNDAÇÃO PRÓ-CERRADO. **O Cerrado Brasileiro**. Disponível em: <<http://www.procerrado.org.br/>>. Acesso em 01 dez. 2003.

GOLDAMMER, J. G. **Incêndios florestais: prevenção, controle e uso do fogo**. Irati: S.A.C.T., 1982. 93 p.

GOLDAMMER, J. G. Historical biogeography of fire: tropical and subtropical. In: CRUTZEN, P. J.; GOLDAMMER, J. G. **Fire in the environment: the ecological, atmospheric, and climatic importance of vegetation fires**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 1993. p. 297-214.

GOLDAMMER, J. G.; MONTAG, S.; PAGE, H. **Nutzung des Feuers in mittel- und nordeuropäischen Landschaften. Geschichte, Methoden, Probleme, Perspektiven.** NNA-Berichte 10, Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, Heft 5, ISSN 09 35-14 50, 1997. p. 18-38.

GOLDAMMER, J. G.; PRÜTER, J.; PAGE, H. **Feuereinsatz im Naturschutz in Mitteleuropa. Ein Positionspapier.** In: NNA-Berichte 10, Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, Heft 5, ISSN 09 35-14 50, 1997, p. 2-17

GOLDAMMER, J. G. Integrated management of fire and fire-prone environments: options for global, regional, national and local responses. In: **Postgraduate course hot topics and burning issues.** Fire as a driver of system processes – past, present and future. Wageningen University, The Netherlands. 2008.

GOLDAMMER, J. G. Opening and introduction to the symposium. **Proceedings** of the Symposium on Fire Management in Cultural and Natural Landscapes, Nature Conservation and Forestry in Temperate-Boreal Eurasia. Freiburg: Global Fire Monitoring Center – GFMC. 2008

GONÇALVES, D. B. **A regulamentação das queimadas e as mudanças nos canaviais paulistas.** São Carlos: RiMa, 2002. p. 23-31.

GOUDSBLOM, J. Fire and civilization: the history and consequences of human use of fire. In: **Postgraduate course hot topics and burning issues.** Fire as a driver of system processes – past, present and future. Wageningen University, The Netherlands. 2008.

HEIKKILÄ, T. V.; GRONOVIST, R.; JURVÉLIUS, M. **Wildland fire management: handbook for trainers.** Helsinki, 248 p. 2007.

HERMANN, M. L. P.; ROSA, R. O. Relevô. In: **Geografia do Brasil: região sul.** Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p. 55-84.

IAP. Instituto Ambiental do Paraná. **Plano de manejo:** Parque Estadual do Cerrado. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2002. 179 p.

IAP. Instituto Ambiental do Paraná. **Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná.** Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2004. 763p.

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2000. CD-ROM. Disponível em: < <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>. Acesso em: 05/02/2009.

IBAMA. **Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais**. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/prevfogo/>>. Acesso em 01 dez. 2004.

IBDF/FBCN. **Plano de manejo do Parque Nacional das Emas**. Brasília:IBDF, 1991.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Séries Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro, 1992. 92p.

IBGE. **Mapas de vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Escala 1:5.000.000

KAILIDIS, D. S. Forest fires in Greece. In: **Seminar on Forest Fire Prevention**. Proceedings of the Seminar on Forest Fire Prevention, Land Use and People. Athens, 1992. p. 27-40.

KAMPEL, M. Características gerais dos satélites NOAA: histórico, instrumentos e comunicação de dados. In: FERREIRA, N. J. **Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROS-N**. Oficina de textos: São Paulo, 2004. p. 1-40.

KOMAREK, E. V. Ancient Fires. In: Tall Timbers Fire Ecology Conference. **Proceedings** of tall timbers fire ecology conference. Lubbock: 1972. p. 219-240.

KOPROSKI, L. P. **O fogo e seus efeitos sobre a herpeto e a mastofauna no Parque Nacional de Ilha Grande (PR/MS), Brasil**. Curitiba, 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

KOPROSKI, L. Esperando a fumaça baixar. **Boletim da Rede Pró-Unidades de Conservação**. Disponível em: <[http:// www.redeprouc.org.br/site2009/noticia-pq-3.asp?codigo=267](http://www.redeprouc.org.br/site2009/noticia-pq-3.asp?codigo=267)>. Acesso em 22 nov. 2008

KOPROSKI, L.; MANGINI, P. R. Incêndios florestais: ameaça a saúde ecológica no Parque Nacional de Ilha Grande (PR/MS), Brasil. In: II Encontro Internacional de Medicina da Conservação. Mudanças climáticas, saúde e ecossistemas. A saúde numa dimensão ecológica. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2009. CD-ROM.

KOPROSKI, L. Efeitos do fogo sobre répteis e mamíferos. In: SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; NUNES, J. R. S. **Incêndios florestais no Brasil: o estado da arte.** Curitiba, p. 133-156, 2009.

KOPROSKI, L.; MANGINI, P. R.; GOLDAMMER, J. G. Fire: A Threat and a Lacking Tool to Biodiversity Conservation in Brazilian National Parks In: O'Reilly, A.; MURPHY, D. **National Parks: Biodiversity, Conservation and Tourism.** Hauppauge: Nova Science Publishers, 2010.

KOZLOWSKI, T. T.; AHLGREN, C. E. **Fire and ecosystems.** USA: Academic Press, INC., 1974. 542 p.

LIMA, G. S.; BATISTA, A. C. Efeitos do fogo no ecossistema. **Estudos de Biologia,** Curitiba, n. XXXI, p. 5-16, 1993.

LOCKWOOD, J. L.; ROSS, M. S.; SAH, J. P. Smoke on the water: the interplay of fire and water flow on Everglades restoration. **Frontiers in Ecology and the Environment:** v. 1, n. 9, p. 462-468. 2003.

LYON, J.; CRAWFORD, H. S.; CZUHAI, E.; FREDERIKSEN, R. L.; HARLOW, R. F.; METZ, L. J.; PEARSON, H. A. **Effects of fire on fauna:** a state of knowledge review. Washington: USDA, Forest Service, 1978. 22 p.

LYON, J.; BROWN, J. K.; HUFF, M. H.; SMITH, J. K. Introduction. In: LYON, L. J.; HUFF, M. H.; HOOPER, R. G.; TELFER, E. S.; SCHREINER, D. S.; SMITH, J. K. **Wildland fire in ecosystems:** effects of fire on fauna. Ogden, UT: USDA, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2000. p.1-7.

LYON, L. J.; HOOPER, R. G.; TELFER, E. S.; SCHREINER, D. S. Fire Effects on Wildlife Food. In: LYON, L. J.; HUFF, M. H.; HOOPER, R. G.; TELFER, E. S.; SCHREINER, D. S.; SMITH, J. K. **Wildland fire in ecosystems:** effects of fire on fauna. Ogden, UT: USDA, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2000. p. 51-58.

LYON, L. J.; TELFER, E. S.; SCHREINER, D. S. Direct Effects of Fire and Animal Response. In: LYON, L. J.; HUFF, M. H.; HOOPER, R. G.; TELFER, E. S.; SCHREINER, D. S.; SMITH, J. K. **Wildland fire in ecosystems: effects of fire on fauna**. Ogden, UT: USDA, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2000. p. 17-23.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Papelaria Max Roesner Ltda, 1968.

MANGINI, P.R.; SILVA, J. C. R. Medicina da Conservação: aspectos gerais. In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de Animais Selvagens - Medicina Veterinária**. São Paulo: Roca LTDA, 2006, v.1, p. 1258-1268.

MANTA, M. I. **Estudio de la estructura y funcionamiento de dos índices de peligro meteorológico de Incendios forestales. Aplicación a tres zonas climáticas de España Peninsular. Tesis doctoral** - Madrid, 2003. 355 p. Departamento de Ingeniería Forestal - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes - Universidad Politécnica de Madrid.

MANTOVANI, J. E.; PEREIRA, A. Estimativa da integridade da cobertura vegetal do Cerrado através de dados TM/Landsat. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9º, 1998, Santos. **Anais...** Santos: INPE/SELPER, 1998. CD-ROM

MEFFE, G. K.; CARROL, R. **Principles of conservation biology**. Sunderland: Sinauer Associates, INC, 1994.

MELO, L. A. M. N. **Modelagem de combustíveis florestais no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil**. Curitiba, 2005. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

MIRANDA, H. S.; SATO, M. N. Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 95-105.

MITTERMEIER, R. A.; MYERS, N.; MITTERMEIER, C. G.; GIL, P. R. **Hotspots, earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. México: Agrupación Sierra Madre, 1999. p. 148-159.

MOREIRA, A. Proteção contra o fogo e seu efeito na distribuição e composição de espécies de cinco fisionomias de cerrado. In: MIRANDA, H. S.; SAITO, C. H.; DIAS, B. F. S. **Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga**. Brasília: Departamento de Ecologia (ECL) / Universidade de Brasília (UnB). 1996. p 112-121.

MUELLER-DOMBOIS, D.; GOLDAMMER, J. G. Fire in tropical ecosystems and global environmental change: an introduction. In: GOLDAMMER, J. G. **Fire in the tropical biota, ecosystem process and global challenges**. Berlin: Springer-Verlag, 1990. p. 01-10. (Ecol. Studies, 84).

MUTCH, R. W. Fire situation in Brazil. In: GOLDAMMER, J. G.; MUTCH, R. W. **FAO FRA Global Forest Fire Assessment 1990 - 2000**. Forest Resources Assessment Programme, Working Paper 55. FAO: Rome, 2001. p. 468-476. Disponível em: http://www.fire.uni-freiburg.de/programmes/un/fao/Wp55_eng.pdf. Acesso em 01 out 2007.

MYERS, R. L. **Living with fire** – sustaining ecosystems & livelihoods through integrated fire management. TNC: USA, 2006. 28p.

NEPSTAD, D.; MOREIRA, A.; VERISSIMO, A.; NOBRE, C.; SETZER, A.; KRUG, T.; BARROS, A.C.; ALENCAR, A.; PEREIRA, J.R. Forest fire prediction and prevention in the Brazilian Amazon. **Conservation Biology**. n. 12, p. 951-953, 1998.

NUNES, J. R. S. **FMA⁺ - Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o Estado do Paraná – Brasil**. Curitiba. 150f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

NUNES, J. R. S. **Sistema integrado de controle de incêndios florestais para o Estado do Paraná – Brasil**. 110f. (Pós-Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007a.

NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Ajuste da fórmula de monte alegre alterada - FMA⁺ para o Estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 1, p.1-14, 2007b.

NUNES, J. R. S. Índices de perigo de incêndios florestais: a experiência paranaense. In: SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; NUNES, J. R. S. **Incêndios florestais no Brasil: o estado da arte**. Curitiba, p. 53-108, 2009.

OLIVEIRA, D. dos S. de; BATISTA, A. C.; MILANO, M. S. Fogo em Unidades de Conservação. In: II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. **Anais do II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, Vol II, trabalhos técnicos.** Campo Grande, 2000. p. 200-207.

OLIVEIRA, D. S. **Zoneamento de risco de incêndios em povoamentos florestais no norte de Santa Catarina.** 113f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

OLIVEIRA, D.S.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; SLUTTER, C. R. Fire risk mapping for pine and eucalyptus stands in Três Barras, State of Santa Catarina, Brazil. In: *Forest Fire Research & Wildland Fire Safety*, 4, 2002, Coimbra. **Proceedings...**Coimbra: ADAI. University of Coimbra, 2002.

OLIVEIRA, D. S.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; GRODZKI, L.; VOSGERAU, J. Zoneamento de risco de incêndios florestais para o Estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 2, p. 217-221, 2004.

OTTMAR, R. D.; VIHNAMEK, R. E.; MIRANDA, H. S.; SATO, M. N.; ANDRADE, S. M. A. **Séries de estereo-fotografias para quantificar a biomassa da vegetação do cerrado do Brasil central** – vol I. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-519. Portland: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Research Station, 2001. 87 p.

PAIVA, M.P. **Conservação da fauna brasileira.** Rio de Janeiro: Interciência, 1999.

PEREIRA JÚNIOR, A. C. **Métodos de geoprocessamento na avaliação da susceptibilidade do cerrado ao fogo.** 98f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

PEREIRA JUNIOR, H. R. J.; Por que tatu? **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 199, p. 70-73, 2003.

PIVELLO, V. R. **An expert system for the use of prescribed fires in the management of Brazilian savannas.** Tese (PhD) – Imperial College of Science, Technology and Medicine. University of London, Londres, 1992.

PIVELLO, V. R. **O Cerrado Brasileiro.** Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/cerrado>>. Capturado em 01 jun 2003.

PIVELLO, V. R. Manejo de fragmentos de Cerrado: princípios para a conservação da biodiversidade. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 403-413.

PIVELLO, V. R.; COUTINHO, L. M. Transfer of macro-nutrients to the atmosphere during experimental burnings in an open Cerrado (Brazilian savanna). **Journal of Tropical Ecology**. n. 8, p. 487-497. 1992.

PIVELLO, V. R.; NORTON, G. A. FIRETOOL: an expert system for the use of prescribed fire in Brazilian savannas. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 33, p. 348-356, 1996.

PREVFOGO. **Relatório de Ocorrência de Incêndios em Unidades de Conservação Federais 2005**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/prevfogo/wp-content/files/roi_relatorio-2005.pdf/>. Acesso em 20 nov. 2008.

PREVFOGO. **Relatório de Ocorrência de Incêndios em Unidades de Conservação Federais 2006**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/prevfogo/wpcontent/files/relatorio_de_incendios_em_UCs_2006.pdf/>. Acesso em 20 nov. 2008.

PYNE. S. J. Fire and Life. In: PYNE. S. J. **Introduction to wildland fire: Fire Management in the United States**. USA: Wiley - Interscience, 1984. p.177-221.

PYNE, S. Setting the scene: three narratives on fire. In: **Postgraduate course hot topics and burning issues**. Fire as a driver of system processes – past, present and future. Wageningen University, The Netherlands. 2008.

RAMOS-NETO, M. B.; PINHEIRO-MACHADO, C. O capim-flecha (*Tristachya leiostachya* Ness) e sua importância na dinâmica do fogo no Parque Nacional das Emas. In: Simpósio Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga, 1996, Brasília. **Anais do Simpósio Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga**. Brasília: UnB, 1996. p. 68 - 75.

RAMOS-NETO, M. B. **O Parque Nacional das Emas (GO) e o fogo: implicações para a conservação biológica**. 159f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

REGO, F.C.; BOTELHO, H. S. **A técnica do fogo controlado**. 1990.124p.

REPUBLIC OF SOUTH AFRICA. **Annual report of the Department of Environment Affairs**. Pretoria, 1987.

RIBEIRO, G. A. **Estudo do comportamento do fogo e de alguns efeitos da queima controlada em povoamentos de *Eucalyptus viminalis* LABILL em Três Barras, Santa Catarina**. Tese de Doutorado em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1997. 145f.

RIBEIRO, G. A.; SOARES, R. V. Estudo do comportamento da queima controlada em um povoamento de *Eucalyptus viminalis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 57-64, 1999.

RIBEIRO, G. A.; LIMA, G. S.; SIQUEIRA, L. de. O Parque Nacional da Serra da Canastra e a Ocorrência de Incêndios Florestais. In: III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. **Anais** do III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação - Trabalhos Técnicos. Fortaleza, 2002. p. 473-479.

RIBEIRO, G. A.; LIMA, G. S.; OLIVEIRA, A. L. S.; CAMARGOS, V. L. Uso de vegetação como aceiro verde na redução da propagação de fogo sob linhas de transmissão. **Ceres**, Viçosa, p. 1-18, 2008. No prelo.

RIBEIRO, L.; KOPROSKI, L. P.; STOLLE, L.; LINGNAU, C.; SOARES, R.; BATISTA, A. C. Zoneamento de riscos de incêndios florestais para a fazenda experimental do Canguiri, Pinhais (PR). **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 3, p. 561-570. 2008.

RIGOLOT, E. **Combustíveis**. Tras-os-Montes, Universidade de Trás - os - Montes e Alto Douro 1990.

RIGOLOT, E.; ÉTIENNE, M. Litter thickness on tree covered fuel-break maintained by grazing, In: ÉTIENNE, M. **Western European silvopastoral systems**. INRA Editions: Paris, 1996. p. 111-122.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Universidade Federal de Santa Maria-RS, n. 24, p. 75-92, jan./jun. 2002.

RUSSEL-SMITH, J.; EDWARDS, A. C.; COOK, G. D.; SCHATZ, J.; BROCKLEHURST, P. Estimating greenhouse gas emissions from savanna burning in northern Australia. In: **Proceedings** of the 5th International Conference on Forest Fire Research. Figueira da Foz, Portugal, 2006.

SALAS, J.; CHUVIECO, E. Geographic information systems for wildland fire risk mapping. **Wildfire**, Washington, v. 3, n. 2, p. 7-13, 1994.

SALGADO-LABORIAU, M. L. Alguns aspectos sobre a paleoecologia dos Cerrados. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 109-118.

SANDBERG, D. V.; OTTMAR, R. D.; CUSHON, G. H. Characterizing fuels in the 21st Century. **International Journal of Wildland Fire**, Australia, v. 10, p. 381-387, 2001.

SANTOS, J. F. **Estatísticas de incêndios florestais em áreas protegidas no período de 1998 a 2002**. 76f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

SATO, M. N. **Mortalidade de Plantas Lenhosas do Cerrado Submetidas a Diferentes Regimes de Queima**. 46f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 1996.

SATO, M. N.; MIRANDA, H. S. Mortalidade de plantas lenhosas do cerrado após duas queimadas prescritas. In: **Anais do VIII Simpósio sobre o Cerrado e 1st International Symposium on Tropical Savanas**. CPAC/EMBRAPA: Brasília, 1996. p. 204-207.

SARMIENTO, G.; MONASTERIO, M. A critical consideration of the environmental conditions associated with the occurrence of savanna ecosystems in tropical America. In: GOLLEY, F. B.; MEDINA, E. **Tropical ecological systems**. Springer: New York, 1975.

SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 439 p.

SCHALLER, G. B. Mammals and their biomass on brazilian ranch. **Arg. Zool.**, n. 31, v. 1, 1983. p. 1-36.

SCHULLERY, P. The Fires and Fire Police. **Bioscience**, n. 39, 1989. p. 689-694.

SCHROEDER, M. J.; BUCK, C. C. **Fire weather**. USDA Forest Service, Agriculture Handbook 360. 229 p. 1970.

SCHWELA, D. Forward. In: SCHWELA, D.; GOLDAMMER, J. G.; MORAWSKA, L.; SIMPSON, O. **Health guidelines for vegetation fire events**. UNEP-WHO-WMO-IEE: Singapore, 1999. p. vi-vii.

SCHWELA, D.; GOLDAMMER, J. G.; MORAWSKA, L.; SIMPSON, O. **Health guidelines for vegetation fire events**. UNEP-WHO-WMO-IEE: Singapore, 1999. 197p.

SCOTT, J. H.; REINHARDT, E. D. **Stereo photo guide for estimating canopy fuel characteristics in conifer stands**. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-145. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 2005. 49 p.

SHLISKY, A.; WAUGH, J.; GONZALEZ, P.; GONZALEZ, M.; MANTA, M.; SANTOSO, H.; ALVARADO, E.; AINUDDIN NURUDDIN, A.; RODRÍGUEZ-TREJO, D.A.; SWATY, R.; SCHMIDT, D.; KAUFMANN, M.; MYERS, R.; ALENCAR, A.; KEARNS, F.; JOHNSON, D.; SMITH, J.; ZOLLNER, D.; FULKS, W. **Fire, ecosystems and people: threats and strategies for global biodiversity conservation**. Arlington: The Nature Conservancy, 2007. GFI Technical Report 2007-2.

SILVA, G. T.; SATO, M. N.; FURTADO, D.A.; MIRANDA, H. S. Mortalidade de plantas lenhosas em campo-sujo submetido a queimadas prescritas. **Anais do VIII Simpósio sobre o Cerrado e 1st International Symposium on Tropical Savanas**. CPAC/EMBRAPA: Brasília, 1996. p. 208-212.

SILVA, J. M. C.; SANTOS, M. P. D. A importância relativa dos processos biogeográficos na formação da avifauna do Cerrado e de outros biomas brasileiros. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 221-233.

SILVA JÚNIOR, E. M. Centro nacional de prevenção e combate aos incêndios florestais PREVFOGO. In: RIBEIRO, G. A.; LIMA, G. S.; CAMARGOS, V. L. **Anais do IV Simpósio Sulamericano sobre Prevenção e Combate a Incêndios Florestais e 8ª Reunião Técnica conjunta SIF/FUPEF/IPEF sobre controle de Incêndios Florestais**. Viçosa: SIF, 2007. p. 29-33.

SILVEIRA, L. **Ecologia e conservação dos mamíferos carnívoros do Parque Nacional das Emas, Goiás**. 114f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 1999.

SINHA, P.; HOBBS, P. V.; YOKELSON, R. J.; BLAKE, D. R.; GAO, S.; KIRCHSTETTER, T. W. **Distributions of trace gases and aerosols during the dry biomass burning season in southern Africa.** 2003.

SNUC. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.** Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. Brasília, 5 ed., 2004. 56 p.

SOARES, R. V. **Determinação de um índice de perigo de incêndio para a região centro paranaense, Brasil.** 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Centro Agronomico Tropical de Enseñanza e Investigacion, Turrialba, 1972.

SOARES, R.V. **The use of prescribed fire in forest management in the State of Paraná, Brasil.** Seattle, 1977. Tese de Ph.D. - University of Washington.

SOARES, R.V. Determinação da quantidade de material combustível acumulado em plantios de *Pinus* spp. na região de Sacramento - MG. **Revista Floresta**, v. 10 n. 1, p. 48 - 62. 1979.

SOARES, R. V. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em 1983. **Brasil Florestal**, Brasília, n. 58, p. 31-42, 1984.

SOARES, R. V. **Incêndios florestais** - controle e uso do fogo. Curitiba: FUPEF, 1985. 213p.

SOARES, R. V. Forest fires in Brazilian plantations and other protected public land. In: III Symposium on Fire Ecology. **Proceedings** of the III Symposium on Fire Ecology. Freiburg, 1989. p. 5-6.

SOARES, R. V. Arson: a major cause of Forest fires. In: 2nd International Wildland Fire Conference. **Proceedings** of the 2nd International Wildland Fire Conference: Social Perspectives Section. Vancouver. 1997.

SOARES, R. V. Estatísticas dos incêndios florestais no Brasil. In: SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; NUNES, J. R. S. **Incêndios florestais no Brasil: o estado da arte.** Curitiba, p. 53-108, 2009.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Curso de prevenção e controle de incêndios florestais.** Curso de especialização por tutoria à distância. Curitiba: ABEAS & UFPR, 2002.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; SANTOS, J. F. Evolution of forest fire statistics in Brazilian protected lands in the last 20 years. In: **Proceedings** of the 5th International Conference on Forest Fire Research. Figueira da Foz, Portugal, 2006.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; SOUZA, L. Fuel loading in *Eucalyptus dunnii* and *Pinus taeda* plantations in southern Brazil. In: VIEGAS, D. X. **Proceedings** of IV Int. Conf. On Forest Fire Research. Wildland Fire Safety Summit. Luso, Millpress Science Publishers, Rotherdam. 2002.

SOARES, R. V.; SANTOS, J. F. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997. **Floresta**, v. 32, n. 2, Curitiba, jul./dez. 2002. p. 219-232.

SOUZA, L. J. B. **Modelagem de material combustível em plantações de *Pinus taeda* L. e *Eucalyptus dunnii* Maiden**. Curitiba, 2000. 127 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias , Universidade Federal do Paraná.

SPIELMANN, M.; KRAUS, D. Methodology of prescribed burning demonstration plot description and inventory for the Eurasian fire in nature conservation network and the fire paradox Russia and Mongolia programme. In: **Proceedings** of the Symposium on Fire Management in Cultural and Natural Landscapes, Nature Conservation and Forestry in Temperate-Boreal Eurasia. Freiburg: Global Fire Monitoring Center – GFMC. 2008

STRAUBE, F. C. O cerrado no Paraná: ocorrência original e atual e subsídios para sua conservação. **Cadernos de Biodiversidade**, Curitiba, v. 1, p. 12-24, 1998.

STRAUBE, F. C.; URBEN-FILHO, A.; GATTO, C. A avifauna do Parque Estadual do Cerrado (Jaguariaíva, Paraná) e a conservação do cerrado em seu limite meridional de ocorrência. **Atualidades Ornitológicas**, Ivaiporã, v. 127, p. 29-29, 2005.

SUDERHSA. Superintendência de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Dados de precipitação das estações Jaguariaíva, Eduardo Xavier da Silva e Jaguariaíva-SE COPEL, no Município de Jaguariaíva**. Curitiba: SUDERHSA, 2002.

TREWARTHA, G. T.; HORN, L. H. **An introduction to climate**. New York: Mc Graw-Hill, 1980. 416p.

TRIGG, S.; LE ROUX, J. Hot Spot Contribution to the FAO Special Report on Forest Fires. In: GOLDAMMER, J. G.; MUTCH, R. W. **FAO FRA Global Forest Fire Assessment 1990 - 2000**. Forest Resources Assessment Programme, Working Paper 55. FAO: Rome, 2001. p. 468-476. Disponível em: http://www.fire.uni-freiburg.de/programmes/un/fao/Wp55_eng.pdf. Acesso em 01 out 2007.

UHLMANN, A. **Análise fitossociológica de três categorias fitofisionômicas no Parque Estadual do Cerrado – Jaguariaíva/PR**. 153 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

UHLMANN, A.; CURCIO, G.; GALVÃO, F.; SILVA, S. M. Relações entre a distribuição das categorias fitofisionômicas e padrões geomórficos e pedológicos em uma área de savana (cerrado) no Estado do Paraná, Brasil. **Arq. Biol. Tecn.**, v.40, n. 2, p. 473-484, 1997.

VALERI, S. V.; REISSMANN, C. B. Composição da manta florestal sob povoamentos de *Pinus taeda* L. na região de Telêmaco Borba – PR. **Floresta**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 55-61, 1989.

VAN DE VIJVER, C.; GOLDAMMER, J. G. 2008. **Postgraduate course hot topics and burning issues**. Fire as a driver of system processes – past, present and future. Wageningen University, The Netherlands. 2008.

VAN WAGNER, C.E. The line intersect method in forest fuel sampling. **Forest Science**. n. 10, 1968. p. 267-276.

VÉLEZ, R. Field research on population attitudes concerning the use of fire in forest areas. In: International Conference on Forest Fire Research, **Proceedings** of the International Conference on Forest Fire Research. Coimbra. 1990. A. 01-1/7.

VÉLEZ, R. **La defensa contra incendios forestales**. Espanha: Fundamentos y experiencias, 2000.

VENTURI, N. L. **Determinação de locais ótimos para implantação de torres de vigilância a incêndios florestais por meio de sistema de informações geográficas**. 125f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

VETORAZZI, C. A.; FERRAZ, S. F. B. Uso de sistemas de informações geográficas aplicados à prevenção e combate a incêndios em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 111-115, 1998.

VIEGAS, D. X. Weather, fuel status and fire occurrence: predicting large fires. In: VIEGAS, D. X. **Large Forest Fires**. Backhuys Publishers: Leiden, p. 31-48. 1997

VOGL, R. J. Effects of Fire on the Plants and Animals of a Florida Wetland. **The American Midland Naturalist**. n. 89, 1973. p. 334-347.

VON LINSINGEN, L.; SONEHARA, J. DE S.; UHLMANN, A.; CERVI, A. Composição florística do Parque Estadual do Cerrado de Jaguariaíva, Paraná, Brasil. **Acta Biol. Par.**, Curitiba, v. 35, n. 3-4, p. 197-232, 2006.

VOSGERAU, J. L. **Análise dos incêndios florestais registrados pelo corpo de bombeiros no Estado do Paraná no período de 1991 a 2001**. 101f. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**: síntese terminológica e relações florísticas. 373f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

WARD, D. E.; SUSSOT, R. A.; KAUFMAN, J. B.; BABBIT, R. E.; CUMMINGS, D. L.; DIAS, B.; HOLBEN, B. N.; KAUFMAN, Y. J.; RASMUSSEN, R. A.; SETZER, A. W. Smoke and fire characteristics for Cerrado and deforestation burns in Brazil – base B experiment. **Journal of Geophysical Research – Atmospheres**. n. 97, 1992, p. 14601-14619.

WRIGHT, H. A.; BAILEY, A. W. Wildlife. In: WRIGHT, H. A.; BAILEY, A. W. **Fire ecology**. USA: 1982. p. 49-79.

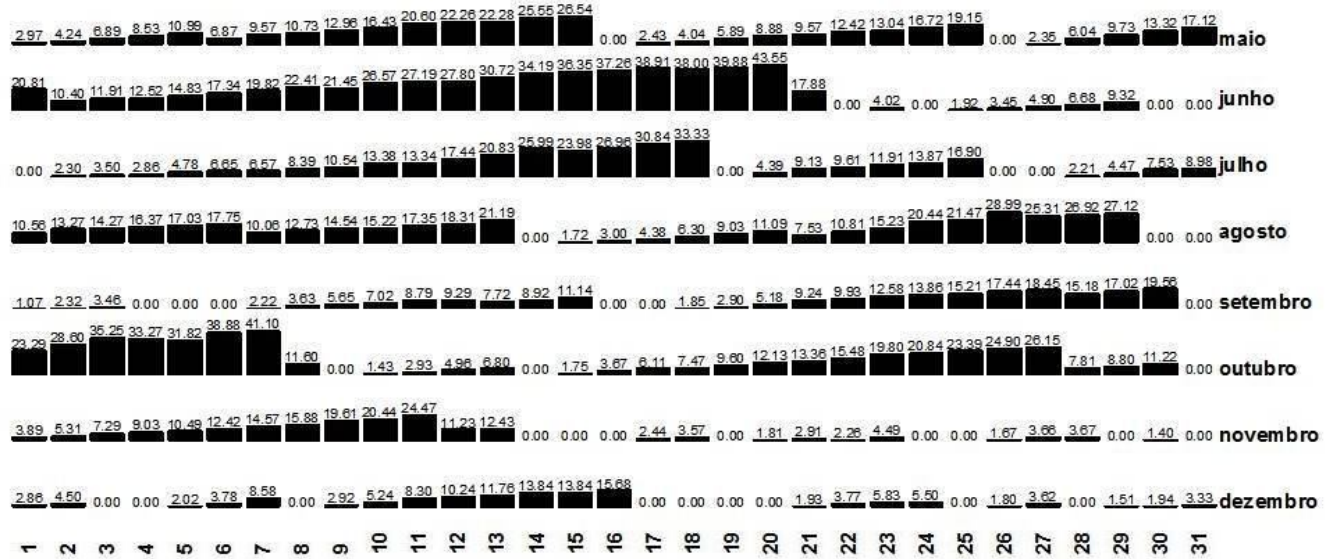
WWF. **O Bioma Cerrado**. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br/biomas/>>. Acesso em 01 dez. 2003.

YOSCHENKO, V. I.; KASHPAROV, V. A.; LEVCHUK, S. E.; LUNDIN, S. M.; PROTSAK, V. P.; KHOMUTININ, Y. V.; GLUKHOVSKY, A. S.; MALOSHTAN, I. M.; TSCHIERSCH, J. Experimental study of the radioecological impact of wildland fires in the Chernobyl zone. In: **Proceedings** of the symposium on fire management in cultural and natural landscapes, nature conservation and forestry in temperate-boreal Eurasia. Freiburg: Global Fire Monitoring Center – GFMC. 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - RESULTADOS DE FMA ⁺ PARA O ANO DE 2000.....	206
APÊNDICE 2 - RESULTADOS DE FMA ⁺ PARA O ANO DE 2001.....	207
APÊNDICE 3 - RESULTADOS DE FMA ⁺ PARA O ANO DE 2002.....	208
APÊNDICE 4 - RESULTADOS DE FMA ⁺ PARA O ANO DE 2003.....	209
APÊNDICE 5 – RESULTADOS DE FMA ⁺ PARA O ANO DE 2004.....	210
APÊNDICE 6 – RESULTADOS DE FMA ⁺ PARA O ANO DE 2005.....	211
APÊNDICE 7 – RESULTADOS DE FMA ⁺ PARA O ANO DE 2006.....	212

APÊNDICE 1 – RESULTADOS DE FMA+ PARA O ANO DE 2000



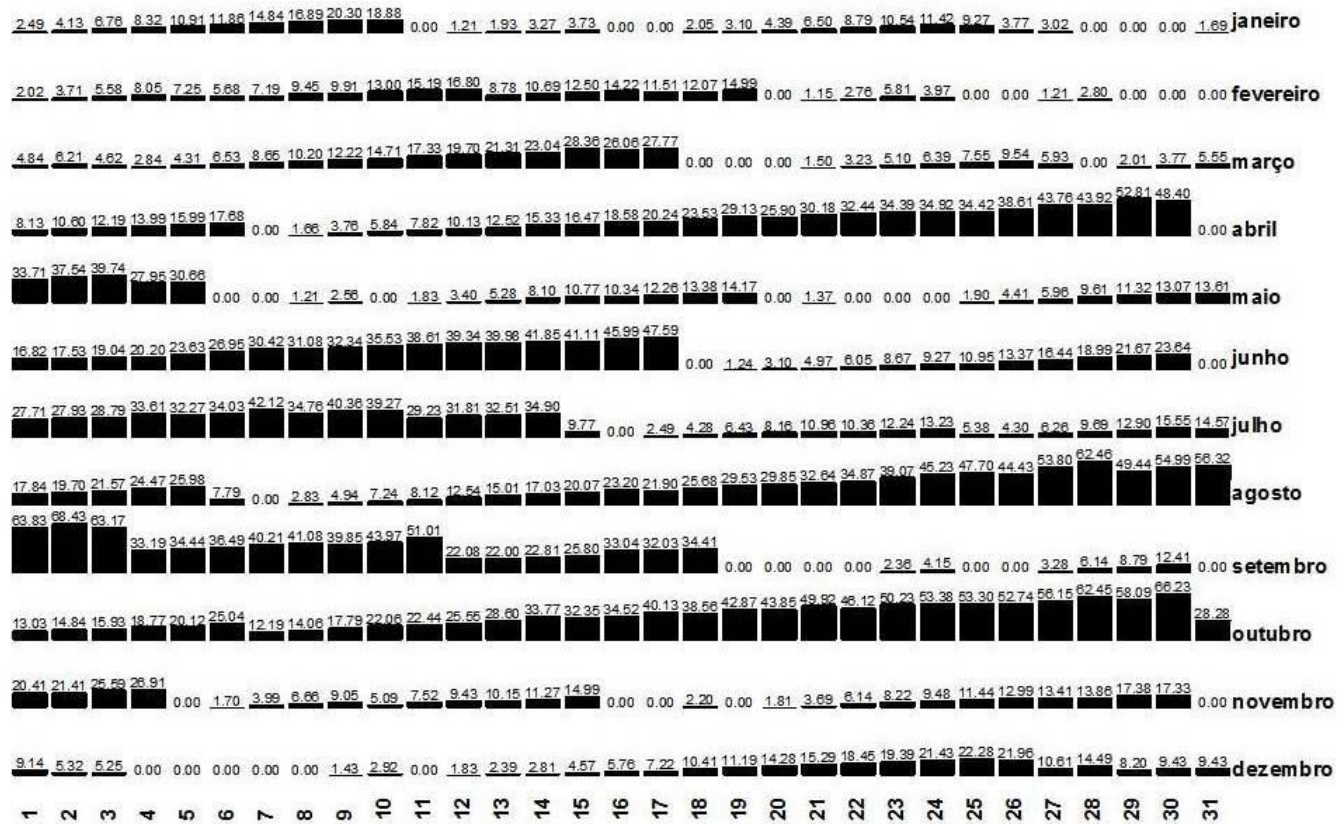
FONTE: O autor (2010)

APÊNDICE 2 – RESULTADOS DE FMA+ PARA O ANO DE 2001

	2,86	3,30	0,00	1,98	3,71	6,62	7,78	10,00	11,77	9,36	5,14	6,08	7,39	0,00	0,00	0,00	2,44	4,13	6,54	8,44	10,54	12,71	14,41	16,30	16,63	18,30	19,53	0,00	0,00	0,00	1,65	janeiro
	3,23	4,81	2,57	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64	3,45	0,00	1,61	2,90	0,00	0,00	0,00	1,19	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,74	2,98	5,17	6,66	9,29	10,09	0,00	0,00	0,00	fevereiro
	6,12	7,59	9,47	12,10	12,98	16,91	11,38	13,89	10,13	13,18	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	3,98	5,84	7,80	9,64	10,88	6,63	8,45	11,83	12,47	16,52	8,47	11,10	11,28	13,09	16,74	18,37	março
	18,95	21,03	23,44	24,70	29,22	30,31	31,02	31,78	32,92	40,04	27,30	12,51	14,94	17,10	18,61	23,57	24,69	27,72	29,50	35,38	38,78	35,33	37,01	41,34	0,00	0,00	0,00	0,00	1,94	4,42	0,00	abril
	6,37	8,58	10,43	11,34	14,74	15,08	18,08	0,00	2,33	4,03	5,10	6,99	7,71	8,33	8,44	0,00	2,89	4,33	6,58	0,00	1,65	2,85	4,14	5,25	7,38	3,01	4,82	5,62	7,36	8,44	3,75	maio
	0,00	2,09	4,24	6,38	7,63	10,08	10,15	11,62	14,00	15,68	8,43	10,37	12,02	14,98	15,44	18,45	18,75	18,57	20,39	26,77	10,53	0,00	0,00	0,00	1,02	2,63	4,23	5,70	0,00	0,00	0,00	junho
	1,88	3,92	6,57	8,76	10,91	14,08	14,95	17,78	18,98	21,10	26,17	27,44	26,92	31,84	14,29	16,62	18,38	21,57	20,58	24,49	26,10	26,63	0,00	1,23	2,34	3,52	4,86	7,82	9,45	3,72	3,59	julho
	5,48	9,23	11,32	13,16	15,50	18,69	20,80	25,70	26,50	27,97	30,53	24,68	35,68	39,30	41,41	45,06	51,10	54,35	50,14	51,50	53,84	55,43	56,86	58,24	12,99	15,52	15,06	0,00	0,00	1,47	2,31	agosto
	0,00	0,00	2,34	4,54	6,74	7,93	9,96	8,53	10,99	12,64	15,37	16,97	20,53	21,13	25,40	27,81	31,70	0,00	0,00	1,49	3,63	5,00	6,36	9,11	9,83	6,13	7,17	8,12	4,87	6,50	0,00	setembro
	7,69	5,78	7,98	12,43	0,00	1,74	3,57	4,38	5,62	8,46	7,97	0,00	2,08	4,02	0,00	2,59	4,82	6,13	8,27	9,98	12,60	0,00	0,00	3,35	6,28	9,51	12,40	17,70	20,60	24,66	29,36	outubro
	29,85	31,08	34,49	33,80	38,51	43,54	43,35	48,19	52,85	55,61	56,85	51,96	55,62	57,15	0,00	1,49	2,53	3,96	2,27	0,00	0,00	1,82	0,00	2,24	5,14	7,83	9,73	10,67	12,32	14,53	0,00	novembro
	21,14	18,28	22,46	0,00	1,22	3,03	5,01	6,57	0,00	1,82	3,29	5,09	0,00	1,14	2,94	4,18	0,00	0,00	0,00	2,55	4,19	6,25	6,84	7,75	0,00	0,00	0,00	1,89	3,45	5,35	5,32	dezembro
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	

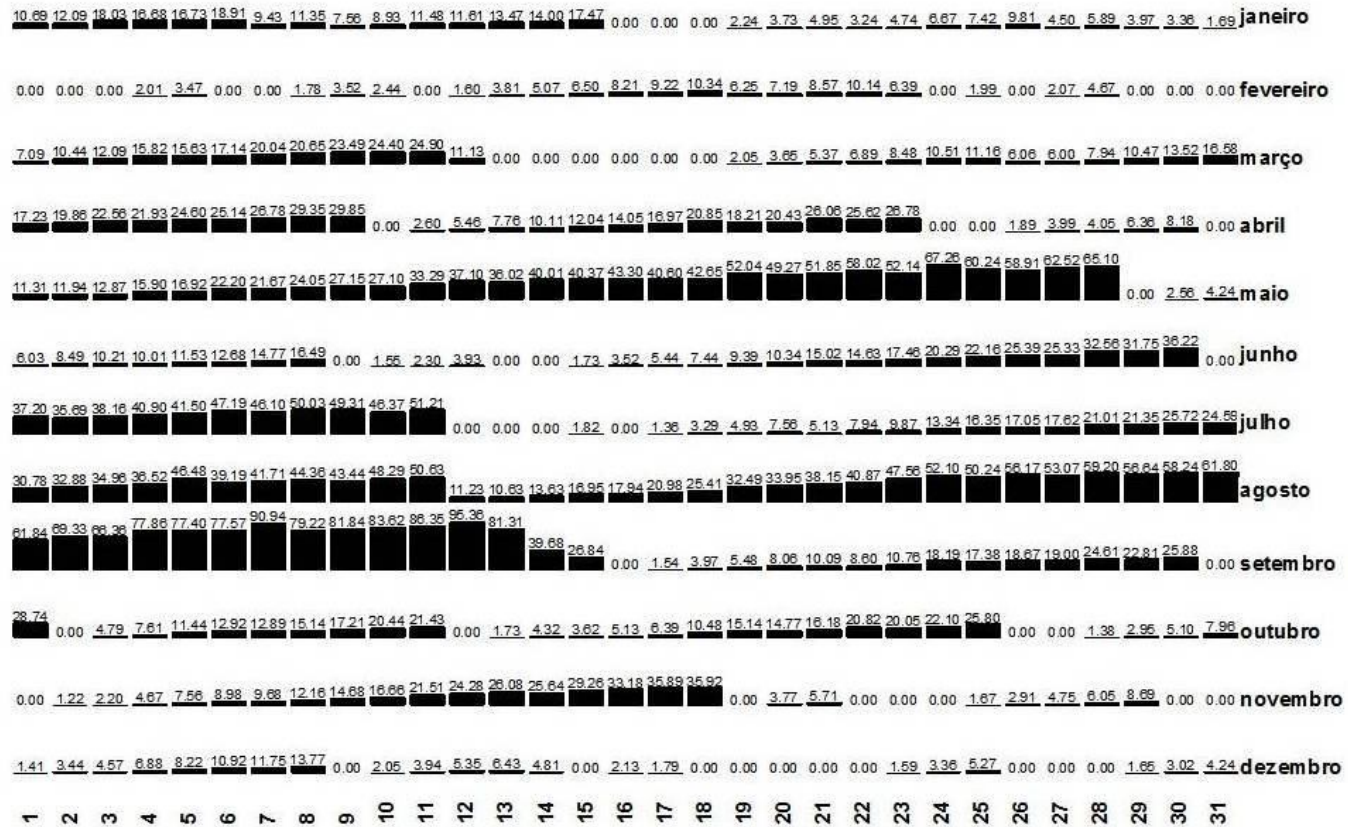
FONTE: O autor (2010)

APÊNDICE 3 – RESULTADOS DE FMA+ PARA O ANO DE 2002



FONTE: O autor (2010)

APÊNDICE 4 – RESULTADOS DE FMA+ PARA O ANO DE 2003



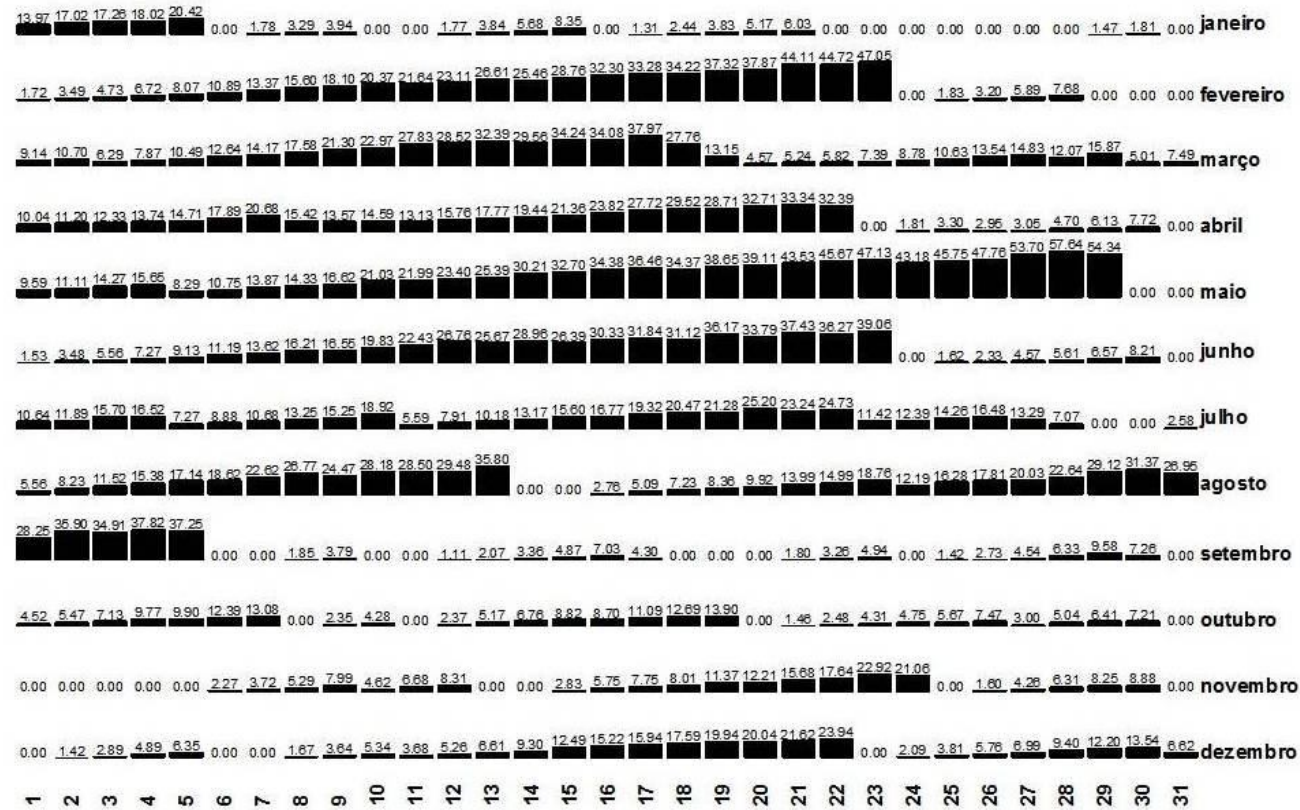
FONTE: O autor (2010)

APÊNDICE 5 – RESULTADOS DE FMA+ PARA O ANO DE 2004

	5,35	2,63	4,31	3,35	5,11	3,96	3,15	4,50	5,72	7,79	10,36	8,92	0,00	1,80	3,84	5,16	7,61	0,00	2,20	4,20	0,00	1,48	3,35	4,46	5,14	6,73	8,32	9,60	5,22	0,00	0,00	janeiro
	1,72	3,34	5,20	2,94	2,54	0,00	1,59	3,23	3,96	5,77	8,16	10,57	11,05	14,21	14,22	14,52	17,46	20,59	20,08	0,00	1,66	3,13	4,61	6,66	8,05	11,21	14,84	15,82	18,08	0,00	0,00	fevereiro
	20,86	21,71	22,45	23,35	27,34	28,77	31,36	32,95	15,00	16,82	16,82	4,82	6,07	7,33	8,77	10,65	5,67	4,35	6,00	0,00	1,65	4,01	3,27	0,00	0,00	0,00	2,32	4,31	7,03	9,15	11,12	março
	13,50	14,96	15,84	18,92	21,31	22,32	22,93	23,36	11,35	0,00	0,00	2,23	4,14	3,64	5,54	6,88	7,72	11,11	12,08	0,00	1,67	3,31	4,99	6,16	3,90	5,07	7,45	9,23	0,00	2,38	0,00	abril
	4,40	6,73	8,76	9,42	10,11	11,72	7,08	8,60	0,00	1,66	2,54	0,00	0,00	1,72	2,79	4,61	6,90	4,85	0,00	1,49	1,61	3,00	4,64	5,32	7,19	9,14	0,00	1,96	3,64	0,00	0,00	maio
	1,43	2,36	3,74	5,29	7,71	0,00	2,27	2,53	2,85	4,41	6,13	8,81	10,64	14,32	9,77	8,68	0,00	0,00	1,92	4,22	5,62	8,23	9,75	11,22	14,09	14,98	15,99	16,29	20,67	23,23	0,00	junho
	24,44	25,58	27,17	29,05	30,29	31,99	31,04	35,45	33,12	35,84	9,17	10,39	11,82	3,98	5,77	0,00	1,57	2,99	2,24	3,90	4,84	0,00	1,85	0,00	0,00	2,23	4,73	6,27	9,00	10,54	13,31	julho
	16,14	18,51	21,19	24,59	25,09	30,10	32,44	35,08	33,93	36,14	39,41	40,72	41,78	50,51	50,65	52,06	54,34	60,83	63,11	68,02	65,72	65,96	79,96	74,65	79,36	84,91	72,65	85,35	78,39	84,49	91,25	agosto
	106,52	97,96	95,28	107,31	102,91	106,01	123,61	120,61	125,01	137,01	124,21	135,61	149,01	127,31	142,51	135,51	136,11	131,90	31,14	33,90	38,60	37,38	41,35	46,40	43,55	46,48	50,94	52,19	51,39	55,18	0,00	setembro
	57,97	57,29	61,20	64,23	66,20	70,43	0,00	3,57	7,02	8,96	9,67	13,08	12,96	14,35	15,22	0,00	1,52	0,00	0,00	2,12	3,43	5,09	0,00	0,00	1,11	3,51	6,36	8,04	12,87	0,00	0,00	outubro
	1,35	3,18	5,27	6,90	8,59	0,00	1,49	3,17	5,19	3,52	5,19	7,15	8,82	11,03	11,91	3,75	0,00	1,64	4,68	7,28	4,51	7,90	8,19	10,10	13,22	15,31	18,39	19,01	20,72	20,74	0,00	novembro
	24,49	26,54	28,20	0,00	1,99	3,51	5,16	7,06	8,22	9,11	6,17	6,96	0,00	2,15	4,27	2,76	4,26	5,91	7,63	9,51	10,03	12,84	0,00	1,46	4,27	4,89	8,18	4,80	7,52	10,97	11,42	dezembro
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	

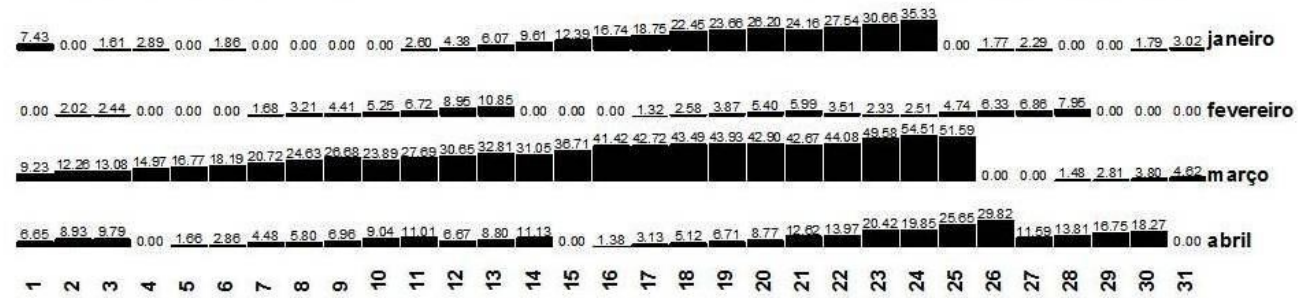
FONTE: O autor (2010)

APÊNDICE 6 – RESULTADOS DE FMA+ PARA O ANO DE 2005



FONTE: O autor (2010)

APÊNDICE 7 – RESULTADOS DE FMA+ PARA O ANO DE 2006



FONTE: O autor (2010)

ANEXOS

ANEXO 1 - LISTA DAS ESPÉCIES DE PLANTAS OCORRENTES NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, JAGUARIAÍVA, PARANÁ	214
ANEXO 2 - LISTA DE ESPÉCIES DE MAMÍFEROS OCORRENTES NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, JAGUARIAÍVA, PARANÁ	218
ANEXO 3 - LISTA DE ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS PARA O PARQUE ESTADUAL DO CERRADO E REGIÕES ADJACENTES	219
ANEXO 4 - LISTA DE ESPÉCIES DE RÉPTEIS E SUAS POSSIBILIDADES DE OCORRÊNCIA PARA O PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, JAGUARIAÍVA, PARANÁ	223
ANEXO 5 – LISTA DE ESPÉCIES DE ANFÍBIOS E SUA PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA PARA O PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, JAGUARIAÍVA, PARANÁ	224
ANEXO 6 – FORMULÁRIO DE REGISTRO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO BRASILEIRAS	225

ANEXO 1 – LISTA DAS ESPÉCIES DE PLANTAS OCORRENTES NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ (continua)

ACANTHACEAE Ruellia geminiflora	APIACEAE Eryngium junceum	Chromolaena laevigata
AMARANTHACEAE Alternanthera brasiliiana	Eryngium ebracteatum	Chrysolaena flexuosa
Gomphrena macrocephala	Eryngium elegans	Elephantopus mollis
Gomphrena paranaensis	Eryngium horridum	Emilia sonchifolia
Pfaffia glabrata	APOCYNACEAE	Facelis retusa
Pfaffia gnaphaloides	Aspidosperma tomentosum	Gamochoeta purpurea
Pfaffia jubata	Condylocarpon isthmicum	Gochnatia paniculata
Pfaffia tuberosa	Macrosiphonia virescens	Gochnatia velutina
AMARYLLIDACEAE Hippeastrum psittacinum	Mandevilla coccinea	Grazielia intermedia
ANACARDIACEAE Anacardium humile	Mandevilla illustris	Grazielia multifida
Schinus lentiscifolius	Mandevilla velutina	Hatschbachiella tweedieana
Schinus terebinthifolius	Temnadenia stellaris	Hypochoeris radicata
Tapirira guianensis	Temnadenia violacea	Lessingianthus brevifolius
ANNONACEAE Annona cacans	AQUIFOLIACEAE	Lessingianthus glabratus
Annona cornifolia	Ilex theezans	Lessingianthus grandiflorus
Annona crassiflora	ARALIACEAE	Lucilia lycopodioides
Annona dioica	Didymopanax vinosum	Melampodium divaricatum
Duguetia furfuracea	ARAUCARIACEAE	Piptocarpha regnelii
Duguetia lanceolata	Araucaria angustifolia	Piptocarpha tomentosa
Guatteria australis	ARECACEAE	Podocoma rivularis
Rollinia emarginata	Allagoptera campestris	Pterocaulon alopecuroides
ACANTHACEAE Ruellia geminiflora	Butia microspadix	Pterocaulon angustifolium
AMARANTHACEAE Alternanthera brasiliiana	Geonoma schottiana	Pterocaulon rugosum
Gomphrena macrocephala	Syagrus romanzoffiana	Richterago radiata
Gomphrena paranaensis	ARISTOLOCHACEAE	Senecio brasiliensis
Pfaffia glabrata	Aristolochia chamissonis	Solidago chilensis
Pfaffia gnaphaloides	ASCLEPIADACEAE	Stevia claussoni
Pfaffia jubata	Blepharodon lineare	Taraxacum officinale
Pfaffia tuberosa	Blepharodon nitidum	Trixis verbascifolia
AMARYLLIDACEAE Hippeastrum psittacinum	Ditassa edmundoi	Vernonanthura crassa
ANACARDIACEAE Anacardium humile	Hemipogon setaceus	Stenocephalum megapotamicum
Schinus lentiscifolius	Oxypetalum wightianum.	BEGONIACEAE
Schinus terebinthifolius	Oxypetalum sublanatum	Begonia fischeri
Tapirira guianensis	ASTERACEAE	Begonia setosa
ANNONACEAE Annona cacans	Achyroclines saturoides	BIGNONIACEAE
Annona cornifolia	Aspilia montevidensis	Anemopaegma arvense
Annona crassiflora	Baccharis coridifolia	Arrabidaea chica
Annona dioica	Baccharis dracunculifolia	Clytostoma binatum
Duguetia furfuracea	Baccharis myricaefolia	Cybistax antisiphilitica
Duguetia lanceolata	Baccharis trimera	Jacaranda micrantha
Guatteria australis	Bidens pilosa	Jacaranda oxyphylla
Rollinia emarginata	Calea cuneifolia	Pyrostegia venusta
	Calea cymosa	Tabebuia ochracea
	Calea hispida	Tabebuia pulcherrima
	Calea longifolia	Zeyheria montana
	Calea monocephala	BORAGINACEAE
	Calea parvifolia	Moritzia dusenii
	Campuloclinium macrocephalum	
	Chaptalia graminifolia	
	Chaptalia integerrima	
	Chresta sphaerocephala	

FONTE: VON LINSINGEN *et al.* (2006)

ANEXO 1 – LISTA DAS ESPÉCIES DE PLANTAS OCORRENTES NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ (continuação)

BROMELIACEAE	CHRYSOBALANACEAE	Croton floribundus
Aechmea bromeliifolia	Couepia grandiflora	Croton migrans
Aechmea recurvata	CUCURBITACEAE	Croton glandulosus
Platyaechmea distichantha	Cayaponia espelina	Dalechampia micromeria
Dyckia tuberosa	CUNNONIACEAE	Dalechampia trichophila
Pitcairnia flammea	Lamanonia ternata	Julocroton humilis
Tillandsia gardneri	CYPERACEAE	Phyllanthus niruri
Tillandsia recurvata	Bulbostylis jacobinae	Pera obovata
Tillandsia stricta	Bulbostylis capillaris	Sebastiania brasiliensis
Tillandsia geminiflora	Cyperus ferax	Sebastiania commersoniana
Tillandsia usneoides	Cyperus odoratus	FABACEAE
Wittrockia cyathiformis	Cyperus megapotamicus	Acosmium subelegans
Vriesea friburgensi	Eleocharis filiculmis	Andira humilis
BUDDLEJACEAE	Fimbristylis complanata	Camptosema scarlatinum
Buddleja brasiliensis	Kyllinga odorata	Centrosema bracteosum
CACTACEAE	Cryptangium sp.	Centrosema pubescens
Hatiora salicornioides	Lagenocarpus rigidus	Clitoria guianensis
Lepismium houlettianum	Rhynchospora brasiliensis	Clitoria rufescens
Rhipsalis baccifera	Rhynchospora confinis	Collaea speciosa
Rhipsalis dissimilis	Rhynchospora consanguinea	Dalbergia brasiliensis
CAESALPINACEAE	Rhynchospora corymbosa	Crotalaria micans
Bauhinia holophylla	Rhynchospora exaltata	Dalbergia miscolobium
Chamaecrista cardiostegia	Scleria hirtella	Desmodium barbatum
Chamaecrista cathartica	Scleria latifolia	Desmodium incanum
Chamaecrista desvauxii	DROSERACEAE	Desmodium leiocarpum
Copaifera langsdorffii	Drosera communis	Eriosema longifolium
Senna rugosa	Drosera villosa	Eriosema campestre
CAMPANULACEAE	EBENACEAE	Eriosema crinitum
Lobelia camporum	Diospyros hispida	Eriosema heterophyllum
Siphocampylus sulfureus	ERICACEAE	Eriosema obovatum
Siphocampylus verticillatus	Agarista pulchella	Galactia boavista
Wahlenbergia linarioides	Gaylussacia brasiliensis	Galactia macrophylla
CARYOCARACEAE	Gaylussacia pseudogaultheria	Galactia neesii
Caryocar brasiliense	ERIOCAULACEAE	Galactia benthamiana
Cecropia pachystachya	Eriocaulon ligulatum	Lupinus sellowianus
CELASTRACEAE	Eriocaulon sellowianum	Machaerium acutifolium
Austroplenckia populnea	Leiothrix flavescens	Periandra mediterranea
Maytenus evonymoides	Paepalanthus albo-vaginatulus	Rhynchosia minima
Maytenus robusta	Paepalanthus polyanthus	Zornia reticulata
CLETHRACEAE	Paepalanthus ruhlandii	Stylosanthes montevidensis
Clethra scabra	Paepalanthus caldensis	FLACOURTIACEAE
CLUSIACEAE	Paepalanthus catharinae	Casearia sylvestris
Clusia parviflora	Paepalanthus planifolius	Casearia decandra
Kielmeyera coriacea	Syngonanthus caulescens	GENTIANACEAE
Kielmeyera paranaensis	Syngonanthus nitens	Iribachia oblongifolia
Kielmeyera variabilis	ERYTHROXYLACEAE	Voyria aphylla
COMMELINACEAE	Erythroxylum campestre	GESNERIACEAE
Commelina robusta	Erythroxylum cuneifolium	Sinningia allagophylla
CONVOLVULACEAE	Erythroxylum deciduum	Sinningia canescens
Convolvulus crenatifolius	Erythroxylum microphyllum	Sinningia elatior
Evolvulus sericeus	Erythroxylum suberosum	HIPOCRATEACEAE
Ipomoea delphinoides	EUPHORBIACEAE	Peritassa campestris
Jacquemontia seloi	Alchornea triplinervia	HYPERICACEAE
Merremia digitata	Croton antisiphiliticus	Hypericum brasiliense
Merremia macrocalyx	Croton celtidifolius	Hypericum teretiusculum

FONTE: VON LINSINGEN *et al.* (2006)

ANEXO 1 – LISTA DAS ESPÉCIES DE PLANTAS OCORRENTES NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ (continuação)

IRIDACEAE	<i>Sida macrodon</i>	<i>Gomidesia sellowiana</i>
<i>Calydorea campestris</i>	<i>Sida santaremensis</i>	<i>Myrceugenia alpigena</i> var. <i>rufa</i>
<i>Sisyrinchium restioides</i>	<i>Sida viarum</i>	<i>Myrceugenia myrcioides</i>
<i>Sisyrinchium vaginatum</i>	MAYACACEAE	<i>Myrcia arborescens</i>
<i>Trimezia juncifolia</i>	<i>Mayaca sellowiana</i>	<i>Myrcia breviramis</i>
<i>Gelasine coerulea</i>	MELASTOMACEAE	<i>Myrcia castrensis</i>
<i>Sisyrinchium palmifolium</i>	<i>Acisanthera alsinaefolia</i>	<i>Myrcia laruotteana</i>
JUNCACEAE	<i>Chaetostoma pungens</i>	<i>Myrcia multiflora</i>
<i>Juncus microcephalus</i>	<i>Lavoisiera phyllocalycina</i>	<i>Myrcia obtecta</i>
LAMIACEAE	<i>Lavoisiera pulchella</i>	<i>Myrcia palustris</i>
<i>Eriope macrostachya</i>	<i>Leandra aurea</i>	<i>Myrcia rostrata</i>
<i>Hypenia glauca</i>	<i>Leandra lacunosa</i>	<i>Myrcia venulosa</i>
<i>Hypenia macrantha</i>	<i>Leandra purpurascens</i>	<i>Myrciaria cuspidata</i>
<i>Hyptis caespitosa</i>	<i>Leandra scabra</i>	<i>Psidium australe</i>
<i>Peltodon rugosus</i>	<i>Miconia albicans</i>	<i>Psidium cinereum</i>
<i>Peltodon tomentosus</i>	<i>Miconia chamissois</i>	<i>Psidium cinereum</i> var. <i>incanescens</i>
<i>Rhabdocalon lavanduloides</i>	<i>Miconia elegans</i>	<i>Psidium glaucescens</i>
<i>Salvia minarum</i>	<i>Miconia hyemalis</i>	<i>Psidium multiflorum</i>
LAURACEAE	<i>Miconia ligustroides</i>	<i>Siphoneugenia widgreniana</i>
<i>Cinnamomum sellowianum</i>	<i>Miconia petropolitana</i>	MYRSINACEAE
<i>Ocotea corymbosa</i>	<i>Miconia sellowiana</i>	<i>Myrsine coriacea</i>
<i>Ocotea pulchella</i>	<i>Miconia theaezans</i>	<i>Myrsine guianensis</i>
<i>Ocotea silvestris</i>	<i>Pterolepis repanda</i>	<i>Myrsine lancifolia</i>
<i>Ocotea tristis</i>	<i>Tibouchina chamissoana</i>	<i>Myrsine umbellata</i>
<i>Ocotea alba</i>	<i>Tibouchina hatschbachii</i>	NYCTAGINACEAE
<i>Persea major</i>	<i>Tibouchina martialis</i>	<i>Guapira opposita</i>
<i>Persea venosa</i>	<i>Tibouchina gracilis</i>	OCHNACEAE
LENTIBULARIACEAE	<i>Trembleya parviflora</i>	<i>Sauvagesia velozii</i>
<i>Utricularia nana</i>	<i>Cabralea canjerana</i>	<i>Ouratea salicifolia</i>
<i>Utricularia praelonga</i>	<i>Guarea macrophylla</i>	<i>Ouratea sellowii</i>
<i>Utricularia tricolor</i>	MENISPERMACEAE	<i>Ouratea semiserrata</i>
LILIACEAE	<i>Cissampelos ovalifolia</i>	<i>Ouratea spectabilis</i>
<i>Nothoscordum inodorum</i>	MIMOSACEAE	<i>Sauvagesia erecta</i>
LORANTHACEAE	<i>Anadenanthera collubrina</i>	<i>Sauvagesia racemosa</i>
<i>Phoradendron harleyi</i>	<i>Anadenanthera peregrina</i>	ONAGRACEAE
LYTHRACEAE	<i>Calliandra dysantha</i> var. <i>macrocephala</i>	<i>Ludwigia nervosa</i>
<i>Cuphea linifolia</i>	<i>Calliandra brevipes</i>	<i>Ludwigia leptocarpa</i>
<i>Cuphea calophylla</i>	<i>Mimosa dolens</i>	ORCHIDACEAE
<i>Lafoensia densiflora</i>	<i>Mimosa dolens</i> var. <i>foliolosa</i>	<i>Cleites quadriculosa</i>
<i>Lafoensia nummularifolia</i>	<i>Mimosa dolens</i> var. <i>rudis</i>	<i>Epidendrum ellipticum</i>
<i>Lafoensia pacari</i>	<i>Mimosa gymnas</i>	<i>Epidendrum pseudavicola</i>
MAGNOLIACEAE	<i>Mimosa micropteris</i>	<i>Epistephium sclerophyllum</i>
<i>Talauma ovata</i>	<i>Mimosa reduviosa</i>	<i>Gomesa crispa</i>
MALPIGHIACEAE	<i>Mimosa regnellii</i>	<i>Habenania fastor</i>
<i>Aspicarpa pulchella</i>	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	<i>Habenania guilleminii</i>
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	MYRTACEAE	<i>Habenaria humilis</i>
<i>Banisteriopsis campestris</i>	<i>Calyptranthes concinna</i>	<i>Isabelia virginialis</i>
<i>Banisteriopsis parviflora</i>	<i>Campomanesia adamantium</i>	<i>Oncidium flexuosum</i>
<i>Byrsonima brachybotria</i>	<i>Campomanesia pubescens</i>	<i>Oncidium longipes</i>
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Eugenia arenosa</i>	<i>Sophranitella violacea</i>
<i>Byrsonima crassifolia</i>	<i>Eugenia bimarginata</i>	<i>Zygopetalum makayi</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Eugenia pitanga</i>	OXALIDACEAE
<i>Camarea affinis</i>	<i>Eugenia pyriformis</i>	<i>Oxalis conorrhiza</i>
<i>Peixotoa parviflora</i>	<i>Eugenia suberosa</i>	<i>Oxalis hispidula</i>
MALVACEAE		<i>Oxalis myriophylla</i>
<i>Peltaea edouardii</i>		

FONTE: VON LINSINGEN *et al.* (2006)

ANEXO 1 – LISTA DAS ESPÉCIES DE PLANTAS OCORRENTES NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, PARANÁ (conclusão)

PASSIFLORACEAE	Setaria parviflora	SCROPHULARIACEAE
Passiflora edulis	Setaria scabrifolia	Buchnera ternifolia
Passiflora villosa	Sporobolus eximius var. latifolius	Esterhazyia splendida
POACEAE	Steinchisma decipiens	Scoparia dulcis
Andropogon bicornis	Trachypogon spicatus	SMILACACEAE
Andropogon leucostachyus	POLYGALACEAE	Smilax campestris
Andropogon selloanus	Monnima tristaniana	Smilax elastica
Aristida jubata	Polygala cyparissias	Smilax staminea
Aristida megapotamica	Polygala longicaulis	SOLANACEAE
Aristida purpurea var. longiseta	Polygala pulchella	Petunia ericifolia
Axonopus brasiliensis	Polygala sabulosa	Petunia rupestris
Axonopus fissifolius	Polygala tenuis	Solanum argenteum
Axonopus pressus	Securidaca lanceolata	Solanum lacerdae
Axonopus siccus	POLYGONACEAE	Solanum lycocarpum
Briza calotheca	Polygonum persicaria	STERCULIACEAE
Chloris bahiensis	Polygonum punctatum	Waltheria carpinifolia
Danthonia secundiflora	PONTEDERIACEAE	STYRACACEAE
Danthonia montana	Pontederia lanceolata	Styrax ferrugineus
Digitaria insularis	Roupala brasiliensis	Styrax leprosus
Eleusine indica	Roupala montana	SYMPLOCACEAE
Elyonurus muticus	RHAMNACEAE	Symplocos pentandra
Eragrostis bahiensis	Rhamnus sphaerosperma var. pubescens	Symplocos tenuifolia
Eragrostis leucosticta	ROSACEAE	Symplocos lanceolata
Eragrostis lugens	Prunus myrtifolia	Symplocos pubescens
Eragrostis polytricha	Prunus sellowii	THEACEAE
Eriochrysis cayennensis	RUBIACEAE	Gordonia fruticosa
Gymnopogon spicatus	Coccocypselum hoehnei	Ternstroemia brasiliensis
Homolepis glutinosa	Coccocypselum lanceolatum	THYMELAEACEAE
Hypogynium virgatum	Coccocypselum pedunculare	Daphnopsis fasciculata
Ichnanthus bambusiflorus	Cordia concolor	TURNERACEAE
Ichnanthus pallens	Coutarea hexandra	Piriqueta selloi
Leptocoryphium lanatum	Declieuxia fruticosa	URTICACEAE
Merostachys multiramea	Declieuxia mucronulata	Boehmeria caudata
Otachirium versicolor	Emmeorhiza umbellata	VERBENACEAE
Panicum cervicatum	Galianthe brasiliensis	Aegiphila klotzkiana
Panicum decipiens	Galianthe verbenoides	Aegiphila paraguayensis
Panicum olyroides	Manettia cordifolia	Lippia lupulina
Panicum procurrens	Palicourea rigida	Lippia obscura
Panicum repens	Psychotria stachyoides	Verbena hirta
Panicum rude	Psychotria vellosiana	Vitex megapotamica
Panicum superatum	Richardia pedicellata	Vitex polygama
Paspalum hyalinum	Rudgea jasminoides	VIOLACEAE
Paspalum ammodes	Spermacoce capitata	Anchietea exaltata
Paspalum conjugatum	Spermacoce poaya	VOCHYSIACEAE
Paspalum corcovadense	Spermacoce suaveolens	Callisthene major
Paspalum cordatum	Spermacoce verticillata	Qualea cordata
Paspalum erianthum	SAPINDACEAE	Qualea grandiflora
Paspalum paniculatum	Cupania vernalis	Qualea multiflora
Paspalum plicatum	Serjania erecta	Vochysia tucanorum
Paspalum polyphyllum	Serjania gracilis	XYRIDACEAE
Rhynchne rottboelioides	Serjania reticulata	Xyris caroliniana
Saccharum asperum	Pradosia brevipes	Xyris savanensis
Schizachyrium microstachyum		Xyris sororia
		Xyris tenella
		Xyris jupicai

FONTE: VON LINSINGEN *et al.* (2006)

ANEXO 2 – LISTA DE ESPÉCIES DE MAMÍFEROS OCORRENTES NO PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, JAGUARIAÍVA, PARANÁ

ORDENAMENTO TAXONÔMICO	NOME POPULAR	ORDENAMENTO TAXONÔMICO	NOME POPULAR
DIDELPHIMORPHIA		MUSTELIDAE	
DIDELPHIDAE		<i>Lontra longicaudis</i>	lontra
<i>Didelphis albiventris</i>	gambá-de-orelha-branca	PROCYONIDAE	
<i>Gracilinanus agilis</i>	Cuíca	<i>Nasua nasua</i>	quati
CHIROPTERA		<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada
PHYLLOSTOMIDAE		FELIDAE	
<i>Anoura caudifer</i>	morcego-beija-flor	<i>Herpailurus yaguarondi</i>	gato-mourisco
<i>Anoura geoffroyi</i>	morcego-beija-flor	<i>Leopardus spp.</i>	gato-do-mato
<i>Artibeus lituratus</i>	morcego	<i>Leopardus pardalis</i>	jaguaritica
<i>Chrotopterus auritus</i>	morcego	<i>Puma concolor</i>	onça-parda
<i>Desmodus rotundus</i>	morcego	<i>Panthera onca</i>	onça-pintada
<i>Sturnira lilium</i>	morcego	ARTIODACTYLA	
VESPERTILIONIDAE		CERVIDAE	
<i>Epitesicus brasiliensis</i>	morcego	<i>Mazama gouazoupira</i>	veado-catingueiro
<i>Histiotus velatus</i>	morcego	<i>Mazama sp.</i>	veado
<i>Myotis nigricans</i>	morcego	<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	veado-campeiro
Molossidae		RODENTIA	
<i>Molossus ater</i>	morcego	MURIDAE	
XENARTHRA		<i>Akodon serrensis</i>	rato-do-mato
DASYPODIDAE		<i>Akodon nigrita</i>	rato-do-mato
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	tatu-galinha	<i>Bolomys lasiurus</i>	rato-do-mato
<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peludo	<i>Calomys callosus</i>	rato-do-mato
MYRMECOPHAGIDAE		<i>Oligoryzomys flavescens</i>	rato-do-mato
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	tamanduá-bandeira	<i>Oligoryzomys nigripes</i>	rato-do-mato
<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamanduá-mirim	<i>Oxymycterus roberti</i>	rato-do-mato
CARNIVORA		<i>Nectomys squamipes</i>	rato d'água
CANIDAE		CAVIIDAE	
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	lobo-guará	<i>Cavia aperea</i>	preá
<i>Pseudalopex gymnocercus</i>	raposinha-do-campo	Hydrochaeridae	
<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	capivara

FONTE: IAP (2002)

ANEXO 3 - LISTA DE ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS PARA O PARQUE ESTADUAL DO CERRADO E REGIÕES ADJACENTES (continua)

ORDENAMENTO TAXONÔMICO		
ORDEM RHEIFORMES	<i>Buteo brachyurus</i> (gavião-de-cauda-curta)	<i>Columbina talpacoti</i> (rolinha)
FAMÍLIA RHEIDAE	<i>Rupornis magnirostris</i> (gavião-carijó)	<i>Columbina picui</i> (rolinha-branca)
<i>Rhea americana</i>	<i>Buteogallus urubitinga</i> (gavião-preto)	<i>Scardafella squamata</i> (fogo-apagou)
ORDEM TINAMIFORMES	<i>Buteogallus meridionalis</i> (gavião-caboclo)	<i>Leptotila verreauxi</i> (jurití)
FAMÍLIA TINAMIDAE	<i>Spizaetus ornatus</i> (gavião-de-penacho)	<i>Leptotila rufaxilla</i> (gemedeira)
<i>Tinamus solitarius</i> (macuco)	<i>Harpaliaetus coronatus</i> (águia-cinzenta)	<i>Geotrygon montana</i> (pariri)
<i>Crypturellus obsoletus</i> (inhambu-guaçu)	FAMÍLIA FALCONIDAE	ORDEM PSITTACIFORMES
<i>Crypturellus parvirostris</i> (inhambu-chororó)	<i>Herpotheres cachinnans</i> (acauã)	FAMÍLIA PSITTACIDAE
<i>Crypturellus tataupa</i> (inhambu-chintã)	<i>Micrastur ruficollis</i> (gavião-caburé)	<i>Ara chloroptera</i> (arara-vermelha)
<i>Rhynchotus rufescens</i> (perdiz)	<i>Milvago chimachima</i> (carrapateiro)	<i>Propyrrhura maracana</i> (maracanã-do-buriti)
<i>Nothura minor</i> (buraqueira)	<i>Polyborus plancus</i> (caracará)	<i>Pyrrhura frontalis</i> (tiriva)
<i>Taoniscus nanus</i> (inhambu-carapé)	<i>Falco femoralis</i> (falcão-de-coleira)	<i>Pionopsitta pileata</i> (cuiu-cuiu)
ORDEM CICONIFORMES	<i>Falco sparverius</i> (quiri-quiri)	<i>Pionus maximiliani</i> (baitaca)
FAMÍLIA ARDEIDAE	ORDEM GALLIFORMES	<i>Amazona aestiva</i> (papagaio-verdadeiro)
<i>Casmerodius albus</i> (garça-branca-grande)	FAMÍLIA CRACIDAE	<i>Amazona vinacea</i> (papagaio-de-peito-roxo)
<i>Egretta thula</i> (garça-branca-pequena)	<i>Penélope superciliaris</i> (jacupemba)	ORDEM CUCULIFORMES
<i>Bubulcus ibis</i> (garça-vaqueira)	<i>Penelope obscura</i> (jacu-guaçu)	FAMÍLIA CUCULIDAE
<i>Syrigma sibilatrix</i> (maria-faceira)	<i>Pipile jacutinga</i> (jacutinga)	<i>Coccyzus melacoryphus</i> (papa-lagarta)
<i>Butorides striatus</i> (socozinho)	ORDEM GRUIFORMES	<i>Piaya cayana</i> (alma-de-gato)
FAMÍLIA THRESKIORNITHIDAE	FAMÍLIA RALLIDAE	<i>Crotophaga ani</i> (anu-preto)
<i>Theristicus caudatus</i> (curicaca)	<i>Rallus sanguinolentus</i> (sanã)	<i>Guira guira</i> (anu-branco)
FAMÍLIA CATHARTIDAE	<i>Aramides saracura</i> (saracura-do-mato)	<i>Tapera naevia</i> (saci)
<i>Sarcoramphus papa</i> (urubu-rei)	<i>Porzana albicollis</i> (sana-carijó)	ORDEM STRIGIFORMES
<i>Coragyps atratus</i> (urubu)	FAMÍLIA CARIAMIDAE	FAMÍLIA TYTONIDAE
<i>Cathartes aura</i> (urubu-de-cabeça-vermelha)	<i>Cariama cristata</i> (seriema)	<i>Tyto alba</i> (suindara)
ORDEM ANSERIFORMES	ORDEM CHARADRIIFORMES	FAMÍLIA STRIGIDAE
FAMÍLIA ANATIDAE	FAMÍLIA JACANIDAE	<i>Otus choliba</i> (corujinha-do-mato)
<i>Dendrocygna viduata</i> (irerê)	<i>Jacana jacana</i> (jaçanã)	<i>Otus atricapillus</i> (coruja-sapo)
<i>Amazonetta brasiliensis</i> (ananaí)	FAMÍLIA CHARADRIIDAE	<i>Pulsatrix koenigswaldiana</i> (murucututu)
<i>Mergus octosetaceus</i> (pato-mergulhão)	<i>Vanellus chilensis</i> (quero-quero)	<i>Speotyto cunicularia</i> (buraqueira)
<i>Oxuyura dominica</i> (bico-roxo)	<i>Hoploxypterus cayanus</i> (batuíra-de-esporão)	<i>Strix hylophila</i> (coruja-listrada)
ORDEM FALCONIFORMES	FAMÍLIA SCOLOPACIDAE	<i>Asio stygius</i> (mocho-diabo)
FAMÍLIA ACCIPITRIDAE	<i>Gallinago paraguayae</i> (narceja)	<i>Asio flammeus</i> (mocho-dos-banhados)
<i>Elanus leucurus</i> (gavião-peneira)	<i>Gallinago undulata</i> (narcejão)	ORDEM CAPRIMULGIFORMES
<i>Elanoides forficatus</i> (gavião-tesoura)	ORDEM COLUMBIFORMES	FAMÍLIA NYCTIBIDAE
<i>Accipiter bicolor</i> (gavião-bombachinha-grande)	FAMÍLIA COLUMBIDAE	<i>Nyctibius griseus</i> (urutau)
<i>Geranoaetus melanoleucus</i> (águia-chilena)	<i>Columba picazuro</i> (asa-branca)	FAMÍLIA CAPRIMULGIDAE
<i>Buteo albicaudatus</i> (gavião-de-rabo-branco)	<i>Columba cayennensis</i> (pomba-galega)	<i>Lurocalis semitorquatus</i> (tuju)
<i>Buteo albonotatus</i> (gavião-urubu)	<i>Zenaida auriculata</i> (avoante)	<i>Chordeiles minor</i> (bacurau-norteamericano)
<i>Chordeiles acutipennis</i> (bacurau-de-asa-fina)	ORDEM PICIFORMES	FAMÍLIA CONOPOPHAGIDAE

FONTE: IAP (2002)

ANEXO 3 - LISTA DE ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS PARA O PARQUE
ESTADUAL DO CERRADO E REGIÕES ADJACENTES (continuação)

<i>Podager nacunda</i> (coruçã))	ORDEM CORACIIFORMES	FAMÍLIA THAMNOPHILIDAE
<i>Nyctidromus albigollis</i> (curiango)	FAMÍLIA ALCEDINIDAE	<i>Makenziaena leachii</i> (borralhara-assobiadora)
<i>Caprimulgus parvulus</i> (bacurau-pequeno)	<i>Ceryle torquata</i> (Martim-pescador-grande)	<i>Thamnophilus caerulescens</i> (choca-da-mata)
<i>Hydropsalis brasiliana</i> (bacurau-tesoura)	<i>Chloroceryle amazona</i> (Martim-pescador-verde)	<i>Thamnophilus ruficapillus</i> (choca-de-chapéu-vermelho)
<i>Macropsalis creagra</i> (bacurau-tesoura-gigante)	<i>Chloroceryle americana</i> (martim-pescador-pequeno)	<i>Dysithamnus mentalis</i> (choquinha-lisa)
<i>Eleothreptus anomalus</i> (curiango-do-banhado)	<i>Serpophaga nigricans</i> (João-pobre)	<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i> (chorozinho-asa-vermelha)
ORDEM APODIFORMES	FAMÍLIA BUCCONIDAE	<i>Drymophila malura</i> (choquinha-carijó)
FAMÍLIA APODIDAE	<i>Nystalus chacuru</i> (João-bobo)	<i>Pyriglena leucoptera</i> (papa-toaca-do-sul)
<i>Streptoprocne sp.</i> (andorinhão)	<i>Malacoptila striata</i> (João-barbudo)	FAMÍLIA FORMICARIIDAE
<i>Streptoprocne biscutata</i> (andorinhão-coleira-falha)	FAMÍLIA RAMPHASTIDAE	<i>Chamaeza campanisona</i> (tovaca-campainha)
<i>Cypseloides senex</i> (andorinhão-de-cascata)	<i>Pteroglossus aracari</i> (araçari-de-bico-branco)	<i>Pachyrhamphus polychopterus</i> (caneleiro-preto)
<i>Chaetura cinereiventris</i> (andorinhão-de-sobre-cinzento)	<i>Ramphastos dicolorus</i> (tucano-de-bico-verde)	<i>Conopophaga lineata</i> (chupa-dente)
<i>Chaetura andrei</i> (andorinhão-do-temporal)	<i>Ramphastos toco</i> (tucanuçu)	FAMÍLIA FURNARIIDAE
FAMÍLIA TROCHILIDAE	FAMÍLIA PICIDAE	<i>Furnarius rufus</i> (João-de-barro)
<i>Phaethornis eurynome</i> (rabo-branco-garganta-rajada)	<i>Picumus cirratus</i> (pica-pau-anão-barrado)	<i>Leptasthenura setaria</i> (grimpeirinho)
<i>Phaethornis pretrei</i> (rabo-branco-de-sobre-amarelo)	<i>Picumus nebulosus</i> (pica-pau-anão-carijó)	<i>Synallaxis spixii</i> (joão-tenenem)
<i>Eupetomena macroura</i> (tesourão)	<i>Colaptes campestris</i> (pica-pau-do-campo)	<i>Synallaxis ruficapilla</i> (pichororé)
<i>Melanotrochilus fuscus</i> (beija-flor-preto-e-branco)	<i>Colaptes melanochloros</i> (pica-pau-verde-barrado)	<i>Synallaxis frontalis</i> (petrim)
<i>Colibri serrirostris</i> (beija-flor-de-orelha-violeta)	<i>Piculus aurulentus</i> (pica-pau-dourado)	<i>Synallaxis albescens</i> (uipi)
<i>Anthracothorax nigricollis</i> (beija-flor-preto)	<i>Celeus flavescens</i> (joão--velho)	<i>Cranioleuca obsoleta</i> (arredio-meridional)
<i>Stephanoxis lalandi</i> (beija-flor-de-topete)	<i>Dryocopus lineatus</i> (pica-pau-de-banda-branca)	<i>Anumbius annumbi</i> (cochicho)
<i>Chlorostilbon aureoventris</i> (besourinho-bico-vermelho)	<i>Melanerpes flavifrons</i> (pica-pau-benedito)	<i>Syndactyla rufosuperciliata</i> (trepador-quiete)
<i>Leucochloris albigollis</i> (papo-branco)	<i>Melanerpes candidus</i> (birro)	<i>Automolus leucophthalmus</i> (barranqueiro-olho-branco)
<i>Amazilia versicolor</i> (beija-flor-de-banda-branca)	<i>Veniliornis spilogaster</i> (picapauzinho-verde-carijó)	<i>Heliobletus contaminatus</i> (trepadorzinho)
ORDEM TROGONIFORMES	<i>Campephilus robustus</i> (pica-pau-rei)	<i>Sclerurus scansor</i> (vira-folhas)
FAMÍLIA TROGONIDAE	ORDEM PASSERIFORMES	<i>Lochmias nematura</i> (João-porca)
<i>Trogon surrucura</i> (surucuá-de-peito-azul)	FAMÍLIA RHINOCRYPTIDAE	
	<i>Melanopareia torquata</i> (tapaculo-de-colarinho)	

FONTE: IAP (2002)

ANEXO 3 - LISTA DE ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS PARA O PARQUE
ESTADUAL DO CERRADO E REGIÕES ADJACENTES (continuação)

ORDENAMENTO TAXONÔMICO		
FAMÍLIA DENDROCOLAPTIDAE	<i>Heteroxolmis dominicana</i> (noivinha-rabo-preto)	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i> (andorinha-pequena-de-casa)
<i>Sittasomus griseicapillus</i> (arapaçu-verde)	<i>Knipolegus lophotes</i> (Maria-preta-penacho)	<i>Alopochelidon fucata</i> (andorinha-morena)
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i> (arapaçu-grande)	<i>Knipolegus cyanirostris</i> (Maria-preta-bico-azulado)	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (andorinha-serrador)
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i> (arapaçu-do-cerrado)	<i>Colonia colonus</i> (viuvinha)	<i>Hirundo rústica</i> (andorinha-de-bando)
<i>Lepidocolaptes falcinellus</i> (arapaçu-escamado)	<i>Gubernetes yetapa</i> (tesoura-do-brejo)	<i>Hirundo pyrrhonota</i> (andorinha-de-dorso-acanelado)
FAMÍLIA TYRANNIDAE	<i>Satrapa icterophrys</i> (suiriri-pequeno)	FAMÍLIA CORVIDAE
<i>Camptostoma obsoletum</i> (risadinha)	<i>Hirundinea ferruginea</i> (gibão-de-couro)	<i>Cyanocorax caeruleus</i> (gralha-azul)
<i>Phaeomyias murina</i> (bagageiro)	<i>Machetornis rixosa</i> (bentevi-do-gado)	<i>Cyanocorax cristatellus</i> (gralha-do-cerrado)
<i>Suiriri suiriri</i> (suiriri-cinzento)	<i>Muscipipra vetula</i> (tesoura-cinzenta)	<i>Cyanocorax chrysops</i> (gralha-picaça)
<i>Myiopagis viridicata</i> (guaracava-de-olheiras)	<i>Sirystes sibilator</i> (gritador)	FAMÍLIA TROGLODYTIDAE
<i>Elaenia flavogaster</i> (guaracava-barriga-amarela)	<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Maria-cavaleira-rabo-enferrujado)	<i>Cistothorus platensis</i> (corruíra-do-campo)
<i>Elaenia spectabilis</i> (guaracava-grande)	<i>Myiarchus swainsoni</i> (irrê)	<i>Troglodytes aedon</i> (corruíra)
<i>Elaenia parvirostris</i> (guaracava-bico-pequeno)	<i>Pitangus sulphuratus</i> (bentevi9)	FAMÍLIA MUSCICAPIDAE
<i>Elaenia mesoleuca</i> (tuque)	<i>Megarynchus pitangua</i> (neinei)	<i>Platycichla flavipes</i> (sabiá-preta)
<i>Elaenia chiriquensis</i> (chibum)	<i>Myiozetetes similis</i> (bentevizinho-penacho-vermelho)	<i>Turdus subalaris</i> (sabiá-ferreiro)
<i>Elaenia obscura</i> (tucão)	<i>Myiodynastes maculatus</i> (bentevi-rajado)	<i>Turdus rufiventris</i> (sabiá-laranjeira)
<i>Serpophaga subcristata</i> (alegrinho)	<i>Legatus leucophaeus</i> (bentevi-pirata)	<i>Turdus leucomelas</i> (sabiá-barranco)
FAMÍLIA VIREONIDAE	<i>Empidonomus varius</i> (peítica)	<i>Turdus amaurochalinus</i> (sabiá-poca)
<i>Culicivora caudacuta</i> (papa-moscas-do-campo)	<i>Tyrannus savana</i> (tesoura)	FAMÍLIA MIMIDAE
<i>Euscarthmus meloryphus</i> (enferrujado)	<i>Tyrannus melancholicus</i> (suiriri)	<i>Mimus saturninus</i> (sabiá-do-campo)
<i>Leptopogon amaurocephalus</i> (cabeçudo)	<i>Pachyramphus castaneus</i> (caneleiro)	FAMÍLIA MOTACILLIDAE
<i>Myiornis auricularis</i> (miudinho)	<i>Ammodramus humeralis</i> (tico-tico-do-campo)	<i>Anthus lutescens</i> (caminheiro-zumbidor)
<i>Todirostrum plumbeiceps</i> (ferreirinho-cara-canela)	<i>Pachyramphus validus</i> (caneleiro-chapéu-negro)	<i>Anthus correndera</i> (caminheiro-de-espora)
<i>Platyrinchus mystaceus</i> (patinho)	<i>Tityra cayana</i> (anambé-branco-rabo-preto)	<i>Anthus</i> sp.
<i>Myiophobus fasciatus</i> (Filipe)	FAMÍLIA PIPRIDAE	<i>Cyclarhis gujanensis</i> (pitiguari)
<i>Contopus cinereus</i> (papa-moscas-cinzento)	<i>Chiroxiphia caudata</i> (tangara)	<i>Vireo chivi</i> (juruviana)
<i>Lathrotriccus euleri</i> (enferrujado)	<i>Schiffornis virescens</i> (flautim)	<i>Hylophilus poicilotis</i> (verdinho-coroado)
<i>Cnemotriccus fuscatus</i> (guaracavuçu)	FAMÍLIA HIRUNDINIDAE	<i>Hylophilus amaurocephalus</i> (vite-vite-olho-cinza)
<i>Pyrocephalus rubinus</i> (príncipe)	<i>Tachycineta leucorrhoa</i> (andorinha-sobre-branco)	
<i>Xolmis cinerea</i> (Maria-branca)	<i>Phaeoprogne tapera</i> (andorinha-do-campo)	
<i>Xolmis velata</i> (noivinha-branca)	<i>Progne chalybea</i> (andorinha-doméstica-grande)	

FONTE: IAP (2002)

ANEXO 3 - LISTA DE ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS PARA O PARQUE
ESTADUAL DO CERRADO E REGIÕES ADJACENTES (conclusão)

ORDENAMENTO TAXONÔMICO		
FAMÍLIA EMBERIZIDAE	<i>Haplospiza unicolor</i> (cigarra-bambu)	FAMÍLIA ICTERIDAE
<i>Parula pitiayumi</i> (mariquita)	<i>Poospiza lateralis</i> (quiete)	<i>Cacicus haemorrhous</i> (guaxe)
<i>Geothlypis aequinoctialis</i> (pia-cobra)	<i>Sicalis citrina</i> (canarinho-rasteiro)	<i>Cacicus chrysopterus</i> (tecelão)
<i>Basileuterus culicivorus</i> (pula-pula)	<i>Sicalis flaveola</i> (canário-da-terra-verdadeiro)	<i>Icterus cayanensis</i> (inhapim)
<i>Basileuterus leucoblepharus</i> (pula-pula-assobiador)	<i>Sicalis luteola</i> (tipio)	<i>Leistes superciliaris</i> (polícia-inglesa-do-sul)
<i>Phaeothlypis rivularis</i> (pula-pula-ribeirinho)	<i>Emberizoides herbicola</i> (canário-do-campo)	<i>Pseudoleites guirahuro</i> (chopim-do-brejo)
<i>Coereba flaveola</i> (cambacica)	<i>Emberizoides ypiranganus</i> (canário-do-brejo)	<i>Gnorimopsar chopi</i> (melro)
<i>Dendroica striata</i> (mariquita-perna-clara)	<i>Embernagra platensis</i> (sabiã-do-banhado)	<i>Molothrus bonariensis</i> (chopim)
<i>Conirostrum speciosum</i> (figuinha-rabo-castanho)	<i>Volatinia jacarina</i> (tsiu)	<i>Molothrus rufoaxillaris</i> (chopim-azeviche)
<i>Schystochlamys ruficapillus</i> (bico-de-veludo)	<i>Sporophila plumbea</i> (patativa-verdadeira)	FAMÍLIA FRINGILIDAE
<i>Neothraupis fasciata</i> (cigarra-do-campo)	<i>Sporophila lineola</i> (bigodinho)	<i>Carduelis magellanicus</i> (pintassilgo)
<i>Cypsnagra hirundinacea</i> (bandoleta)	<i>Sporophila caerulescens</i> (coleirinho)	
<i>Pyrrhocomma ruficeps</i> (cabecinha-castanha)	<i>Sporophila bouvreuil</i> (caboclinho)	
<i>Hemithraupis guira</i> (saíra-de-papo-preto)	<i>Sporophila hypoxantha</i> (caboclinho-de-barriga-vermelha)	
<i>Tachyphonus coronatus</i> (tié-preto)	<i>Sporophila cinamomea</i> (caboclinho-chapéu-cinzentos)	
<i>Trichothraupis melanops</i> (tié-de-topete)	<i>Sporophila melanogaster</i> (caboclinho-barriga-preta)	
<i>Piranga flava</i> (sanhaço-de-fogo)	<i>Oryzoborus angolensis</i> (curió)	
<i>Thraupis sayaca</i> (sanhaço-cinzentos)	<i>Amaurospiza moesta</i> (negrinho-do-mato)	
<i>Thraupis palmarum</i> (sanhaço-do-coqueiro)	<i>Charitospiza eucosma</i> (mineirinho)	
<i>Thraupis bonariensis</i> (sanhaço-papa-laranja)	<i>Coryphospingus cucullatus</i> (tico-tico-rei)	
<i>Stephanophorus diadematus</i> (sanhaço-frade)	<i>Saltator similis</i> (trinca-ferro)	
<i>Pipraeidea melanonota</i> (saira-viuva)	<i>Saltator atricollis</i> (bico-de-pimenta)	
<i>Euphonia chloroctica</i> (vivi)	<i>Passerina glaucoerulea</i> (azulinho)	
<i>Euphonia violacea</i> (gaturamo)	<i>Passerina brissoni</i> (azulão)	
<i>Tangara desmaresti</i> (saira-lagarta)		
<i>Tangara cayana</i> (saira-amarelo)		
<i>Tangara peruviana</i> (saira-lagarta)		
<i>Dacnis cayana</i> (saí-azul)		
<i>Tersina viridis</i> (saí-andorinha)		
<i>Zonotrichia capensis</i> (tico-tico)		

FONTE: IAP (2002)

ANEXO 4 - LISTA DE ESPÉCIES DE RÉPTEIS E SUAS POSSIBILIDADES DE OCORRÊNCIA PARA O PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, JAGUARIAÍVA, PARANÁ

Espécies	OCORRÊNCIA	Espécies	OCORRÊNCIA	Espécies	OCORRÊNCIA
QUELÔNIOS		COLUBRIDAE		<i>Pseudoboa haasi</i>	Improvável
CHELIDAE		<i>Apostolepis dimidiata</i>	Provável	<i>Pseudoboa nigra</i>	Incerta
<i>Acanthochelys spixii</i>	Provável	<i>Atractus reticulatus</i>	Provável	<i>Ptychophis flavovirgatus</i>	Incerta
<i>Hydromedusa tectifera</i>	Provável	<i>Boiruna maculata</i>	Certa	<i>Sibynomorphus mikanii</i>	Incerta
LAGARTOS		<i>Chironius bicarinatus</i>	Incerta	<i>Sibynomorphus ventrimaculatus</i>	Incerta
POLYCHROTIDAE		<i>Chironius flavolineatus</i>	Provável	<i>Simophis rhinostoma</i>	Provável
<i>Anisolepis grilli</i>	Incerta	<i>Chironius quadricarinatus</i>	Provável	<i>Taeniophalus affinis</i>	Improvável
<i>Enyalius perditus</i>	Incerta	<i>Clelia quimi</i>	Provável	<i>Taeniophalus bilineata</i>	Improvável
<i>Urostrophus vautieri</i>	Provável	<i>Clelia rustica</i>	Incerta	<i>Tantilla melanocephala</i>	Certa
TROPIDURIDAE		<i>Ditaxodon taeniatus</i>	Incerta	<i>Thamnodynastes hypoconia</i>	Incerta
<i>Stenocercus azureus</i>	Incerta	<i>Echinanthera cephalostriata</i>	Improvável	<i>Thamnodynastes strigatus</i>	Provável
<i>Tropidurus itambere</i>	Certa	<i>Echinanthera cyanopleura</i>	Improvável	<i>Tomodon dorsatus</i>	Provável
SCINCIDAE		<i>Echinanthera occipitalis</i>	Provável	<i>Tropidodryas striaticeps</i>	Improvável
<i>Mabuya dorsivittata</i>	Certa	<i>Erythrolamprus aesculapii</i>	Certa	<i>Waglerophis merremii</i>	Certa
TEIIDAE		<i>Gomesophis brasiliensis</i>	Incerta	<i>Xenodon guentheri</i>	Improvável
<i>Teius oculatus</i>	Provável	<i>Helicops cf. infrataeniatus</i>	Certa	<i>Xenodon neuwiedi</i>	Improvável
<i>Tupinambis merianae</i>	Certa	<i>Helicops modestus</i>	Provável	ELAPIDAE	
GYMNOPHTHALMIDAE		<i>Liophis almadensis</i>	Provável	<i>Micrurus corallinus</i>	Improvável
<i>Pantodactylus quadrilineatus</i>	Provável	<i>Liophis flavifrenatus</i>	Provável	<i>Micrurus altirostris</i>	Provável
<i>Pantodactylus schreibersii</i>	Certa	<i>Liophis jaegeri</i>	Provável	VIPERIDAE	
ANGUIDAE		<i>Liophis meridionalis</i>	Provável	<i>Bothrops alternatus</i>	Certa
<i>Ophiodes striatus</i>	Provável	<i>Liophis miliaris</i>	Certa	<i>Bothrops cotiara</i>	Improvável
<i>Ophiodes fragilis</i>	Improvável	<i>Liophis poecilogyrus</i>	Certa	<i>Bothrops itapetiningae</i>	Provável
AMPHISBAENIA		<i>Liophis typhlus</i>	Incerta	<i>Bothrops jararaca</i>	Certa
AMPHISBAENIDAE		<i>Lystrophis nattereri</i>	Incerta	<i>Bothrops neuwiedi</i>	Incerta
<i>Amphisbaena darwinii</i>	Provável	<i>Mastigodryas bifossatus</i>	Certa	<i>Crotalus durissus</i>	Certa
<i>Amphisbaena dubia</i>	Provável	<i>Oxyrhopus clathratus</i>	Incerta		
<i>Amphisbaena mertensii</i>	Incerta	<i>Oxyrhopus guibei</i>	Certa		
<i>Cercolophia robertii</i>	Incerta	<i>Oxyrhopus rhombifer</i>	Certa		
SERPENTES		<i>Phalotris mertensii</i>	Incerta		
ANOMALEPIDIDAE		<i>Philodryas aestivus</i>	Provável		
<i>Liotyphlops beui</i>	Incerta	<i>Philodryas patagoniensis</i>	Certa		
BOIDAE		<i>Philodryas offersii</i>	Certa		
<i>Epicrates cenchria</i>	Certa	<i>Pseudablabes agassizi</i>	Incerta		



FONTE: IAP (2002)

ANEXO 5 – LISTA DE ESPÉCIES DE ANFÍBIOS E SUA PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA PARA O PARQUE ESTADUAL DO CERRADO, JAGUARIAÍVA, PARANÁ

ESPÉCIE	NOME POPULAR	OCORRÊNCIA
<i>Bufo crucifer</i>	sapo-galinha	Provável
<i>Bufo ictericus</i>	sapo-comum	Provável
<i>Aplastodiscus perviridis</i>	perereca-verde	Certa
<i>Hyla albopunctata</i>	perereca-de-pontos-brancos	Certa
<i>Hyla faber</i>	perereca-ferreira	Provável
<i>Hyla leptolineata</i>	perereca-listrada	Provável
<i>Hyla minuta</i>	perereca-pequena	Certa
<i>Hyla prasina</i>	perereca-verde	Provável
<i>Hyla sanborni</i>	perereca-pequena	Provável
<i>Hyla semiguttata</i>	perereca-da-mata	Provável
<i>Phyllomedusa tetraploidea</i>	perereca-macaco	Provável
<i>Scinax aff. eringiophila</i>	perereca-marmorada	Certa
<i>Scinax fuscovarius</i>	perereca-das-casas	Certa
<i>Scinax perereca</i>	perereca-esverdeada	Provável
<i>Scinax squalirostris</i>	perereca-bicuda	Provável
<i>Leptodactylus fuscus</i>	rã-assobio	Provável
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	rã-comum	Certa
<i>Odontophrynus americanus</i>	rã-boi	Provável
<i>Physalaemus cuvieri</i>	rã-cachorro	Certa
<i>Physalaemus gracilis</i>	rã-chorona	Certa
<i>Proceratophrys avelinoi</i>	rã-boi	Provável
<i>Elachistocleis ovalis</i>	rã-guardinha	Provável

FONTE: IAP (2002)

ANEXO 6 – FORMULÁRIO DE REGISTRO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO BRASILEIRAS

REGISTRO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO FLORESTAL					
	ROI				
UNIDADE DE CONSERVAÇÃO: PARQUE NACIONAL DE ILHA GRANDE					Nº 03
I - LOCALIZAÇÃO DO INCÊNDIO					
(<input checked="" type="checkbox"/>) UNIDADE DE CONSERVAÇÃO (<input type="checkbox"/>) ZONA DE AMORTECIMENTO (<input type="checkbox"/>) OUTROS					
Especificação do local: ILHA GRANDE, INÍCIO NA LOCALIDADE DENOMINADA PORTO SANTO ANTÔNIO. EXTENDENDO-SE DO NORTE DA ILHA ATÉ A LAGOA JATOBÁ.					
RIO PRÓXIMO PARANA		CIDADE / MUNICÍPIO VILA ALTA, SÃO JORGE, ALTÔNIA			UF PR
LATITUDE De 23° 31' 54" a 24° 02' 42"			LONGITUDE Entre 53° 55' 36" e 54° 12' 42"		
II - DADOS DO TERRENO					
TOPOGRAFIA PLANA			ALTITUDE 220 m		
III - DADOS METEOROLÓGICOS					
TEMPERATURA 31° C	PRECIPITAÇÃO NÃO HOUVE	UMIDADE S/ INFORMAÇÃO	VENTO (DIREÇÃO / VELOCIDADE) NOROESTE- FRACO MUDANDO PARA SUL- 60Km/HORA		
IV - DADOS DO INCÊNDIO					
	DATA	HORA		DATA	HORA
INÍCIO DO FOGO	21/09/03		REFORÇO	/ /	
DETECÇÃO	21/09/ 03	10:00	CONTROLE DO FOGO	/ /	
PRIMEIRO ATAQUE	21/09/03	11:00	EXTINÇÃO DO FOGO	25/ 09/03	22:00
DETECÇÃO (PESSOA / MÉTODO) VISUAL		CAUSA DO INCÊNDIO PROVAVELMENTE PROVOCADO POR AÇÃO HUMANA		ÁREA TOTAL QUEIMADA (ha) 29.600 HECTARES	
TIPO DE VEGETAÇÃO ATINGIDA PRINCIPALMENTE VEGETAÇÃO DE VÁRZEA, ALGUMAS ÁREAS COM VEGETAÇÃO ARBUSTIVA E ARBÓREA, VEGETAÇÃO CILIAR.			ANIMAIS MORTOS INCALCULÁVEL. PERDA PRINCIPALMENTE PARA FAUNA DE PEQUENO PORTE		
V - DADOS DO COMBATE					
PRIMEIRO ATAQUE (TPO DE PESSOA / QUANTIDADE) 2 PESSOAS DA BRIGADA DE PREFEITURA DE VILA ALTA E 1 VOLUNTÁRIO.			PESSOAL TOTAL ENVOLVIDO (TIPO DE PESSOA / QUANTIDADE) 100 PESSOAS DAS BRIGADAS DAS PREFEITURAS DO CORIPA, VOLUNTÁRIOS (DAS CIDADES VIZINHAS E PESQUISADORES DO PARQUE), FUNCIONÁRIOS DO PARQUE, INSTRUTORES DO PREVFOGO, CORPO DE BOMBEIROS DE UMUARAMA, TOLEDO, MUNDO NOVO, FUNCIONÁRIOS DO IAP, FUNCIONÁRIOS DE ITAIPU.		
EQUIPAMENTOS UTILIZADOS (TIPO / QUANTIDADE) ABAFADORES BOMBAS COSTAIS RASTELO PINGA FOGO BOMBA MÓVEL			VEÍCULOS UTILIZADOS (TIPO / QUANTIDADE) BARCOS - 3 CARROS - HELICÓPTERO - 3 TRATORES - 2 BALSA PARA TRANSPORTE DOS TRATORES		
VI - GASTOS EFETUADOS					
ALIMENTAÇÃO RELAÇÃO A PARTE	COMBUSTIVEL RELAÇÃO A PARTE		OUTROS RELAÇÃO A PARTE		
3 RESPONSÁVEL :					
DATA / /					
ASSINATURA _____					

FONTE: IBAMA (2004)