

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GESTÃO DO TERRITÓRIO

KARINE DALAZOANA

ESPACIALIZAÇÃO DOS CAMPOS NATIVOS NA ESCARPA DEVONIANA DO
PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS, PR

PONTA GROSSA

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

KARINE DALAZOANA

ESPACIALIZAÇÃO DOS CAMPOS NATIVOS NA ESCARPA DEVONIANA DO
PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS, PR

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Mestrado em Gestão do Território.

Orientadora: Prof^a. Dra. Rosemeri Segecin Moro

PONTA GROSSA

2010

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Processos Técnicos BICEN/UEPG

D136e Dalazoana, Karine
Espacialização dos campos nativos na Escarpa Devoniana do Parque Nacional dos Campos Gerais, PR. / Karine Dalazoana. Ponta Grossa, 2010.
145f.
Dissertação (Mestrado em Geografia – Área de Concentração : Gestão do Território), Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientadora: Prof. Dra. Rosemeri Segecin Moro

1. Fragmentação de habitats. 2. Estepe Gramínio-Lenhosa.
3. Campos Gerais. 4. Ecologia da Paisagem I. Moro, Rosemeri Segecin. II.T

CDD: 634.9

TERMO DE APROVAÇÃO

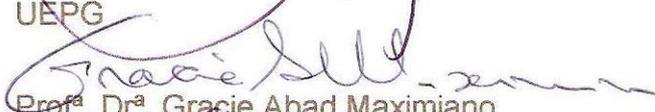
KARINE DALAZONA

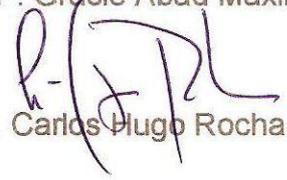
ESPACIALIZAÇÃO DOS CAMPOS NATIVOS NA ESCARPA DEVONIANA DO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS, PARANÁ

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Geografia – Mestrado em Gestão do Território, Setor de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Orientador


Prof.ª Dr.ª. Rosemeri Segecin Moro
UEPG


Prof.ª. Dr.ª. Gracie Abad Maximiano
SEMA


Prof. Dr. Carlos Hugo Rocha
UEPG

Ponta Grossa, 08 de fevereiro de 2010

AGRADECIMENTOS

À professora Dra. Rosemeri Segecin Moro, pelo auxílio, orientação, amizade e atenção.

Aos amigos do herbário HUPG Elisana Milan, Janaíne Mioduski, Tiaro Katu Pereira, Solange e Mayara pelo auxílio nas expedições a campo, na determinação de material botânico e nos exaustivos levantamentos de fichas catalográficas.

Ao biólogo Renoaldo Kaczmarch pelo auxílio nas tarefas e pela amizade.

Ao amigo Gabriel Gomes Ramos, pelo inestimável auxílio na área de geoprocessamento, para a confecção dos mapas e análises de dados.

Ao professor Dr. Carlos Hugo Rocha, pela cessão do material relativo ao Parque Nacional dos Campos Gerais e pelo uso da estrutura do Laboratório de Mecanização Agrícola (LAMA) para obtenção das métricas e análise de dados.

Aos colegas de mestrado Carla Correa Prieto e Tiago Augusto Barbosa pelo companheirismo e amizade, pelas diversas parcerias em trabalhos, em campo e pelos inúmeros “toques geográficos”.

À bióloga Dra. Carina Kozera e à professora Dra. Maria Tereza de Nóbrega pelo auxílio e sugestões no exame de qualificação.

À Fundação Araucária pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus pais Luiz Evaldo e Izabel e aos meus irmãos Élide, Felipe, Evelize e Eloiza pelo apoio incondicional.

Ao meu namorado Adolfo por seu amor e sua paciência.

À Deus por ter-me conduzido pelos caminhos por onde andei, e que até aqui me trouxeram.

Enfim, a todos que de algum modo contribuíram para a realização deste trabalho.

A natureza tem perfeições para demonstrar que é a imagem de Deus e imperfeições para provar que só é uma imagem.

Blaise Pascal

RESUMO

Atualmente a fragmentação de ecossistemas pode ser considerada uma das principais causas da perda de biodiversidade em ambientes naturais. Os campos nativos (Estepe Gramíneo-Lenhosa) remanescentes no estado do Paraná vem sofrendo forte pressão antrópica, principalmente com a expansão das atividades agro-silvo-pastoris. O Parque Nacional dos Campos Gerais abriga uma parcela significativa destes ecossistemas campestres naturais relativamente bem conservados. A compreensão da organização funcional desta paisagem é integrante fundamental para sua gestão, tanto no sentido de conservação quanto de recuperação de áreas já degradadas. Para tanto, esse trabalho tem por objetivo caracterizar a heterogeneidade espacial da matriz campestre nos limites do Parque Nacional dos Campos Gerais, visando compreender sua organização espacial e suas relações funcionais. Deste modo, foram realizadas análises de composição e estrutura da paisagem sobre mapeamentos descrevendo as características físicas da área, seguidos de levantamentos florísticos e de estrutura de vegetação. Foram identificados 481 fragmentos, sendo que 54,5% da área da Escarpa Devoniana no PNCG é constituída por campos nativos. Verificou-se a predominância da Estepe *Stricto Sensu*, seguida pela estepe higrófila e refúgios vegetacionais rupestres. O levantamento florístico revelou elevada diversidade vegetal, com a presença de diversas espécies endêmicas, raras e ameaçadas. A suficiência amostral para estudos de comunidades campestres fixou-se entre 14 e 18m, dependendo das condições ambientais do fragmento. A paisagem revela-se baixa a moderadamente diversificada, apresentando uma distribuição igualitária de fragmentos ($E = 0,91$), com ausência de dominância ($DOM = 0,10$). Os índices de forma, circularidade e dimensão fractal revelaram fragmentos que variam de isogeométricos a pouco linearizados. As análises de proximidade e vizinhança revelaram um contexto favorável à conectividade e ao fluxo biológico de espécies, com grande parcela dos fragmentos campestres (cerca de 78,6%) possuindo vizinhos em distâncias de até 100m. Nesta perspectiva, fragmentos maiores prestam-se ao papel de áreas-fonte enquanto os menores enquadram-se como trampolins ecológicos e aqueles mais lineares na condição de corredores. Para espécies generalistas os fragmentos de campo do Parque Nacional dos Campos Gerais parecem estar conectados, contudo, para espécies restritivas necessita-se mais estudos. Há grande suscetibilidade de borda com relação aos fluxos hídricos, em especial com relação à Estepe Higrófila. É necessário que haja o manejo das áreas de campo nativo com o intuito de promover a sua regeneração natural, assegurando a preservação das espécies vegetais e animais de modo a minimizar as pressões antrópicas exercidas e conseqüente perda de biodiversidade.

Palavras-chave: Fragmentação de habitats, Estepe Gramíneo-Lenhosa, Campos Gerais, Ecologia da Paisagem.

ABSTRACT

In the present, the ecosystems' fragmentation is considered one of the main causes of the biodiversity loss in natural environments. The remaining native grassland (Estepe Gramíneo-Lenhosa) in Parana State has been suffering hard human pressure, especially due to the expansion of activities as agriculture, animal production and forestation. The Campos Gerais National Park maintains an important portion of these natural grassland ecosystems relatively well conserved. Comprehending the functional organization of this landscape is fundamental for its management, in both ways, as in conservation as much as in restoring destroyed areas. Therefore, this study aims to characterize the special heterogeneity of the grassland matrix by the boundaries of the Campos Gerais National Park, to comprehend its spacial organization and its functional relations. Moreover, it has been made analysis of the landscape's composition and structure based on maps, describing the physical characteristics of the area, followed by floristic and vegetation structure researches. There were 481 fragments identified, 54.5% of the Devonian Scarp in the Park is by native grassland. There is a predominance of *Stricto Sensu* Grasslands (Dry Grasslands), followed by the Wet Grasslands besides the Rocky Grasslands. The floristic research showed high vegetal diversity, with many endemic, rare and endangered species. The sample sufficiency was fixed between 14 and 18 meters, depending on the environmental conditions of the fragment. The landscape appears to be low to moderate diverse, with an similarity distribution of fragments ($E = 0.91$), with a lack of dominance ($DOM = 0.10$). The shape indices and circularity and fractal dimension revealed fragments varying from isogeometrical to slight linear. The analyzes of proximity and neighborhood showed a favorable context to connectivity and to the biological flow of species, once a great portion of the grassland fragments (about 78.6%) having neighbors until 100 meters far. So, larger fragments are source areas while the smaller ones are ecological stepping-stones and those more linear perform as corridors. For the generalist species, the grassland fragments of the Campos Gerais National Park seems to be connected, otherwise, for the restrictive species it is necessary future studies. There is a high susceptibility of edge related to the water flow, specially the Wet Grasslands. Management of the grassland areas is necessary to promote its natural regeneration, guarantying the conservation of fauna and flora, minimizing the human pressures and its consequent reducing biodiversity.

Keywords: Habitats' fragmentation, Grasslands, Campos Gerais, Landscape Ecology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Perfil esquemático representativo da Estepe Gramíneo-lenhosa.....	32
Figura 2	Localização da área de estudo.....	45
Figura 3	Orientação das transecções em cada estação de coleta.....	48
Figura 4	Seqüência Devoniana no Paraná e suas respectivas formações, Furnas e Ponta Grossa	58
Figura 5	Embasamento geológico da área onde se assentam as Estepes do Parque Nacional dos Campos Gerais.....	60
Figura 6	Elevação da Porção da Escarpa Devoniana no Parque Nacional dos Campos Gerais.....	62
Figura 7	Declividades na Porção da Escarpa Devoniana do Parque Nacional dos Campos Gerais.....	63
Figura 8	Representação esquemática do lençol freático associado às fitotipias.....	68
Figura 9	Classes de uso da terra na Porção da Escarpa Devoniana do Parque Nacional dos Campos Gerais.....	71
Figura 10	Famílias com maior riqueza de espécies nas Estepes do Parque Nacional dos Campos Gerais.....	73
Figura 11	Fragmento de Cerrado nas proximidades da Cachoeira da Marquinha, no Parque Nacional dos Campos Gerais.....	76
Figura 12	Feições das Estepes no PNCG.....	90
Figura 13	Espécies encontradas nas Estepes do PNCG.....	91
Figura 14	Suficiência amostral (curvas espécie/área) na estação de coleta 1, Furnas Gêmeas.....	95
Figura 15	Suficiência amostral (curvas espécie/área) na estação de coleta 2, Serrinha do São Jorge.....	95

Figura 16	Suficiência amostral (curvas espécie/área) na estação de coleta 3, Balneário Capão da Onça.....	96
Figura 17	Suficiência amostral (curvas espécie/área) na estação de coleta 4, Fazenda Capão da Onça.....	96
Figura 18	Riqueza de espécies nos campos do Parque Nacional dos Campos Gerais.....	97
Figura 19	Similaridade florística entre as estações de estepe no Parque Nacional dos Campos Gerais, PR.....	101
Figura 20	Distribuição das Estepes no Parque Nacional dos Campos Gerais.....	105
Figura 21	Simulação da área de borda de 25 m para os fragmentos de Estepe <i>Stricto Sensu</i> e Refúgio Vegetacional Rupestre.....	121
Figura 22	Simulação da área de borda de 50 m para os fragmentos de Estepe <i>Stricto Sensu</i> e Refúgio Vegetacional Rupestre.....	122
Figura 23	Simulação da área de borda de 100 m para os fragmentos de Estepe <i>Stricto Sensu</i> e Refúgio Vegetacional Rupestre.....	123
Figura 24	Simulação da área de borda de 25 m para fragmentos de Estepe Higrófila – campos úmidos a brejosos.....	124
Figura 25	Simulação da área de borda de 50 m para fragmentos de Estepe Higrófila – campos úmidos a brejosos.....	125
Figura 26	Simulação da área de borda de 100 m para fragmentos de Estepe Higrófila – campos úmidos a brejosos.....	126
Figura 27	Percolação e escoamento de água das áreas agricultadas para os fragmentos de campo nativo no Parque Nacional dos Campos Gerais, na região do Rio São Jorge.....	128

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classes de solo presentes na Escarpa Devoniana no PNCG, conforme o Mapa de Solos do estado do Paraná, em escala 1:250.000.....	65
Tabela 2	Principais classes de uso na Escarpa Devoniana do PNCG.....	70
Tabela 3	Número de famílias, gêneros e espécies de Criptógamas e Fanerógamas levantadas.....	73
Tabela 4	Número de espécies e gêneros para cada uma das famílias botânicas levantadas nas Estepes do Parque Nacional dos Campos Gerais.....	74
Tabela 5	Lista das espécies amostradas para cada estação de coleta Furnas Gêmeas (FG), Serrinha dos São Jorge (SJ), Balneário Capão da Onça (BCO) e Fazenda Capão da Onça (FCO).....	98
Tabela 6	Índices de diversidade da paisagem estépica do Parque Nacional dos Campos Gerais.....	104
Tabela 7	Tamanho médio, desvio padrão, variância e densidade de borda dos fragmentos de campo nativo do Parque Nacional dos Campos Gerais.....	106
Tabela 8	Disposição dos fragmentos de campo nativo do Parque Nacional dos Campos Gerais.....	107
Tabela 9	Índice de forma para os fragmentos de campo nativo do PNCG.....	108
Tabela 10	Índice de circularidade média para as unidades da paisagem no Parque Nacional dos Campos Gerais.....	109
Tabela 11	Dimensão fractal média para as unidades da paisagem da Escarpa do Parque Nacional dos Campos Gerais.....	109
Tabela 12	Índice de proximidade dos fragmentos de campo nativo do Parque Nacional dos Campos Gerais sob simulação de diferentes <i>buffers</i>	111

Tabela 13	Freqüência das distâncias borda a borda ao fragmento vizinho mais próximo para a Estepe <i>Stricto Sensu</i> (campos secos).....	112
Tabela 14	Freqüência das distâncias borda a borda ao fragmento vizinho mais próximo para os Refúgios Vegetacionais Rupestres (campos rupestres).....	113
Tabela 15	Freqüência das distâncias borda a borda ao fragmento vizinho mais próximo para a Estepe Higrófila (campos úmidos).....	113
Tabela 16	Distância ao vizinho mais próximo (média e mediana) para as fisionomias campestres do Parque Nacional dos Campos Gerais.....	114
Tabela 17	Área nuclear dos fragmentos de campo nativo do Parque Nacional dos Campos Gerais sob simulação de diferentes áreas de borda.....	119

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Classes de declividade.....	61
Quadro 2	Hierarquia dos níveis categóricos dos solos.....	64
Quadro 3	Espécies presentes nas Estepes do Parque Nacional dos Campos Gerais.....	77
Quadro 4	Espécies ameaçadas nas Estepes do Parque Nacional dos Campos Gerais.....	89

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO BLIOGRÁFICA.....	16
2.1	ECOLOGIA DA PAISAGEM.....	16
2.1.1	Origens dos estudos de Ecologia e Paisagem.....	16
2.1.2	A origem do conceito Ecologia da Paisagem.....	18
2.1.3	A Ecologia da Paisagem e os seus paradigmas conceituais.....	21
2.1.4	As teorias complementares.....	23
2.2	PRINCIPAIS CONCEITOS E DEFINIÇÕES EM ECOLOGIA DA PAISAGEM.....	24
2.3	FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM.....	27
2.3.1	Efeitos da fragmentação.....	27
2.3.2	Conectividade entre fragmentos.....	28
2.4	OS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ COMO UNIDADE DE ESTUDO.....	29
2.4.1	Formações vegetais: Domínio do Bioma Mata Atlântica.....	30
2.4.1.1	Floresta Ombrófila Mista: A Floresta com Araucária.....	31
2.4.1.2	Savanas: Formações relictuais.....	32
2.4.1.3	Estepe Gramíneo-Lenhosa: os campos nativos.....	32
2.4.2	Estrutura e composição das estepes.....	34
2.4.3	O papel dos sistemas subterrâneos em comunidades campestres.....	37
2.5	SISTEMAS DE PRODUÇÃO E O ESTADO ATUAL DE CONSERVAÇÃO DOS CAMPOS NATIVOS.....	38
2.5.1	Agricultura.....	38
2.5.2	Florestamento.....	39
2.5.3	Pecuária.....	40

2.5.4	Estratégias para conservação dos campos e o Parque Nacional dos Campos Gerais.....	42
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	44
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	44
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	45
3.2.1	Caracterização dos atributos físicos.....	45
3.2.2	Caracterização da composição florística e estrutura fitossociológica das Estepes.....	47
3.2.2.1	Caracterização florística.....	47
3.2.2.2	Determinação da suficiência amostral.....	47
3.2.3	Caracterização dos padrões espaciais da paisagem.....	50
4	ATRIBUTOS FÍSICOS DA ESCARPA DEVONIANA NO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS: CARACTERIZAÇÃO DO BIÓTOPO.....	57
4.1	GEOLOGIA.....	57
4.2	GEOMORFOLOGIA.....	61
4.3	SOLOS.....	64
4.4	HIDROGRAFIA.....	68
4.5	USO DA TERRA.....	68
5	ESTRUTURA DA ESTEPE-GRAMÍNEO LENHOSA DA BORDA DA ESCARPA DEVONIANA NO PNCG.....	72
5.1	COMPOSIÇÃO DAS ESTEPES DO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS.....	72
5.1.1	Levantamento florístico.....	72
5.1.2	Espécies ameaçadas de extinção.....	88
5.2	DETERMINAÇÃO DA SUFICIÊNCIA AMOSTRAL EM ÁREAS SOB DIFERENTES GRAUS DE ANTROPIZAÇÃO COMO SUBSÍDIO À INSTALAÇÃO DE PARCELAS PERMANENTES EM ÁREAS CAMPESTRES.....	93
5.2.1	Determinação do esforço amostral.....	93
5.2.2	Riqueza de espécies e similaridade florística entre as áreas estudadas.....	97
5.2.3	Considerações para alocação de parcelas permanentes.....	102

6	PADRÕES ESPACIAIS DA PAISAGEM ESTÉPICA DO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS.....	103
6.1	COMPOSIÇÃO E ARRANJO DA PAISAGEM.....	103
6.1.1	Diversidade da paisagem.....	103
6.1.2	Fragmentação da paisagem.....	104
6.1.3	Dimensão fractal.....	109
6.1.4	Conectividade.....	110
6.1.4.1	Índice de Proximidade.....	110
6.1.4.2	Distância ao vizinho mais próximo (VMP).....	111
6.2	BORDA E ÁREA NUCLEAR NOS FRAGMENTOS DE CAMPO..	117
6.2.1	Efeito de Borda.....	117
6.2.2	Contaminação das Estepes por agroquímicos.....	127
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	129
8	REFERÊNCIAS.....	131

1. INTRODUÇÃO

A consecução da gestão de um território implica uma série de apropriações - de informações, de instrumentos, de políticas, de relações de poder, de características do meio biótico e abiótico e suas inter-relações - numa rede complexa de relações entre os elementos constitutivos da paisagem natural e cultural.

Não obstante, a compreensão da dinâmica da vegetação, assim como da forma com que seus padrões se refletem na configuração da paisagem, é de fundamental importância para o entendimento das relações existentes em qualquer ecossistema. O estado de conservação e a continuidade de uma formação vegetal definem a existência ou não de habitats para as espécies, a manutenção de serviços ambientais ou mesmo o fornecimento de bens essenciais à sobrevivência de populações humanas.

Deste modo, a avaliação ecológica de um ecossistema antecede os instrumentos de gestão, uma vez que permite planejar o uso sustentável de áreas naturais, assim como a instituição de programas e políticas públicas para a sua conservação.

Ao longo da região centro-leste do Paraná, nos Campos Gerais, a vegetação é composta por um mosaico de campos de altitude, relictos de cerrado e capões de Floresta com Araucária, que refletem na paisagem o equilíbrio atingido após a substituição de climas pretéritos mais secos do Pleistoceno pelas condições atuais úmidas do Holoceno (MAACK, 1948).

Os campos nativos, classificados como Estepe Gramíneo-Lenhosa (IBGE, 1992, 2004), caracterizam-se pela predominância de espécies herbáceas em várias fisionomias campestres como Estepe *stricto sensu* ou campo seco, Estepe higrófila ou campo brejoso, e refúgios vegetacionais rupestres, que compreendem os campos em afloramentos rochosos. Esses ambientes vem sofrendo forte pressão antrópica, com a expansão das atividades agrícolas e silvicultura. Paralelamente, devido à sua grande beleza

cênica, são bastante procurados para fins turísticos e recreativos, nem sempre de forma ordenada.

O atual estado de conservação dos campos no Paraná resulta de processos históricos de uso e ocupação do solo, estando muito relacionado à expansão agropecuária, desde o ciclo do tropeirismo (ROCHA; WEIRICH NETO, 2007). Os remanescentes de campos nativos encontram-se na sua maioria em áreas de relevo acidentado, inviável à mecanização agrícola, sendo que as porções menos fragmentadas, ainda conservadas, encontram-se dentro de Unidades de Conservação.

Apresentando alto potencial biótico e uma exuberante riqueza de espécies, esse ecossistema regional é reconhecido como um *hotspot*, que demanda estratégias emergenciais para a sua conservação (PROBIO, 2002).

A integridade ecológica dos ecossistemas naturais em uma paisagem está diretamente relacionada com a manutenção das condições satisfatórias de tamanho e qualidade ambiental da área (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Dessa forma, é importante que a fragmentação antrópica de ecossistemas seja minimizada, e a matriz manejada, assegurando requisitos mínimos ao fluxo gênico das espécies.

Para tanto, esse trabalho tem por objetivo caracterizar a heterogeneidade espacial da matriz campestre, nos limites do Parque Nacional dos Campos Gerais, visando compreender sua organização funcional.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ECOLOGIA DA PAISAGEM

2.1.1 Origens dos estudos de Ecologia e Paisagem

Desde a antiga Grécia, trabalhos de diversos filósofos continham referências a temas ecológicos. Hipócrates (460-377 a.C.) e Aristóteles (384-322 a.C.), dentre outros, desenvolveram idéias e descreveram princípios ecológicos, muito embora os gregos não possuíssem uma palavra específica para *ecologia* (ROCHA, 2006). Apenas no século XIX, Haeckel, ao publicar em 1866 o livro *Morfologia Geral dos Organismos*, sugeriu o termo *oecologia* para o estudo das relações dos animais e plantas com o ambiente, como um novo campo de pesquisa.

A visão integradora e de relações já fazia parte da forma de interpretação da natureza, podendo-se destacar como o geógrafo Alexander Von Humboldt, descrevendo formalmente as relações entre clima, latitude e altitude, chega, em 1805, ao conceito de *geobotânica*, cujo objeto era o estudo das relações das plantas com o ambiente (NUCI, 2007). Humboldt foi o primeiro pesquisador a tratar “a totalidade das características de uma região” como paisagem. Ele introduziu o conceito de paisagem como um objeto de estudo das ciências naturais, notadamente da Geografia.

A evolução dos conceitos que permeiam as ciências ditas naturais não ocorreu de forma linear. As tentativas de compreender a dinâmica do ambiente e dos sistemas naturais alternavam-se entre teorias de caráter sistêmico e teorias de caráter mecanicista ou cartesiano (CAPRA, 1996).

A ecologia é uma ciência que visa compreender as relações entre os seres vivos e destes com o seu meio físico (biótopo), sejam esses seres pertencentes a uma mesma espécie ou a espécies distintas, em relações de caráter harmônico ou não (ODUM, 1992). Nestas relações, ao se considerar

um ecossistema, deve haver fluxo de matéria e de energia entre os integrantes do sistema, sendo a matéria cíclica e a energia unidirecional.

Devido à crescente complexidade de seus temas, a ecologia tem se desdobrado em áreas subordinadas, uma das quais, a macro-ecologia (BROWN; MAURER, 1989), pretende integrar conhecimentos provenientes da própria ecologia (ecologia de comunidades e ecologia geográfica), biogeografia, biologia evolutiva, paleontologia, fisiologia, dentre outras áreas (DINIZ-FILHO; RANGEL, 2004).

A macro-ecologia apresenta uma abordagem quantitativa e estatística sobre questões e métodos da biogeografia na busca da compreensão e divisão de espaço físico e dos recursos entre as espécies ao longo de gradientes espaciais e temporais, avaliando, de forma observacional, os padrões de abundância, distribuição e diversidade de espécies intimamente relacionadas ou ecologicamente similares (BLACKBURN; GASTON, 1998, DINIZ-FILHO; RANGEL, 2004) em resposta a fatores ecológicos contemporâneos e eventos históricos (BROWN; LOMOLINO, 2006).

O conceito de paisagem, dependendo do enfoque adotado e dos fatores envolvidos, pode apresentar diversos significados, que podem ser tanto abrangentes como específicos, estando relacionados às áreas do conhecimento que sobre ela se debruçam (EMÍDIO, 2006). Schier (2003) aponta que grande parte desses conceitos atrela-se a determinadas abordagens filosóficas. Na geografia, por exemplo, o conceito *landschaft*, que foi introduzido pela escola alemã de geografia, tem fortes raízes positivistas, assim como na escola francesa. Uma abordagem neopositivista surge quando se passa a perceber a paisagem como *região*, em substituição ao termo *landschaft*.

Numa abordagem de caráter marxista, interessa o conceito de região, mas não se percebe a paisagem como um elemento geográfico, e sim como produto da relação capital *versus* trabalho, expresso territorialmente.

Metzger (2001, p. 4) propõe uma noção integradora de paisagem, definindo-a como “*um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo a heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação*”. Na última década, a

Ecologia da Paisagem tem tido grande desenvolvimento devido a esse caráter integrador, permitindo uma análise bastante efetiva dos processos atuantes no meio.

2.1.2 A origem do conceito de Ecologia da Paisagem

O termo Ecologia da Paisagem foi cunhado por Carl Troll, biogeógrafo alemão, em 1939. Troll dá origem à *Landschaftsökologie*, reagrupando os elementos da paisagem de um ponto de vista ecológico, organizando-os em ecótopos, unidades comparáveis aos ecossistemas. Segundo ele a paisagem seria “uma entidade espacial e visual”, cuja noção básica é heterogeneidade do espaço habitado pelo homem. De acordo com Metzger (2001), a abordagem de Troll foi fortemente influenciada pela geografia humana, pela fitossociologia e pela biogeografia, além das vertentes da geografia que envolvem o planejamento regional. A noção básica de paisagem seria então a espacialidade.

A partir de Troll, avanços se deram em direção as bases teóricas relacionadas à mudança de paradigma das ciências ambientais, e especialmente em direção as bases aplicadas, em vista do grande desenvolvimento das geotecnologias e dos sistemas de informação (PORTO, 2007). Ainda segundo a mesma autora, Naveh, que desenvolveu seus estudos na Europa Central, é considerado um dos iniciadores desta nova compreensão da Ecologia de Paisagem, especialmente em suas bases teóricas, que culminam na compreensão do novo paradigma holístico atual.

Ecologia da Paisagem é o ramo da ecologia que ressalta a influência mútua entre os processos ecológicos e os padrões espaciais em que estes se inserem. Ela procura reconhecer os agentes e as implicações resultantes da heterogeneidade espacial do ambiente, sempre considerando, numa determinada escala, os recortes temporal e espacial (METZGER et al., 2007). Alguns pesquisadores (FORMAN; GODRON, 1981; TURNER; GARDNER; O'NEILL, 2001; TURNER, 2005) não reconhecem a Ecologia da Paisagem como uma simples disciplina, ou ramo da ecologia, mas sim como uma intersecção de muitas disciplinas e de campos de conhecimento relacionados,

como a geografia, ecologia, sensoriamento remoto, sociologia, economia, entre outros (IGARI, 2007).

Trata-se de uma ciência de feições neopositivistas, bastante associada aos conceitos da Teoria de Sistemas, proposta por Bertalanffy em meados da década de 50. Naveh e Lieberman (1990) afirmam que, com a Ecologia da Paisagem, novas fronteiras foram traçadas em relação à Teoria Geral dos Sistemas. Esses mesmos autores sugeriram um novo conceito o *Total Human Ecosystem* (THE) como um supersistema físico-geosférico, mental e espiritual, no qual os homens seriam integrados com seu ambiente total, e que este deveria ser considerado o maior paradigma holístico da Ecologia da Paisagem. O THE seria considerado o mais alto nível de integração ecológica (NUCI, 2007).

Segundo Naveh (2002), a Ecologia de Paisagem aplicada pode contribuir para a integração estrutural e funcional dos sistemas em uma ecosfera coerente e sustentável e, assim, contribuir para o estabelecimento de um balanço sustentável entre as paisagens atrativas e produtivas e aquelas densamente habitadas da tecnosfera, para esta e futuras gerações.

Metzger (2001) ressalta, porém, que a Ecologia da Paisagem caracteriza-se por um duplo nascimento e, conseqüentemente, por duas visões distintas da paisagem. A visão sistêmica ou holística é o foco da Escola Geográfica Européia, formada, na sua maioria, por geógrafos e biogeógrafos que discutiam sobre uma visão integradora das relações da paisagem em seus componentes naturais, físicos e humanos, buscando um entendimento sistêmico das unidades geográficas (EMÍDIO, 2006). Trata-se de uma corrente de pensamento “clássica” que advém das décadas de 40 e 50 e procura entender a paisagem e a sua relação com o homem.

A Escola Norte Americana, em sua maioria, é formada por ecólogos focados na compreensão dos padrões espaciais e nos processos ecológicos da paisagem. De certa forma monodisciplinar e reducionista, a sua preocupação visa o entendimento das paisagens naturais, deixando de lado a interpretação das paisagens culturais e o planejamento territorial, mas enfatizando sempre a conservação da diversidade biológica. Mas para Metzger (2001), o ecólogo da paisagem teria uma preocupação maior em estudar a heterogeneidade

espacial, o que contrasta com a visão do ecólogo de ecossistema, que busca entender as interações de uma comunidade com o sistema abiótico. Essas duas situações evidenciam a existência de um contraste entre relações de caráter horizontal (padrões espaciais) e vertical (padrões funcionais). A Ecologia da Paisagem considera o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial, assim como a sua influência sobre os processos ecológicos, como uma ferramenta de gestão das paisagens (RISSER et al. 1984).

As análises da Escola Européia são pautadas numa base empírica objetiva, de observação direta das nuances e particularidades de paisagens concretas, ao contrário da Escola Norte Americana que se baseia em afirmações abstratas, geradas por simulações estatísticas e matemáticas, apesar de ambas buscarem o entendimento e a interpretação da funcionalidade da paisagem (METZGER, 2001). Pela escola norte-americana, Turner procura trazer elementos que propiciam o entendimento da funcionalidade da paisagem, além de diretrizes quanto à utilização de métricas, auxiliando a compreensão dos métodos quantitativos utilizados em Ecologia da Paisagem (TURNER; GARDNER; O'NEILL, 2001).

Pelo exposto, a Ecologia da Paisagem tem de se ocupar não só com conceitos que envolvem a heterogeneidade de unidades de estudo, mas também a heterogeneidade de abordagens. Wiens (2005, p. 365) destaca essa questão colocando que a heterogeneidade é, ao mesmo tempo, vantagem e obstáculo ao desenvolvimento da ciência Ecologia da Paisagem:

Ao enfatizar a importância da heterogeneidade espacial e da escala de observação no entendimento dos processos ecológicos, em particular naqueles que determinam o padrão de ocorrência e abundância dos organismos, esta área de conhecimento traz uma nova perspectiva aos estudos ecológicos.

Fenômenos distintos se dão em diferentes escalas, ou seja, a percepção do observado muda quando se altera a ordem de grandeza das escalas. De forma que, quando se trabalha com determinado elemento, o pesquisador obrigatoriamente encontra-se trabalhando em uma escala específica.

Como afirma Brunet (1980), toda mudança de escala modifica as percepções e as representações, e por vezes até a natureza dos fenômenos. É sobretudo a descontinuidade na ordem de grandeza dos fenômenos, na sua

escala geográfica, que os leva a não ter mais a mesma significação, nem o mesmo sentido, nem a mesma estrutura. Metzger (2001) exemplifica com a escala espacial (dimensão espacial dos processos), escala temporal (abrangência temporal, ou duração dos processos), escala geográfica (dimensão de representação de um objeto) e escala de percepção das espécies - que é uma escala temporal e espacial na qual cada espécie percebe a paisagem em função de suas características ecológicas.

A transposição entre escalas constitui uma das grandes dificuldades encontradas pelos ecólogos da paisagem, pois a compreensão das relações e dos processos que ocorrem no ambiente se dá em diferentes níveis de intensidade, dentro de diferentes escalas.

2.1.3 A Ecologia da Paisagem e os seus paradigmas conceituais

Na grande maioria das vezes, os processos cognitivos possuem uma gênese dependente de questões biológicas, mas totalmente apoiada nas interações sociais e no ambiente cultural em que vive aquele que aprende e descobre (SILVEIRA, 2005).

O conhecimento produzido pode ter suas origens e fundamentações advindas de uma linha empirista, que preza a experimentação como suporte do conhecimento, e que só pode existir através da apreensão pelos sentidos; ou de uma linha racionalista, pautada no princípio que o verdadeiro conhecimento só pode ser encontrado na razão. Porém, dentro de uma mesma área, é aceitável sustentar-se posições diferentes quanto à origem do conhecimento, dependendo do tipo de proposição envolvida (CHIBENI, 2007). É freqüente, por exemplo, que empiristas com relação ao conhecimento do mundo físico sejam racionalistas com relação ao conhecimento matemático.

Por muito tempo o positivismo de Comte predominou na geografia, apoiado por uma interpretação do espaço geográfico onde a paisagem era descrita sem inter-relacionar as dinâmicas sociais com as potencialidades do ambiente físico, bem como os resultados ou impactos que esta atuação gerava (NUNES, 2008). Em seu surgimento, a Ecologia da Paisagem apresenta uma

abordagem de caráter neopositivista, também conhecida como Positivismo Lógico.

Essa abordagem neopositivista de compreensão da paisagem possui fortes bases na abordagem sistêmica e na Cibernética, e passa a levar em consideração os fluxos existentes e as trocas realizadas, entre matéria e energia no ambiente. O neopositivismo influenciou o desenvolvimento de estudos não só qualitativos do ambiente, como aqueles que incluíam análises quantitativas e métricas da paisagem, passando a fornecer dados pautados em análises estatísticas, desta forma conferindo maior confiabilidade aos dados, e permitindo ao pesquisador atribuir maior fidedignidade aos seus levantamentos.

De acordo com Nunes (2008), com o avanço dos estudos dos sistemas complexos e auto-organizativos, a lógica de pensamento sistêmico mecanicista passa a ser questionada. Sendo assim:

Os sistemas complexos não podem ser entendidos apenas por suas complicações e por fluxos de suas funções dinâmicas originais, pois um sistema complexo não é apenas um problema de ação e reação como nos modelos mecânicos, pois implicam antes, reestruturações e rupturas que se integram na totalidade (Vitte, 2007, p. 8).

Christofoletti (1997) coloca que o desenvolvimento científico em torno dos sistemas dinâmicos não-lineares, do comportamento caótico, da auto-organização e da geometria fractal, vem sendo considerado como característica da ciência na fase da pós-modernidade. O mesmo autor acrescenta que a geografia, como disciplina científica, não pode deixar de acompanhar esse desenvolvimento e absorvê-lo na potencialidade de contribuir para a compreensão e análise da categoria de fenômenos que representa o seu objeto de estudo.

Na Ecologia da Paisagem, quando se pensa em heterogeneidade, logo se imagina uma composição de ecossistemas em interação, com características próprias em que os elementos espaciais são representados pelos fluxos contínuos de matéria, energia e mesmo de espécies entre eles. Ou seja, são idealizados sistemas dinâmicos, que de certa forma, só podem ser compreendidos quando analisados considerando-se o todo. No entanto, segundo Nunes (2008), mesmo ao se conceber a natureza através do seu

movimento de interação dialética entre os elementos que a constituem, na prática o que se consegue somente é entender ou discernir eventos de uma totalidade que tem determinada duração. Então é válido observar os fenômenos numa perspectiva de síntese, e não de análise, uma vez que a primeira permite uma compreensão a partir de um exame por diferentes ângulos e pontos de vista, enquanto a análise fornece dados pautados na fragmentação e na apreciação de partes desintegradas do objeto considerado.

Sendo assim, o estudo da paisagem como uma ciência reducionista passa a abrigar a idéias de cunho interdisciplinar, integradoras, com vínculos entre áreas distintas do conhecimento (geografia, ecologia, biologia, geologia, entre outras), afirmando a tendência da mudança de uma concepção mecanicista para dar lugar a uma visão holística, na qual um entendimento sistêmico preza mais as relações existentes entre os componentes da paisagem do que os próprios objetos em si.

2.1.4 As teorias complementares

Algumas teorias formuladas em paralelo ao desenvolvimento da Ecologia da Paisagem colaboraram com o desenvolvimento dos estudos a ela relacionados. Uma das mais importantes é a Teoria da Biogeografia de Ilhas, proposta por MacArthur e Wilson, em 1963. Tal teoria foi muito utilizada na determinação, por exemplo, do tamanho mínimo crítico de uma área a ser preservada ou mesmo quanto ao formato dessa área ou unidade de conservação.

Da Teoria das Metapopulações, proposta pelo ecólogo norte-americano Levins, derivaram os modelos metapopulacionais. Para Levins (1969), metapopulação seria o conjunto de subpopulações interconectadas que funcionariam como uma unidade demográfica. Essa teoria é válida na avaliação do efeito da destruição de habitats na dinâmica populacional regional, por exemplo. Em termos metapopulacionais ela equivale à destruição de manchas de habitats e à eliminação de lugares que suportam uma subpopulação de uma metapopulação (IGARI, 2007).

Conforme Igari (2007), além destas, merecem destaque ainda a Teoria da Geometria Fractal, formulada em 1983 por Mandelbrot, que identificou classes de padrões que se mantêm similares numa ampla faixa de escalas, permitindo assim uma previsão dos padrões de escala ampla a partir de medidas em escala mais fina; a Teoria da Percolação, introduzida nos anos 50 por Broadbent e Hammersley como um modelo matemático de propagação em meios aleatórios, que confronta os padrões espaciais com sistemas construídos randomicamente; e a Teoria da Auto Organização Crítica, de Bak, Tang e Wiesenfeld, que trata de sistemas abertos e complexos, com muitos componentes independentes, que podem ser descritos através de estatística sofisticada em muitas ordens de magnitude.

Todas essas teorias, de forma ou de outra, em algum momento, vem compondo o arcabouço da Ecologia da Paisagem, na compreensão dos fenômenos que ocorrem no ambiente, e que determinam a estrutura da paisagem dentro de suas mais diversas peculiaridades. Como ciência relativamente jovem, praticada a partir de meados da década de 80, a Ecologia da Paisagem é uma ciência em expansão, que vem solidificando conceitos e ganhando espaço e reconhecimento. A aplicação dos estudos de Ecologia da Paisagem está relacionada a diversas atividades como o planejamento e ordenamento territorial, bem como manejo de ecossistemas naturais, incluindo o monitoramento de comunidades bióticas.

2.2 PRINCIPAIS CONCEITOS E DEFINIÇÕES EM ECOLOGIA DA PAISAGEM

Segundo Forman e Godron (1986), de modo geral, a Ecologia da Paisagem é baseada em três características do espaço natural:

1. *Estrutura*: corresponde às relações espaciais existentes entre ecossistemas ou elementos distintos presentes no espaço - mais especificamente, a distribuição de matéria, energia e espécies em relação a tamanhos, formas, números, tipos e configurações de ecossistemas;

2. *Função*: as interações entre os elementos no espaço, ou seja, os fluxos de matéria, energia e espécies entre os componentes dos ecossistemas;

3. *Mudança*: alterações da estrutura e função ecológicas do mosaico da paisagem ao longo do tempo.

Turner et al. (2001), conceituam termos comumente empregados na Ecologia da paisagem:

- *Heterogeneidade* - consiste em elementos dissimilares em qualidade ou estado, com diferentes tipos de habitats ou cobertura, ocorrendo na paisagem.
- *Mancha* - área da paisagem que difere dos arredores em aparência e natureza.
- *Corredor* - faixa relativamente estreita de um tipo particular que difere das áreas adjacentes em ambos os lados, que ligam pelo menos dois fragmentos de habitat anteriormente unidos.
- *Matriz* - é o tipo de cobertura de fundo numa paisagem, caracterizada pela cobertura extensiva e pela alta conectividade. Nem todas as paisagens têm uma matriz definível.
- *Fragmentação* - quebra do habitat ou tipo de cobertura em parcelas menores e desconectadas.
- *Conectividade* - é a continuidade espacial de um habitat ou tipo de cobertura ao longo da paisagem.
- *Borda* - porção de um ecossistema ou tipo de cobertura próxima ao perímetro e dentro da qual as condições ambientais podem diferir dos locais de interior da mancha. São áreas de habitat mais expostas às perturbações externas.

No tutorial do programa *Fragstats®*, McGarigal e Marks (1995) apresentam as seguintes definições:

- *Composição da paisagem* - engloba a variedade e abundância de fragmentos dentro de uma paisagem, mas não o posicionamento ou localização de manchas no mosaico.
- *Configuração da paisagem* - refere-se à distribuição física ou espacial dos fragmentos na paisagem, por exemplo: isolamento ou

conectividade entre fragmentos, assim como forma e áreas de borda e núcleo de um fragmento.

- *Unidade de paisagem* - cada tipo de componente da paisagem (unidades de recobrimento e uso do território, ecossistemas, tipos de vegetação, por exemplo).

Ainda, segundo Forman (1983), dentre os elementos da paisagem temos:

- *Fragmento* - uma mancha originada por fragmentação de uma unidade que inicialmente apresentava-se sob forma contínua, como uma matriz.

- *Fragmentação natural* - causada por fatores naturais, não-antrópicos, como distúrbios ambientais, mudanças climáticas ou condicionantes físicos, profundidade de solo, disponibilidade de água e de nutrientes, entre outros.

- *Mosaico* - uma paisagem que apresenta uma estrutura contendo um padrão de manchas, corredores e matriz.

- *Stepping Stone* - “trampolins ecológicos” - pequenas áreas de habitat dispersas pela matriz, relativamente próximas entre si, que podem facilitar os fluxos entre manchas.

- *Área Fonte* - fragmento possuidor de elevada qualidade ambiental, geralmente também de maior tamanho na paisagem, capaz de prover sementes e propágulos, colaborando para a manutenção das espécies daquele ambiente.

- *Área Sumidouro* – fragmento no qual há o desaparecimento de organismos, sedimentos, sementes e outros componentes, inativos por não encontrarem condições adequadas. Em termos populacionais, área onde as taxas de mortalidade são maiores que as taxas de natalidade e/ou imigração.

- *Percolação* - diz-se que uma paisagem percola quando um fragmento permite a uma espécie, restrita a esse habitat, atravessar a paisagem de uma extremidade à outra.

2.3 FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM

2.3.1 Efeitos da fragmentação

Atualmente a fragmentação de ecossistemas pode ser considerada uma das principais causas da perda de biodiversidade em ambientes naturais, sendo consequência da atual dinâmica de uso da terra pelo homem (FERNANDEZ, 2004; TABARELLI; GASCON, 2005; METZGER et al., 2007; FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2007).

Trata-se, basicamente, de um processo de ruptura da continuidade espacial de habitats naturais (LORD; NORTON, 1990), com consequências em geral desfavoráveis, principalmente às espécies que ali habitam. Dentre as principais podemos destacar a perda e modificação de habitats, que decorre da redução do tamanho do habitat original e divisão em dois ou mais fragmentos separados por uma matriz que podem diferir em composição do habitat original, e do uso da terra na matriz que circunda o fragmento.

Quando ocorre a diminuição da área contínua de um fragmento ou a perda de habitat, o número de espécies em cada fragmento tende a acompanhar a diminuição da área, reduzindo-se até ajustar-se ao novo tamanho de cada fragmento (FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2007), pois as espécies tornam-se mais vulneráveis às pressões oriundas do efeito de borda, e suscetíveis à invasão por espécies exóticas, além da provável ocorrência de alterações na dinâmica de interação entre as espécies.

Somando-se a divisão do habitat contínuo com a perda de área física, o processo de fragmentação altera os mecanismos de troca entre as espécies, em alguns casos comprometendo substancialmente o fluxo gênico. Também pode haver declínio populacional em razão de alterações no processo de dispersão de sementes e de recrutamento de plântulas, uma vez que o número de organismos dispersores de sementes reduz-se consideravelmente (TABARELLI; GASCON, 2005). No processo de reorganização dos novos habitats formados com a fragmentação, algumas espécies rústicas, mais

adaptadas às perturbações, terão facilidade para se desenvolver nas novas condições do fragmento e tenderão a colonizá-lo de modo substancial.

Apesar dos processos de fragmentação na atualidade terem sido intensificados pela ação humana, existem fragmentos oriundos de processos naturais, que derivam de determinadas condições ambientais, relacionadas principalmente às flutuações climáticas (BEHLING, 1997), fatores edáficos, topográficos, hidrológicos e/ou geomorfológicos (CONSTANTINO et al., 2005).

Constantino et al. (2005) acrescentam ainda que antigos fragmentos de origem natural podem ser considerados como áreas prioritárias para a conservação, devido ao fato de poderem abrigar espécies endêmicas e populações diferenciadas, provenientes do longo tempo de isolamento. Restaurar a conectividade entre fragmentos de origem natural não é uma estratégia aconselhável, uma vez que estes já alcançaram seu equilíbrio dinâmico na condição de isolamento. A interligação de dois ou mais fragmentos naturais poderia até mesmo acarretar numa alteração da dinâmica populacional local, levando até a extinção de espécies endêmicas, mais restritivas.

2.3.2 Conectividade entre fragmentos

Tendo em vista que a conectividade é a capacidade da paisagem de facilitar os fluxos biológicos (e.g. organismos, sementes, grãos de pólen), ela depende estritamente das características das espécies. Conforme a capacidade de deslocamento de uma espécie em diferentes tipos de hábitat, a mesma pode perceber a paisagem como conectada ou não (METZGER et al., 2007). Porém a conectividade pode ser avaliada em termos de estrutura e função, por isso temos duas formas distintas de conectividade: a conectividade estrutural e a conectividade funcional, descritas conforme Metzger (1999, 2003).

Conectividade estrutural se refere à fisionomia da paisagem, em termos de arranjo dos fragmentos (distribuição de tamanhos ou grau de isolamento), densidade e arranjo dos corredores de hábitat e permeabilidade da matriz (resistência ou não ao fluxo de espécies, presença /ausência de *stepping stones*). Já a conectividade funcional pode ser definida como uma medida de

quanto um organismo de interesse usa as feições da paisagem, estando fortemente ligada à probabilidade de um organismo cruzar a paisagem. Contudo o estabelecimento de conexões espaciais não implica que estas conexões existam funcionalmente, do mesmo modo que a ausência de conectividade espacial não implica obrigatoriamente na ausência de fluxos biológicos. Assim é possível quantificar numa paisagem a conectividade estrutural, porém a conectividade funcional depende da percepção de cada espécie em relação àquela paisagem.

Ambientes fragmentados correm o risco de isolamento biológico, o que leva ao endocruzamento¹ (endogamia²) e à perda de diversidade genética, de modo que a conectividade da paisagem evita a redução do fluxo genético (RICKLEFS, 2003).

Estratégias para aumentar a conectividade de paisagens fragmentadas incluem principalmente o estudo e a readequação de corredores biológicos e o aumento da permeabilidade da matriz, tornando-a menos resistente aos fluxos biológicos (METZGER, 2003).

2.4 OS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ COMO UNIDADE DE ESTUDO

Localizada no Segundo Planalto Paranaense ou Planalto de Ponta Grossa, ao longo do reverso da Escarpa Devoniana, a região dos Campos Gerais apresenta singulares feições geomorfológicas e fitogeográficas. Nessa região, relevos ruiformes associam-se a formações vegetacionais peculiares, formando um mosaico entre campos e florestas. Os Campos Gerais do Paraná foram definidos por Maack (1948) como uma zona fitogeográfica natural, com campos limpos e matas de galerias ou capões isolados de Floresta Ombrófila Mista, onde aparece o pinheiro Araucária.

Os processos de ocupação humana na região, desde o Holoceno, sempre trouxeram consigo impactos ao ambiente. Após a chegada dos

¹ *Endocruzamento*: Cruzamento entre indivíduos geneticamente semelhantes, com alto grau de parentesco.

² *Endogamia*: Sistema de reprodução de uma população que implica numa frequência de cruzamentos consanguíneos que acarreta na redução da variabilidade genética da mesma.

portugueses e posteriormente dos imigrantes europeus, a pressão seletiva sobre as áreas de campo natural aumentou significativamente, ameaçando todo o ecossistema (BIGARELLA, 1964). Hoje a região dos Campos Gerais representa uma potência agropecuária para o estado do Paraná, contudo as atividades antrópicas oriundas dessas atividades trouxeram impactos negativos, resultando na degradação e no empobrecimento das feições naturais da região (MELO et al., 2007c).

2.4.1 Formações vegetais: domínio do Bioma Mata Atlântica

A unidade de estudo se insere no Bioma Mata Atlântica que, além das fisionomias e formações florestais ligadas às regiões serranas e litorâneas, inclui áreas florestais nativas e ecossistemas associados nas regiões planálticas do interior, como a Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) e as formações campestres associadas (BRASIL, 2008).

Essa peculiar formação vegetacional constitui uma área de tensão ecológica (IBGE, 2008) em que fragmentos de Floresta Ombrófila Mista encontram-se inseridos numa matriz campestre rica em espécies herbáceas, especialmente gramíneas, reflexo de padrões edáficos locais.

Na região de abrangência do Bioma Mata Atlântica, de acordo com Cabrera e Willink (1980) as áreas cobertas com campo nativo predominam em zonas de maior altitude, sobre os planaltos. Os campos compõem províncias fitogeográficas distintas - sob um domínio chaquenho, os campos da metade sul do Rio Grande do Sul são parte da Província Pampeana e, sob um domínio amazônico, os campos do planalto (metade norte do RS, SC e PR) são parte da Província Paraneana. A caracterização de uma província fitogeográfica restrita à região de abrangência dos campos de altitude do Bioma Mata Atlântica demonstra a importância da região para a conservação da biodiversidade.

2.4.1.1 Floresta Ombrófila Mista: a Floresta com Araucária

Floresta Ombrófila Mista (FOM) é uma terminologia proposta pelo IBGE (1992) para designar a Floresta com Araucária, tipologia facilmente reconhecida pela presença da espécie *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze, o Pinheiro-do-Paraná.

No Estado do Paraná essa vegetação distribui-se entre o Primeiro, Segundo e a parte leste do Terceiro Planalto, restando atualmente cerca de 0,8% de sua área de cobertura original (CASTELLA; BRITZ, 2004). Na região dos Campos Gerais, em especial, a FOM pode ser encontrada sob a forma de capões e corredores ripários (matas ciliares), em pequenos fragmentos, em sua grande maioria bastante alterados.

Os capões de Floresta com Araucária são característicos da região dos campos sul-brasileiros, constituindo verdadeiras ilhas de mata espalhadas pelos campos (CERVI et al., 1989). A sua existência é determinada pela profundidade do lençol freático, e sua composição florística é fortemente influenciada pelas baixas temperaturas e pela ocorrência regular de geadas no inverno, além das chuvas bem distribuídas ao longo do ano.

Roderjan et al. (2002), descrevem os capões de Floresta Ombrófila Mista da região dos Campos Gerais como agrupamentos arbóreos marginais aos rios ou isolados sobre o campo, de formas e dimensões variáveis, onde *Araucaria angustifolia* se sobressai, associada a diferentes grupos de espécies arbóreas, onde se destacam *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae), *Podocarpus lamberti* Klotzsch ex Eichler (Podocarpaceae), *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera. (Asteraceae), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), *Lithraea brasiliensis* March (Anacardiaceae), *Ocotea porosa* Nees ex. Mart.(Lauraceae), *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae) e *Alophylus edulis* (St.Hil.) Radlk. (Sapindaceae).

Watzlawick et al. (2002) afirmam que a Floresta com Araucária não constitui uma vegetação uniforme, homogênea, além de que uma grande extensão de fragmentos florestais secundários se encontram empobrecidos por exploração madeireira, atravessando diversos estágios de regeneração.

2.4.1.2 Savanas: formações relictuais

A fitofisionomia característica da vegetação de cerrado (savana) surge em alguns pontos da região centro-norte dos Campos Gerais. Ocorre na forma de fragmentos isolados, as manchas, na forma de disjunções³ periféricas da área *core* (nuclear) do Bioma Cerrado. O cerrado no Paraná encontram-se na atualidade fora da sua referida zona climática hibernal seca (MAACK, 1948; STRAUBE, 1998), representando uma formação relictual que remonta o Período Quaternário, quando tais características climáticas eram predominantes e favoráveis à ocorrência desta fitofisionomia.

A composição florística do estrato herbáceo do cerrado na região dos Campos Gerais é muito similar a dos campos nativos, diferindo principalmente pela presença de espécies arbustivas e arbóreas típicas como o marmeleiro-do-cerrado (*Plenckia populnea* Reissek, Celastraceae), o pequi (*Cariocar brasiliense* Cambess, Cariocaraceae) e pelo predomínio de leguminosas. Os arbustos e árvores medem entre 3 a 8 metros de altura, exibindo troncos e galhos tortuosos, cascas grossas, macias e porosas (MAACK, 1981; RITTER, 2008).

2.4.1.3 Estepe Gramíneo-Lenhosa: os campos nativos

Constituindo a formação florística mais antiga do estado do Paraná, os campos foram primitivamente designados como savanas (MAACK, 1981), termo que não é adequado às condições climáticas da região, embora floristicamente autores advoguem a continuidade do termo (CERVI et al., 2007). Atualmente, para os campos nativos prevalece a classificação do IBGE

³ Deve-se atentar que os conceitos de fragmento, remanescente, mancha, relicto e disjunção possuem aplicações distintas. Fragmento é um termo espacial que implica na idéia de descontinuidade de uma unidade original maior; remanescente é quando este fragmento mantém ainda identificáveis os atributos originais do todo; mancha é um termo paisagístico que remete a uma área heterogênea da matriz em aparência e natureza; relicto é um termo biogeográfico que define um testemunho de ambientes pretéritos em desacordo com a paisagem atual; disjunção, também da biogeografia, se refere a populações similares isoladas geograficamente que ocupam ambientes semelhantes.

(2004) como Estepe Gramíneo-Lenhosa, com as tipologias de Klein e Hatschbach (1971) atualizadas por Ziller (2000) para: Estepe *Stricto Sensu* para os campos secos, Estepe Higrófila para os campos úmidos e Refúgio Vegetacional Rupestre para os campos em que aflora a matriz rochosa.

A composição florística caracteriza as Estepes como uma formação vegetal subtropical, particular da região Sul do Brasil (FIGURA 1). Ela se encontra distribuída no Estado do Paraná majoritariamente sobre o Segundo Planalto, principalmente nas proximidades do reverso da Escarpa Devoniana, também conhecida como Serra dos Campos Gerais e diversas denominações locais como Serra de Furnas, Serra das Almas, do Purunã, etc. (MAACK, 1948).

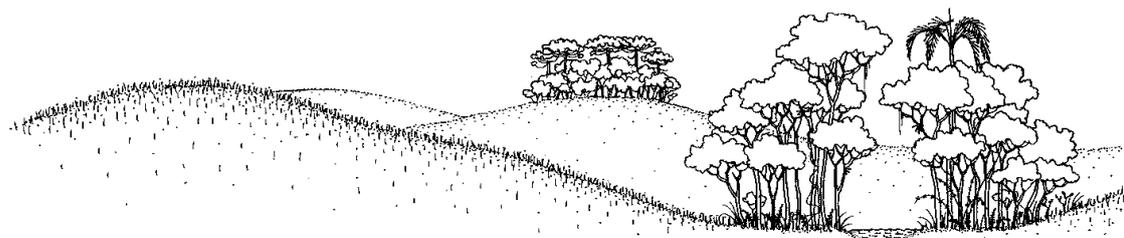


Figura 1. Perfil esquemático representativo da Estepe (RODERJAN et al., 2002), onde predominam formações herbáceas entremeadas por vegetação ripária e agrupamentos arbóreos isolados (os capões).

A origem do mosaico atual entre Estepe Gramíneo-Lenhosa e florestas ombrófilas e estacionais remonta ao início do atual período pós-glacial, como colonizadora da superfície estéril resultante do clima anterior, sendo sua manutenção garantida pela ocorrência regular do fogo, de causa natural ou antrópica (PONTA GROSSA, 2006) e de condições edáficas e hídricas (CURCIO, 2006). Maack (1949) descreve os campos do Paraná como formações originais remanescentes de um clima semi-árido do período Quaternário que, ao fim da última glaciação, foi seguido por um período pluvial.

Klein (1960) coloca que a maior parte das plantas do campo, sobretudo as das famílias Compositae, Leguminosae e Gramineae (atualmente Asteraceae, Fabaceae e Poaceae respectivamente), possuem adaptações morfológicas e fisiológicas para suportar períodos mais secos que, atualmente,

não se verificam mais. Em complemento, Bigarella et al. (1975) definem os campos como remanescentes de um revestimento florístico anterior, relacionado a um paleoclima mais rigoroso com chuvas mal distribuídas e concentradas.

Dados palinológicos, discutidos por Behling (1997, 1998) e Behling e Lichte (1997), mostraram que a Floresta com Araucária nas regiões Sul do Brasil estabeleceu-se muito recentemente e sob condições climáticas específicas, e que a expansão deste importante ecossistema é resultado de mudanças climáticas e de migrações de floras refugiadas nos vales das serras pelos cursos dos rios.

Klein (1960) diz que a vegetação está evoluindo lentamente para um “clímax climático”, ainda longe de ser alcançado. Essa evolução implica no favorecimento do estabelecimento das matas em detrimento das associações de campo, sobre os quais se verifica o avanço da vegetação arbórea (BIGARELLA, 1964). Os campos e as pequenas áreas de cerrado constituíram a cobertura primária e mais antiga do Estado, sendo a floresta a formação secundária mais recente (MAACK, 1981; LEITE, 1995).

2.4.2 Estrutura e composição das estepes

Em termos fisionômicos os campos do Segundo Planalto Paranaense são constituídos por formas biológicas diversas, predominantemente de porte herbáceo e subarbustivo. As espécies desenvolvem-se sobre solos rasos, ácidos e pobres em nutrientes, geralmente sob forte insolação e ventos frequentes (MORO; CARMO, 2007), condições que podem selecionar espécies mais aptas a se desenvolver nesses ambientes.

As plantas geralmente possuem alguma adaptação às condições edáfo-climáticas locais, às eventuais ocorrências de fogo e ao pastejo. Dentre as principais pode-se citar:

- Caules subterrâneos, geralmente do tipo xilopódio, rizoma ou bulbo, que atuam principalmente no armazenamento de água e substâncias de reserva, possuindo gemas que permitem à planta brotar após uma perturbação por fogo ou geada, por exemplo.

- Folhas carnosas ou coriáceas, que servem para armazenar e evitar a perda de água, respectivamente. Muitas vezes brilhantes para refletir os raios solares e diminuir a temperatura interna.
- Adaptações foliares, que tem por finalidade evitar o estresse hídrico, como por exemplo: pilosidade, modificação em espinhos, redução do tamanho ou do número foliar e espessamento da cutícula.
- Céspedes (touceiras), especialmente úteis na resistência da planta ao fogo e pastejo; permitem a rebrota quase que imediatamente após a perturbação, sendo características das gramíneas.

Na estepe *sensu stricto* as espécies mais abundantes são as gramíneas, especialmente *Aristida*, *Andropogon* e *Trachypogon*. Moro e Carmo (2007) afirmam que nas áreas de afloramentos de rocha são frequentes amarilidáceas, bromélias e iridáceas, assim como ciperáceas e gramíneas. Sobressaem-se nos micro-ambientes orquídeas (*Epidendrum*), bromélias (*Tillandsia*, *Dyckia*) e a rainha-do-abismo (*Sinningia*), assim como algumas espécies endêmicas, por exemplo *Parodia ottonis* var. *villa-velhensis* (Cactaceae), o cacto-bolinha.

Dalazoana, Silva e Moro (2007) revelam a inexistência de especificidade florística dos refúgios rupestres como um ecossistema à parte dentro da formação estépica, devido à alta similaridade em termos de composição florística desta fisionomia com a Estepe *stricto sensu*, os campos secos. Desse modo, os campos secos e com afloramento de rocha que se apresentam melhor conservados exibem gramíneas abundantes como *Andropogon bicornis* L., *Paspalum rhodopedum* L. B. Smith & Wassausen, *Trachypogon spicatus* (L.f.) Kuntze, *Andropogon leuchostachyus* H.B.K., entre outras. Entre as touceiras, observam-se diversas ervas como *Alternanthera brasiliana* (L.) Kuntze (Amaranthaceae), *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. (Asteraceae), *Periandra mediterranea* (Vell.) Taub. (Fabaceae), *Cuphea lindmaniana* Koehne ex Bacg. (Lythraceae), *Eugenia obversa* O. Berg (Myrtaceae), entre outras.

Em áreas menos conservadas, expostas ao pastejo e em locais alterados pela agricultura, têm-se plantas tipicamente menos exigentes quanto às características do ambiente físico (KLEIN; HATSCHBACH, 1971), como as vassouras (*Baccharis* spp.), maria-mole (*Senecio brasiliensis* Less), assa-peixe

(*Vernonia* spp.), carqueja (*Baccharis trimera* DC.), integrantes da família Asteraceae. Nessas áreas encontram-se também carrapichos (*Desmodium adscendens* (SW) DC; Fabaceae), nhapindás (*Mimosa* spp.; Fabaceae), samambaias (*Pteridium arachnoideum* (Kaulfuss) Maxon; Dennstaedtiaceae), capim-arroz (*Trachypogon spicatus* (L.f.) Kuntze; Poaceae) e capim barba-de-bode (*Aristida jubata* L.; Poaceae).

Os campos encontrados em locais de umidade constante, geralmente onde aflora o lençol freático são conhecidos como campos brejosos ou úmidos, em solos mal drenados (MORO, 2001) constituem as Estepes higrófilas. Conforme Dalazoana, Silva e Moro (2007) os fragmentos de Estepe higrófila desenvolvem-se em ambientes altamente seletivos que apresentam variações internas importantes quanto à sua composição, sempre ligadas ao sistema hidrológico local. Entre as espécies que predominam nesses ambientes podemos citar as sempre-vivas (*Eriocaulon* spp., *Paepalanthus* sp., *Syngonanthus* sp.; Eriocaulaceae) e ciperáceas diversas (*Rhynchospora* spp.; *Carex brasiliensis* St. Hil.; *Cyperus* spp). Moro (2001) aponta nos ambientes de turfeiras o predomínio do musgo esfagno (*Sphagnum recurvum* P. Beauv.) e a presença de insetívoras dos gêneros *Utricularia* e *Drosera*.

O clima frio e úmido que predomina na região dos campos de altitude são condições que favorecem a formação de turfeiras. Conforme Burkart (1975), as turfeiras são associações específicas de plantas que se desenvolvem em corpos d'água, lacustres ou lagunares, a partir da colonização por musgos do gênero *Sphagnum*. A presença do *Sphagnum* torna o ambiente acidificado e a taxa de produção pelas plantas acaba por exceder a taxa de decomposição. Cabe salientar que as formações de turfeiras são consideradas como vegetação clímax, com uma flora rica e típica, sendo os banhados uma etapa intermediária de sua formação, que prossegue através de processos de eutrofização e sedimentação dos corpos lacustres.

Para a região dos Campos Gerais foram realizados ainda relativamente poucos estudos florísticos e fitossociológicos em ambientes de campo:

- Ziller (2000), para a região como um todo;

- Hatschbach e Moreira Filho (1972); Takeda e Farago (2001); Novochadlo (2005); Cervi et al. (2007) e Dalazoana, Silva e Moro (2007) no Parque Estadual de Vila Velha (Ponta Grossa);
- Cervi e Hatschbach (1990) no vale do Rio Quebra Perna (Ponta Grossa);
- Moro et al. (1996) e Estreiechen et al. (2002) no vale do Rio São Jorge (Ponta Grossa);
- Marques e Moro (2001) no Capão da Onça (Ponta Grossa);
- Andrade et al. (2004) em Furnas Gêmeas (Ponta Grossa);
- Klein e Hatschbach (1971) na Colônia Quero-Quero (Palmeira);
- Takeda et al. (1996); Carmo (2006) no Parque Estadual do Guartelá (Tibagi);
- Langohr (1992); Kozera (2008) em Balsa Nova.

Contudo, estudos relacionados ao arranjo espacial das estepes ou à dinâmica de paisagens campestres são escassos, existindo para a região apenas um estudo na Bacia Hidrográfica do Rio São Jorge (ROCHA, 1995).

2.4.3 O papel dos sistemas subterrâneos em comunidades campestres

Outro aspecto relacionado à flora e à fisionomia dos campos de altitude é a co-ocorrência de espécies de metabolismo C3 e C4; espécies de crescimento hibernal e estival, respectivamente. A presença destas espécies, bem como de espécies com órgãos de reserva subterrâneos, proporciona uma variação sazonal natural na composição e na estrutura aérea da vegetação. Ou seja, em determinados períodos do ano a ausência ou a menor performance de uma espécie não necessariamente indica que a mesma estará ausente ou terá uma participação baixa na comunidade ao longo de todo o ano. Tais espécies podem apresentar períodos curtos de desenvolvimento da parte aérea, permanecendo com órgãos de reserva ou sementes no solo, o que garante a sua permanência na comunidade. Por isso a importância da avaliação do estado de conservação da parte subterrânea em comunidades de campo nativo, pois quando esta estiver comprometida, a comunidade como um todo também estará, ao contrário da simples avaliação momentânea e pontual

da cobertura aérea. Entende-se por parte subterrânea comprometida a total ou parcial desestruturação das camadas superficiais do solo ou a perda da vitalidade dos órgãos subterrâneos por uso de compostos químicos, as quais inibem ou limitam severamente os processos de sucessão natural da comunidade original (PILLAR, 1994).

2.5 SISTEMAS DE PRODUÇÃO E O ESTADO ATUAL DE CONSERVAÇÃO DOS CAMPOS NATIVOS

Desde meados do século XVIII um dos fatores condicionantes para a dinâmica de uso e de ocupação territorial da região dos Campos Gerais foi a sua fisionomia campestre característica. Favorecida pela abundância em pastagens, a região se fez importante corredor de circulação para comerciantes de gado e muares, dando início ao ciclo do tropeirismo.

O tropeirismo foi responsável pelo surgimento de diversas vilas, freguesias e cidades que acabaram por se tornar sedes municipais, como Ponta Grossa, Carambeí e Castro, por exemplo. Desse modo o processo de ocupação das terras paranaenses foi determinado, sobretudo por fatores sócio-econômicos – etnia e formação cultural da população e avanços dos grandes ciclos de colonização (MUZILLI, 1999). A intensificação da imigração européia, em especial, trouxe consigo a expansão das lavouras e cultivos anuais sobre as áreas de campo (ROCHA; WEIRICH NETO, 2007).

2.5.1 Agricultura

O aumento da produção de conhecimento nas ciências agrárias gerou a possibilidade de corrigir solos antes considerados inférteis, de cultivar terrenos declivosos e de melhorar as culturas geneticamente, adaptando-as as especificidades edafo-climáticas da região. Além disso, o avanço da mecanização na agricultura, em especial na produção de grãos, acarretou na ocupação de áreas anteriormente inadequadas ao cultivo, principalmente após o advento das técnicas de plantio direto.

Muzilli (1999) afirma que o sistema plantio direto (SPD) é atualmente uma das medidas implementadas no Estado do Paraná para a conservação dos solos, destacando-se no controle da erosão hídrica, por reduzir as perdas de solo em cerca de 90%, quando comparado aos processos convencionais de agricultura. Contudo o sistema de plantio direto pode apresentar aspectos negativos ao meio ambiente, pois áreas remanescentes de vegetação nativa que eram consideradas inaptas são viabilizadas para cultivo. Assim, áreas anteriormente ocupadas por campos nativos, apesar de seus solos frágeis e revelo escarpado, passaram a ser aproveitados principalmente para o cultivo de grãos (MARTORANO et al., 2000).

Além da ampliação da conversão de áreas de vegetação nativa em cultivo, outro agravante foi e ainda é a utilização de agrotóxicos, acarretando contaminação dos solos e dos corpos hídricos adjacentes e seleção de pragas resistentes, ervas infestantes e doenças.

2.5.2 Florestamento

Nas últimas décadas a exploração comercial de espécies madeireiras exóticas tem se apresentado como uma atividade bastante lucrativa. Na região Sul, com destaque para o Paraná, quase todos os plantios são das espécies *Pinus elliottii* e *P. taeda* (BRDE, 2003). Por sua facilidade de adaptação, baixa suscetibilidade a geadas e produtividade, *P. taeda* é expressivamente cultivado na região dos Campos Gerais.

Áreas do reverso da Escarpa Devoniana, muitas dotadas de organossolos, ocupadas agora por monoculturas de pinus, tem apresentado perturbações severas no ciclo biogeoquímico dos elementos, alterando a capacidade produtiva desses ambientes, naturalmente ligados a condições de solos ácidos e intemperizados da região (MAFRA et al., 2008).

Ziller (2000, p. 114) afirma que “quaisquer das espécies florestais que sejam utilizadas no florestamento de áreas de Estepe representam a total substituição da vegetação original, pois as espécies de campo são essencialmente heliófitas e o estabelecimento de plantas de porte arbóreo inviabiliza sua permanência no sistema”. Além disso, deve-se salientar que as

acículas de pínus exercem efeito alelopático⁴ depositando sobre o solo uma serrapilheira, que dificulta ou não permite o desenvolvimento de outras espécies.

Mais preocupante é a alta capacidade invasora das espécies *P. taeda* e *P. eliotti*, que apresentam dispersão anemocórica⁵, tendo suas sementes carregadas por distâncias relativamente longas, além da “alta longevidade das sementes no solo, alta taxa de germinação dessas sementes, maturação precoce das plantas já estabelecidas, floração e frutificação mais prolongadas, alto potencial reprodutivo por brotação, pioneirismo, alelopátia e ausência de inimigos naturais” (ZANCHETTA; DINIZ, 2006, p. 3), características que contribuem ainda mais para o seu potencial de contaminante biológico.

2.5.3 Pecuária

Desde o ciclo do tropeirismo as atividades pecuárias representam importante elemento do sistema produtivo regional. Favorecida pelas características da paisagem, com relevo ondulado e abundantes gramíneas, a Estepe Gramíneo-Lenhosa tem sido utilizada para fins pastoris desde meados do século XVII (ROCHA; WEIRICH NETO, 2007).

Com o desenvolvimento expressivo da produção de grãos em SPD, a pecuária extensiva perdeu boa parte de sua expressão anterior, se desenvolvendo apenas em áreas inaptas à agricultura a criação de gado de corte. Com relação ao gado de leite, nos Campos Gerais são empregados três principais sistemas de manejo: extensivo, semi-intensivo e intensivo. Conforme o Plano de Manejo da APA da Escarpa Devoniana (SEMA, 2004), o primeiro se utiliza de pastagens nativas e anuais de inverno; o segundo, além do pastejo, a alimentação do gado é complementada com silagem no comedouro; e no último há confinamento total do rebanho.

⁴ *Efeito alelopático*: Produção e difusão, no ambiente, de substâncias químicas capazes de matar ou impedir o desenvolvimento de outros organismos; antibiose.

⁵ *Anemocórica*: Tipo de disseminação das plantas pelo vento; transporte de suas estruturas reprodutivas pelo ar em movimento, (e.g.) pólen e sementes.

Devido às características morfo-anatómicas das espécies de campo, principalmente em relação a palatabilidade das gramíneas, que geralmente são secas, duras e impregnadas por sílica, as pastagens da região tradicionalmente são renovadas por meio do fogo (MAACK, 1981), ainda que infringindo a legislação, e incrementadas com forrageiras exóticas resistentes à geadas e ao pisoteio intenso. As queimas anuais seculares atuam no sentido de selecionar as espécies resistentes, o que confere a Estepe um aspecto ruderal e pouco biodiverso. O enriquecimento com espécies forrageiras exóticas descaracteriza os remanescentes campestres ao competirem com as nativas, impedindo o desenvolvimento dos campos nativos. Há problemas sérios de invasão por Braquiária (*Brachiaria*), Capim-gordura (*Melinis*) e o híbrido Tifton (*Cynodon*).

Além da pressão do fogo, o sobre-pastejo também apresenta aspectos negativos, podendo atuar no processo de seleção das espécies:

Os herbívoros matam ou danificam intensamente as forrageiras perenes mais palatáveis, isso permite aos arbustos e capins pouco palatáveis, se estabelecerem com mais facilidade. A maioria dos herbívoros pasta seletivamente, suprimindo as espécies preferidas de plantas e protegendo, com isso, as espécies competidoras que são menos apetecidas como alimento. Daí a importância de um manejo das pastagens correto em todos os sentidos, sob pena de eliminarmos as espécies mais palatáveis e nutritivas dos campos nativos (SOUTO, 2005, p. 67).

Por outro lado, nos campos do Rio Grande do Sul, a pecuária extensiva com pastejo moderado apresenta-se como uma forma de uso sustentável dos ecossistemas campestres, colaborando na manutenção da cobertura vegetal nativa, mantendo considerável e até favorecendo o aumento da diversidade florística local (PILLAR, 2006).

Observa-se ainda a questão do pisoteio, que além de selecionar espécies, auxilia na degradação dos solos frágeis em que as Estepes se desenvolvem, sejam eles sob o campo seco (solos rasos e arenosos) ou sob campos úmidos (solos hidromórficos) abrindo espaço para a ampliação de processos erosivos locais. Sabe-se que os solos da região caracterizam-se por fragilidade estrutural, pequena profundidade e pobreza em matéria orgânica (SÁ, 2007).

Todos esses processos resultam na homogeneização da paisagem, pelo estabelecimento de monoculturas, com subsequente redução de perda das

áreas ecotonais, ricamente biodiversas e na invasão dos campos por espécies exóticas, lenhosas ou mesmo herbáceas ruderais.

2.5.4 Estratégias para conservação dos campos e o Parque Nacional dos Campos Gerais

Assim como os demais ecossistemas ameaçados, os ecossistemas campestres, com destaque para a Estepe Gramíneo-Lenhosa, deveriam ser conservados por seu valor intrínseco. Essas áreas são detentoras de elevada diversidade de espécies, com flora e fauna peculiares e possuindo elevado número de espécies ainda pouco conhecidas, sendo que algumas sequer foram catalogadas ou descritas oficialmente. Estima-se que a biodiversidade campestre do Sul do Brasil ultrapasse 5.000 espécies vegetais e animais (PILLAR, 2006).

Pillar (2006) salienta a necessidade de áreas suficientemente grandes e abrangentes das diferentes fisionomias campestres para que se possa efetivamente preservar a vida em seus aspectos dinâmicos, biológicos e evolutivos. Contudo, há uma grande dificuldade de se preservar o campo nativo com o argumento de que sua baixa produtividade não se justifica técnica, social e economicamente, ficando os produtores sujeitos a diversos tipos de pressão para sua substituição por atividades mais “rentáveis” (CÓRDOVA, 1997 *apud* SOUTO, 2005).

Em seus relatórios e avaliações para definição de áreas prioritárias para conservação, o PROBIO (2000, p. 25) coloca que “a escolha de áreas prioritárias para conservação de Campos Sulinos considerou, em especial, a natureza fragmentada da área de ocorrência dos campos, acentuada pelas atividades antrópicas, pois existem alguns indícios de variação entre ‘manchas’ de campos com tamanhos e localização diferentes”.

Os Campos Gerais do Paraná, em especial as regiões de Ponta Grossa e Castro, são indicadas pelo Ministério do Meio Ambiente como áreas de “extrema importância biológica” para a conservação da flora, e segundo o mesmo relatório (PROBIO, 2000), como áreas expostas à “alta pressão antrópica”. Desse modo, os Campos Gerais, juntamente à Floresta Atlântica,

estão inclusos como um dos *hotspots*⁶ mundiais para a conservação da biodiversidade, por seu alto potencial biótico, riqueza específica e pelo acelerado processo de conversão das áreas nativas em outros usos (PROBIO, 2002).

Bilenca e Miñarro (2004) incluem a Estepe Gramíneo-Lenhosa do Parque Nacional dos Campos Gerais numa das *Áreas Valiosas de Pastizales* (AVPs), “Campos Gerais Sul”, que compreende os municípios de Ponta Grossa, Palmeira, Campo Largo, Balsa Nova e Carambeí, no Paraná. As AVPs representam, em termos práticos, uma “superfície considerável de campos naturais em bom estado de conservação”, e incluem as formações campestres do Uruguai, Argentina e Sul do Brasil. Os critérios para a seleção de uma AVP são o tamanho do remanescente, seu estado de conservação, sua biodiversidade, presença de espécies endêmicas ou ameaçadas, a dinâmica de uso e ocupação da paisagem e relevância cultural (BILENCA; MIÑARRO, 2004).

Pillar (2006) acrescenta ainda que apenas 0,36% dos remanescentes de campos sulinos encontram-se em Unidades de Conservação (UCs), devendo-se incentivar o uso sustentável desse ecossistema além das fronteiras das UCs.

O Parque Nacional dos Campos Gerais é uma unidade de conservação que abriga ainda uma parcela significativa de remanescentes florestais e campestres naturais relativamente bem conservados e em número elevado, quando comparados a demais áreas na região. Dessa maneira, a compreensão da organização funcional de suas paisagens campestres seria fundamental para a apreensão de subsídios que possam auxiliar na sua gestão, com o fim de intervir em áreas similares em toda a extensão da Escarpa Devoniana, tanto no intuito de conservá-las como de buscar a recuperação de áreas já degradadas.

⁶ *Hotspot*. é toda área prioritária para conservação, isto é, de alta biodiversidade e ameaçada no mais alto grau. É considerada *hotspot* uma área com pelo menos 1.500 espécies e que tenha perdido mais de 3/4 de sua vegetação original.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A elevação da Escarpa Devoniana determina um relevo de *cuesta* (escarpamento assimétrico de origem erosiva não tectônica) limitante entre o Primeiro e o Segundo Planalto Paranaense. Em seu reverso se assentam os Campos Gerais, caracterizados pelo mosaico vegetacional entre floresta e campos. “Nas proximidades ... as amplitudes [de relevo] são grandes, com frequentes encostas abruptas, verticalizadas, com *canyons* e trechos de rios encaixados, com inúmeras cachoeiras e corredeiras sobre o leito rochoso” (MELO et al., 2007a, p. 50).

Inserida numa Área de Proteção Ambiental, unidade de conservação de uso sustentável, a Escarpa Devoniana possui uma área de 392.363,38 ha, abrangendo uma parcela significativa da região dos Campos Gerais, englobando 10 municípios. Dentre os objetivos em torno da sua criação citam-se, conforme o decreto nº 1.231, de 27 de março de 1992 (PARANÁ, 1992):

...assegurar a proteção do limite natural entre o Primeiro e o Segundo Planaltos Paranaenses, inclusive faixa de Campos Gerais, que se constituem em ecossistema peculiar que alterna capões da floresta de araucária, matas de galerias e afloramentos rochosos, além de locais de beleza cênica como os "canyons" e de vestígios arqueológicos e pré-históricos (D.O.E.PR. nº 1,231 de 27/03/1992).

O Parque Nacional dos Campos Gerais (PNCG), criado em 2006, abrange parte dos municípios de Ponta Grossa, Carambeí e Castro (UTM 7210000 e 7240000 Se; 590000 e 615000 O), com área aproximada de 21.288 ha, dividida em uma porção Norte (18.103 ha) e outra porção Sul (3.138 ha), com altitudes de 700 a 1.000 metros. Predomina o clima Cfb de Köppen, com temperatura média anual de 17,6°C, variando entre 16 °C no mês mais frio e 22°C no mês mais quente.

A criação do PNCG (BRASIL, 2006) teve como objetivo “preservar os ambientes naturais ali existentes com destaque para os remanescentes de Floresta Ombrófila Mista e de Campos Sulinos, realizar pesquisas científicas e

desenvolver atividades de educação ambiental e turismo ecológico” (D.O.U. de 24/03/2006, p. 7).

Este estudo utiliza como recorte espacial a porção da Escarpa Devoniana compreendida nos limites do PNCG (FIGURA 2), com área total de 6.934,850 ha, abrangendo alguns dos últimos remanescentes de Estepe conservados da região.

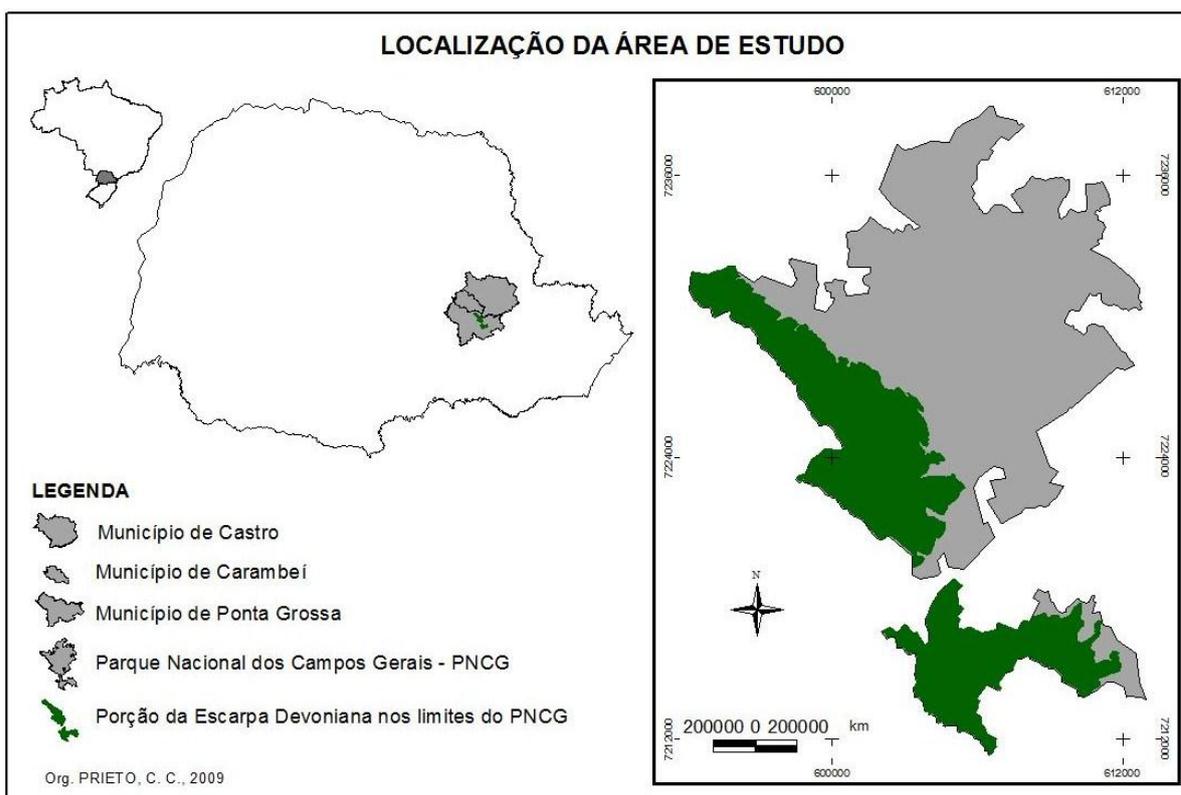


Figura 2. Localização da área de estudo.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.2.1 Caracterização dos atributos físicos

Para as análises espaciais foi utilizada uma imagem de satélite SPOT 2005, com composição RGB, cedida pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano do Paraná (SEDU-PR). A imagem foi processada através dos *softwares* ArchView GIS® e ArcGIS® e os mapas gerados por suas

respectivas extensões, disponibilizados pelo Laboratório de Mecanização Agrícola da Universidade Estadual de Ponta Grossa – LAMA/UEPG.

A carta de uso foi gerada a partir de informações pré-existentes no relatório final do projeto “*Mapeamento do mosaico de paisagens remanescentes de vegetação natural como base para o monitoramento ambiental e conservação do Parque Nacional dos Campos Gerais e de seu entorno*”, desenvolvido pelo LAMA/UEPG em convênio com o projeto Paraná Biodiversidade. Para a checagem visual do mapeamento da paisagem foram realizadas expedições a campo.

A delimitação das unidades de paisagem se deu a partir de critérios usados para a classificação dos diferentes tipos de uso, os quais apresentam como elementos de identificação: forma, tamanho, padrão, tonalidade/cor, textura, e aspectos associados.

Com base nesses elementos combinados, a composição da paisagem foi avaliada de acordo com as seguintes unidades da paisagem: Estepe *Stricto Sensu*, Refúgio Vegetacional Rupestre, Estepe Higrófila, Floresta com Araucária (Floresta Ombrófila Mista), Silvicultura, Cultivo Agrícola, Pastagem e Áreas antrópicas não-agrícolas, considerando como aspectos associados edificações e estradas.

A geologia segue as descrições das cartas geológicas elaboradas pelo Projeto Leste do Paraná, Folha Ponta Grossa (Escala 1:50.000) e Folha Campo Largo (Escala 1:100.000).

As classes de solos foram obtidas a partir do Mapa de Solos do Estado do Paraná, que possui classificação até o nível de família, ou seja, 5º nível do sistema taxonômico conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). A base cartográfica sob a qual foi lançado o mapeamento de solos foi elaborada a partir da digitalização, compatibilização de limites e ajustes de folhas 1:250.000 do IBGE que recobrem o Estado do Paraná (EMBRAPA, 2008).

3.2.2 Caracterização da composição florística e estrutura fitossociológica das Estepes

3.2.2.1 Caracterização florística

Para a caracterização da composição florística das estepes do Parque Nacional dos Campos Gerais foi realizada a revisão dos levantamentos das plantas já acervadas no Herbário da Universidade Estadual de Ponta Grossa (HUPG) ocorrentes na região, assim como a revisão da literatura (MORO et al., 1996; MARQUES; MORO, 2001; ESTREIECHEN et al., 2002; ANDRADE et al., 2004). Os dados foram complementados com expedições a campo, seguindo o método de Caminhamento de Figueiras et al. (1994) e herborização conforme Fidalgo e Bononi (1989). A revisão de nomenclatura dos táxons conforme APG (*Angiosperm Phylogeny Group*) foi realizada através da página da web “*Plantminer*” (CARVALHO et al., 2009).

3.2.2.2 Determinação da suficiência amostral

Foram realizados levantamentos com o objetivo de delimitar a suficiência amostral em áreas de Estepe sob diferentes graus de antropização como subsídio à instalação de parcelas permanentes em áreas campestres (BRAUN-BLANQUET, 1932)

Para tanto, realizou-se amostragens em três áreas de campo nativo (estepe *stricto sensu*) sobre a Escarpa Devoniana, na região do PNCG, todas no município de Ponta Grossa.

A primeira amostragem foi realizada em Furnas Gêmeas na porção Sul do Parque, na localidade de Passo do Pupo, distrito de Itaiacoca, área de visitação turística. Trata-se de crateras circulares de grande diâmetro, formadas por desabamentos doliniformes, e têm sua origem na estrutura falhada e fraturada da Formação Furnas. O interior das dolinas é ocupado por arbustos e árvores típicos de Floresta Ombrófila Mista e no seu entorno, acima, o campo nativo se desenvolve entre os afloramentos de arenito; nos locais em que a profundidade de solo permite, há presença de alguns capões com

araucária (ANDRADE et al., 2004). No entorno, a principal atividade econômica é a agricultura mecanizada com técnicas de plantio direto.

A segunda amostragem se deu na Serrinha São Jorge, próximo à ponte do Rio São Jorge (ESTREIECHEN et al., 2002), que dá acesso à porção Norte do PNCG e a Represa de Alagados. A análise foi realizada numa área de campo nativo submetido à pastejo oriundo de pecuária extensiva.

A terceira estação de amostragem foi próxima ao balneário Capão da Onça (MARQUES; MORO, 2001), um local de ampla visitação turística no Rio Verde. No seu entorno desenvolvem-se atividades agropecuárias, principalmente a criação de gado de corte e plantios anuais, sob plantio direto. Foram amostradas nessa região, uma área de campo nativo impactada por visitação turística, dentro do balneário, e outra de acesso restrito no entorno, destinada ao pastejo por bovinos.

Foram realizadas oito transecções lineares, duas em cada estação de coleta, sendo que todas as áreas contavam com leve inclinação, desse modo uma transecção foi instalada cortando o sentido da vertente e outra perpendicular à anterior, partindo do 3º metro da mesma (FIGURA 3).

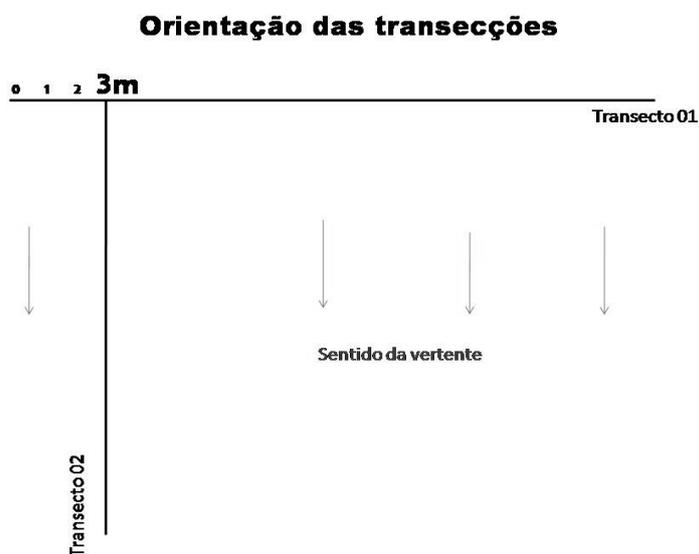


Figura 3 . Orientação das transecções em cada estação de coleta.

As transecções foram graduadas em metros, e a coleta das plantas ocorreu de modo que a cada metro eram contabilizadas as espécies inéditas

que ocorriam naquele ambiente. As plantas foram herborizadas e posteriormente identificadas no Herbário HUPG.

A suficiência amostral foi obtida conforme Müller-Dombois e Elleberg (1974), por meio da curva do coletor, que resulta do cruzamento dos dados relativos ao número cumulativo de espécies obtidas (riqueza) pelo esforço amostral acumulado em metros. A curva resultante apresenta uma etapa de desenvolvimento inicial rápido, devido ao número crescente de espécies, e gradativamente pode ir diminuindo de intensidade até estabilizar-se. Quando não houver alterações significativas do número de espécies é o momento mais indicado para interromper a amostragem naquele ambiente.

Optou-se neste estudo, pela adaptação da metodologia proposta por Müller-Dombois e Elleberg (1974) no sentido de substituir parcelas quadradas na determinação do esforço amostral por transecções lineares. A escolha deve-se ao fato dos ecossistemas campestres apresentarem variações internas importantes na sua composição e estrutura conforme a existência de microclimas formados devido às sutis alterações do ambiente físico. Essas variações não são perceptíveis numa escala ampla, mas bastante características numa análise mais apurada, devido ao relevo subsuperficial dos campos, acarretando acúmulo de água em concavidades da vertente e em déficit hídrico nas áreas de exposição da rocha matriz. Essas situações microclimáticas, numa mesma perspectiva de análise, resultam em variações significativas na distribuição de espécies em curtos espaços.

Após a definição da suficiência amostral, pode-se proceder com a instalação de parcelas quadradas, geralmente medindo 1m x1m, para a análise da estrutura da vegetação (SANQUETTA, 2008).

Os gráficos e análises foram gerados pelo *software Statistica for Windows*® (STATSOFT, 1998), com ajuste da curva real por regressão logarítmica múltipla. O valor médio da suficiência amostral foi obtido através da média aritmética entre as duas transecções em cada estação. Uma análise de agrupamento, empregando o Método de Ward, evidenciou a similaridade porventura existente entre os grupos de plantas de cada local de coleta.

3.2.3 Caracterização dos padrões espaciais da paisagem

As análises de paisagem foram efetuadas por meio *software* ArchGIS® 9, usando a extensão V-LATE (*Vector-based Landscape Analysis Tools Extension*) em formato vetorial (ESRI, 2006) a partir das métricas fornecidas pelo tutorial do *software* Fragstats® (MCGARIGAL; MARKS, 1995). Dentre as métricas da paisagem efetuadas citam-se:

- Área dos fragmentos (AF);
- Perímetro dos fragmentos (PF);
- Riqueza ou número de fragmentos (R);
- Diversidade de fragmentos (H);
- Dominância (DOM);
- Uniformidade ou Equitabilidade (E);
- Tamanho médio dos fragmentos para cada fisionomia campestre;
- Densidade de fragmentos (PD);
- Índice de circularidade (IC);
- Índice de forma (*Shape*);
- Cálculo da dimensão fractal (FRACT);
- Simulação de efeito de borda e quantificação de áreas de núcleo (*Core*);
- Índice de proximidade (PX);
- Distância ao vizinho mais próximo (VMP).

Segue a descrição de alguns dos índices aplicados:

Área dos Fragmentos

Área é a medida de uma superfície. A área dos fragmentos em hectares, revela tamanho das manchas na paisagem.

Perímetro ou densidade borda dos fragmentos

Perímetro é a medida do comprimento de um contorno. Em um fragmento, a densidade borda é função de seu perímetro, sendo expressa em metros.

Número de fragmentos

Número de manchas de uma classe presentes na paisagem. O número de fragmentos indica o grau de fragmentação da paisagem, uma vez que uma paisagem pouco fragmentada exibe um pequeno número de fragmentos.

Diversidade de fragmentos

A diversidade de Shannon é muito utilizada em análises de ecologia de comunidades para medição da diversidade de espécies. No contexto da estrutura da paisagem este índice procura detectar a composição da paisagem estudada (METZGER, 2004). A quantificação da composição é feita a partir do percentual de classes ou unidades no conjunto total de uma paisagem. Quanto maior H, mais complexa é a paisagem.

A diversidade de Shannon (H) é o percentual em área, ou seja, a proporção de cobertura de uma classe na área total, expressa pela equação abaixo:

$$H = - \sum_{i=1}^m P_i \cdot \ln P_i$$

Onde:

H: diversidade de Shannon;

m: número de classes da paisagem;

P: grau de cobertura da classe i;

ln : logaritmo natural (logaritmo neperiano).

Dominância

A dominância corresponde ao desvio de um valor máximo de diversidade. É inversamente proporcional e complementar à uniformidade. Quando a paisagem apresenta apenas uma unidade, atinge-se a dominância

máxima. Apresenta-se como 0 quando a paisagem apresenta apenas uma unidade (METZGER, 2004).

É expressa pela fórmula a seguir:

$$DOM = \ln m - H = \ln m + \sum_{i=1}^m P_i \cdot \ln P_i$$

Uniformidade

A uniformidade ou equitabilidade (E) indica a diversidade padronizada por meio do valor máximo de diversidade. É um índice que busca revelar o quão uniforme os fragmentos ou manchas estão distribuídos na paisagem em estudo. O índice de uniformidade varia de 0 a 1, onde o valor máximo indica uma distribuição igual da área ocupada por unidade da paisagem (METZGER, 2004).

$$E = H / \ln m$$

Onde:

E: uniformidade da paisagem;

H: diversidade de Shannon;

m: número de classes da paisagem;

ln : logaritmo natural (logaritmo neperiano).

Densidade de fragmentos

A densidade de fragmentos expressa basicamente a mesma informação do que o número de fragmentos, contudo em unidade de área, facilitando assim a comparação de paisagens de tamanhos variados (MARQUES, 2004).

Esse índice representa o número de fragmentos presentes por unidade de superfície, revelando-se com um bom indicador do grau de fragmentação de uma paisagem.

A densidade de fragmentos pode ser descrita pela seguinte expressão:

$$PD = n_i / A (10.000)(100)$$

Onde:

PD: densidade de fragmentos;

- n_i: número total de fragmentos na paisagem;
- A: área total da paisagem;
- Multiplicado por 10.000 para converter em hectares;
- Multiplicado por 100 para converter em porcentagem.

Índice de circularidade

A avaliação do quanto o fragmento se aproxima da forma isométrica perfeita (círculo) determina sua suscetibilidade ao efeito de borda. Logo, quando IC for igual a 1 (um), o fragmento é circular (BORGES et al., 2004). À medida que ele se torna mais alongado, o valor de IC tende a diminuir, até chegar próximo de 0 (zero).

O cálculo do índice de circularidade, também conhecido como índice de borda ou relação área-borda, pode ser descrito pela seguinte fórmula:

$$IC = \sqrt{AP/AC}$$

Onde:

- IC: Índice de Circularidade;
- AP: área do polígono (m);
- AC: área de um círculo com o mesmo perímetro do polígono.

Índice de forma (Shape)

O índice de forma caracteriza o desvio da forma atual de uma mancha, da forma otimizada de um círculo. Avaliando, portanto, a complexidade da forma de uma mancha por meio de uma comparação com uma feição padrão.

Para avaliar a complexidade da forma dos fragmentos, foi utilizado o índice de forma (*Shape*), através da seguinte fórmula:

$$SHAPE = p_{ij} / 2\sqrt{\pi} * a_{ij}$$

Onde:

- p_{ij} : perímetro do fragmento ij;
- π : 3,14159265;
- a_{ij} : área (m²) do fragmento ij.

Dimensão Fractal

A dimensão fractal é um índice de medida para definição dos padrões da paisagem, pois descreve a forma dos fragmentos e a complexidade do contorno de uma paisagem. As paisagens com manchas de formas mais simples e regulares terão uma dimensão fractal próxima de 1; paisagens com manchas de formas mais complexas terão valores de FRACT próximos de 2 (METZGER, 2004).

O cálculo da Dimensão Fractal é dado pela equação:

$$\text{FRACT} = 2 \ln * p_{ij} / \ln * a_{ij}$$

Onde:

ln : logaritmo natural (logaritmo neperiano);

p_{ij} : perímetro do fragmento ij;

a_{ij} : área (m²) do fragmento ij.

Área Nuclear (Core)

Como a área nuclear é definida além de uma distância especificada da borda, ela reflete tanto a composição da paisagem quanto sua configuração (PEREIRA et al., 2001). Trata-se de uma estimativa mais apurada da qualidade do habitat do que a área do fragmento em si, pois descarta a área sob efeito de borda.

Para estimar as possíveis áreas de núcleo em fragmentos de campo foram simulados três diferentes extensões de borda. A primeira situação instituiu um *buffer* de 25 metros em torno de cada fragmento remanescente de campo nativo, a segunda situação utilizou de 50 metros e por fim, a terceira situação simulou um *buffer* de 100 metros a partir da borda de cada fragmento. Como existem similaridades florísticas entre as fisionomias de campo seco (*Estepe Sensu Stricto*) e de campo rupestre (Refúgio Vegetacional Rupestre), as mesmas foram tratadas, nesta análise, como uma unidade de paisagem única. Devido ao fato dos campos úmidos (*Estepe Higrófila*) possuírem particularidades ecológicas, principalmente com relação à variação do regime hídrico local e também por possuir espécies restritas apenas a esse ambiente, foram realizadas simulações de efeito de borda e área nuclear nesta fisionomia separadamente das demais.

Índice de proximidade

O índice de proximidade considera o isolamento no sentido da distância euclidiana mínima à mancha mais próxima, somado a uma distribuição espacialmente dispersa e uma mais agregada. Sendo assim o índice de proximidade mede o grau de isolamento da mancha e o grau de fragmentação do tipo de mancha correspondente, dentro da vizinhança da mancha em questão. Sua fórmula é descrita por:

$$PX = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{d_i}$$

Onde:

PX: índice de proximidade;

A: área;

d: distância.

Para o seu cálculo, utiliza-se um *buffer* estipulado em razão da espécie que se pretende estudar, por exemplo, equivalente a área de vida daquele organismo (distância de dispersão). Neste estudo, como não se tem por objetivo estudar uma única espécie, optou-se por simular três condições de dispersão: 50m, 500m e 1.000m, para insetos e roedores por exemplo.

Distância ao vizinho mais próximo

A distância ao vizinho mais próximo (VMP) é o mínimo da quantidade de distâncias de mancha de saída para todas as manchas de destino. Corresponde à distância a mancha mais próxima da mesma classe, baseada na distância de borda a borda, o que quantifica a configuração da paisagem que influencia processos ecológicos importantes (PEREIRA et al., 2001).

Seu cálculo é expresso pela seguinte fórmula:

$$d = \sqrt{(x_{SP2} - x_{SP1})^2 + (y_{SP2} - y_{SP1})^2}$$

Onde SP1 e SP2 são dois pontos de apoio para o cálculo da distância de diferentes polígonos.

Para o conjunto da paisagem o cálculo foi realizado num raio de 1.000m a partir de cada mancha.

Chi -quadrado

Para atribuir significância aos resultados utilizou-se o testes do Chi-quadrado. O Chi-quadrado mede a probabilidade de as diferenças encontradas entre dois grupos de uma amostra ser devido ao acaso, partindo do pressuposto que, na verdade, não há diferenças entre os dois grupos na população ou na paisagem de onde provêm. Se a probabilidade for alta poderemos concluir que não há diferenças estatisticamente significativas. Se a probabilidade for baixa (particularmente menor que 5%) poderemos concluir que há diferenças entre os grupos, de forma estatisticamente significativa.

4 ATRIBUTOS FÍSICOS DA ESCARPA DEVONIANA NO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS: CARACTERIZAÇÃO DO BIÓTOPO

Compreender a paisagem implica em muito mais do que deter-se em análises e dados estatísticos, é preciso explorar suas peculiaridades suas características sabendo-se que ela não se constitui da mera disposição de elementos geográficos ali presentes. Bertrand (2004, p. 141) coloca que a paisagem “é, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução”. Trata-se não apenas da paisagem natural, mas também a paisagem cultural, aquela modificada pelo homem, nos processos de antropização.

A Teoria Geral dos Sistemas propõe que se deve avaliar uma organização ou um ambiente como um todo e não somente em partes separadas ou setores (BERTALANFFY, 1973). Para tal, é necessário identificar o maior número de variáveis possíveis, externas e internas que, de alguma forma, influenciem em todo o processo existente neste arranjo, como por exemplo, uma feição da paisagem. Sendo assim, a paisagem segmentada constitui apenas uma *fácies* do relevo, um tipo de solo ou uma formação vegetacional, porém se compreendida em seu contexto, pode-se perceber a existência do conjunto de relações entre as formas de vida e o ambiente físico, o Sistema Paisagem enfim.

Desse modo, para que a compreensão dos padrões da paisagem seja efetiva, buscamos nesta seção, descrever primeiramente os atributos físicos da área de estudo.

4.1 GEOLOGIA

Com relação às formações geológicas locais, a área de estudo por se tratar de reverso da Escarpa Devoniana, também denominada Escarpamento

Estrutural Furnas (SOUZA; SOUZA, 2000), está compreendida majoritariamente sobre as rochas areníticas da Formação Furnas.

A Formação Furnas, juntamente com a Formação Ponta Grossa, representa o Grupo Paraná, que aflora numa grande faixa contínua que acompanha o desenho da Escarpa Devoniana (FIGURA 4);

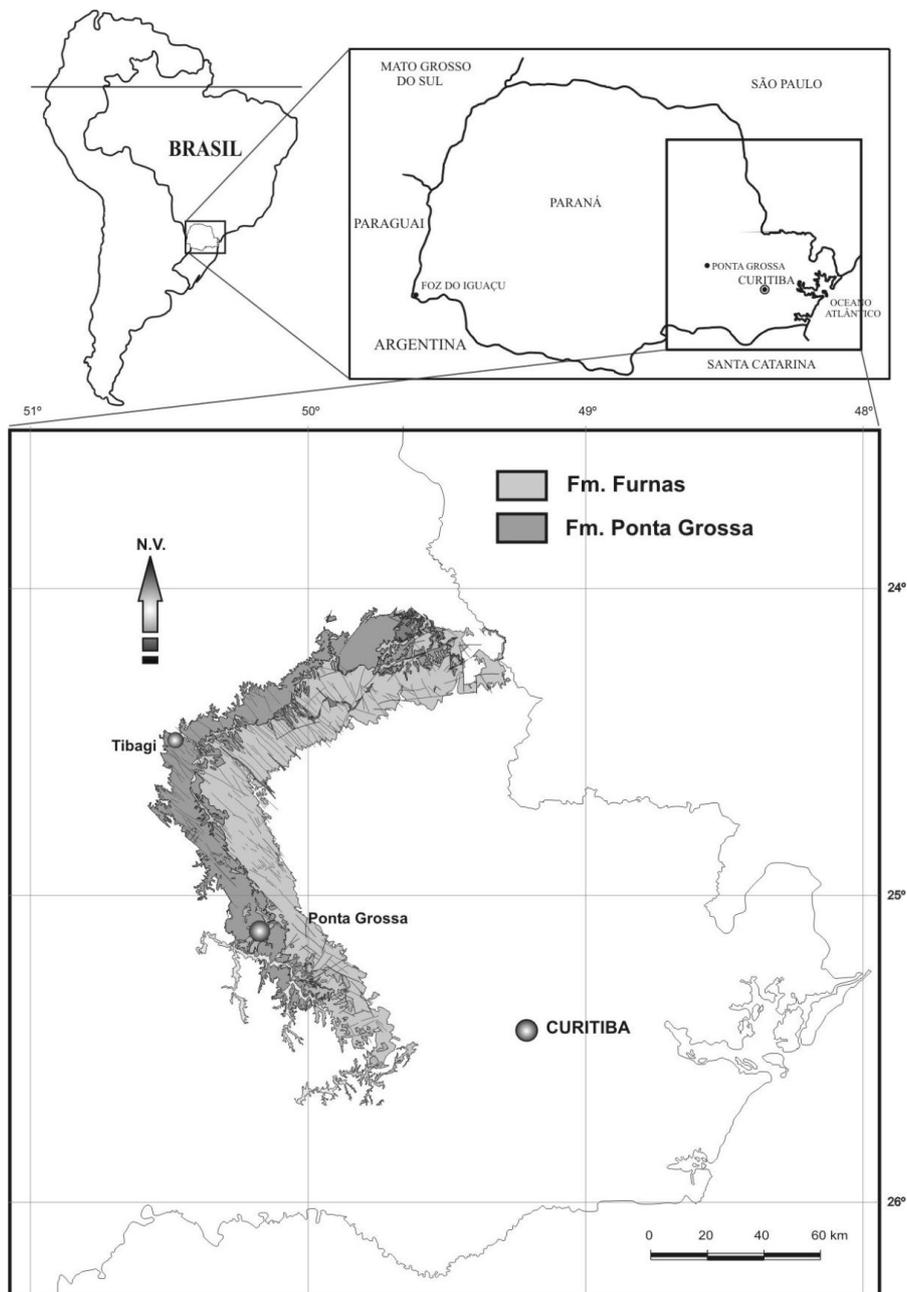


FIGURA 4. Seqüência Devoniana no Paraná e suas respectivas formações, Furnas e Ponta Grossa. Fonte Bosetti et al., 2007.

A Formação Furnas (FIGURA 5) consiste de um pacote de arenitos médios a grosseiros e até conglomeráticos de não mais que 200 metros de espessura. A estratificação cruzada acanalada é sua estrutura sedimentar mais proeminente e mais facilmente reconhecível nos afloramentos. Assenta-se discordantemente sobre rochas ígneas e metamórficas do embasamento, mas localmente, pode ser vista sobre rochas de baixo grau de metamorfismo, que constituem os últimos vestígios de uma cobertura de plataforma bastante erodida pela discordância pré-Furnas (PARANÁ, 2006).

A Formação Ponta Grossa, por sua vez, sobrepõe-se à Formação Furnas. Não estando presente na área de estudo, é constituída por uma superposição de folhelhos, folhelhos sílticos, arenitos e siltitos cinza escuros a negros, localmente carbonosos, fossilíferos, micáceos (Bosetti et al., 2007). Melo e Matias (2003, p. 33) nos coloca ainda que:

A época de deposição da unidade vai do Devoniano Inferior ao Devoniano Superior. O contato com a Formação Furnas é concordante na maior parte da bacia, sendo apenas notada discordância onde as camadas inferiores da Formação Ponta Grossa foram erodidas anteriormente à deposição das camadas do topo.

Há na região da borda da escarpa no PNCG fraturas, falhas e enxames de diques, predominantemente de diabásio, de direção NW-SE, os quais controlam o relevo e hidrografia locais, são resultado do Arqueamento de Ponta Grossa, ativo desde o Paleozóico, mas palco de intensa atividade tectônica, sobretudo no Mesozóico (MELO et al., 2007b). Conforme Melo e Assunção (2006), o arqueamento das rochas originou feixes subparalelos de fraturas profundas, que deram passagem a magma basáltico, o qual consolidado formou os enxames de diques.

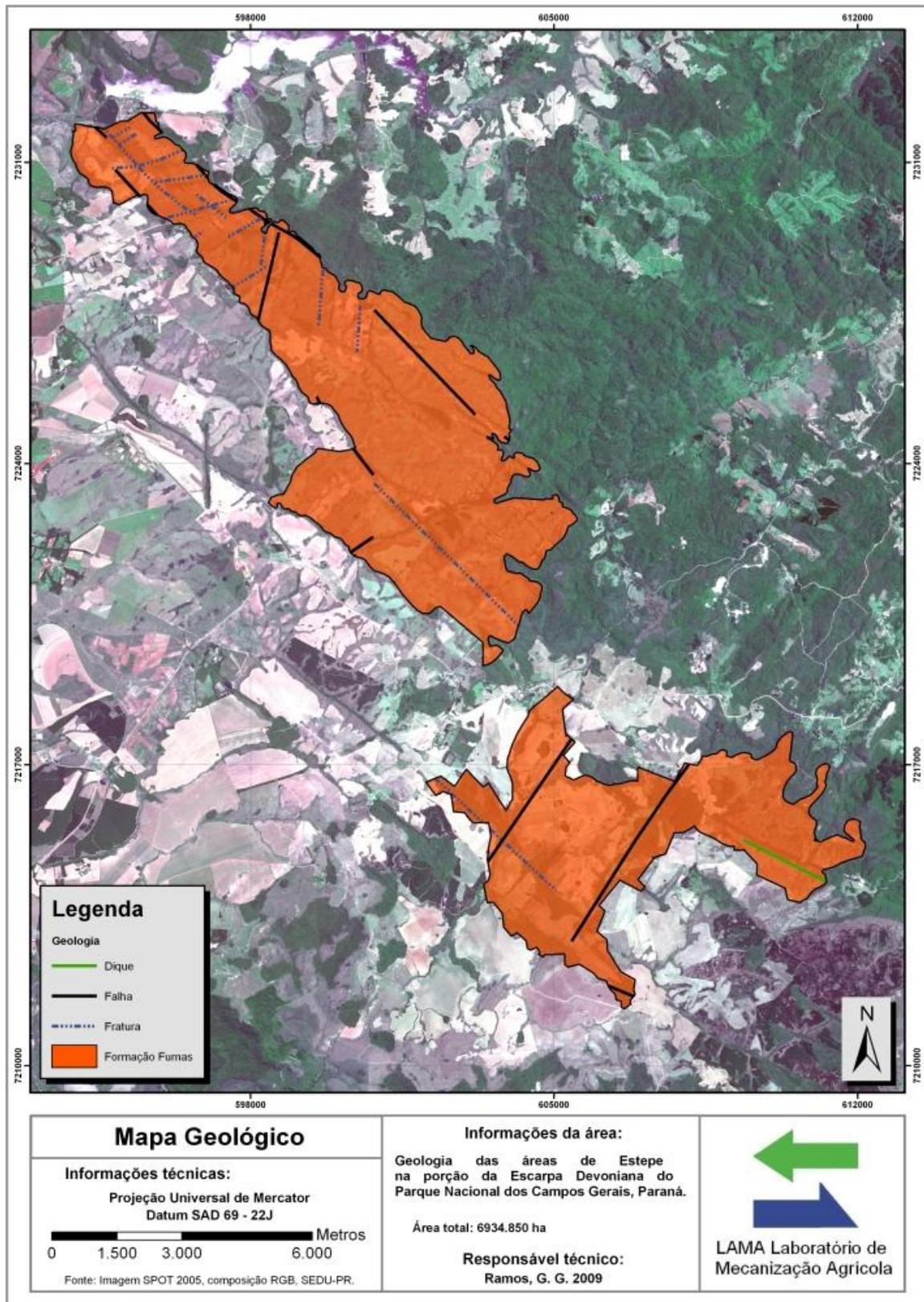


Figura 5. Embasamento geológico da área onde se assentam as Estepes do Parque Nacional dos Campos Gerais.

4.2 GEOMORFOLOGIA

A direção geral da morfologia é NW-SE, modelada em rochas da Formação Furnas.

Devido ao relevo tipicamente suave ondulado, com diques e falhas, típico dos Campos Gerais, as altitudes na área de estudo variam entre 958 e 1.172 metros, com gradiente de 214 metros e média de 980 metros (FIGURA 6). As áreas de menor elevação, em geral, concentram capões de Floresta com Araucária, assim como as linhas de drenagem e os corredores ripários. Áreas mais elevadas exibem majoritariamente campos secos e com afloramentos de rocha, estando intimamente associadas à borda da *cuesta*. As formas predominantes são topos aplainados, vertentes convexas e vales em calha muito encaixados.

Com relação às declividades (QUADRO 1), predomina na área de estudo um relevo que varia entre suave ondulado à forte ondulado, com pouca incidência de áreas com declividades fortes. Somente nas áreas limítrofes à Leste da área de estudo ocorrem declividades que atingem 100%, o que caracteriza a Escarpa.

Quadro 1. Classes de declividade, conforme Embrapa (2006).

<i>Declividade (%)</i>	Classes de Relevo	Características
0 – 3	Plano	Desnivelamentos muito pequenos
3 – 8	Suave Ondulado	Declives suaves
8 – 20	Ondulado	Declives moderados
20 – 45	Forte Ondulado	Declives fortes
45 – 75	Montanhoso	Declives fortes e muito fortes (formas acidentadas)
>75	Escarpado	Declives muito fortes (Formas abruptas, superfícies muito íngremes e escarpamentos)

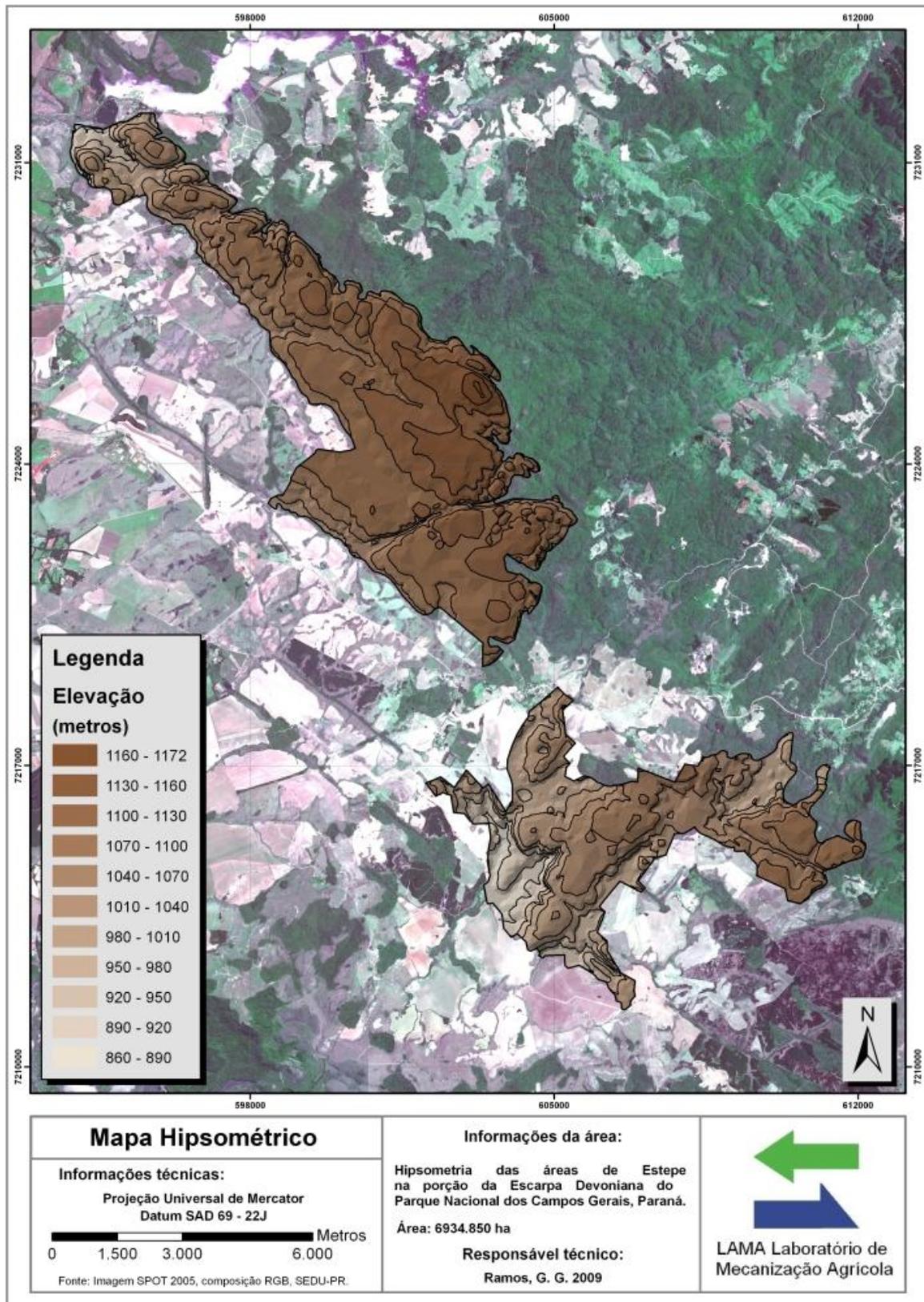


Figura 6. Elevação da porção da Escarpa Devoniana no Parque Nacional dos Campos Gerais.

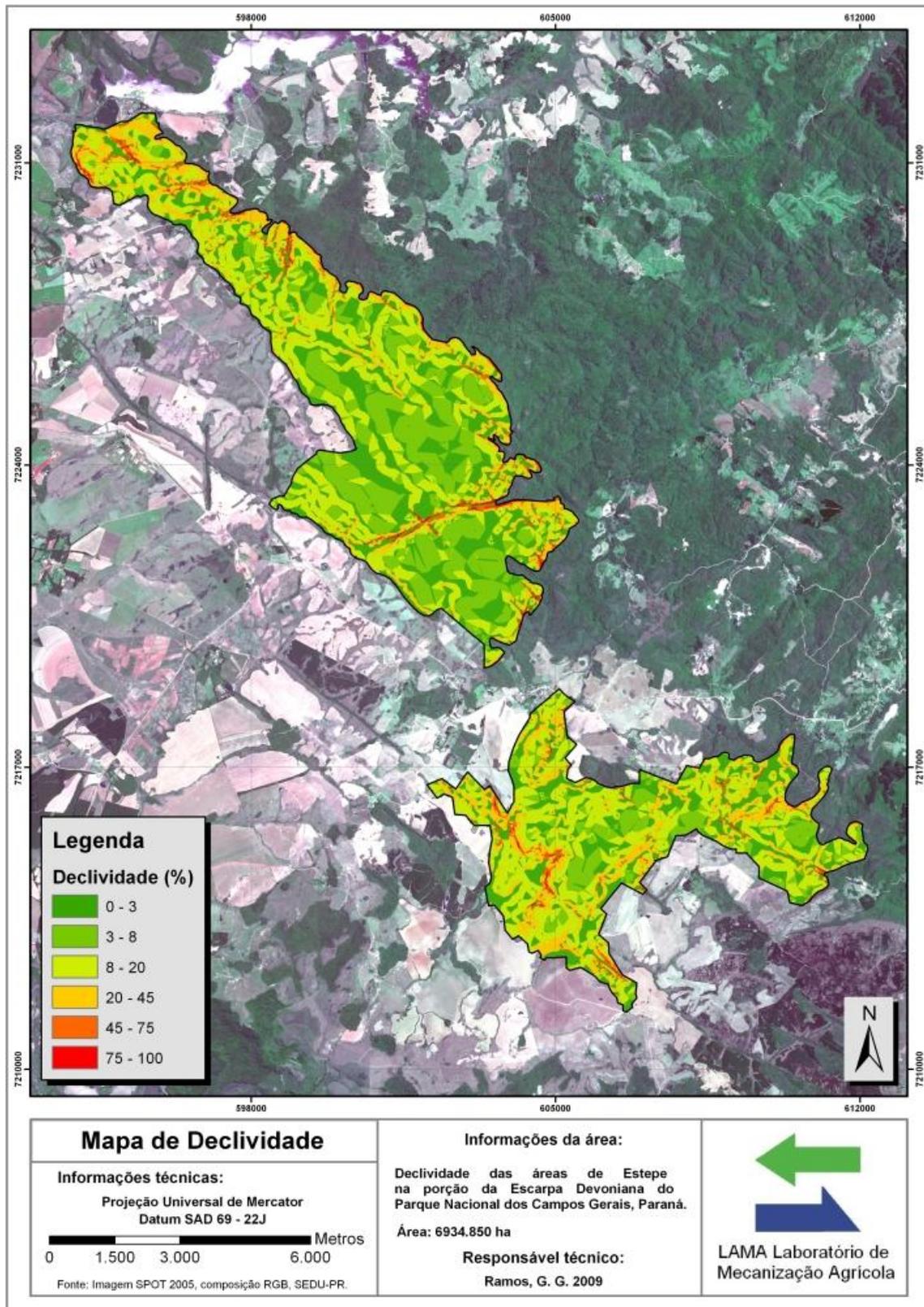


Figura 7. Declividades da porção da Escarpa Devoniana do Parque Nacional dos Campos Gerais.

Na porção Norte da área de estudo predominam áreas em que a declividade varia entre ondulado a montanhoso, com presença de alguns vales encaixados, por onde corre o terço inferior do Rio São Jorge. À medida que se dirige à porção central percebe-se um ligeiro abrandamento das feições do terreno, predominando declividades menos acentuadas, caracterizando a porção como de feições suave onduladas. Ao Sul as declividades tornam a se acentuar variando entre feições suave onduladas até forte onduladas. Apesar da sinuosidade do terreno é a porção que engloba grandes áreas de campo convertidas em agricultura, abrigando ainda porções significativas apenas de capões de Floresta com Araucária, instalados principalmente em fendas, depressões e em formações doliniformes (FIGURA 7). A declividade predominante é menor que 20% em uma área de 6.934.850ha.

4.3 SOLOS

De acordo com a Embrapa (2006), os solos são constituídos de camadas ou horizontes que se distinguem do material de origem inicial, como resultado de adições, perdas, translocações e transformação de energia e matéria, que ocorrem ao longo do tempo e sob a influência de fatores climáticos, biológicos e de relevo. As características observadas nos horizontes do solo contrastam com o substrato rochoso original, expressando uma diferenciação pedológica em função de processos pedogenéticos.

Dependendo das condições (geológicas, geomorfológicas, físicas e biológicas) em que o solo se desenvolveu formam-se diferentes tipos de solos, que são identificados e organizados em distintos níveis categóricos (QUADRO 2).

Quadro 2. Hierarquia dos níveis categóricos dos solos (EMBRAPA, 2006).

ORDEM	1º nível categórico	Presença ou ausência de atributos, horizontes diagnósticos ou propriedades identificadas no campo. Atuação de processos na formação do solo.
SUBORDEM	2º nível categórico	Atuação de outros processos que agem junto com os processos dominantes. Envolvem propriedades resultantes da gênese do solo.
GRANDE GRUPO	3º nível categórico	Tipo e arranjo de horizontes; atividade da argila; saturação por bases, Al ou Na.

SUBGRUPO	4º nível categórico	Típico; intermediário para 1º, 2º e 3º nível categórico; características extraordinárias.
FAMÍLIA	5º nível categórico	Propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas. Condições ambientais. Fins agrícolas e não agrícolas.
SÉRIE	6º nível categórico	Características relacionadas com o desenvolvimento das plantas; relações solo-água-planta; interpretações importantes para fins de engenharia, geotécnica e ambientais.

Na região dos Campos Gerais, conforme Embrapa (2008) destacam-se os Neossolos Regolíticos e os Neossolos Litólicos, associados intimamente a Cambissolos e Argissolos. Os solos de altitude apresentam alto potencial de estocagem de carbono, sendo que, dependendo do tipo de solo, podem estocar entre 6,01 a 8,00 kg/m² de carbono (FIDALGO et al., 2007). Maack (1981) coloca que o pH dos solos nos campos oscila entre 3,5 e 4,8.

No recorte espacial utilizado neste estudo, na escala de 1:250.000, foram observados quatro diferentes classes de solos (TABELA 1). A área é caracterizada por possuir solos rasos, jovens e com freqüente afloramento da rocha matriz, bastante suscetíveis aos processos erosivos.

Tabela 1. Classes de solo presentes na Escarpa Devoniana no PNCG, conforme o Mapa de Solos do estado do Paraná, em escala 1:250.000 (EMBRAPA, 2008).

Abreviatura	Classe de Solo do PNCG
CHa	CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico típico textura argilosa fase campo subtropical relevo suave ondulado.
RLh	Associação de: NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico textura média, fase campo subtropical relevo suave ondulado substrato arenitos + AFLORAMENTO DE ROCHA (arenitos).
AR	Associação de: AFLORAMENTOS DE ROCHA + NEOSSOLO LITÓLICO Hístico típico textura argilosa álico fase campo e floresta subtropical perenífolia relevo escarpado e montanhoso, ambos substrato granitos e quartzitos.
LVd	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico textura média A proeminente álico fase campo subtropical relevo suave ondulado.

Resumidamente, seguem as principais características de 1º Nível das classes de solo encontradas na área de estudo (Pitt et al., 2009, conforme Embrapa, 2006).

1. *Cambissolos* - Solos de origem diversificada, de textura média franco arenosa ou franco argilo-arenosa na superfície e franco argilo-arenosa em profundidade. Variam de rasos a mediamente profundos; moderadamente bem drenados. A cor do horizonte A é escura, e do B varia de bruno avermelhado escuro a vermelho escuro. Em condições naturais, apresentam sérias restrições de ordem química, com baixa reserva de nutrientes ao longo do perfil. Os horizontes apresentam distróficos e com elevados teores de alumínio trocável. Sua fertilidade é muito variável, dependendo do material de origem, mas em geral é baixa devido à pequena espessura, textura média, dessaturação por bases, forte acidez e relevos declivosos. A vegetação nativa desenvolvida é a de campo variando para Floresta Ombrófila Mista, substituída por pecuária ou silvicultura.

2. *Neossolos* - Possuem textura média, derivados de arenitos. Ocorrem sempre associados com solos de outras classes ou com *afioramentos de rocha*. Por se tratar de solos mais arenosos, a drenagem excessiva favorece a lixiviação de nutrientes e a perda rápida de água. Muito suscetíveis à erosão, a mecanização agrícola é dificultada e também a prática da pecuária em função do relevo bastante acidentado.

3. *Latossolos* - Muito evoluídos, possuem boas propriedades físicas - são bastante friáveis, acentuadamente porosos e fortemente drenados, espessos e profundos (> 2 m). A estabilidade, junto à alta porosidade, boa permeabilidade e o relevo suave e ondulado, conferem a estes solos uma elevada resistência à erosão. Possuindo vários aspectos positivos para o manejo, em geral associados a um relevo favorável à mecanização, em locais suaves ondulados, houve intensa substituição da cobertura vegetal nativa predominante de cerrado e campos. São desenvolvidos predominantemente sobre as rochas sedimentares de granulação fina, referidas à Formação Ponta Grossa.

De acordo com as condições edáficas do local em que se desenvolvem, as estepes assumem suas fisionomias características: *stricto sensu*, refúgio rupestre e higrófila. As Estepes Higrófilas desenvolvem-se sobre solos hidromórficos e semi-hidromórficos, enquanto as Estepes *Stricto Sensu* e os

Refúgios Rupestres assentam-se sobre solos não-hidromórficos. Conforme Curcio et al. (2007, p. 114):

Os primeiros têm sua formação relacionada a elevados níveis de saturação hídrica, enquanto os não-hidromórficos, de forma contrastante, possuem desenvolvimento pedogenético em condições de drenagem livre, em seção de 1 metro de profundidade. Os solos semi-hidromórficos, transicionais, apresentam cores acinzentadas e/ou mosqueados decorrentes de saturação hídrica temporária/permanente entre 0,5 e 1 m de profundidade.

Conforme Curcio (2006), as espécies vegetais são geralmente adaptadas a três condições de saturação hídrica dos solos (FIGURA 8), que são assim conceituadas:

- Hidrófila – adjetivação aplicada às espécies botânicas que apresentam desenvolvimento normal sobre solos hidromórficos (classes: imperfeitamente drenados, mal e muito mal drenados). As espécies hidrófilas podem apresentar desenvolvimento aparentemente normal em solos semi-hidromórficos e não-hidromórficos;
- Higrófila – adjetivação aplicada à cobertura vegetal que apresenta desenvolvimento normal sobre solos semi-hidromórficos (classe: moderadamente drenados), nos quais a altura do lençol freático, ou mesmo a franja capilar, atinge com freqüência a profundidade de 50 a 100 cm. As espécies suportam maiores tempos de saturação hídrica plena, além de maiores freqüências do que as espécies mesófilas. As espécies higrófilas podem ter bom desenvolvimento em solos não-hidromórficos e péssimo desenvolvimento ou mesmo alta mortalidade em solos hidromórficos;
- Mesófila – adjetivação aplicada às espécies botânicas que se desenvolvem sobre solos não-hidromórficos (classes: bem a excessivamente drenados), podendo eventualmente conter a presença de fluxos hídricos subsuperficiais, contudo abaixo da profundidade de 100 cm. Esse tipo de vegetação suporta períodos curtos (poucos dias) de saturação hídrica plena, desde que em baixa recorrência.

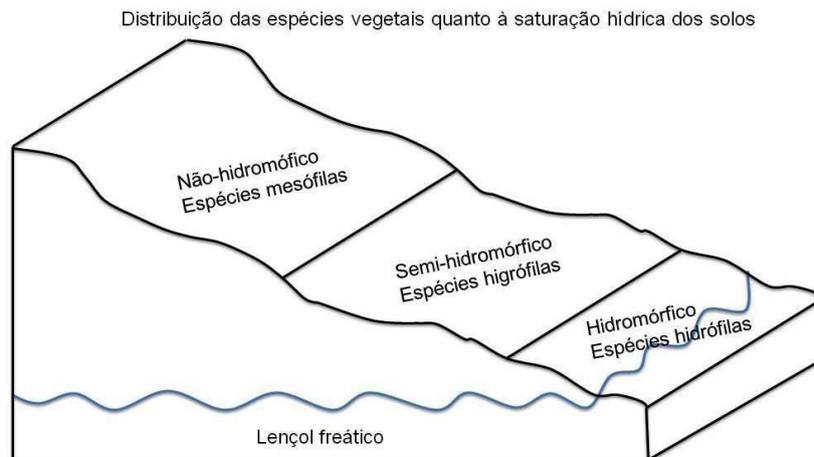


Figura 8. Representação esquemática do lençol freático associado às fitotipias. Adaptado de G. R. Curcio (comunicação pessoal, 16/10/2009).

4.4 HIDROGRAFIA

A região é bem drenada, sua parte norte compoendo majoritariamente a Bacia Hidrográfica do Rio São Jorge, afluente da margem esquerda do Rio Pitangui. A parte sul da área de estudo encontra-se inteiramente na Bacia Hidrográfica do Rio Quebra Perna.

Geralmente esses rios correm encaixados em falhas e fraturas, acompanhados de alguma vegetação ciliar. Todavia, nos pontos em que o relevo se apresenta mais plano, a pressão agropecuária ignora as áreas de preservação permanente substituindo áreas nativas de floresta e campo por cultivos.

4.5 USO DA TERRA

Ao se analisar as feições da área de estudo em termos de uso da terra (FIGURA 9), percebe-se que ela ainda detém porções remanescentes de campo nativo em proporções significativas. A porção da Escarpa Devoniana compreendida entre os limites do PNCG ocupa uma área total de 6.934,85 ha, sendo 3.781,03 ha ocupados por remanescentes de campos nativos e 1.380,40

ha por Floresta com Araucária, distribuída entre capões e corredores ripários, estes em geral sobre diques e falhamentos.

Da mesma forma que em outras áreas dos Campos Gerais, a agricultura e a pecuária são os principais elementos que atuam na descaracterização das áreas de vegetação nativa na região. Sendo bastante significativa na área de estudo a parcela de áreas de campo nativo hoje utilizadas para o cultivo de grãos para exportação, com lavouras de inverno (trigo e silagem) e verão (milho e soja). Isso se deve principalmente aos avanços da mecanização agrícola e ao constante aperfeiçoamento das técnicas de plantio direto e de correção dos solos, que permitem cultivar atualmente terras antes consideradas improdutivas, principalmente em se tratando dos solos rasos e ácidos da região. Em consequência, remanescentes fragmentários de campo nativo restringem-se a áreas onde afloram o arenito ou o lençol freático, constituindo as tipologias refúgio vegetacional rupestre e Estepe higrófila, respectivamente.

As áreas agricultadas atualmente ocupam em torno de 1.695,21 ha, o que equivale a 24,4 % da área de estudo. Deve-se considerar esta proporção alta em se tratando de uma área de relevo de *cuesta*, com solos arenosos e pouco profundos, com frequentes pontos de afloramento da rocha matriz.

Apesar da expansão da silvicultura ser um problema eminente na região dos Campos Gerais o recorte espacial utilizado neste estudo não possui extensas áreas de cultivo de exóticas (ALMEIDA; MORO, 2007). Contudo, em setores da Escarpa no PNCG, pode-se notar inúmeros focos de contaminação por *Pinus* spp., oriundos de áreas dentro e fora da Unidade Conservação.

Apesar da tipologia campestre abranger mais de 50% da área, com 3.781,03 ha, boa parte dos campos nativos remanescentes se encontra explorado pela pecuária extensiva, ou seja, os proprietários destinam áreas inaptas à agricultura a criação de gado de corte. Para PILLAR (2006), há a descaracterização dos remanescentes dos campos por pressão seletiva do pastoreio, queimadas para rebrota após o inverno, e pelo enriquecimento de pastagens com forrageiras exóticas, que impedem o desenvolvimento das gramíneas nativas e sufocam o desenvolvimento dos campos nativos.

Observa-se ainda a questão do pisoteio dos campos nativos pelo gado que, além de selecionar espécies, auxilia na degradação dos solos frágeis em que as Estepes se desenvolvem, abrindo espaço para a ampliação de processos erosivos locais.

Na tabela 2, abaixo, encontram-se as dimensões das principais classes de uso e as respectivas proporções que ocupam na área de estudo:

Tabela 2. Principais classes de uso na Escarpa Devoniana do PNCG.

<i>Classe de Uso</i>	<i>Área em ha</i>	<i>Área em %</i>	<i>Número de polígonos/fragmentos</i>
Campo Nativo	3781,03	54,52	481
Floresta Nativa	1380,40	19,9	171
Agricultura	1695,21	24,44	134
Afloramento de Rocha	74,85	1,1	52
Reflorestamento	0,72	0,01	3
Outros	2,64	0,03	13
<i>Total</i>	<i>6934,85</i>	<i>100</i>	<i>854</i>

Finalmente, no reverso da Escarpa restam cerca de 1.380,40 ha de florestas nativas (quase 20% da área), a maioria em estágio médio de regeneração (ALMEIDA; MORO, 2007).

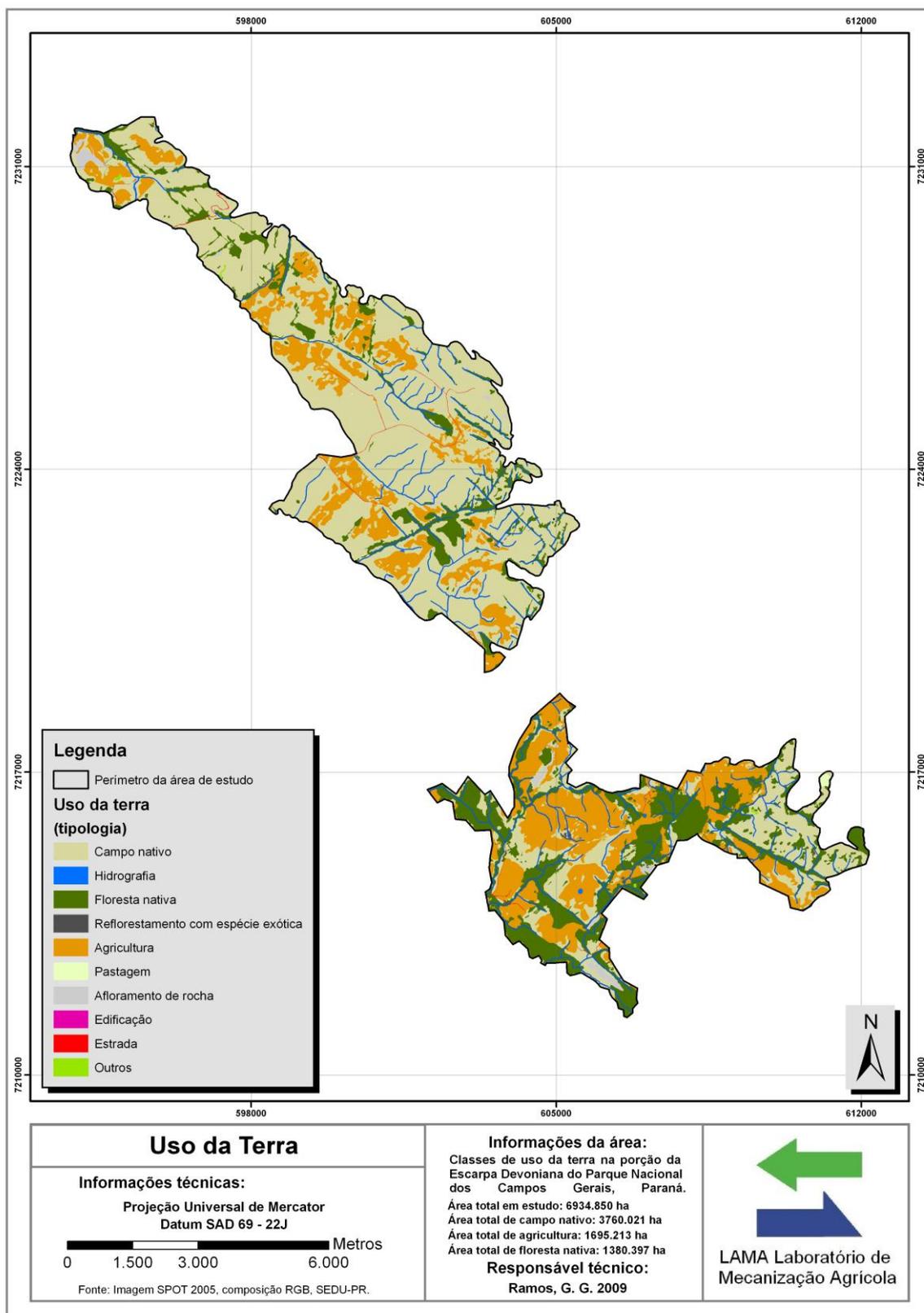


Figura 9. Classes de uso da terra da porção da Escarpa Devoniana no Parque Nacional dos Campos Gerais.

5. ESTRUTURA DA ESTEPE-GRAMÍNEO LENHOSA DA BORDA DA ESCARPA DEVONIANA NO PNCG

Ecosistemas são entidades complexas que, ao mesmo tempo em que exibem equilíbrio dinâmico harmônico, são especialmente frágeis, reagindo prontamente às perturbações (ODUM, 1992). Qualquer desarranjo, como a extinção de uma espécie, causa alterações relevantes no equilíbrio dinâmico do sistema, que acaba refletido na configuração do espaço e nas relações entre os organismos a ele pertencentes, nem sempre de modo positivo.

A flora campestre nativa do Segundo Planalto Paranaense revela-se muito rica em número de espécies, abrigando diversas espécies raras, revelando-se como um importante centro de endemismos. Existem poucas descrições publicadas sobre a riqueza florística dos campos nativos, contudo, os trabalhos existentes revelam elevada diversidade específica para as formações campestres em todas as suas fisionomias (CARMO, 2006; CERVI et al., 2007; KOZERA, 2008). No entanto, da forma com que atualmente as áreas de campo têm sido convertidas em pastagens ou em áreas agricultadas, esse valioso patrimônio natural ainda não inventariado por completo pode desaparecer. Ou seja, um grande banco de genes, de espécies potencialmente úteis à sociedade, tende a desaparecer.

5.1 COMPOSIÇÃO DAS ESTEPES DO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS

5.1.1 Levantamento florístico

A partir dos levantamentos realizados acerca da vegetação campestre em áreas do Parque Nacional dos Campos Gerais, foram listadas 528 espécies distribuídas em 76 famílias botânicas (QUADRO 3).

Dentre as famílias de angiospermas mais representativas citam-se Asteraceae com 91 espécies e 42 gêneros, Poaceae com 62 espécies e 41 gêneros, Cyperaceae com 45 espécies e 10 gêneros e Fabaceae com 40 espécies e 22 gêneros (FIGURA 10).

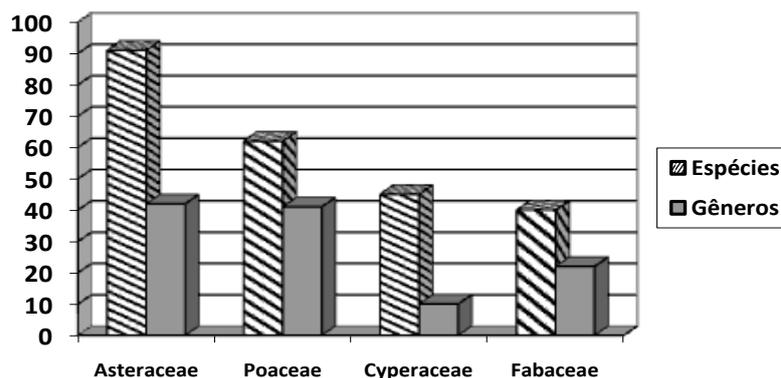


Figura 10. Famílias com maior riqueza de espécies nas Estepes do Parque Nacional dos Campos Gerais.

Com relação às plantas criptógamas (briófitas e pteridófitas) tem-se 4 espécies de briófitas e 11 espécies de pteridófitas. Deste modo, aproximadamente 97% da flora local levantada até o momento constitui-se de fanerógamas e uma diminuta percentagem de criptógamas (TABELA 3), contudo, dentre estas estão espécies de alto valor ecológico, como *Sphagnum recurvum* P. Beauv., presente nos campos úmidos.

Tabela 3. Número de famílias, gêneros e espécies de Criptógamas e Fanerógamas levantadas.

	Famílias	Gêneros	Espécies
Criptógamas	10	13	15
Fanerógamas	66	254	513
<i>Total</i>	76	267	528

Tabela 4. Número de espécies e gêneros para cada uma das famílias botânicas levantadas nas Estepes do Parque Nacional dos Campos Gerais.

<i>Família</i>	<i>Espécies</i>	<i>Gêneros</i>			
Acanthaceae	2	2	Lentibulariaceae	3	1
Alliaceae	2	2	Loganiaceae	1	1
Amaranthaceae	8	4	Loranthaceae	1	1
Amaryllidaceae	2	1	Lycopodiaceae	2	1
Apiaceae	12	4	Lythraceae	8	1
Apocynaceae	8	5	Malpighiaceae	5	4
Areaceae	2	2	Malvaceae	10	5
Asteraceae	91	42	Melastomataceae	21	6
Begoniaceae	1	1	Moraceae	1	1
Bignoniaceae	1	1	Myrsinaceae	3	1
Boraginaceae	1	1	Myrtaceae	10	3
Bromeliaceae	6	3	Onagraceae	6	1
Bryophyta*	3	2	Orchidaceae	8	7
Cactaceae	5	3	Osmundaceae	1	1
Campanulaceae	6	3	Oxalidaceae	4	1
Capparaceae	1	1	Passifloraceae	3	1
Caryocaraceae	1	1	Plantaginaceae	2	1
Caryophyllaceae	2	2	Poaceae	62	41
Celastraceae	1	1	Polygalaceae	8	2
Cistaceae	1	1	Polygonaceae	6	3
Clethraceae	1	1	Pteridaceae	2	2
Commelinaceae	4	2	Rhamnaceae	2	2
Convolvulaceae	4	2	Rubiaceae	13	8
Cucurbitaceae	1	1	Sapindaceae	1	1
Cyperaceae	45	10	Sapotaceae	1	1
Dennstaedtiaceae	1	1	Schizaceae	1	1
Droseraceae	4	1	Scrophulariaceae	2	2
Ericaceae	4	3	Selaginellaceae	1	1
Eriocaulaceae	7	4	Smilacaceae	2	1
Erythroxylaceae	3	1	Solanaceae	8	3
Euphorbiaceae	7	3	Sphagnaceae	1	1
Fabaceae	40	22	Sterculiaceae	3	3
Gesneriaceae	2	1	Styracaceae	1	1
Gleicheniaceae	2	2	Verbenaceae	13	7
Hymenophyllaceae	1	1	Violaceae	1	1
Hypoxidaceae	1	1	Winteraceae	1	1
Iridaceae	7	2	Xyridaceae	3	1
Juncaceae	4	1			
Lamiaceae	14	4			
			*indeterminadas		

O grande número de táxons levantado para a região é reflexo da elevada diversidade biológica que o ecossistema campestre apresenta em suas fitofisionomias. Isso vem a desmentir o equivocado conceito de que as formações campestres são pouco biodiversas. Esse conceito errôneo provavelmente é oriundo de pré-concepções acerca da aparência homogênea que os campos possuem, pois os mesmos se apresentam como um “estrato uniforme” de plantas de aproximadamente 50 cm de altura, com predominância da fisionomia graminóide. Desse modo, o observador tem a falsa impressão de haverem ali algumas poucas espécies, contudo numa escala de observação mais acurada perceberá que, em meio aos céspedes, há uma grande diversidade de herbáceas entremeadas.

Comparadas a Floresta Ombrófila Mista, as estepes são muito superiores em termos de riqueza de espécies. Cervi et al. (2007), no Parque Estadual de Vila Velha, levantaram para o ambiente campestre 976 táxons, enquanto que para as formações florestais no mesmo Parque foram levantadas apenas 343 táxons. Greiner e Acra (2006) levantaram 217 indivíduos para um fragmento de FOM do Parque Estadual de Vila Velha, enquanto que Kozera (2008) em Balsa Nova obteve 632 táxons para as estepes.

Devido à presença de fragmentos relictuais de cerrado nos Campos Gerais, inclusive na área do PNCG (FIGURA 11), a lista florística obtida para as Estepes do PNCG foi comparada as listas florísticas do Cerrado nos Campos Gerais (VON LINSINGEN et al. 2006; RITTER, 2008) e com a lista florística para o Bioma Cerrado proposta por Sano et al. (2008).

Quando comparadas as listas florísticas, há uma similaridade de 54% (297 táxons) entre as Estepes do PNCG e o componente herbáceo/arbustivo do Bioma Cerrado, e 41% (225 táxons) de similaridade entre as Estepes e os relictos de Cerrado nos Campos Gerais. No entanto, somente 28% das espécies de campo do PNCG (QUADRO 3) foram comuns tanto às listas florísticas do Bioma Cerrado quanto dos relictos dos Campos Gerais.



Figura 11. Fragmento de Cerrado nas proximidades da Cachoeira da Marquinha, no Parque Nacional dos Campos Gerais.

Pode-se perceber então relativa similaridade entre o componente herbáceo/arbustivo das formações de Cerrado e Estepes. Longhi-Wagner (2003) aponta para o Estado do Paraná o limite austral de 60 espécies de gramíneas predominantemente tropicais, muitas também de ocorrência em cerrados, evidenciando a importância do contingente florístico tropical na composição destas estepes. Igualmente para Fabaceae, Miotto e Waechter (2003) apontam os campos paranaenses como limite austral de espécies tropicais. Waechter et al. (2003), levando em consideração Poaceae e Fabaceae, reforçam a ideia da província campestre paraneana em oposição à pampeana, num claro gradiente latitudinal de influência decrescente das espécies tropicais na composição florística estépica.

Quadro 3. Espécies presentes nas Estepes do Parque Nacional dos Campos Gerais. As espécies comuns às formações campestres e savânicas encontram-se indicadas pelos caracteres \diamond para o Bioma Cerrado e \ast e para os relictos de Cerrado nos Campos Gerais.

<i>Família</i>	<i>Espécie</i>
Acanthaceae	<i>Dyschoriste hygrophylloides</i> (Nees) Kuntze \ast <i>Ruellia multifolia</i> (Nees) Lindau \diamond
Alliaceae	<i>Alium neapolitanum</i> Cirillo \ast <i>Nothoscordum gracile</i> var. <i>gracile</i> Kunth \diamond
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze $\diamond \ast$ <i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb \diamond <i>Alternanthera rufa</i> (Mart.) Dietr. $\diamond \ast$ <i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R. Br. Ex DC. \diamond <i>Chenopodium hederiforme</i> (Murray) Aellen <i>Gomphrena macrocephala</i> St. Hil \ast <i>Pfaffia helichrysoides</i> (Mart.) Kuntze $\diamond \ast$ <i>Pfaffia tuberosa</i> (Spr.) Hicken $\diamond \ast$
Amaryllidaceae	<i>Hippeastrum iguazuianum</i> (Ravenna) T.R.Dudley & M. Will. <i>Hippeastrum psittacinum</i> Herbert $\diamond \ast$
Apiaceae	<i>Centella asiatica</i> (L.) Blume \diamond <i>Ciclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Sprange ex Brit. \diamond <i>Eryngium ebracteatum</i> Lam. $\diamond \ast$ <i>Eryngium elegans</i> Cham. & Schltld. $\diamond \ast$ <i>Eryngium eriophorum</i> Cham. et Schltld <i>Eryngium horridum</i> Malme $\diamond \ast$ <i>Eryngium junceum</i> Cham. & Schltld. $\diamond \ast$ <i>Eryngium megapotamicum</i> Malme \diamond <i>Eryngium pristis</i> Cham. & Schltld. \diamond <i>Hydrocotyle asiatica</i> L. <i>Hydrocotyle quinqueloba</i> Ruiz & Pav. \diamond <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.f.
Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L. \diamond <i>Ditassa edmundoi</i> Fontella & C. Valente \ast <i>Mandevilla coccinea</i> (Hook. & Arn.) Woodson $\diamond \ast$ <i>Mandevilla emarginata</i> (Vell.) C. Ezc. \ast <i>Mandevilla longiflora</i> (Desf.) Pichon $\diamond \ast$ <i>Mandevilla pohliana</i> (Stadelm.) A. H. Gentry \ast <i>Oxypetalum wightianum</i> Hook. & Arn. $\diamond \ast$ <i>Widgrenia corymbosa</i> Malme
Areaceae	<i>Allagoptera campestris</i> (Mart.) Kuntze $\diamond \ast$ <i>Butia microspadix</i> Burret \ast
Asteraceae	<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze $\diamond \ast$ <i>Archibaccharis serratifolia</i> (Kunth) S. F. Blake \diamond

Achillea millefolium L.
Achyrocline satureioides DC. ◆✱
Ageratum conyzoides L. ◆
Artemisia verlotorum Lamotte ◆
Aspilia montevidensis (Spreng.) Kuntze ◆✱
Aspilia setosa Griseb. ✱
Aster haplopappus (Remy) O. Kuntze
Aster subulatus Michx. ◆
Baccharis articulata (Lam.) Pers.
Baccharis axillaris DC.
Baccharis brevifolia DC. ◆
Baccharis calvescens DC ◆
Baccharis coridifolia DC. ◆✱
Baccharis conyzoides DC
Baccharis dracunculifolia DC. ◆✱
Baccharis genistelloides subsp. *Crispa* (Spreng.) Joch. ◆✱
Baccharis medullosa DC ◆
Baccharis milleflora (Less.) DC. ◆
Baccharis myricaefolia DC. ✱
Baccharis semiserrata var. *elaeagnoides* (Stend.) ◆
Baccharis semiserrata DC. var. *semiserrata*
Baccharis uncinella DC. ✱
Bidens pilosa L.
Bidens pilosa L. var. *radiata* Schult.-Bip. ◆✱
Calea cuneifolia DC. ◆✱
Calea cymosa Less. ✱
Calea longifolia Baker ✱
Calea marginata S.F. Blake ✱
Calea parvifolia (DC.) Baker ✱
Calea pinnatifida (R. Br.) Less.
Calea triantha (Velloso) Pruski ◆✱
Chaptalia graminifolia (Dusén) Cabrera ✱
Chaptalia integerrima (Vell.) Burkart ◆ ✱
Chaptalia nutans (L.) Polak ◆
Chrysolaena flexuosa (Sims) H. Rob.
Chrysolaena platensis (Spreng.) H. Rob. ◆ ✱
Conyza bonariensis L. (Cronquist) ◆
Coreopsis lanceolata L.
Elephantopus mollis Kunth ◆✱
Emilia sonchifolia (L.) DC. ◆✱
Eupatorium congestum Hook. et Arn.
Eupatorium betonicaeforme (D.C.) Baker
Eupatorium gaudichaudianum DC ◆
Eupatorium laevigatum Lam ✱
Eupatorium multifidum DC ✱
Eupatorium orbiculatum DC.
Eupatorium palmare Sch.Bip.
Eupatorium serratum Spreng
Eupatorium tanacetifolium Gill. ex H. et A.
Facelis apiculata Cass.
Galinsoga parviflora Cav ◆
Gamochaeta americana (Mill.) Wedd. ◆✱

Gochnatia velutina (Bong.) Cabrera ◊✱
Heterothalamus psiadioides Less
Inulopsis scaposa (Bak.) Hoffm. ◊
Jaegeria hirta (Lag.) Less ◊
Lessingianthus brevifolia (Less.) H. Rob. ◊
Lessingianthus glabratus (Less) H. Rob.
Lessingianthus grandiflorus (Less) H. Rob.
Lucilia lycopodioides (Less.) S.E. Freire ✱
Melanthera latifolia (Gardn.) Cabr.
Mikania hoffmanniana Dusén ✱
Mikania banisteriae DC
Mikania sessilifolia DC. ◊
Praxelis diffusa (Rich.) Pruski ◊✱
Pterocaulon alopecuroides (Lam.) DC. ✱
Pterocaulon angustifolium DC. ✱
Richterego radiata (Vell.) Roque ◊✱
Senecio brasiliensis (Spreng.) Less. ◊✱
Senecio bonariensis Hook. et Arn
Senecio conizaefolius Bak.
Senecio oleosus Vell.
Senecio oligophyllum Bak.
Solidago chilensis Meyen ◊✱
Sonchus oleraceus L. ✱
Stevia clausenii Schultz-Bip. ◊✱
Stevia lundiana DC ◊
Taraxacum officinale Weber ◊
Vernonanthura crassa (Vell.) H. Rob. ✱
Vernonanthura discolor (Spr.) H. Rob. ✱
Vernonanthura nudiflora (Less) H. Rob. ✱
Vernonanthura phosphorica (Vell.) H. Rob.
Vernonanthura puberula (Less) H. Rob.
Vernonia hypochlora Malme
Vernonia megapotamica Spreng. ◊
Vernonia squarrosa (D. Don.) Less. ◊
Viguiera trichophylla Dusén ◊✱
Willoughbya cordifolia (L. f.) Kuntze ◊
Willoughbya officinalis (Mart.) Kuntze ◊

Begoniaceae

Begonia cucullata Willd. ◊

Bignoniaceae

Jacaranda oxyphylla Cham. ◊✱

Boraginaceae

Moritzia dusenii I.M. Johnst. ✱

Bromeliaceae

Aechmea distichantha Lem. ◊✱

Dickya tuberosa Beer ◊✱

Tillandsia crocata (E. Morren) Baker ✱

Tillandsia geminiflora Brongn. ◊✱

Tillandsia stricta Solander ✱

Tillandsia tenuifolia L. ◊✱

Cactaceae

Hattoria salicornioides (Haw.) Britton & Rose ◊✱

	<i>Parodia ottonis</i> var. <i>villa-velhensis</i> (Back. & Voll) Taylor ☼
	<i>Rhipsalis dissimilis</i> (G. Lindb.) K. Schum. ☼
	<i>Rhipsalis houlettiana</i> Lem.
	<i>Rhipsalis teres</i> (Vell.) Steud.
Campanulaceae	
	<i>Lobelia camporum</i> Pohl. ◇ ☼
	<i>Lobelia exaltata</i> Pohl
	<i>Lobelia hederacea</i> Cham.
	<i>Lobelia nummularioides</i> Cham
	<i>Triodanis perfoliata</i> subsp. <i>biflora</i> (Ruiz & Pav.) Lammers
	<i>Wahlenbergia linarioides</i> (Lam.) A.DC. ◇ ☼
Capparaceae	
	<i>Cleome affinis</i> DC ◇
Caryocaraceae	
	<i>Caryocar brasiliense</i> Camb. ◇ ☼
Caryophyllaceae	
	<i>Cerastium dicotrichum</i> Fenzl ex Rohrbach
	<i>Stellaria media</i> (L.) Cirillo ◇
Celastraceae	
	<i>Plenckia populnea</i> Reissek ◇ ☼
Cistaceae	
	<i>Halimium brasiliense</i> (Lam.) Grosser ☼
Clethraceae	
	<i>Clethra scabra</i> Pers. ◇ ☼
Commelinaceae	
	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f. ◇
	<i>Commelina villosa</i> C.B.Clark ex Chod. ◇
	<i>Tradescantia cerinthoides</i> Kunth
	<i>Tradescantia serrulata</i> (Vahl) Handlos ◇
Convolvulaceae	
	<i>Cuscuta racemosa</i> Mart. ◇ ☼
	<i>Ipomoea indica</i> (Burm.) Merr. ◇
	<i>Ipomoea indivisa</i> (Vell.) Hallier f. ◇
	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth ◇
Cucurbitaceae	
	<i>Cayaponia espelina</i> (Silva Manso) Cogn. ◇ ☼
Cyperaceae	
	<i>Bulbostylis breviflora</i> Pfeiffer
	<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B. Clarke ◇ ☼
	<i>Carex bonariensis</i> Desf. ex Poir.
	<i>Carex bonariensis</i> var. <i>achalensis</i> Kurtz
	<i>Carex brasiliensis</i> A. St.-Hil.
	<i>Carex sellowiana</i> Schlecht
	<i>Carex uruguensis</i> Boeck.
	<i>Cyperus articulatus</i> L. ◇
	<i>Cyperus cayanensis</i> (Lam.) Britton ◇ ☼
	<i>Cyperus intricatus</i> Schrad. ex. Shult.
	<i>Cyperus densicaepitosus</i> Matf et Kubenth
	<i>Cyperus diffornius</i> Kunth.
	<i>Cyperus haematodes</i> Endl. ◇ ☼
	<i>Cyperus flavus</i> (Vahl.) Nees
	<i>Cyperus giganteus</i> Vahl

Cyperus luzulae (L.) Rottb. ex Retz
Cyperus meyenianus Kunth
Cyperus reflexus Vahl
Cyperus rigens J. Presl. et C. Presl.
Cyperus rotundus L. ✧
Cyperus sculentus L.
Cyperus virens Michx.
Eleocharis elegans (Kunth.) Roem. & Schult. ✧
Eleocharis filiculmis Kunth ✧✱
Eleocharis montana (HBK)Roem et Shull
Eleocharis sellowiana Kunth ✧
Fimbristylis dichotoma (L.) Vahl. ✧
Fimbristylis squarosa Vahl
Kyllinga brevifolia Rottb. ✧✱
Kyllinga odorata Vahl ✱
Kyllinga odorata subsp. *odorata* Vahl.
Lagenocarpus rigidus (Kunth) Nees ✧✱
Pycreus lanceolatus (Poir) C. B. Clarke ✧
Pycreus polystachyos Rottb.
Rhynchospora albiceps Kunth ✧
Rhynchospora brasiliensis Boeck. ✧✱
Rhynchospora consanguinea (Kunth) Boeck ✧✱
Rhynchospora corymbosa (Nees) Kunth ✧✱
Rhynchospora globosa (Kunth) Roem. & Schult. ✧✱
Rhynchospora glaziovii Boeck
Rhynchospora pallida M.A. Curtis
Rhynchospora rigida (K.) Boeck.
Rhynchospora setigera (Kunth) Boeck
Scleria hirtella Sw. ✧✱
Scleria latifolia Sw. ✧✱

Dennstaedtiaceae

Pteridium aquilinum var. *arachnoideum* (Kaulf.) Brade ✧✱

Droseraceae

Drosera brevifolia Pursh
Drosera communis A. St.-Hil. ✧✱
Drosera rotundifolia L.
Drosera villosa A. St.-Hil. ✱

Ericaceae

Agarista pulchella Cham. ex G. Don ✧✱
Gaylussacia brasiliensis (Spreng.) Meisn. ✧✱
Gaylussacia pseudogaultheria Cham. & Schltld. ✱
Leucothoe pulchella (Cham.) DC

Eriocaulaceae

Eriocaulon ligulatum (Vell.) L. B. Sm.
Eriocaulon sellowianum Kunth ✧✱
Leiothrix flavescens (Bong.) Ruhland ✧✱
Paepalanthus albo-vaginatus Alv. Silv. ✱
Paepalanthus caldensis Silveira ✱
Paepalanthus planifolius (Bong.) Körn. ✧✱
Syngonanthus caulescens var. *Moldenke* ✧✱

Erythroxylaceae

Erythroxylum deciduum A. St.-Hil. ✧✱

Euphorbiaceae*Erythroxylum microphyllum* A. St.-Hil. ◊✱*Erythroxylum suberosum* A.St.Hill. ◊✱*Croton antisyphiliticus* Mart. ◊✱*Croton heterodoxus* Baill. ◊✱*Croton migrans* Casar. ◊✱*Croton myrianthus* Muell Arg*Euphorbia heterophylla* L. ◊*Euphorbia peperomioides* Boiss. ◊*Mycrostachys hispida* (Mart.) Govaerts ◊**Fabaceae***Aeschynomene falcata* (Poir.) DC. ◊✱*Cassia rotundifolia* Pers. ◊*Cassia tetraphylla* Desv. ✱*Calliandra selloi* (Spreng.) J. F. Macbr. ◊✱*Chamaecrista punctata* (Vogel) H. S. Irwin & Barneby ✱*Camptosema scarlatinum* (Mart. ex Benth.) Burkart ◊✱*Collaea speciosa* (Loisel.) DC. ✱*Crotalaria hilariana* Benth. ✱*Crotalaria stipularia* Desv. ✱*Desmodium barbatum* (L.) Benth. ◊✱*Desmodium canum* (J.F. Gmel.) Schinz & Thell. ◊✱*Desmodium griffthianum* Benth. ◊✱*Desmodium purpureum* (Mill.) Facw. & Rendle ◊✱*Eriosema campestre* Benth. ◊✱*Eriosema campestre* var. *macrophyllum* (Grear)Fort. ◊✱*Eriosema glabrum* Mart. ex Benth. ◊*Eriosema heterophyllum* Benth. ◊✱*Eriosema longifolium* Benth. ◊✱*Eriosema punctata* DC*Galactia benthamiana* Micheli ✱*Galactia boavista* (Vell.) Burkart ◊✱*Galactia neesii* DC ◊✱*Lonchocarpus campestris* Mart. ex Benth. ◊*Lotus corniculatus* L.*Lupinus albus* L. ✱*Melilotus indicus* L.*Mimosa brevipes* Butls ◊*Mimosa dolens* Vell. subsp. *acerba* (Benth.) Barneby ◊✱*Mimosa ramosissima* Benth. ✱*Periandra dulcis* Mart. ex. Benth. ◊✱*Phaseolus peduncularis* Kunth. ◊*Rhynchosia corylifolia* Mart ex. Benth. ✱*Stylosanthes acuminata* M.B.Ferreira & S.Costa ◊✱*Stylosanthes bracteata* Vogel ◊✱*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. ◊✱*Stylosanthes hippocampoides* Mohlenbr. ◊*Trifolium repens* L. ◊*Vicia sativa* L.*Zornia cryptantha* Arechav. ◊*Zornia reticulata* Sm. ◊✱**Gesneriaceae**

	<i>Sinningia allagophylla</i> (Mart.) Wiehler ◊✿
	<i>Sinningia canescens</i> (Mart.) Wiehler
Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris nervosa</i> (Kaulf.) Maxon
	<i>Gleichenella pectinata</i> (Willd.) Ching ◊✿
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes martusii</i> C. Presl ◊
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i> L. ◊
Iridaceae	<i>Gelasine coerulea</i> (Vell.) Ravenna ✿
	<i>Sisyrinchium graminifolium</i> Lindl. ◊
	<i>Sisyrinchium laxum</i> Sims.
	<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav. ✿
	<i>Sisyrinchium restioides</i> Spreng. ✿
	<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng. ◊✿
	<i>Sisyrinchium wettsteinii</i> Hand.-Mazz. ◊✿
Juncaceae	<i>Juncus capillaceus</i> Lam.
	<i>Juncus micranthus</i> Schrad. ex E. Mey. ◊
	<i>Juncus microcephalus</i> Kunth ◊✿
	<i>Juncus tenuis</i> Wild
Lamiaceae	<i>Hyptis althaeifolia</i> Pohl ex Benth. ◊
	<i>Hyptis mutabilis</i> (Rich.) Briq.
	<i>Hyptis plectranthoides</i> Benth. ◊✿
	<i>Hyptis sinuata</i> Pohl ex Benth. ◊
	<i>Peltodon longipes</i> Kunth ex Benth.
	<i>Peltodon radicans</i> Pohl ◊✿
	<i>Peltodon rugosus</i> Tolmachev ✿
	<i>Rhabdocaulon gracile</i> (Benth.) Epling
	<i>Salvia aliciae</i> E.P. dos Santos
	<i>Salvia nervosa</i> Benth. ✿
	<i>Salvia leuchostachis</i> Benth
	<i>Salvia melissaeflora</i> Benth
	<i>Salvia rosmarinoides</i> St. Hill. ◊
	<i>Salvia scoparia</i> Epling
Lentibulariaceae	<i>Utricularia foliosa</i> L. ◊
	<i>Utricularia gibba</i> L. ◊
	<i>Utricularia tricolor</i> A. St.-Hil. ◊✿
Loganiaceae	<i>Buddleja stachyoides</i> Cham. & Schldl.
Loranthaceae	<i>Tripodanthus acutifolius</i> (Ruiz & Pav.) ◊
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium carolinum</i> (Lawalrée) J.P.Roux
	<i>Lycopodium cernuum</i> L.
Lythraceae	<i>Cuphea calophylla</i> C. et S. ◊✿
	<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) JF Macbr. ◊
	<i>Cuphea fruticosa</i> Spr.

	<i>Cuphea linarioides</i> Cham. & Schtdl. ◇
	<i>Cuphea lindmaniana</i> Koehne et Bak.
	<i>Cuphea mesostemon</i> Hoehne
	<i>Cuphea racemosa</i> (L.f.) Spreng.
	<i>Cuphea thymoides</i> C. et S. ◇
Malpighiaceae	
	<i>Aspicarpa pulchella</i> (Griseb.) O. Dorr. & Lourt. ◇*
	<i>Banisteriopsis adenopoda</i> (A. Juss.) B. Gates ◇
	<i>Byrsonima brachybotrya</i> Nied. ◇*
	<i>Byrsonima intermedia</i> A. Juss. ◇*
	<i>Tetrapteris salicifolia</i> Nied. ◇
Malvaceae	
	<i>Krapovickasia macrodon</i> (DC.) Fryxell *
	<i>Pavonia schrankii</i> Spreng. ◇
	<i>Pavonia sepium</i> A. St.-Hil. ◇*
	<i>Peltaea speciosa</i> (Kunth.) Standl.
	<i>Sida glaziovii</i> K.Schum ◇
	<i>Sida santaremensis</i> Monteiro
	<i>Sida rhombifolia</i> L. ◇
	<i>Sida spinosa</i> L. ◇
	<i>Sida urens</i> L. ◇
	<i>Wissadula parviflora</i> (St. Hill.) Frie.
Melastomataceae	
	<i>Acisanthera variabilis</i> (Mart.) Triana ◇*
	<i>Lavoisiera pulchella</i> Cham. ◇*
	<i>Lavoisiera phyllocalycina</i> L. *
	<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn. ◇
	<i>Leandra erostrata</i> (DC.) Cogn. ◇
	<i>Leandra lacunosa</i> Cogn. ◇*
	<i>Leandra purpurascens</i> (DC.) Cogn. ◇*
	<i>Leandra refracta</i> Cogn.
	<i>Leandra riograndensis</i> (Brade) Wurdak
	<i>Leandra sabiaensis</i> Brade
	<i>Miconia cinerascens</i> Miq. ◇
	<i>Miconia petropolitana</i> Cogn. *
	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin ◇*
	<i>Miconia theaezans</i> Cogn. ◇*
	<i>Tibouchina australis</i> (Triana) Cogn.
	<i>Tibouchina dubia</i> Cogn. *
	<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn. ◇*
	<i>Tibouchina hatschbachii</i> Wurdack. *
	<i>Tibouchina nitida</i> Cogn.
	<i>Tibouchina sellowiana</i> Cogn. ◇*
	<i>Trembleya parviflora</i> (D.Don.) Cogn. ◇*
Moraceae	
	<i>Dorstenia cayapia</i> Vell. ◇
Myrsinaceae	
	<i>Myrsine acuminata</i> Royle
	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult.
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart. ◇*
Myrtaceae	
	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg ◇*

	<i>Campomanesia ígida</i> Berg ◊
	<i>Campomanesia pubescens</i> (DC.) O. Berg. ◊*
	<i>Eugenia arenosa</i> Mattos *
	<i>Eugenia bimarginata</i> DC ◊*
	<i>Eugenia pitanga</i> Kiaersk
	<i>Eugenia pluriflora</i> DC. ◊*
	<i>Eugenia puniceiflora</i> (Kunth.) DC. ◊*
	<i>Psidium cattleyanum</i> Sabine ◊
	<i>Psidium grandifolium</i> Mart. Ex DC ◊*
Onagraceae	
	<i>Ludwigia elegans</i> (Carnb.) Hara ◊
	<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt.) Hara ◊*
	<i>Ludwigia ígida</i> (Miq.) Sandwith. ◊
	<i>Ludwigia sericea</i> (Cambess.) ◊
	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven ◊
	<i>Ludwigia tomentosa</i> (Cambess.) Hara ◊
Orchidaceae	
	<i>Anathallis linearifolia</i> (Cogn.) Prid.
	<i>Epidendrum ellipticum</i> Graham ◊*
	<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.
	<i>Oncidium pontagrossense</i> Campacci
	<i>Phajus grandifolius</i> Lour.
	<i>Sacoila lanceolata</i> (Aubl.) Garay
	<i>Stenorrhynchus australis</i> Lindl. *
	<i>Zygopetalum crinitum</i> Lodd.
Osmundaceae	
	<i>Osmunda</i> sp. L.
Oxalidaceae	
	<i>Oxalis articulata</i> Savigny
	<i>Oxalis sexenata</i> Savigny *
	<i>Oxalis corymbosa</i> DC.
	<i>Oxalis refracta</i> A.St.-Hil ◊
Passifloraceae	
	<i>Passiflora amethystina</i> Mikan ◊
	<i>Passiflora villosa</i> Vell. ◊*
	<i>Passiflora lepidota</i> Mast. ◊*
Plantaginaceae	
	<i>Plantago australis</i> Kunth ◊
	<i>Plantago guilleminiana</i> Decne.
Poaceae	
	<i>Agrostis montevidensis</i> Spreng
	<i>Andropogon bicornis</i> L. ◊*
	<i>Andropogon lateralis</i> Nees ◊
	<i>Andropogon leucostachyus</i> HBK ◊*
	<i>Andropogon virgatus</i> Desv. ex Ham. *
	<i>Aristida flaveola</i> L.
	<i>Aristida pallens</i> var. <i>tragopogon</i> Trin. & Rupr. ◊*
	<i>Arundinella confinis</i> (Schult.) Hitch.& Chase ◊
	<i>Axonopus marginatus</i> (Trin.) Chase ◊
	<i>Axonopus siccus</i> (Nees) Kuhl. ◊*
	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf
	<i>Brachiaria mollis</i> (Sw) Parodi

Briza monandra (Hack.) Pilg.
Chascolytrum subaristum (Lam.) Desv.
Chaetochloa poiretiana (Schult.) Hitchc.
Chaetochloa verticillata (L.) Scribn. ✦
Chloris gayana Kunth ✦
Chusquea ramosissima Lindm.
Coix lacryma-jobi L. ✦
Deyeuxia longiaristata (Wedd) Hack.
Deyeuxia viridiflavescens (Poirot) Kunth ✦
Dichantherium sabulorum var. *polycladum* (Ekmam) Zul.
Digitaria ciliaris (Retz) Koel ✦✽
Digitaria insularis (L.) Fedde ✦✽
Echinochloa crus-pavonis (H.B.K.) Schult ✦
Eleusine indica (L.) Gaertn. ✦✽
Eleusine tristachya (Lam.) Lam.
Eragrostis frankii C. A. Mey.
Eragrostis multicaulis Steud. ✦
Eragrostis plana Nees ✦
Eriochrysis cayennensis P. Beauv. ✦✽
Hymenachne pernambucencis (Spreng.) Zul.
Ichnaeopsis glutinosa (Sw.) Zul. Sind.
Kikuyuochloa clandestina (Hochst. Ex. Chiov.) H. Scholz. ✦
Lolium perene L. ✦
Luziola peruviana Gmelin ✦
Melinis minutiflora P. Beauv. ✦
Melinis repens (Wild.) Zizka
Notholcus lanatus (L.) Nasch. & Hitchc.
Ocellochloa stolonifera (Poir.) Zul. & Morr. ✦
Panicum sabulorum Lam. ✦
Paspalum conjugatum Berg. ✦✽
Paspalum conspersum Schrader ex Schultes ✦
Paspalum dilatatum Poir. ✦
Paspalum lanciflorum Trin. ✦
Paspalum lineare Trin. ✦
Paspalum guenoarum Arechav.
Paspalum maritimum Trin. ✦
Piptochaetium montevidense (Spreng.) Parodi
Poidium calotheca (Trin.) Matthei ✽
Pseudechinolaena polystachya Kunth Stapf ✦
Saccharum trinii (Hack.) Hack.
Schizachyrium condensatum (Kunth) Nees ✦
Schizachyrium spicatum (Spreng.) Herter ✦
Setaria parviflora (Poir.) Kerg.
Sorghastrum nutans (L.) Nash ✦
Sporobolus brasiliensis (Raddi) Hack. ✦
Sporobolus indicus (L.) R. Br. ✦
Steinchisma decipiens (Ness ex Trin.) W.V.Ber. ✽
Syntherisma digitatum (Sw.) Hitchc ✦
Trachypogon spicatus (L. f.) Kuntze ✦✽
Urochloa plantaginea (Link) R.D Webster

Polygalaceae

Monnina cardiocarpa St. Hill. & Morg.

	<i>Monnina tristiana</i> St. Hill.
	<i>Polygala lancifolia</i> A. St.-Hil & Moq. ◇
	<i>Polygala longicaulis</i> HBK. ◇ ✨
	<i>Polygala cyparissias</i> St.Hill. & Moq.
	<i>Polygala pulchella</i> St.-Hill. & Moq. ◇ ✨
	<i>Polygala sabulosa</i> A.W. Bennett ◇ ✨
	<i>Polygala subtilis</i> HBK ◇
Polygonaceae	
	<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench
	<i>Persicaria acuminata</i> (Kunth.) M. Gómez ◇
	<i>Persicaria hydropiperoides</i> (Michx.) Small ◇
	<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Gray
	<i>Rumex acetosella</i> L.
	<i>Rumex obtusifolius</i> L.
Polypodiaceae	
	<i>Polypodium</i> sp.
Pteridaceae	
	<i>Cheilanthes chlorophylla</i> Sw. ◇
	<i>Pteris lechleri</i> Mett.
Rhamnaceae	
	<i>Crumenaria polygaloides</i> Reissek ◇
	<i>Rhamnus sectipetala</i> Mart. ex Reissek.
Rubiaceae	
	<i>Coccocypselum condalia</i> Pers.
	<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers. ◇ ✨
	<i>Declieuxia dusenii</i> Standl. ✨
	<i>Emmeorrhiza umbellata</i> (Spreng.) K.Schum. ◇ ✨
	<i>Galianthe verbenoides</i> (Cham. & Schltld.) Griseb.
	<i>Galium megapotamicum</i> Spreng.
	<i>Galium richardianum</i> (Gill. ex. Hook) Endl.
	<i>Palicourea australis</i> C.M. Taylor
	<i>Relbunium nigro-ramosum</i> Ehendl
	<i>Spermacoce palustris</i> (Cham. & Schtdl.) Del. ✨
	<i>Spermacoce poaya</i> A. St.-Hil. ◇ ✨
	<i>Spermacoce suaveolens</i> (G.Mey) ◇ ✨
	<i>Spermacoce verticillata</i> L. ◇
Sapindaceae	
	<i>Serjania gracilis</i> Radlk. ◇ ✨
Sapotaceae	
	<i>Pradosia brevipes</i> (Pierre) T.D. Penn ✨
Schizaceae	
	<i>Anemia tomentosa</i> (Sav.) Sw. var. <i>anthriscifolia</i> (Schrad.) Mickel ◇
Scrophulariaceae	
	<i>Esterhazyia splendida</i> J.C. Mikan ◇ ✨
	<i>Mercadonia procumbens</i> (Miller) Small ◇
Selaginellaceae	
	<i>Selaginella decomposita</i> Spring
Smilacaceae	
	<i>Smilax spinosum</i> L. ◇ ✨
	<i>Smilax campestris</i> L. ◇ ✨
Solanaceae	

	<i>Calibrachoa ericaefolia</i> (R.E. Fr.) Wijsman ✱
	<i>Calibrachoa lineoides</i> Wijsman
	<i>Calibrachoa rupestris</i> (Dusen) Wijsman ✱
	<i>Datura stramonium</i> L. ◇
	<i>Solanum americanum</i> Mill. ◇
	<i>Solanum capsicoides</i> All.
	<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal ◇
	<i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil. ◇ ✱
Sphagnaceae	
	<i>Sphagnum recurvum</i> P. Beauv ◇ ✱
Sterculiaceae	
	<i>Byttneria hatschbachii</i> Cristóbal ◇
	<i>Melochia tomentosa</i> L. ◇
	<i>Waltheria indica</i> L. ◇ ✱
Styracaceae	
	<i>Styrax acuminatus</i> Pohl
Verbenaceae	
	<i>Aegiphila klhotskiana</i> Cham. ✱
	<i>Aegiphila paraguariensis</i> Briq. ✱
	<i>Aegiphila verticillata</i> Vell
	<i>Duranta vestita</i> Cham.
	<i>Junellia patagônica</i> (Speg.) Moldenke
	<i>Lantana camara</i> L. ◇ ✱
	<i>Lantana fucata</i> Lindl. ◇ ✱
	<i>Lippia hirta</i> (Cham.) Schauer ◇
	<i>Lippia lupulina</i> Cham. ◇ ✱
	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl. ◇
	<i>Verbena litoralis</i> var. <i>brasiliensis</i> (Vell.)Briq.
	<i>Verbena hirta</i> Dusén ✱
	<i>Verbena rigida</i> Spreng
Violaceae	
	<i>Hybanthus parviflorus</i> (Mutis ex L. f.) Baill. ◇
Winteraceae	
	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers ◇
Xyridaceae	
	<i>Xyris capensis</i> Thunb. ✱
	<i>Xyris jupicai</i> Rich. ◇ ✱
	<i>Xyris tortula</i> Mart. ◇

5.1.2 Espécies ameaçadas de extinção

Dentre as espécies levantadas neste estudo florístico, 13 delas são consideradas ameaçadas, algumas delas sendo endêmicas da região (QUADRO 4).

A *Lista vermelha de plantas ameaçadas* (PARANÁ, 1995) coloca que as espécies ameaçadas enquadram-se nas seguintes categorias:

- *Em perigo*: espécies que em breve estarão extintas a menos que sejam tomadas medidas urgentes de proteção (maior ameaça);
- *Vulnerável*: espécies que em breve passarão a categoria de maior ameaça;
- *Rara*: espécies cuja população é altamente reduzida, mas que não se encaixa nas categorias anteriores.

Quadro 4. Espécies ameaçadas nas Estepes do Parque Nacional dos Campos Gerais, conforme Paraná (1995) e IAP (2004).

<i>Família</i>	<i>Espécie</i>	<i>Categoria de extinção</i>
Amaranthaceae	<i>Gomphrena macrocephala</i> St. Hil.	Rara*
Apocynaceae	<i>Mandevilla coccinea</i> (Hook. & Arn.) Woodson	Rara
Asclepiadaceae	<i>Ditassa edmundoi</i> Font. & C. Val.	Rara*
Asteraceae	<i>Chaptalia graminifolia</i> (dusén) Cabrera	Rara*
Bromeliaceae	<i>Tillandsia crocata</i> (E. Morren) Baker	Rara*
Cactaceae	<i>Parodia ottonis</i> var. <i>villa-velhensis</i> (B. & V.) Taylor	Rara*
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	Vulnerável
Cucurbitaceae	<i>Cayaponia espelina</i> (Manso) Cogn.	Rara
Gesneriaceae	<i>Sinningia canescens</i> (Mart.) Wiehler	Rara*
Moraceae	<i>Dorstenia cayapia</i> Vell.	Vulnerável
Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i> (DC.) O. Berg.	Rara
Passifloraceae	<i>Passiflora lepidota</i> Mast.	Rara
Sapotaceae	<i>Pradosia brevipes</i> (Pierre) T.D. Penn	Em perigo*

* endêmicas

Kozera (2008) salienta o fato de que os dados contidos na *Lista Vermelha* estão desatualizados, visto a forte pressão a que os ecossistemas naturais do Estado vêm sendo submetidos. Desta forma, devido à crescente redução dos ambientes naturais, é provável que outras espécies já estejam aptas a serem incluídas nesta listagem.

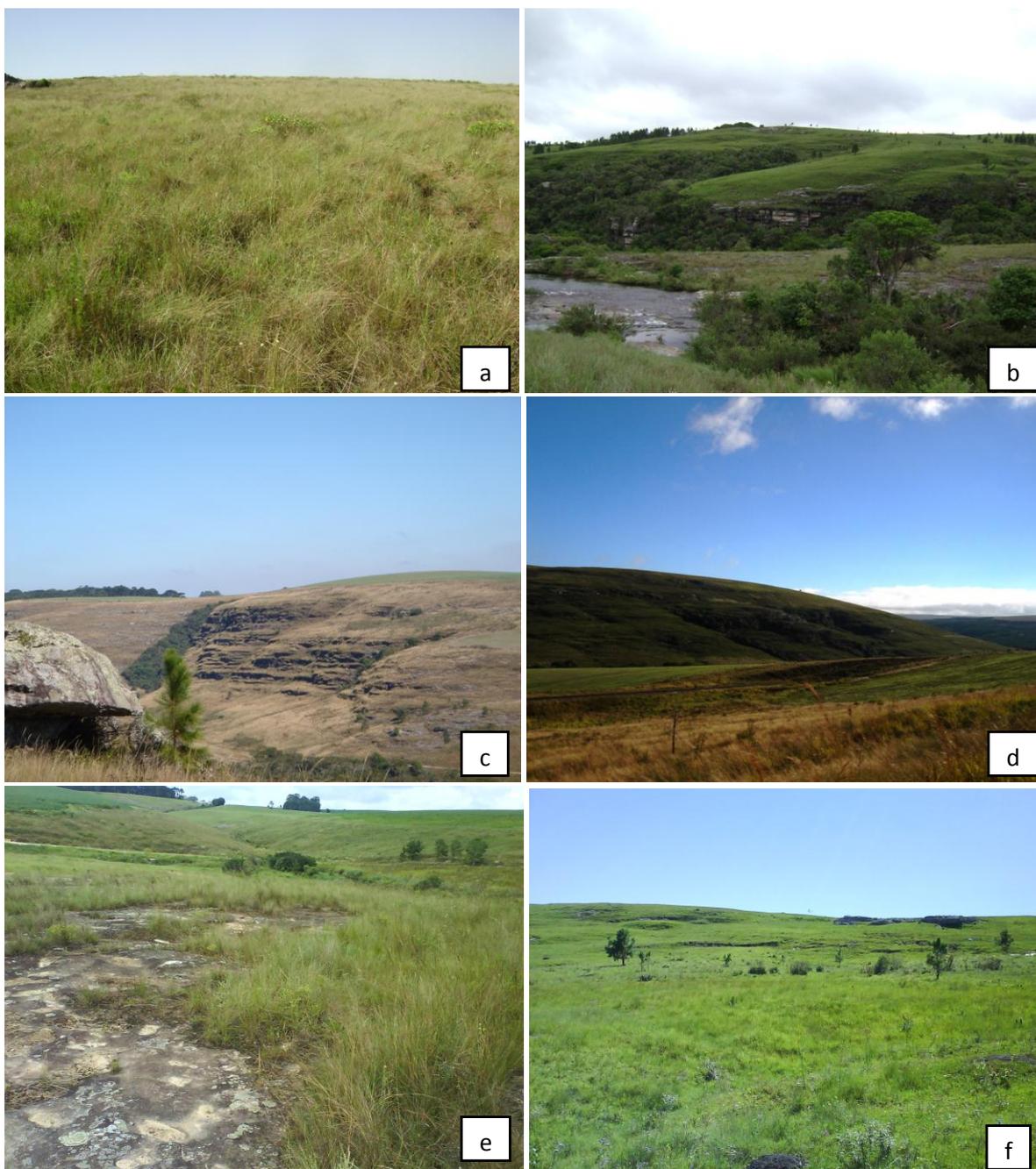


Figura 12. Feições das Estepes no PNCG: a) região da Cachoeira da Mariquinha; b) terço médio do Rio São Jorge; c- d) porção Norte da área de estudo, proximidades da Represa de Alagados; e) Fazenda Capão da Onça; f) Serrinha do São Jorge.

A figura 13 apresenta algumas das espécies nativas que ocorrem nas diversas fisionomias campestres da borda da Escarpa Devoniana no Parque Nacional dos Campos Gerais:



Epidendrum secundum Jacq. (Orchidaceae)



Parodia ottonis var. *villa-velhensis* Taylor (Cactaceae)



Hypoxis decumbens L. (Hypoxidaceae)



Paepalanthus albo-vaginatus Alv. Silv. (Eriocaulaceae)



Chaptalia graminifolia Dusén (Asteraceae)



Andropogon leucostachyus HBK (Poaceae)



Sphagnum recurvum P. Beauv (Sphagnaceae)



Lycopodium carolinianum L. (Lycopodiaceae)



Begonia cucullata Willd. (Begoniaceae)



Tibouchina sp. (Melastomataceae)



Tillandsia crocata (E. Morren) Baker (Bromeliaceae)



Aristida pallens Cav. (Poaceae)



Verbena hirta Spreng. (Verbenaceae)



Calea parvifolia Baker (Asteraceae)



Mimosa dolens Barneby (Mimosaceae)



Borreria suaveolens G.Mey. (Rubiaceae)

Figura 13. Espécies encontradas nas Estepes do PNCG.

5.2 DETERMINAÇÃO DA SUFICIÊNCIA AMOSTRAL EM ÁREAS SOB DIFERENTES GRAUS DE ANTROPIZAÇÃO COMO SUBSÍDIO À INSTALAÇÃO DE PARCELAS PERMANENTES EM ÁREAS CAMPESTRES

Parcelas permanentes são áreas delimitadas dentro de um ecossistema, as quais são periodicamente remeidas com o objetivo de se obter informações sobre o crescimento e a dinâmica de comunidades vegetais, ou seja, sobre as alterações relativas ao número e composição dos indivíduos em determinado período de tempo (SANQUETTA, 2008). São especialmente úteis para estudos sobre o comportamento das espécies e seus processos dinâmicos de crescimento, mortalidade, recrutamento ao longo do tempo.

Contudo, para que sejam instaladas é necessário definir o tamanho que estas parcelas devem ocupar, uma vez que cada comunidade expressa condições ecológicas e estruturais particulares.

5.2.1 Determinação do esforço amostral

Com relação à determinação do esforço amostral para instalação de parcelas permanentes, a estação de coleta Furnas Gêmeas apresentou boa diversidade em micro-habitats dentro da formação campestre e suas fisionomias. O tráfego de turistas não é intenso, deste modo, o pisoteio é esporádico. Não há histórico de queimadas recentes ou pastejo na área. A suficiência amostral nesse ambiente fixou-se em torno de 21 metros (FIGURA 14).

Furnas Gêmeas, em comparação com as demais estações, apresenta uma elevada riqueza de espécies. A área apresenta vegetação aparentemente bem preservada, com abundantes touceiras de gramíneas formando um estrato de aproximadamente 50 cm de altura. Entre as mais abundantes destacam-se *Andropogon bicornis* L., *Aristida flaevola* L., *Trachypogon spicatus* (L.f.) Kuntze, *Andropogon leuchostachyus* H.B.K. entre outras. Em meio às gramíneas podem ser observadas herbáceas diversas como por exemplo, *Aspilia montevidensis* (Spr.) Kuntze (Asteraceae), *Calea hispida* (DC.) Bak. (Asteraceae), *Eriosema heterophyllum* Benth. (Fabaceae), *Cuphea lindmaniana* Koene ex Bac. (Lythraceae), entre outras. Há também algumas espécies arbustivas de pequeno porte. Somente

nesta estação de coleta houve a presença da palmeira-anã *Allagoptera campestris* Buri (Arecaceae).

A segunda estação de coleta, localizada nas proximidades da Serrinha São Jorge, atualmente vem sendo utilizada como área de pastejo sem enriquecimento com forrageiras exóticas, prática comum na região. A suficiência amostral nesse ambiente resultou em aproximadamente 13 metros (FIGURA 15). O campo apresenta-se como um estrato homogêneo de cerca de 20 cm de altura, destacando-se herbáceas ruderais como *Baccharis trimera* (Less.) DC. (Asteraceae), *Desmodium adscendens* (SW) DC. (Fabaceae), *Stylosanthes hyppocampoides* Mohembrock (Fabaceae) e *Borreria poaya* (St. Hill.) DC. (Rubiaceae). As gramíneas, apesar de abundantes, conservam praticamente apenas seu sistema radicular, devido ao intenso pastejo a que são submetidas, com destaque para *Trachypogon spicatus* (L.f.) Kuntze, *Paspalum rhodopedum* LB Smith & Wassausen e *Andropogon bicornis* L.. Poucas arbustivas colonizam o local, apenas *Eugenia bimarginata* DC. (Myrtaceae), *Aspicarpa pulchella* (Griseb) O'Donnell & Lourteig. (Malphiaceae) e *Baccharis myricaefolia* DC. (Asteraceae).

Na região do Capão da Onça foram instaladas duas estações de coleta. Uma em área freqüentada por turistas (estação 3), próxima ao estacionamento e à lanchonete, na qual, como em Furnas Gêmeas, o campo sofre pisoteio apenas de modo esporádico. Porém há prática de roçadas anuais no período de verão, quando se intensifica a freqüência de visitantes. A suficiência amostral resultou em 11 metros aproximadamente (FIGURA 16). O campo encontra-se relativamente bem conservado, com um estrato herbáceo de aproximadamente 40 cm de altura, rico em gramíneas cespitosas. Há ausência de espécies arbustivas desenvolvidas, estando presentes somente sob a forma de plântulas em desenvolvimento, fato devido muito provavelmente à prática da roçada. Dentre as espécies abundantes que ocorreram pode-se citar *Aspilia setosa* Griseb, *Baccharis trimera* (Less.) DC, *Eupatorium congestum* Hook. et Arn. (Asteraceae), *Rhynchospora corymbosa* (L.) Britton (Cyperaceae), *Mimosa dolens* (Benth) Barbeby (Fabaceae), *Pteridium arachnoideum* (Kaulfuss) Maxon (Dennstaedtiaceae) e as gramíneas *Trachypogon spicatus* (L.f.) Kuntze, *Paspalum dilatatum* Poir. e *Aristida jubata* L.

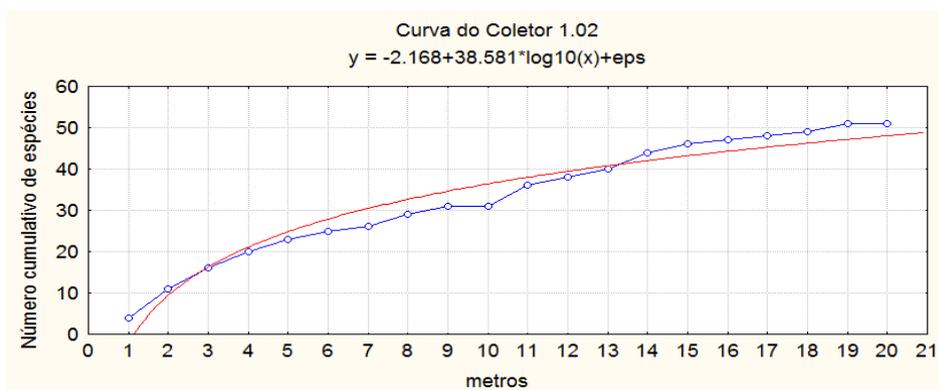
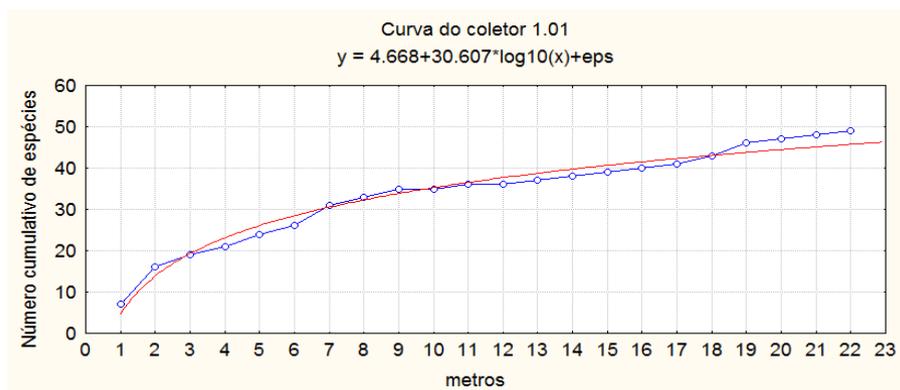


Figura 14. Suficiência amostral (curvas espécie/área) na estação de coleta 1, Furnas Gêmeas.

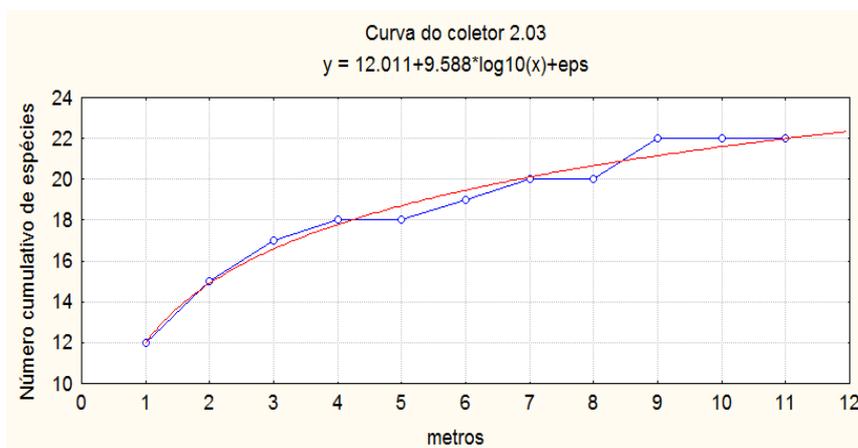
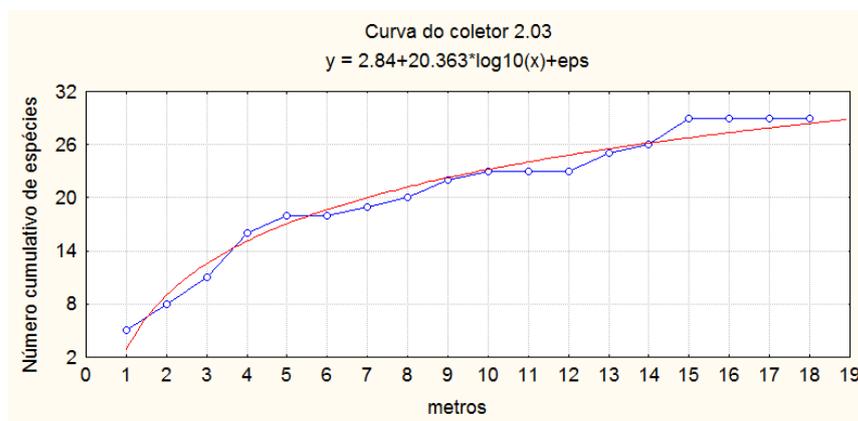


Figura 15. Suficiência amostral (curvas espécie/área) na estação de coleta 2, Serrinha do São Jorge.

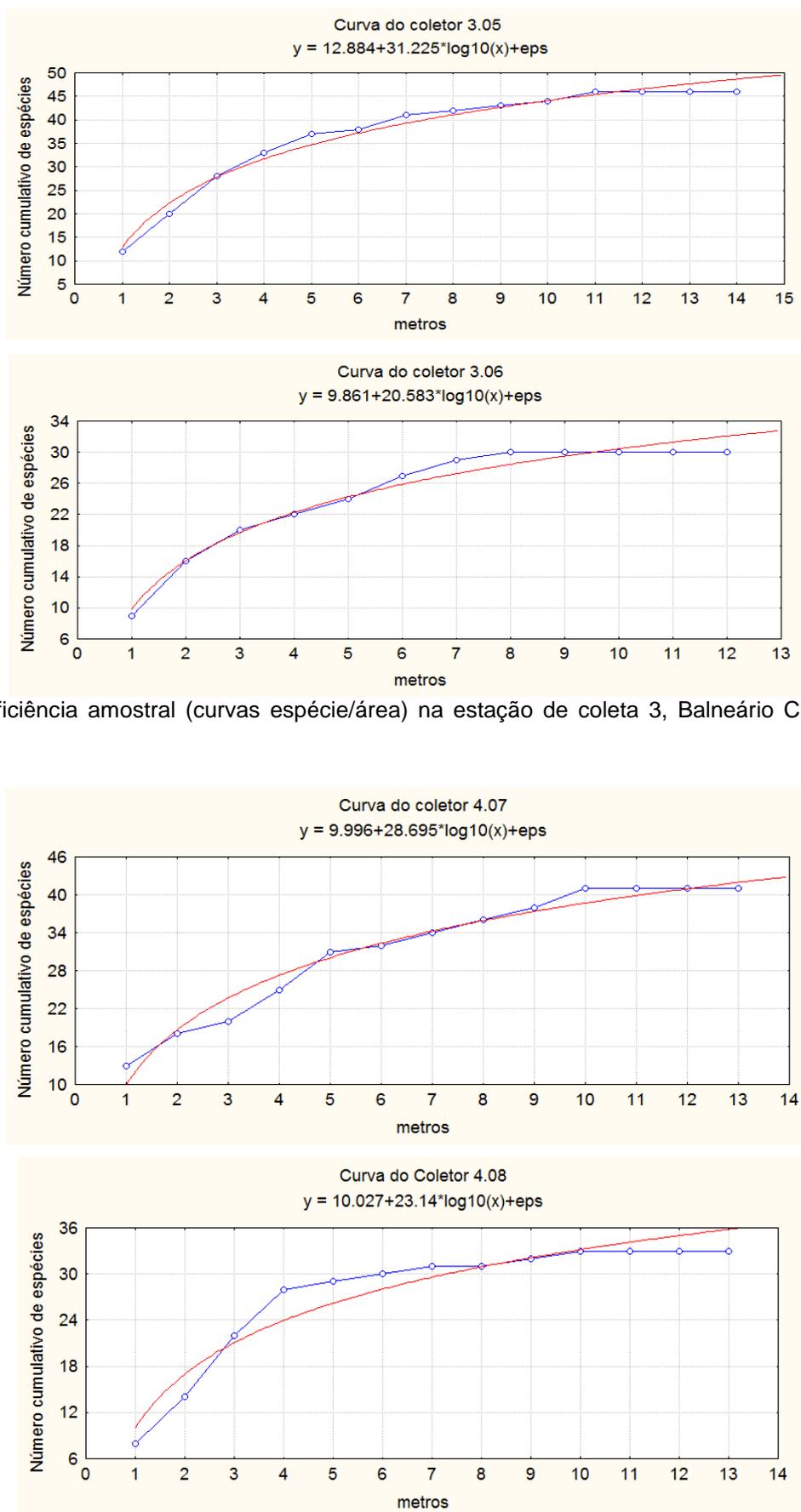


Figura 17. Suficiência amostral (curvas espécie/área) na estação de coleta 3, Balneário Capão da Onça.

Figura 17. Suficiência amostral (curvas espécie/área) na estação de coleta 4, Fazenda Capão da Onça.

Na área destinada ao pastejo (estação 4), a composição florística demonstrou em termos gerais ser bastante similar à estação III, devido à proximidade entre elas. Porém, o campo revela um aspecto bastante degradado, com estrato herbáceo não ultrapassando 20 cm, gramíneas pastejadas, presença de ruderais e ausência de espécies mais exigentes. A suficiência amostral nesse ambiente também apontou 11 metros (FIGURA 17). As espécies abundantes foram *Eryngium junceum* Cham. (Apiaceae), *Lucilia lycopodioides* (Less.) SE Freire, *Stevia clausenii* Shultz-Bip. (Asteraceae) e *Cuphea linearoides* Cham. et Schul. (Lythraceae).

5.2.2 Riqueza de espécies e similaridade florística entre as áreas estudadas

Em termos de riqueza de espécies (FIGURA 18), no PNCG as áreas não pastejadas apresentaram maior diversidade em relação àquelas submetidas ao pastejo, 75 espécies para a estação 1 e 52 espécies para a estação 3 contra 38 espécies para a estação 4 e 27 espécies na estação 2. Isto sugere que o pisoteio eventual ou esporádico não caracteriza pressão seletiva acentuada, ao contrário do pastejo, com as estações menos biodiversas.

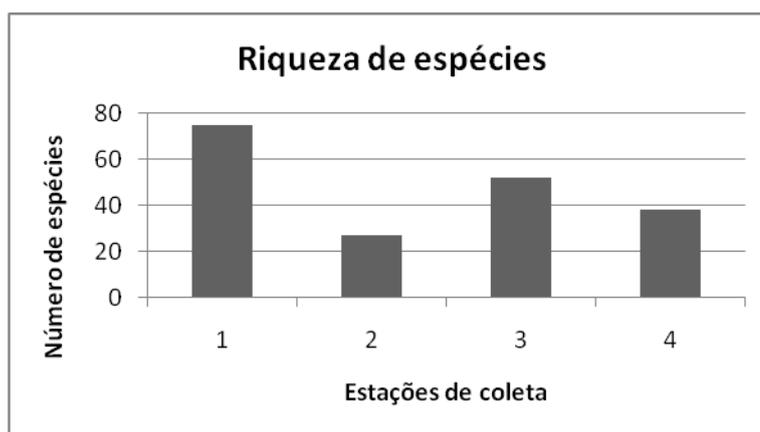


Figura 18. Riqueza de espécies nos campos do Parque Nacional dos Campos Gerais.

Nesta avaliação foram encontradas 107 espécies, distribuídas em 23 famílias botânicas, sendo que três táxons encontram-se indeterminados a qualquer nível. As

famílias mais importantes foram Asteraceae e Poaceae, ambos com 23 espécies e Fabaceae com 14 espécies.

Tabela 5. Lista das espécies amostradas para cada estação de coleta Furnas Gêmeas (FG), Serrinha dos São Jorge (SJ), Balneário Capão da Onça (BCO) e Fazenda Capão da Onça (FCO). Os algarismos 0 e 1 indicam ausência e presença das espécies respectivamente.

	Espécie	Ocorrência			
		F G	S J	B CO	F CO
I	Amaranthaceae				
01	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	1	0	0	0
II	Apiaceae				
02	<i>Eryngium junceum</i> Cham.	0	0	0	1
03	<i>Hydrocotyle asiatica</i> L.	1	0	0	1
III	Arecaceae				
04	<i>Allagoptea campestris</i> Buri	1	0	0	0
IV	Asteraceae				
05	<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	1	0	0	0
06	<i>Aspilia setosa</i> Griseb	1	0	1	1
07	<i>Aspilia montevidensis</i> (Spr.) Kuntze	1	0	0	0
08	<i>Baccharis coridifolia</i> DC.	1	1	1	0
09	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	1	0	1	0
10	<i>Baccharis genistelloides</i> subsp. <i>Crispa</i> (Spreng) Joch.	1	1	1	1
11	<i>Baccharis myricifolia</i> DC.	0	1	0	0
12	<i>Calea triantha</i> (Vell.) Pruski	1	0	1	0
13	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	1	0	0	0
14	<i>Eupatorium congestum</i> Hook. et Arn.	1	1	1	1
15	<i>Eupatorium orbiculatum</i> DC.	0	0	1	0
16	<i>Eupatorium</i> sp	1	0	0	0
17	<i>Heterothalamus psiadioides</i> Less	1	1	1	1
18	<i>Lessingianthus grandiflorus</i> (Less.) H. Rob	1	0	0	0
19	<i>Lucilia lycopodioides</i> (Less.) SE Freire	0	0	0	1
20	<i>Senecio</i> sp	1	0	0	0
21	<i>Solidago chilensis</i> Meyen	1	0	0	0
22	<i>Stevia clausenii</i> Shultz – Bip.	0	0	0	1
23	<i>Vernonanthura crassa</i> (Vell.) H. Rob	1	0	0	0
24	<i>Vernonia rsquarrosa</i> (D. Don) Less.	0	1	1	1
25	<i>Vernonia</i> sp 01	0	0	1	0
26	<i>Vernonia</i> sp 02	0	0	1	0
27	Asteraceae Indet 01	1	1	1	1
28	Asteraceae Indet 02	1	1	0	1
V	Campanulaceae				
29	<i>Wahlenbergia linarioides</i> (Lam.) A.DC.	1	0	0	0

	Espécie	Ocorrência			
		F G	S J	B CO	F CO
VI	Commelinaceae				
30	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	1	0	0	0
31	<i>Commelina villosa</i> C.B. Clarke	1	0	0	0
VII	Convolvulaceae				
32	Convolvulaceae Indet 01	0	0	1	0
VIII	Cuscutaceae				
33	<i>Cuscuta racemosa</i> Mart. et Humb.	1	0	0	1
IX	Cyperaceae				
34	<i>Cyperus cayanensis</i> (Lam.) Britton	1	0	0	0
35	<i>Cyperus flavus</i> (Vahl.) Nees	1	1	1	1
36	<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	1	0	0	0
37	<i>Kyllinga odorata</i> (Torrey) Mattf & Kuk.	1	0	1	0
38	<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L.) Britton	0	1	1	1
X	Dennstaedtiaceae				
39	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulfuss) Maxon	1	0	1	0
XI	Euphorbiaceae				
40	<i>Croton heterodoxus</i> Bail.	1	0	0	0
41	<i>Ephorbia</i> sp	0	0	1	0
42	<i>Microstachys hispida</i> (Mart.) Gov.	0	1	0	0
XII	Fabaceae				
43	<i>Aeschynomene falcata</i> (Poir) DC.	1	1	1	0
44	<i>Crotalaria hilariana</i> Benth.	0	0	1	1
45	<i>Desmodium griffithinum</i> Benth.	1	1	1	1
46	<i>Desmodium canum</i> Schinz. & Thell.	1	0	1	1
47	<i>Eriosema campestre</i> var. <i>macrophyllum</i> (Grear) Fort.	0	0	1	0
48	<i>Eriosema glabrum</i> Mart. ex Benth.	0	1	1	0
49	<i>Eriosema heterophyllum</i> Benth.	1	0	1	0
50	<i>Eriosema longifolium</i> Benth.	0	1	1	1
51	<i>Galactia boavista</i> (Vell) Burk.	1	0	0	0
52	<i>Mimosa dolens</i> (Benth) Barbeby	1	0	1	1
53	<i>Periandra dulcis</i> Mart. ex Benth.	1	0	0	0
54	<i>Stylosanthes hyppocampoides</i> Mohembrock	1	1	1	1
55	<i>Zornia reticulata</i> Sm.	1	1	1	1
56	Fabaceae Indet 01	1	0	1	0
57	Fabaceae Indet 02	0	0	1	1
XIII	Iridaceae				
58	<i>Sisyrinchium restioides</i> Spreng	1	0	1	1
XIV	Lamiaceae				
59	<i>Peltodon longipes</i> A. St.-Hil. ex Benth.	1	1	1	1
60	<i>Salvia</i> sp	0	1	0	0
XV	Lythraceae				

	Espécie	Ocorrência			
		F G	S J	B CO	F CO
61	<i>Cuphea calophylla</i> Cham. & Schtdl.	1	0	0	0
62	<i>Cuphea linarioides</i> Cham. et Schul.	0	0	0	1
63	<i>Cuphea lindmaniana</i> Koene ex Bac.	1	0	0	0
XVI	Malphiaceae				
64	<i>Aspicarpa pulchella</i> (Griseb) O'Donell & Lourteig.	1	1	1	0
65	<i>Byrsonima intermedia</i> Juss.	0	0	1	0
XVII	Malvaceae				
66	<i>Krapovickasia macrodon</i> (DC.) Triana	1	1	1	1
67	<i>Pavonia speciosa</i> (Kunth.) Standl.	1	0	0	0
68	<i>Sida spinosa</i> L.	1	0	0	0
XVIII	Melastomataceae				
69	<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	1	1	0	0
XIX	Myrtaceae				
70	<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	0	1	0	0
71	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth)DC.	1	0	0	0
72	<i>Psidium</i> sp	1	0	0	0
73	Myrtaceae Indet 01	1	0	0	0
XX	Oxalidaceae				
74	<i>Oxalys</i> sp	0	0	1	0
XXI	Plantaginaceae				
75	<i>Plantago guilleminiana</i> Decne.	0	0	0	1
XXII	Poaceae				
76	<i>Andropogon bicornis</i> L.	1	0	0	1
77	<i>Andropogon leuchostachyus</i> H.B.K.	1	0	0	0
78	<i>Andropogon virgatum</i> Desv. ex Ham.	0	0	1	0
79	<i>Aristida flaeveola</i> L.	1	0	0	0
80	<i>Aristida pallens</i> Trin. & Rupr.	0	1	1	1
81	<i>Axonopus siccus</i> (Nees) Kuhlms	1	0	1	0
82	<i>Brachiaria mollis</i> (Sw) Parodi	1	0	1	0
83	<i>Chloris gayana</i> Kunth	1	0	0	0
84	<i>Deyeuxia viridiflavescens</i> (Poir.) kunth	1	0	0	0
85	<i>Eragrostis multicaulis</i> Steud.	1	0	0	1
86	<i>Esporobolus brasiliensis</i> (Raddi) Hack.	1	0	0	0
87	<i>Kikuyuchloa clandestina</i> (Hochst. ex Chiov.) H. Sholtz	1	0	0	0
88	<i>Paspalum dilataum</i> Poir	1	0	1	1
89	<i>Paspalum maritimum</i> Trinis	1	0	0	0
90	<i>Paspalum guenoarum</i> Arechav.	0	1	0	0
91	<i>Pseudochinolaena</i> sp	0	0	1	0
92	<i>Rhynchilitrum repens</i> (Willd) Hubbart	1	0	0	1
93	<i>Setaria parviflora</i> (Poir) Kerg.	1	0	0	0

	Espécie	Ocorrência			
		F G	S J	B CO	F CO
94	<i>Setaria</i> sp	1	0	1	0
95	<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze	1	1	1	0
96	<i>Trachypogon</i> sp	1	0	1	0
97	Poaceae Indet 01	1	0	1	1
98	Poaceae Indet 02	1	0	0	0
99	Poaceae Indet 03	1	0	0	0
XXIII	Rubiaceae				
100	<i>Galium megapotamium</i> Spreng	1	1	1	0
101	<i>Spermacoce poaya</i> St. Hill.	1	1	1	1
102	Rubiaceae Indet 01	0	0	1	1
XXIV	Verbenaceae				
103	<i>Verbena hirta</i> Spreng.	0	0	0	1
104	Verbenaceae 01	1	0	0	0
XXV	Indeterminadas				
105	Indet 01	0	0	0	1
106	Indet 02	1	0	0	0
107	Indet 03	0	0	0	1

Quando as estações foram comparadas em termos de similaridade florística (FIGURA 19), a estação 1, Furnas Gêmeas compôs um grupo a parte, fato devido à sua elevada riqueza de espécies em comparação às demais estações de coleta. Desse modo, houve a formação de um segundo grupo bastante similar em termos de composição florística, o qual engloba as estações de coleta 2, 3 e 4. Estas estações possuem várias espécies em comum, principalmente aquelas mais resistentes à pressão seletiva do pastejo e da roçada.

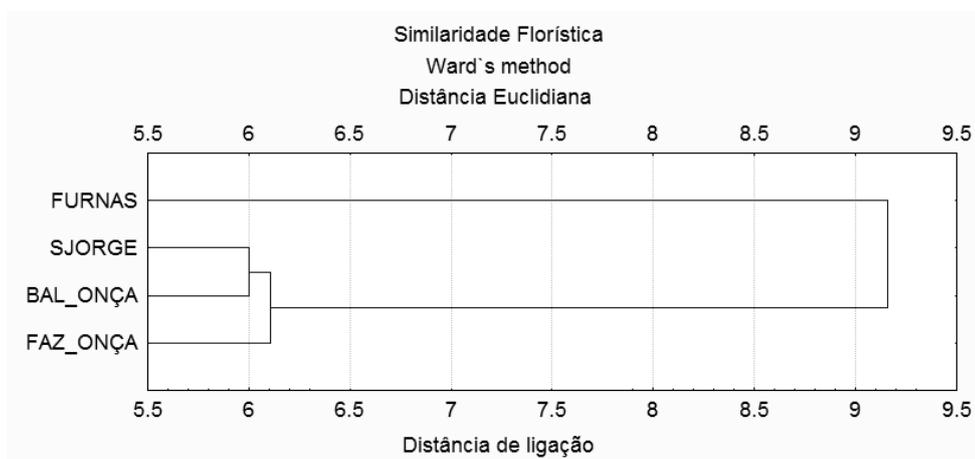


Figura 19. Similaridade florística entre as estações de estepe no Parque Nacional dos Campos Gerais, PR.

5.2.3 Considerações para alocação de parcelas permanentes

Áreas sujeitas à visitação turística com pisoteio esporádico apresentam-se melhor conservadas em relação às pastejadas, exibindo maior diversidade de espécies e abrigando espécies de hábitos mais exigentes, pouco resistentes à pressão seletiva acentuada.

As áreas pastejadas são abundantes em gramíneas cespitosas e herbáceas ruderais, com relativa ausência de espécies arbustivas e plantas de hábitos mais exigentes. Apesar do estresse causado pelo pastejo, as gramíneas conseguem recuperar sua estrutura aérea, devido ao seu sistema radicular que permite a rebrota e conseqüente regeneração da espécie.

A suficiência amostral tende a ser atingida a partir de uma área maior nos locais mais conservados, porém o tamanho médio da parcela a ser alocada nas Estepes da região fica entre 14 e 18m², dependendo das condições ambientais em que se encontra o fragmento de campo. O que não exime o pesquisador da determinação do esforço amostral a ser empregado antes de alocar parcelas permanentes para estudar uma comunidade campestre, uma vez que se deve considerar a variação de micro-habitats existente nas formações estépicas da região.

Os levantamentos mostram que, apesar da forte pressão antrópica a que são submetidas, as áreas estudadas exibem considerável diversidade de espécies, mantendo ainda seu potencial biótico dinâmico. As análises florísticas revelam forte similaridade em termos de vegetação entre as áreas do Parque, que apresentam diversas espécies em comum, respeitando sempre as condições edáfico-geológicas locais.

6. PADRÕES ESPACIAIS DA PAISAGEM ESTÉPICA DO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS

Empiricamente o homem nas suas práticas cotidianas experimenta a paisagem que o cerca, e dela extrai uma representação que caracteriza a paisagem observada conforme as suas vivências. Para o ser humano a estruturação da paisagem é um procedimento essencial para a caracterização da mesma, sendo a paisagem percebida sob forma de arranjos espaciais, com determinadas feições (LANG; BLASCHKE, 2009).

No contexto científico ambiental, as características estruturais da paisagem podem não somente ser observadas, como descritas e quantificadas. A organização atual de uma paisagem remonta uma sucessão de processos físicos, biológicos e sócio-econômicos já ocorridos e permite uma prospecção daqueles processos que poderão ainda vir a ocorrer.

Nesse sentido as métricas da paisagem auxiliam na interpretação da estrutura atual de um território, facilitando a compreensão de seus padrões espaciais e por consequência subsidiando seus instrumentos de gestão sustentada, tanto para a conservação quanto para o restabelecimento de um ambiente.

6.1 COMPOSIÇÃO E ARRANJO DA PAISAGEM

6.1.1 Diversidade da paisagem

Com relação às métricas de diversidade da paisagem (TABELA 6), ao se analisar a riqueza (R) de unidades naturais obteve-se o valor 3, relativo às três fisionomias campestres (*Sensu Stricto*, Higrófila e Refúgio Rupestre), dentro de uma classificação verificada de oito unidades de paisagem (além das três fisionomias campestres, somam-se floresta, agricultura, pastagem, reflorestamento e elementos antrópicos). Em termos de riqueza relativa, os fragmentos de campo nativo ocupam 37,5% das unidades de paisagem da área de estudo.

A diversidade de Shannon (H) da paisagem revelou-se bastante próxima a 1 ($H = 0,998$), o que sugere uma paisagem baixa a moderadamente diversificada. Conforme Metzger (2004), paisagens mais diversificadas favorecem o desenvolvimento de espécies mais generalistas, aumentando assim de modo indireto, a mortalidade de espécies sensíveis a fragmentação. Por outro lado, segundo o mesmo autor, paisagens mais homogêneas, com menor índice de diversidade, favorecem o desenvolvimento de espécies que necessitam de amplas áreas de hábitat interno, sensíveis a fragmentação. O índice de diversidade é especialmente útil quando se comparam duas ou mais paisagens, contudo, no estudo de uma única situação ambiental não traduz informações de grande significância.

A área de estudo apresenta alta homogeneidade na distribuição de seus fragmentos, com valores de equitabilidade muito próximo ao valor máximo 1 ($E = 0,908$), o que favorece os fluxos biológicos entre as espécies que habitam a região. Já a dominância assume baixos índices na área de estudo ($DOM = 0,101$), confirmando a distribuição igualitária dos fragmentos de estepes no PNCG por toda a borda da Escarpa.

Tabela 6. Índices de diversidade da paisagem estépica do Parque Nacional dos Campos Gerais.

Diversidade da paisagem	
Riqueza (R)	3
Riqueza relativa (%)	37,5
Diversidade de Shannon (H)	0,998
Equitabilidade (E)	0,908
Dominância (D)	0,101
Número de unidades	8

6.1.2. Fragmentação da paisagem

Interações resultantes do tamanho e forma dos fragmentos podem influenciar uma série de processos ecológicos importantes, como a dispersão de uma espécie e a presença ou não e abundância das espécies raras, endêmicas e de topo de cadeia.

A área de estudo abriga um número relativamente elevado de remanescentes fragmentários de Estepe. Ao todo são 3.781,03 ha de campos nativos, distribuídos

em 481 fragmentos que exibem ainda considerável diversidade biológica (FIGURA 20, TABELA 8).

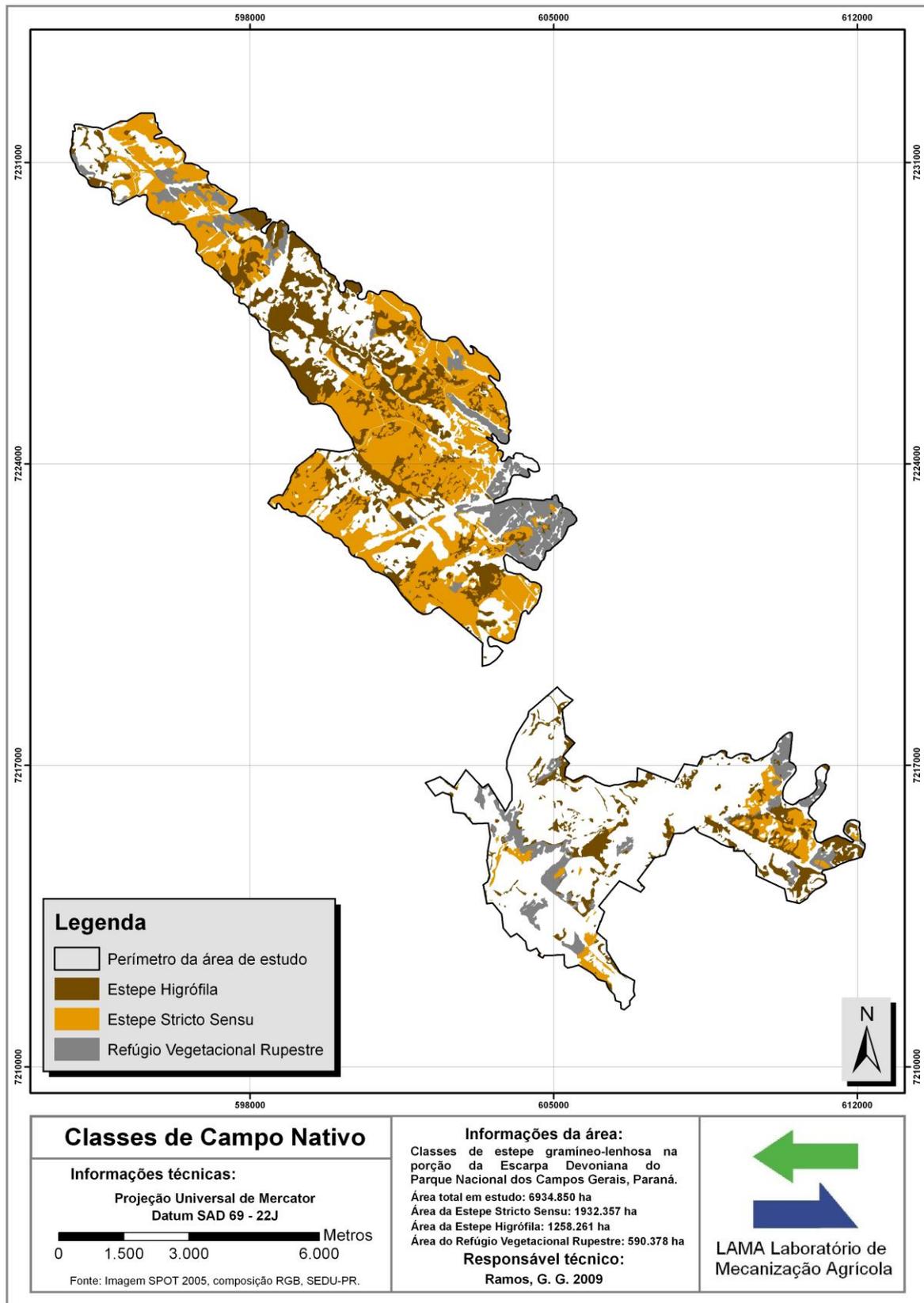


Figura 20. Distribuição das Estepes no Parque Nacional dos Campos Gerais

A Estepe *Stricto Sensu* ocupa mais da metade da área campestre, apresentando um tamanho médio da área de superfície dos fragmentos (TABELA 7) de aproximadamente 24,4 ha, sensivelmente maior do que o tamanho médio dos fragmentos das outras duas tipologias - 13,6 ha para as áreas de Refúgio Vegetacional Rupestre e 3,5 ha para a Estepe Higrófila. Quanto ao perímetro médio dos fragmentos, também denominado densidade de borda, para cada tipologia campestre obteve-se respectivamente, 4.795 m para a Estepe *stricto sensu*, 3.328 m para os Refúgios Rupestres e 1.198 m para a Estepe Higrófila, o que sugere que os campos secos possuem uma maior densidade de borda em relação às outras fisionomias campestres.

Tabela 7. Tamanho médio, desvio padrão, variância e densidade de borda dos fragmentos de campo nativo do Parque Nacional dos Campos Gerais.

	Tamanho médio dos fragmentos (ha)	Desvio padrão	Densidade de borda (perímetro médio em metros)
Estepe <i>Stricto Sensu</i>	24,4	48,43	4.795
Estepe Higrófila	3,5	12,40	3.328
Refúgio Vegetacional Rupestre	13,6	28,03	1.198

Partindo da análise de densidade de fragmentos pode-se perceber uma intensa fragmentação por parte das Estepes higrófilas, que, contudo, é resultado de processos naturais que envolvem fatores geomorfológicos e hidrológicos locais, não refletindo em fragmentação antrópica propriamente dita. Já os campos secos, com ou sem afloramentos de rocha, revelam considerável fragmentação, causada principalmente pela pressão agropecuária, mais intensificada na porção sul da área de estudo.

Das unidades de paisagem presentes, a Estepe Higrófila, portanto, é a unidade de paisagem mais fragmentada, e com fragmentos de menor tamanho.

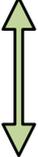
Tabela 8. Disposição dos fragmentos de campo nativo do Parque Nacional dos Campos Gerais.

Unidades de paisagem	Estepe Stricto Sensu	Refúgio Vegetacional Rupestre	Estepe Higrófila	Total
Número de fragmentos	79	43	359	481
Área total (ha)	1932,36	1258,26	590,38	3781,03
Tamanho médio (ha)	24,4	13,6	3,5	7,8
Perímetro médio (m)	4,79	3,33	1,20	3,10
Densidade /100 ha	8.778,3	1.931,7	16.127,6	1441,8
(%) das estepes	51,17	15,49	33,34	100
(%) da paisagem	27,9	8,5	18,1	54,5

O índice de forma (*Shape*), baseado na relação entre o perímetro e a área dos fragmentos, é um índice adimensional. Quanto mais regular for o fragmento maior será o seu índice de forma e, por conseqüência, subentende-se que ele encontra-se menos afetado por pressões antrópicas.

Ao se analisar a Tabela 9, percebe-se que os fragmentos de Estepe Higrófila exibem uma tendência a apresentar padrões simétricos, ou seja, são fragmentos mais geométricos, geralmente ovalados ou arredondados quando se dispõem sobre depressões do terreno, geralmente circulares, que acumulam água e restringem o desenvolvimento de espécies mesófilas. Dependendo das condições do terreno, campos úmidos podem desenvolver-se sobre sutis linhas de drenagem do terreno, nas quais a umidade é superior às demais porções da vertente. Esse fenômeno acarreta na configuração de fragmentos linearizados, que seguem o desenho das linhas de drenagem, fazendo com que apresentem menores Índices de Forma. Esses fragmentos de campo úmido, muitas vezes de grandes dimensões, apresentam configuração irregular pela sua extensão, por conseqüência o Índice de Forma destes fragmentos será maior. Para a área de estudo, apenas dois fragmentos apresentaram esta forma linear (*Shape* de 5,0 até 10,3).

Tabela 9. Índice de forma para os fragmentos de campo nativo do PNCG.

	Índice de Forma (Shape)	Número de fragmentos por fisionomia				
		Estepe Stricto Sensu	Refúgio vegetacional rupestre	Estepe higrófila	Mata nativa	Cultivo
Regular 	1,1 – 2,0	47	21	188	88	74
	2,1 – 5,0	24	20	169	108	59
	5,1 – 8,0	6	2	1	4	1
Irregular	8,1 – 10,6	2	0	1	0	0
	<i>Shape</i> médio	2,43	2,38	1,92	2,11	2,10

Considerando as devidas proporções com relação à área ocupada, campos rupestres (Refúgio Vegetacional Rupestre) e campos secos (Estepe *stricto sensu*), seguem padrões de *Shape* bastante semelhantes. Fisionômica e floristicamente as duas formações são muito similares, diferindo apenas pela presença ou não de afloramento de arenito e de algumas poucas espécies seletivas.

Neste estudo os índices de forma médios variaram em torno de 2,43 para os campos secos e 2,38 para os rupestres, com uma diferença média mínima de 0,05, o que reforça as semelhanças existentes entre tais fisionomias, confirmando que estes podem ser considerados como um ecossistema único. O índice de forma médio para as tipologias campestres, em geral, é de 2,05.

Por meio do índice de circularidade ou da relação borda/interior (TABELA 10), pode-se determinar a tendência em relação à forma de um fragmento. O fragmento apresentará tendência à forma arredondada, quando o valor do índice de circularidade (IC) for próximo de 1. À medida que este se distancia de 1, tem-se um fragmento alongado. Quanto mais próximo de 1, melhor a condição do fragmento, pois quanto mais perfeitamente circular for um fragmento, menor será a área sujeita a efeitos de borda e, portanto, maior será sua área nuclear.

As estepes higrófilas revelaram circularidades distintas de acordo com o tamanho dos fragmentos, uma vez que, como anteriormente citado, sua distribuição restringe-se ao regime hídrico local. Fragmentos menores que se apresentam em áreas rebaixadas, exibem forma mais próxima a circular, acompanhando o acúmulo de água das vertentes e a emersão do lençol freático. Já fragmentos maiores

tendem a exibir um padrão linear, muito provavelmente por margear pequenos regatos e principalmente por povoar linhas de drenagem ao longo da *cuesta*.

Tabela 10. Índice de circularidade média para as unidades da paisagem no Parque Nacional dos Campos Gerais.

Índice de Circularidade - IC					
	<i>Estepe Stricto Sensu</i>	<i>Refúgio Vegetacional rupestre</i>	<i>Estepe hidrófila</i>	<i>Mata nativa</i>	<i>Cultivo</i>
Média	0,54	0,50	0,60	0,56	0,55
Mínimo	0,09	0,14	0,10	0,13	0,19
Máximo	0,94	0,88	0,98	0,97	0,98

6.1.3 Dimensão fractal

Formações vegetais nativas, em geral exibem um padrão de formas bastante irregular, enquanto ambientes antrópicos, como um campo de soja ou uma plantação de pinus exibem formas mais simétricas, bastante regulares. O índice de dimensão fractal varia de 1 a 2. Azevedo e Christofolletti (2007) colocam que quando mensuradas através da dimensão fractal, as paisagens perturbadas com características antrópicas apresentam formas linearizadas (próximo a 1), ou seja, padrões mais simples do que as formações naturais (próximo a 2). Assim fragmentos de vegetação nativa alterados por perturbações antrópicas apresentam geometria linearizada, com baixos valores de Dimensão Fractal.

A dimensão fractal média (TABELA 11) para as fisionomias campestres em geral é de 1,39. A unidade de paisagem que apresentou maiores índices médios de dimensão fractal foi o campo seco (*Estepe Sensu Stricto*) com 1,40.

Tabela 11. Dimensão fractal média para as unidades da paisagem da Escarpa do Parque Nacional dos Campos Gerais.

Dimensão Fractal (Média)				
<i>Estepe Stricto Sensu</i>	<i>Refúgio Vegetacional rupestre</i>	<i>Estepe higrófila</i>	<i>Mata nativa</i>	<i>Cultivo</i>
1,40	1,38	1,42	1,18	1,39

Áreas de cultivo apresentam dimensão fractal bastante similar às de campo nativo, muito provavelmente porque o plantio direto permite cultivar relevos ondulados e solos arenosos, então as culturas se estendem praticamente até a borda do afloramento de arenito, acompanhando o seu contorno, resultando em feições irregulares.

As áreas de mata nativa apresentaram menor dimensão fractal pelo fato de se encontrarem encaixadas em falhas geológicas, alguns diques de diabásio, apresentando-se majoritariamente sob forma de vegetação ripária, o que torna a distribuição natural dessa formação vegetacional mais linearizada, não refletindo necessariamente antropismos. Portanto, para a paisagem do PNCG os conceitos de dimensão fractal não se aplicam adequadamente à detecção de antropismos.

6.1.4 Conectividade

6.1.4.1 Índice de Proximidade

O índice de proximidade tem um alto valor quando uma mancha estiver cercada por grandes manchas e/ou manchas próximas. Ele diminui em áreas menores e em distâncias maiores, contudo o índice de proximidade não é sensível com relação a barreiras.

Neste estudo foram simuladas algumas situações de proximidade através do estabelecimento de *buffers* (raio) de 50, 500 e 1.000m. O resultado é a área em metros que uma espécie, habitando um fragmento específico A, teria para usufruir nos demais fragmentos vizinhos num raio dado.

As análises da média de proximidade que envolveram as distâncias de dispersão de 50, 500 e 1.000m, não revelaram diferenças significativas (Chi-quadrado, $p=1.0$). Isso revela que o valor médio das proximidades pode não ser um bom descritor para áreas campestres. Desta maneira, optou-se por analisar outro valor de tendência central entre os índices de proximidade para as fisionomias de estepes, a mediana (TABELA 12).

Tabela 12. Índice de proximidade dos fragmentos de campo nativo do Parque Nacional dos Campos Gerais sob simulação de diferentes *buffers*.

Fisionomia	Px - Proximidade (m)					
	Média Buffer 50m	Média Buffer 500m	Média Buffer 1,000m	Mediana Buffer 50m	Mediana Buffer 500m	Mediana Buffer 1.000m
Estepe Stricto Senu	28.335,5	28.383,9	28.386,0	488,8	632,9	633,2
Refúgio Vegetacional Rupestre	1.526,4	1.544,9	1.545,5	0,0	4,5	4,9
Estepe higrófila	1.040,6	1.077,5	1.078,5	3,05	30,9	32,1

A mediana indica o centro da distribuição da variável, ou seja, é o valor acima do qual estão 50% dos valores da variável e abaixo os restantes 50%.

Para ambas as situações, os maiores índices de proximidade são assumidos pelas áreas campestres secas (Chi-quadrado, $p=0.0005$), que além de serem detentoras dos maiores fragmentos e em maior número. As fisionomias rupestre e higrófila apresentam valores de proximidade menores, devido ao pequeno tamanho dos fragmentos em relação aos campos secos.

Aos Refúgios vegetacionais rupestres submetidos ao *buffer* de 50m, a mediana apresenta valor igual a zero, devido ao fato de mais da metade dos fragmentos de campo rupestre (33 dos 43 fragmentos existentes) não encontrarem fragmentos de mesma classe próximos num raio de até 50m.

6.1.4.2 Distância ao vizinho mais próximo (VMP)

É um índice caracterizado pela distância euclidiana borda-a-borda entre o fragmento em questão e aquele mais próximo de mesma classe. A determinação da proximidade entre os fragmentos é importante para compreensão dos processos ecológicos, e tem implícito em seus resultados o grau de isolamento dos fragmentos.

Quanto mais próximos estiverem os fragmentos de mesma classe, maior será o grau de conectividade existente entre eles, facilitando assim os fluxos biológicos. Fragmentos distantes dificultam a conectividade e tendem ao isolamento e deriva genética, pois o alcance de habitats é decisivo à sobrevivência de metapopulações (LANG; BLASCHKE, 2009).

Para as Estepes do PNCG, em todas as suas fisionomias, os fragmentos encontram-se pouco distanciados uns dos outros. Quando se analisam as tabelas de freqüências para os fragmentos (TABELAS 13 a 15), pode-se perceber que a sua grande maioria (cerca de 78,6%) encontra fragmentos vizinhos em distâncias de até 100m.

Dentre as fisionomias campestres a que possui menores distâncias de vizinhança é a de campo seco, que é dotada de maior abundancia em área de fragmentos, apresentando média de 127,9 metros. A mediana (TABELA 16) descreve com maior exatidão a situação dos campos secos, dos quais 50% dos fragmentos apresentam vizinhos de mesma classe em distâncias inferiores a 23,7 metros.

Tabela 13. Freqüência das distâncias borda a borda ao fragmento vizinho mais próximo para a Estepe *Stricto Sensu* (campos secos).

Distância	Distância Média	Número de fragmentos	Percentual
2.3 — 106.7	54,5	64	81,01%
106.7 — 211.2	158,9	5	6,33%
211.2 — 315.6	263,4	3	3,80%
315.6 — 420.1	367,8	1	1,27%
420.1 — 524.5	472,3	1	1,27%
524.5 — 629.0	576,7	0	0,00%
629.0 — 733.4	681,2	0	0,00%
733.4 — 837.8	785,6	1	1,27%
837.8 — 942.3	890,1	0	0,00%
942.3 — 1046.7	994,5	1	1,27%
1046.7 — 1151.2	1099,0	0	0,00%
1151.2 — 1255.6	1203,4	0	0,00%
1255.6 — 1360.1	1307,9	2	2,53%
1360.1 — 1464.5	1412,3	1	1,27%
TOTAL	127,9	79	100,0%

Tabela 14. Frequência das distâncias borda a borda ao fragmento vizinho mais próximo para os Refúgios Vegetacionais Rupestres (campos rupestres).

Distância	Distância Média	Número de fragmentos	Percentual
5.22 — 112.80	59,01	21	48,84 %
112.80 — 220.37	166,58	3	6,98 %
220.37 — 327.94	274,16	11	25,58 %
327.94 — 435.52	381,73	1	2,33 %
435.52 — 543.09	489,30	1	2,33 %
543.09 — 650.66	596,88	2	4,65 %
650.66 — 758.24	704,45	2	4,65 %
758.24 — 865.81	812,02	2	4,65 %
Total	229,7	43	100,0%

Tabela 15. Frequência das distâncias borda a borda ao fragmento vizinho mais próximo para a Estepe Higrófila (campos úmidos).

Distância	Distância Média	Número de fragmentos	Percentual
0.0 — 103.4	51,7	293	81,62%
103.4 — 206.8	155,1	38	10,58%
206.8 — 310.2	258,5	11	3,06%
310.2 — 413.6	361,9	11	3,06%
413.6 — 517.0	465,3	5	1,39%
517.0 — 620.4	568,7	0	0,00%
620.4 — 723.8	672,1	0	0,00%
723.8 — 827.1	775,4	0	0,00%
827.1 — 930.5	878,8	1	0,28%
Total	72,8	359	100%

Áreas campestres com afloramento de rocha distam umas das outras, com médias de vizinhança em torno de 229,7 m e mediana de 133,3 m (TABELA 16). São fragmentos distribuídos na área de estudo de modo disperso, uma vez que ocorrem somente onde há os afloramentos de rocha, com ocorrência majoritária nas proximidades da borda da *cuesta* ao longo da área de estudo. Contudo, como em termos florísticos não diferem dos campos secos, há conectividade entre eles, pois as espécies toleram bem áreas de campo seco para o seu deslocamento, usando-as como corredores e *stepping stones*.

Tabela 16. Distância ao vizinho mais próximo (média e mediana) para as fisionomias campestres do Parque Nacional dos Campos Gerais.

VMP	Estepe Stricto Sensu	Refúgio Vegetacional Rupestre	Estepe Higrófila
Média (m)	127,9	229,7	72,8
Mediana(m)	23,7	133,3	39,4

Os campos úmidos, apesar de apresentar menores áreas, acham-se dispersos e em grande número pela área de estudo. Dessa maneira a distância entre fragmentos desta fisionomia não os isola, com média de 72,8 m e mediana ainda mais favorável sob o contexto da conectividade, apresentando-se com 39,4 m.

Dependendo da escala de percepção de cada espécie, os fragmentos de estepes no PNCG, podem ou não estar conectados. Para compreender esta afirmação, tem-se neste momento, que retomar alguns dos conceitos relativos à conectividade de uma paisagem.

Taylor et al. (1993) definem conectividade como o grau no qual uma paisagem facilita ou restringe o movimento entre fragmentos. Nesse sentido, a conectividade estrutural refere-se ao arranjo espacial dos fragmentos, à distância entre as manchas ou fragmentos e à presença de corredores e *stepping stones* (trampolins ecológicos), de modo a formar um contínuo entre a paisagem (FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2007).

A conectividade funcional, por sua vez, depende de como uma espécie percebe e responde a estrutura de uma dada paisagem, dentro de uma hierarquia de escalas espaciais, sendo dependente do contexto da espécie em relação à paisagem (BÉLISLE, 2005). A conectividade funcional varia de espécie para espécie, e corresponde à capacidade dessa espécie em circular entre os fragmentos como se este fosse uma unidade, utilizando-se dos recursos ofertados por ela. Desse modo, conforme Belisle (2005) a conectividade funcional de uma paisagem deve ser avaliada a partir, e é dependente, do comportamento da espécie que está sendo estudada.

Ao analisarmos uma paisagem, a matriz pode ser definida como uma área heterogênea, que contém uma variedade de unidades de não-habitat que apresentam condições mais ou menos favoráveis às espécies do habitat estudado.

Ela funciona como um filtro seletivo para a movimentação das espécies, não constituindo uma barreira absoluta.

Para mamíferos de médio e grande porte, a fragmentação das estepes implica na redução da habilidade ou possibilidade de obtenção de alimentos, além de dividir populações em subpopulações que não mais se encontram, causando deriva genética e outros problemas associados ao tamanho diminuto de uma população (VIDOLIN; BRAGA, 2004). A partir da análise do arranjo entre os fragmentos de estepe do Parque Nacional dos Campos Gerais pode-se perceber que para alguns mamíferos de grande porte, como o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*, Illiger, 1811) e o puma (*Puma concolor*, Linnaeus, 1771) apesar da fragmentação estrutural dos campos, a paisagem pode apresentar-se conectada, uma vez que essas espécies possuem elevada vagilidade⁷ e sua área de vida tende a possuir de dezenas a centenas de quilômetros de extensão.

Ambas as espécies deslocam-se bem entre as áreas agricultadas, contudo, há deficiência na oferta de alimento (aves e roedores) que é encontrado em maior abundância nos fragmentos nativos de estepe. O puma consegue ainda se utilizar, além das estepes, dos corredores ripários para seu deslocamento, característica que não se estende ao lobo-guará que tem preferência por áreas campestres. O que decorre da escassez de áreas campestres nativas para ofertar abrigo e alimento é que espécies como o lobo-guará passam a freqüentar áreas periantrópicas (VIDOLIN; BRAGA, 2004), aumentando os riscos de serem abatidos por caçadores e criadores de aves. Essas espécies possuem uma maior adaptabilidade e tolerância a regiões com atividade antrópica, com destaque para o puma que possui “certo grau de tolerância” a atividade humana (VIDOLIN et al., 2004)

As aves que habitam os campos, assim como nos demais grupos animais, podem ser divididas entre generalistas e aquelas de hábitos mais restritivos. Para espécies generalistas como o cará-cará (*Caracara plancus*, Muller, 1777), os fragmentos campestres possuem conectividade funcional, oferecendo alimento (pequenos roedores, anfíbios, reptéis de pequeno porte, invertebrados, assim como frutos e sementes) e abrigo. Enquanto se deslocam com facilidade pela matriz, as vezes esta também oferece algum alimento. Lógica semelhante se estende às curucacas (*Theristicus caudatus*, Boddaert, 1783), à águia cinzenta (*Harpyhaliaetus*

⁷ Vagilidade: atributo de uma espécie, é a capacidade de mover-se através da paisagem.

coronatus, Vieillot, 1817) e à coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*, Molina, 1782) dentre outras.

Contudo para algumas espécies de hábitos mais restritivos, a fragmentação das estepes representa sérios obstáculos à manutenção das populações, principalmente àquelas dependentes de ambientes pouco alterados e de elevada qualidade ambiental. Pastejo, agrotóxicos, calagem, queimadas, pisoteio e alterações hidrológicas, dentre outros fatores, afetam o equilíbrio de hábitat destas espécies.

Répteis como o lagarto teiú (*Tupinambis teguixin*, Linnaeus, 1758) também possuem relativa mobilidade entre as fisionomias campestres e dentro da matriz, pois se adaptam facilmente a áreas antropizadas. Além disso, encontram alimento abundante nos fragmentos de campo nativo (ovos, frutas e pequenos vertebrados e invertebrados), o que o torna um bom dispersor de frutos e sementes entre fragmentos.

Os anfíbios são mais restritos às áreas de campo úmido, que apesar de ser uma das fisionomias campestres melhor conservadas, possuem extensão limitada devido à dependência do fator hidrológico e são amplamente afetadas pela percolação de produtos químicos oriundos principalmente da agricultura convencional. Essas áreas comunicam-se quando margeiam regatos ou recobrem linhas de drenagem, por outro lado, fragmentos de campo úmido circulares, oriundos de depressões naturais do terreno, possuem pouca conectividade com os demais. Logo anfíbios que habitam fragmentos mais linearizados exibem uma maior possibilidade de deslocamentos quando comparados a àqueles habitantes das manchas circulares.

Para os invertebrados as estepes parecem estar funcionalmente conectadas principalmente para a maioria dos artrópodes, que conseguem movimentar-se entre os fragmentos. Insetos voadores são capazes de deslocar-se facilmente entre os fragmentos de estepes, seja sobre a matriz agricultada ou pastejada. Destacam-se entre os insetos da região os Hymenoptera (abelhas e formigas), Coleoptera (besouros e joaninhas), Lepidoptera (borboletas) e Orthoptera (grilos e gafanhotos). Talvez haja uma maior restrição ao movimento entre fragmentos por parte daqueles invertebrados terrícolas, como formigas (Insecta, Hymenoptera) e aranhas (Araneae), por exemplo, devido ao efeito dos agrotóxicos nas áreas da matriz em que se desenvolve a agricultura. Muitos desses agrotóxicos têm efeito inseticida de

amplo espectro, atingindo bem mais espécies do que somente aquelas consideradas pragas agrícolas.

Para as espécies campestres generalistas a questão da permeabilidade da matriz e do fluxo entre os fragmentos está em íntima associação com as características da própria matriz. Quanto maior a semelhança entre a matriz e a vegetação campestre original, maiores serão as oportunidades das espécies nativas se dispersarem para outros fragmentos de vegetação nativa. A matriz pode ainda gerar habitat alternativo para espécies generalistas se as diferenças estruturais entre a matriz e a vegetação original forem pequenas (GASCON et al. 1999, DAVIES et al. 2001). Quando ao redor de um fragmento de campo nativo tem-se um plantio de pínus ou eucalipto, por exemplo, o contraste fragmento-matriz é muito maior, oferecendo limitação à percolação de algumas espécies, pois neste caso as condições microclimáticas sofrem significativa alteração, que é logo percebida pelas espécies que optam por não arriscar-se naquele meio.

Uma vez que as espécies são adaptadas a viver em ambientes campestres, quando a cobertura da matriz constitui-se de culturas graminóides ou herbáceas como soja, trigo, feijão ou milho, as condições de insolação e temperatura e umidade pouco se alteram em relação ao campo nativo, quando comparadas a outras situações de cobertura vegetal não-herbácea. Contudo a presença de agricultura entre fragmentos campestres não é isenta de impactos, pois provoca alterações na dinâmica natural das espécies, interferindo no seu equilíbrio dinâmico.

6.2. BORDA E ÁREA NUCLEAR NOS FRAGMENTOS DE CAMPO

6.2.1 Efeito de Borda

Como todo ecossistema natural, a Estepe Gramíneo-Lenhosa, possui uma dinâmica própria onde seus processos buscam um equilíbrio dinâmico controlado por entradas e saídas, natalidade e mortalidade, ciclagem de nutrientes e condições físicas relativamente constantes (ODUM, 1992).

A fragmentação de um hábitat acarreta o aumento de áreas de borda, ou seja, aquelas áreas expostas às condições ambientais diferentes das ocorrentes no interior do fragmento. Em áreas florestais o efeito de borda é uma das principais

ameaças à biodiversidade de um ecossistema ao trazer inúmeras modificações na dinâmica do fragmento, como por exemplo, o aumento na turbulência dos ventos e a diminuição da umidade do solo. Tabarelli e Gascon (2005) colocam que a fragmentação florestal e seus efeitos de borda interferem na alteração da chuva polínica e dispersão de sementes, dessecação de habitats, aumento da competição por recursos das nativas arbóreas com lianas, trepadeiras e ruderais aumentando desta forma a mortalidade de plantas jovens, e finalmente de forma conjunta, todos esses processos podem resultar na extinção de espécies mais exigentes.

Para o cerrado, França e Marini (2009), analisando a predação de ninhos de aves e Pivello et al. (1999), com relação à invasão de forrageiras exóticas, não conseguiram estabelecer uma distância de borda com efeitos mensuráveis. Igualmente para o cerrado, Queiroga e Rodrigues (2001) afirmam que não ocorreram mudanças em termos climáticos e ambientais, como umidade, temperatura e radiação solar, tampouco mudanças na composição florística, relacionadas com as distâncias de borda.

Até o momento, não são conhecidos estudos que tiveram por objetivo mensurar a possível existência de efeito de borda em áreas de Estepe. Em áreas campestres, o efeito de borda pode estar muito mais relacionado às pressões oriundas da matriz antropizada do que a variações climáticas e ambientais propriamente ditas. Fenômenos que podem interferir na delimitação de bordas em áreas campestres são a ação do fogo e a utilização de produtos químicos nas áreas adjacentes. No caso dos herbicidas, usados no controle de plantas daninhas, com destaque para o glifosato (N-(fosfometil) glicina, C₃H₈NO₅P) que é um herbicida sistêmico não seletivo, pode haver contaminação das áreas campestres pela ação dos ventos e pelo carreamento das substâncias pelas águas da chuva, o que pode vir a selecionar espécies mais resistentes a esses biocidas nas áreas adjacentes aos cultivos, restringindo o desenvolvimento daquelas mais exigentes.

Paras as áreas campestres (Estepe Stricto Sensu e Refúgio vegetacional Rupestre) do Parque Nacional dos Campos Gerais foram simuladas três diferentes situações com relação ao tamanho de borda. A Estepe higrófila foi tratada em separado, devido às suas especificidades.

As áreas nucleares dos fragmentos foram calculadas a partir de *buffers* de 25, 50 e 100 m (FIGURAS 21 a 26). As áreas ocupadas por campo seco, quando representadas com bordas de 25 m, exibem ainda considerável percentual de áreas

nucleares, com cerca de 40% de borda. Aos 50 m, ocorre um considerável aumento no percentual de borda, em detrimento das áreas de núcleo, saltando para quase 66%. E por fim, com 100 m, a borda atinge percentuais próximos a 90% da área.

Já para as Estepes higrófilas, representadas por fragmentos de menor dimensão, o efeito de borda seria mais severo na área de estudo. Com 25 m, seriam perdidas cerca de 60% das Estepes úmidas em bordas. Na simulação com 50 m, 85% das áreas seriam pertencentes às bordas. Uma possível borda de 100 m acarretaria na presença de diminutas áreas nucleares⁸, detentoras de elevada qualidade ambiental, ficando as áreas de borda representadas por mais de 95% das estepes úmidas.

Se as interferências da matriz antropizada resultarem num efeito de borda superior a 50 metros, teremos então um número reduzido de fragmentos campestres bem conservados, aptos a abrigar espécies sensíveis às perturbações da matriz. Essa situação se estende a todas as fisionomias campestres: mesófilas, higrófilas e hidrófilas (TABELA 17).

Tabela 17. Área nuclear dos fragmentos de campo nativo do Parque Nacional dos Campos Gerais sob simulação de diferentes áreas de borda.

Fisionomia	Área nuclear (<i>core</i>)			
	Sem borda	Borda 25 m	Borda 50 m	Borda 100m
Estepe Higrófila	1.258,26 ha	495,45ha	211,21ha	51,90ha
	100%	39,4%	16,%	4,1%
Estepe <i>Stricto Sensu</i>	2.522,27ha	1.494,67ha	864,51ha	288,81ha
	100%	59,3%	34,3%	11,5%

A percolação das águas pluviais em áreas antrópicas nas quais se desenvolve a agricultura convencional faz com que a água carregue consigo não somente os compostos minerais do solo como também resíduos de agroquímicos utilizados nos cultivos (FIGURA 27). A água também transporta os carbonatos oriundos da calagem de terrenos agrícolas, que quando levados aos fragmentos

⁸ Área nuclear ou área *core* é corresponde à área interna do fragmento situada além da distância da borda especificada a partir do perímetro do fragmento.

campestres úmidos principalmente, alteram o pH dos organossolos, diminuindo sua acidez, e por conseqüência selecionando espécies vegetais aptas a viver em condições de solo diferentes daquela original.

Em alguns casos os fragmentos de Estepe Higrófila estão margeados por áreas de campo seco ou campo rupestre, com pouco contraste de matriz e sem condições ambientais severamente diversas nas áreas de borda desses fragmentos, exceto pela saturação hídrica.

Nas áreas de campo seco, herbicidas agem seletivamente nas bordas abrangendo dentro de seu espectro de ação também plantas autóctones, pois há aqueles contra infestantes monocotiledôneas (popularmente denominados folhas finas) que acabam atingindo as gramíneas nativas nos fragmentos circunvizinhos, outros contra infestantes dicotiledôneas (folhas largas) afetam as demais herbáceas (OLIVEIRA JR., 2001). Geralmente a ação desses herbicidas é de contado, contudo não se deve subestimar o raio de ação destes quando carregados pelo vento ou pelas chuvas e orvalho, mesmo em pequena quantidade. Situação que estende para os inseticidas, como já descrito na seção sobre fragmentação das estepes no PNCG.

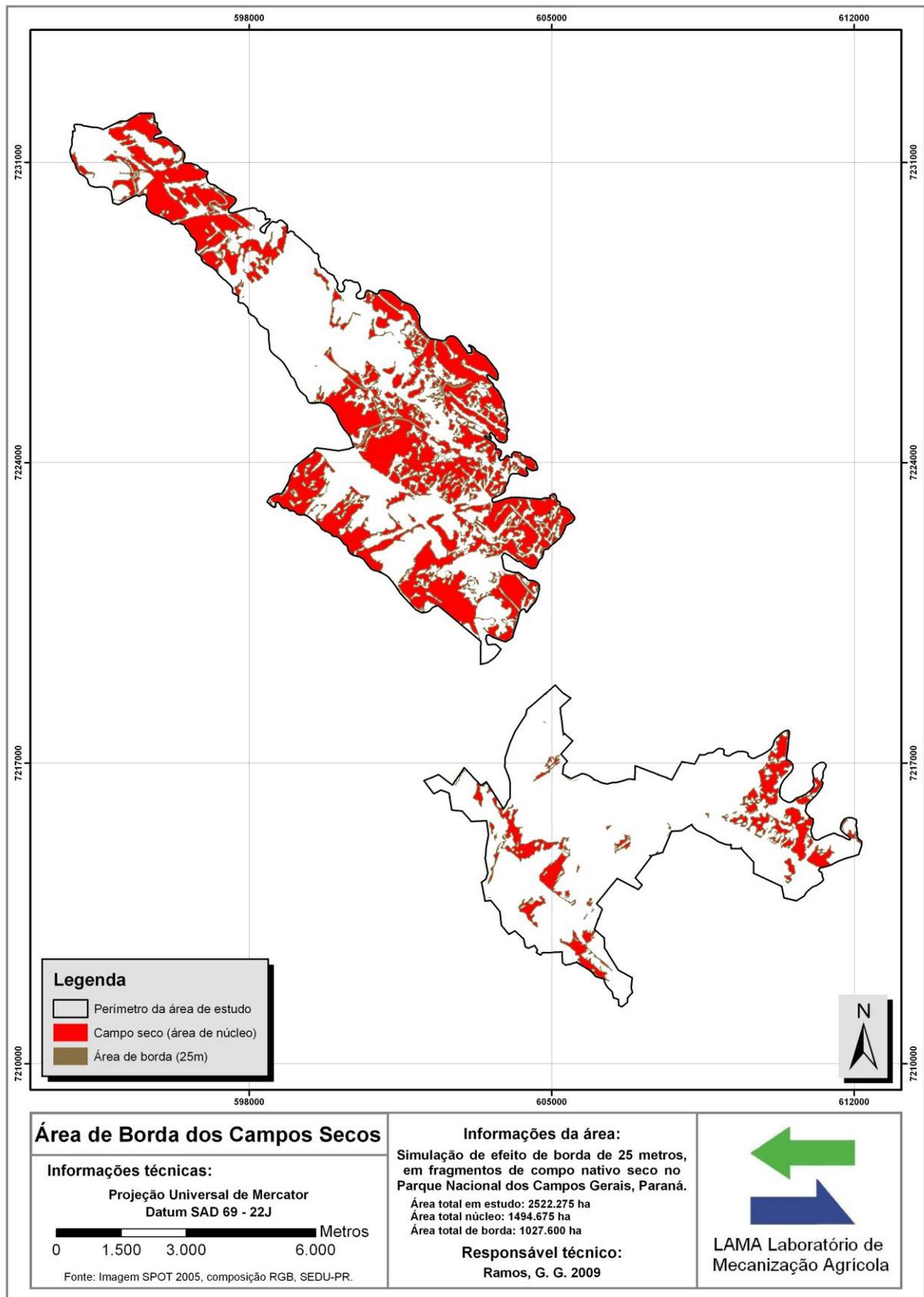


Figura 21. Simulação da área de borda de 25 m para os fragmentos de Estepe *Stricto Sensu* e Refúgio Vegetacional Rupestre.

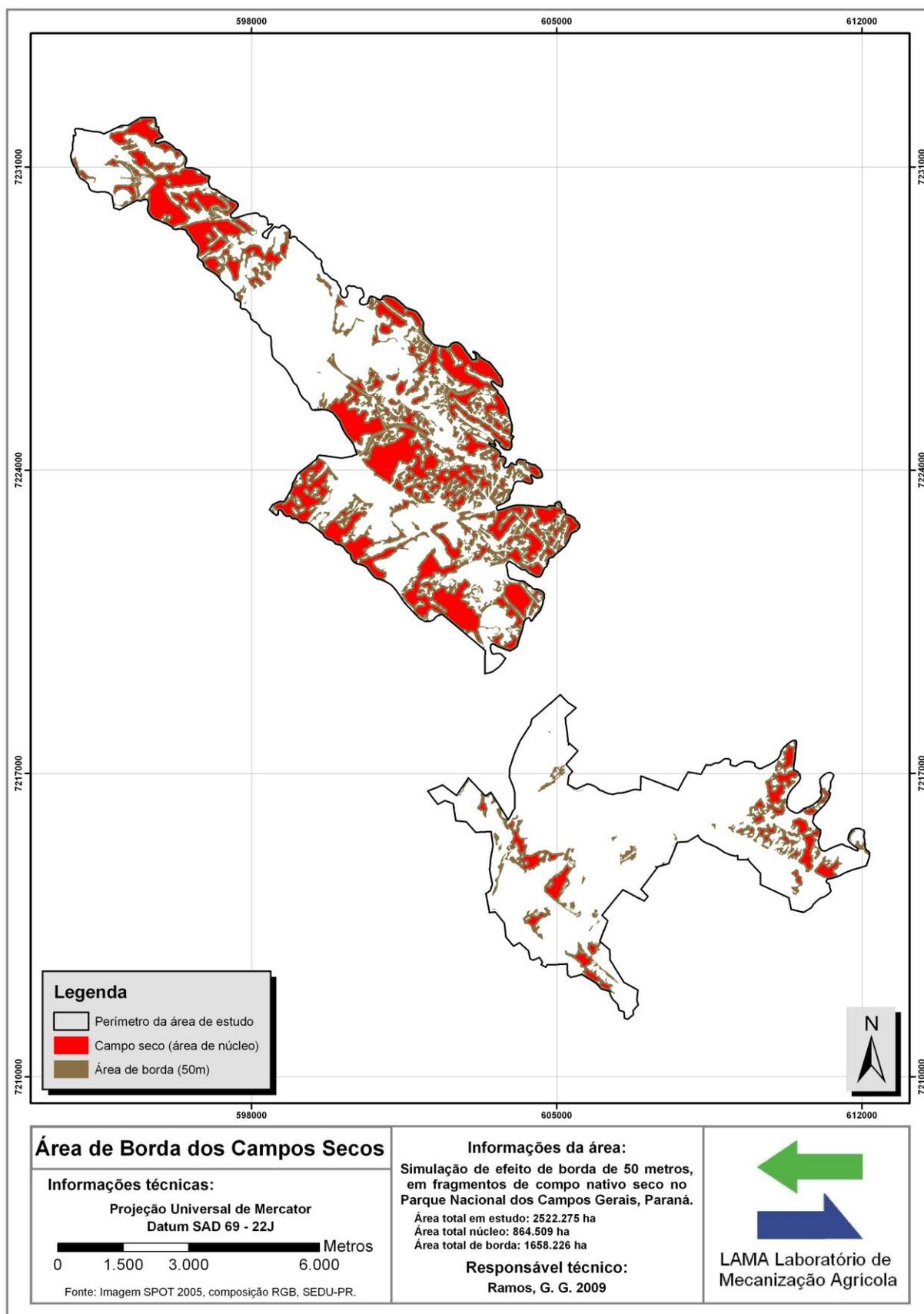


Figura 22. Simulação da área de borda de 50 m para os fragmentos de Estepe *Stricto Sensu* e Refúgio Vegetacional Rupestre.

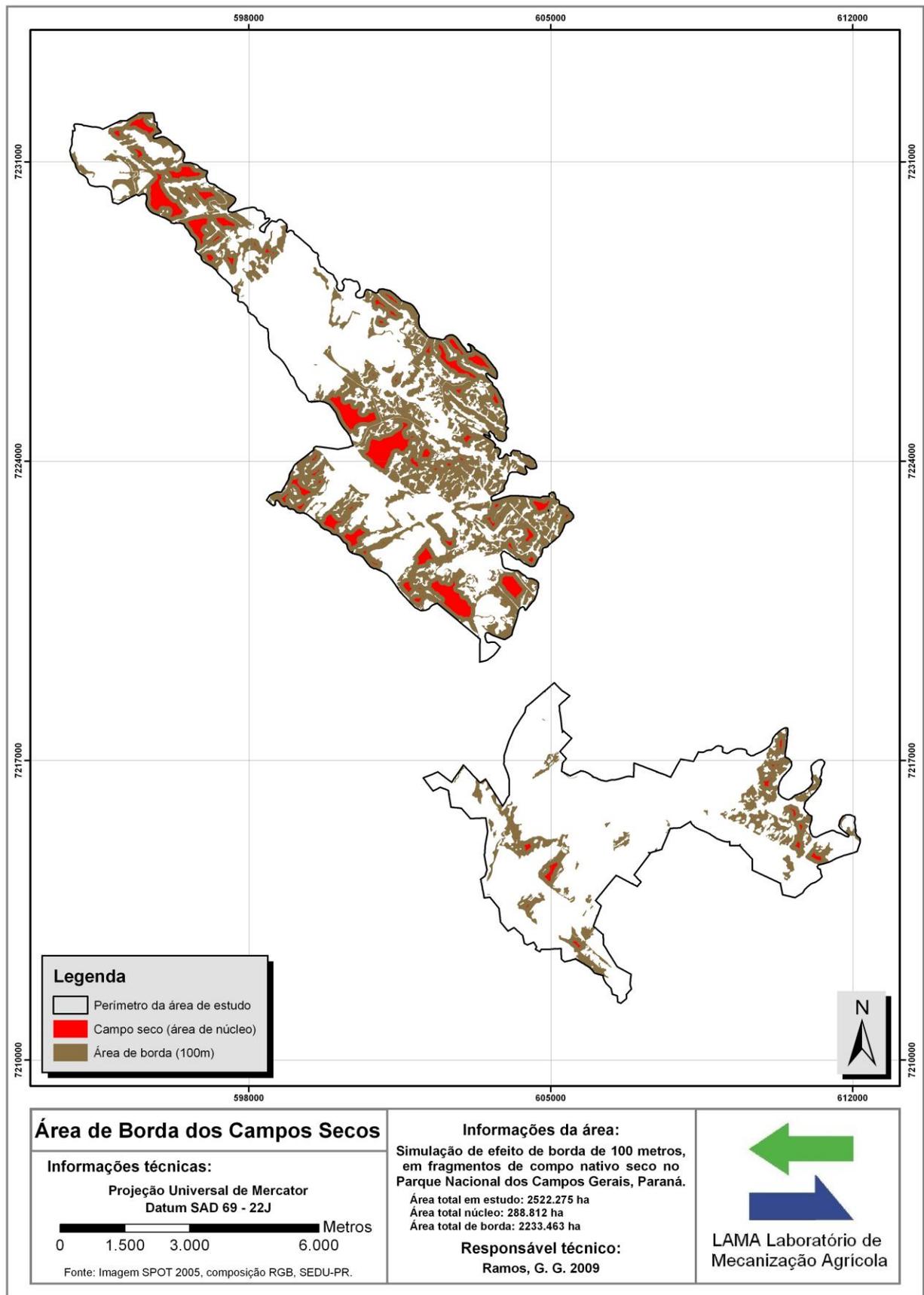


Figura 23. Simulação da área de borda de 100 m para os fragmentos de Estepe *Stricto Sensu* e Refúgio Vegetacional Rupestre.

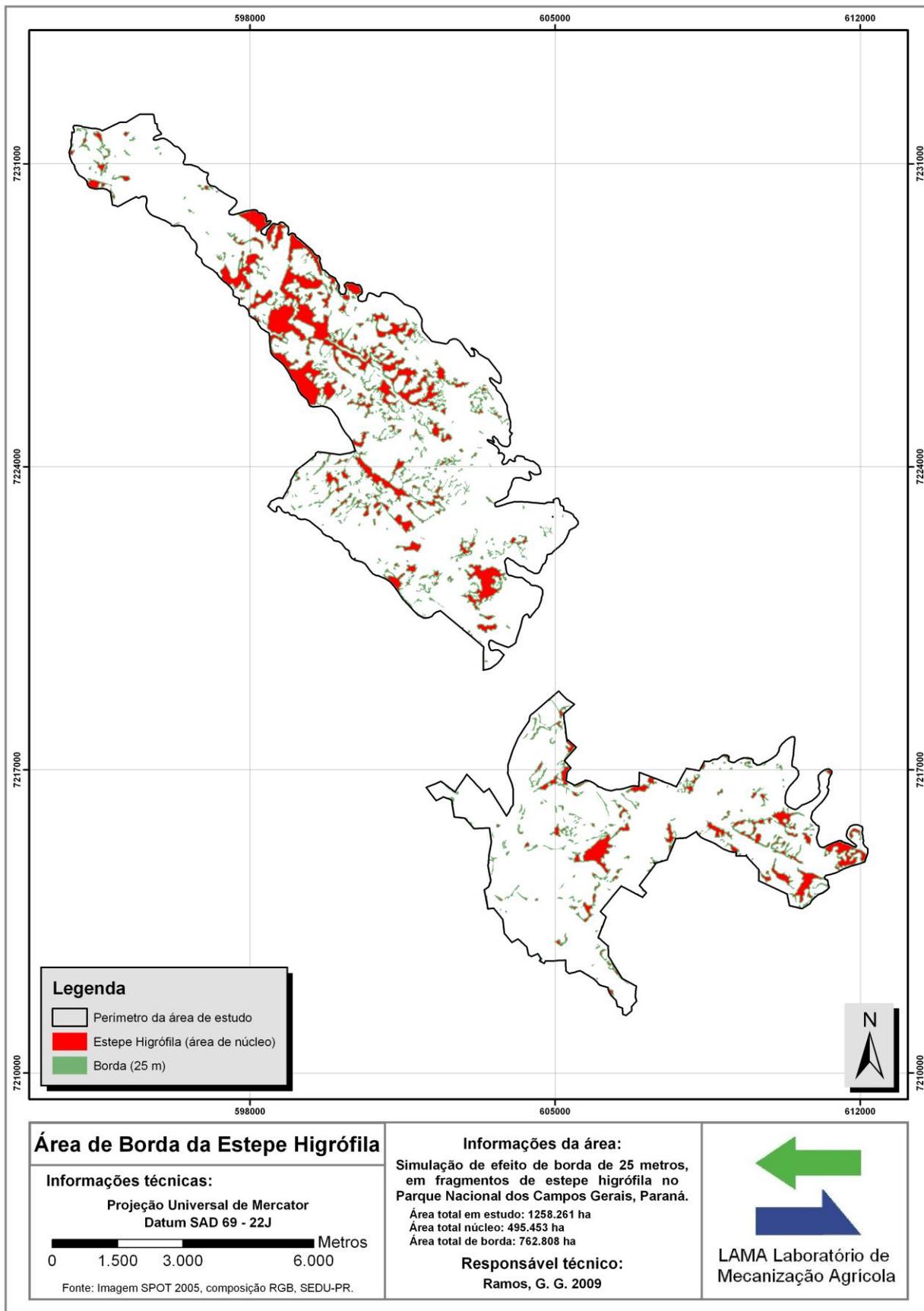


Figura 24. Simulação da área de borda de 25 m para fragmentos de Estepe Higrófila – campos úmidos a brejosos.

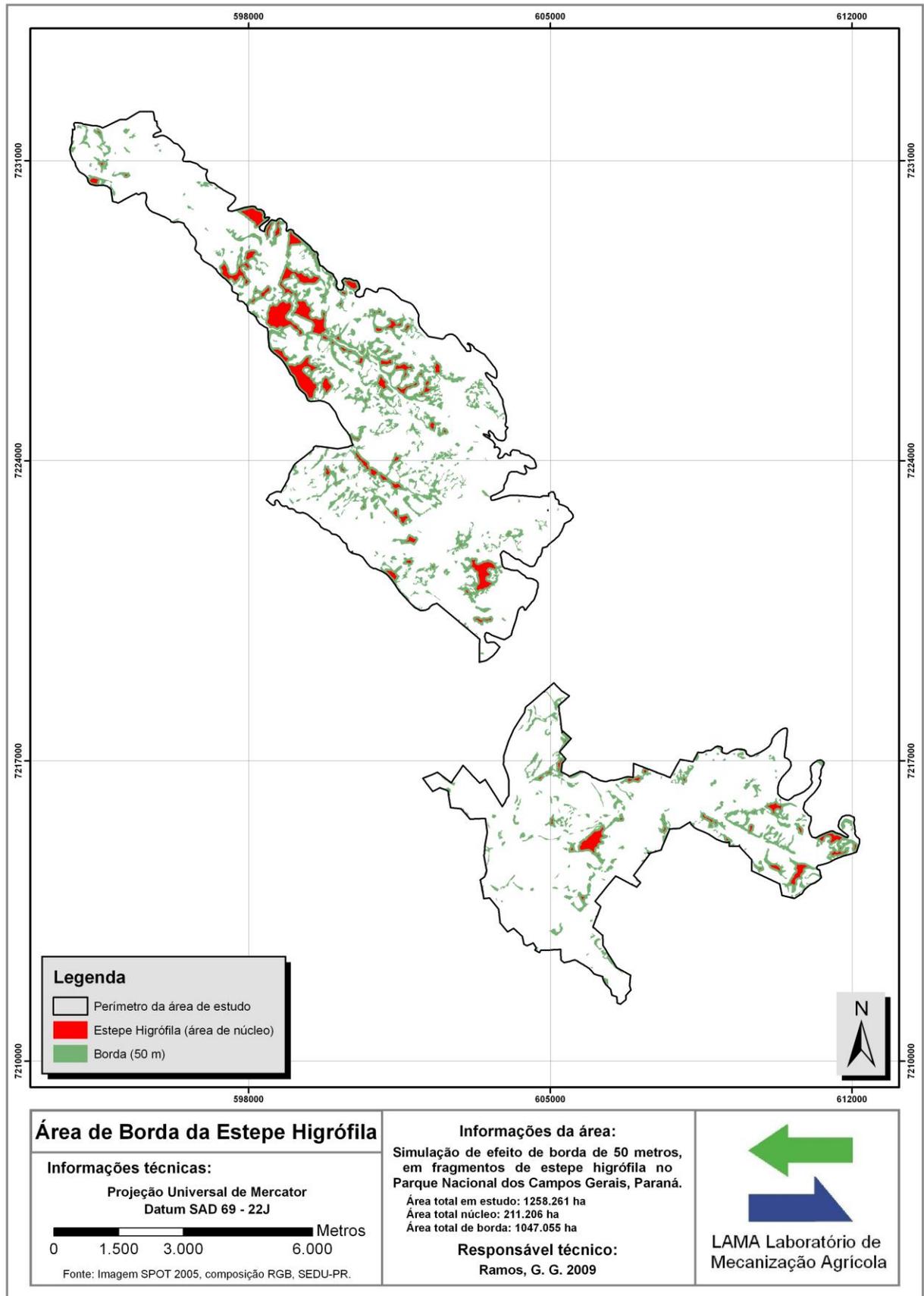


Figura 25. Simulação da área de borda de 50 m para fragmentos de Estepe Higrófila – campos úmidos a brejosos.

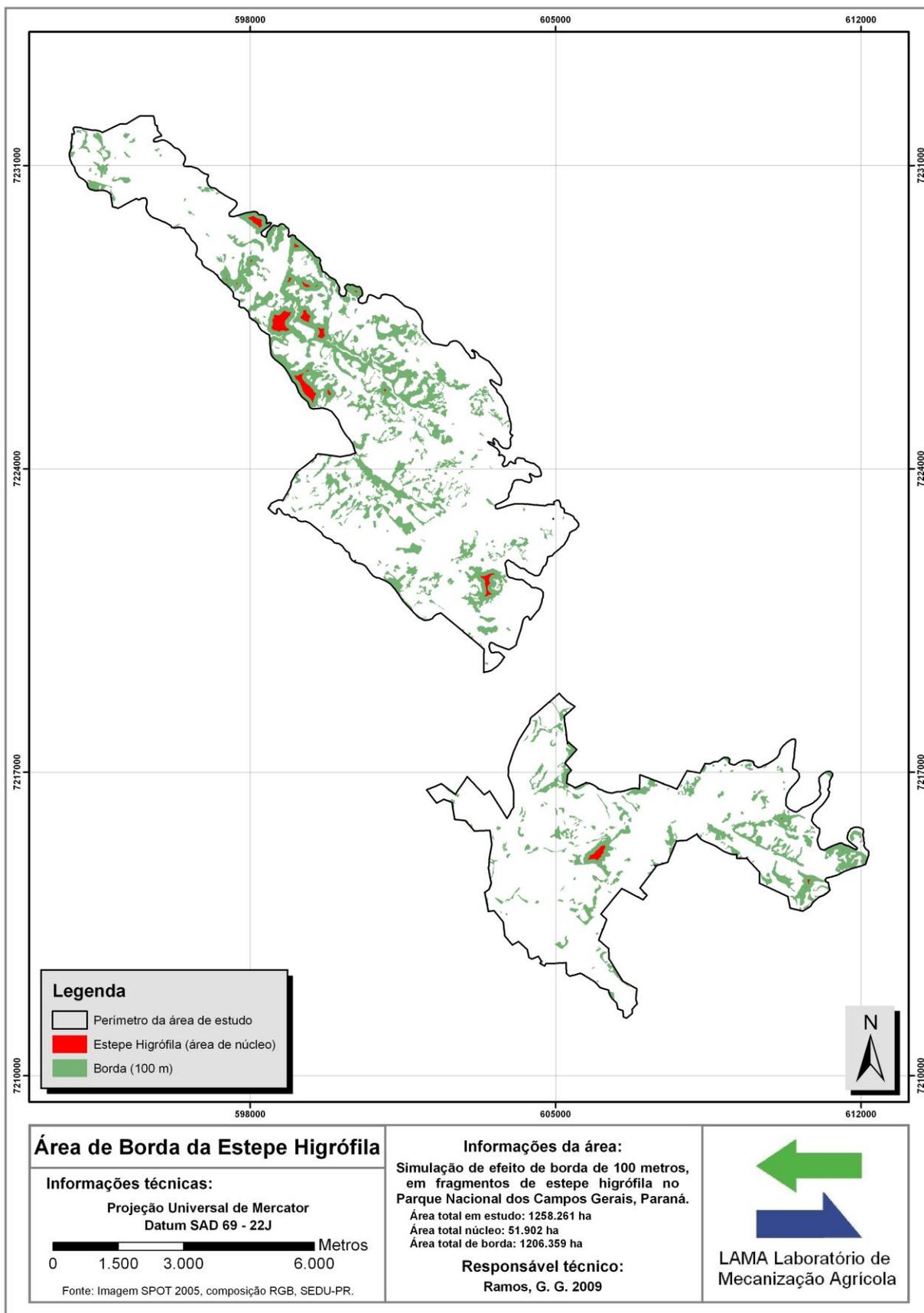


Figura 26. Simulação da área de borda de 100 m para fragmentos de Estepe Higrófila – campos úmidos a brejosos.

6.2.2 Contaminação das Estepes por agroquímicos

Martins (2005) afirma que plantas tropicais, especialmente as gramíneas, apresentam tolerância a fatores de acidez de moderada a alta, conferindo às plantas uma grande capacidade de produção de forragem, mesmo em solos com elevada acidez. Nesta analogia, as gramíneas das Estepes do Segundo Planalto Paranaense, portanto, são fisiologicamente adaptadas a desenvolver-se sobre os solos ácidos da região, apresentando sucesso reprodutivo e vegetativo. Contudo a acidez característica dos solos não é favorável ao desenvolvimento de culturas como a soja e o feijão, necessitando para tal a correção dos mesmos, principalmente por meio de calagem.

A calagem tem como principal objetivo neutralizar o alumínio tóxico presente na solução do solo⁹, responsável direto por sua acidez. Contudo tanto o processo usado no espalhamento do calcário (composto de CaCO_3 e MgCO_3), quanto o seu carreamento pelos ventos e pelas chuvas, atingindo fragmentos campestres nativos, com destaque para as bordas daqueles próximos à área agrícola e para os hidromórficos. O que ocorre então é uma situação parecida com a supercalagem que, conforme Martins (2005) torna o solo alcalino e provoca um descontrole no aproveitamento dos nutrientes necessários para a planta.

O solo é o destino final dos produtos químicos usados na agricultura, sejam eles aplicados diretamente no solo ou aplicados na parte aérea das plantas. Conforme Oliveira (2001), ao entrarem em contato com o solo, os herbicidas estão sujeitos a processos físico-químicos que regulam seu destino no ambiente. Exemplos destes processos são a retenção, lixiviação, a volatilização, a fotodegradação, a decomposição química e microbiológica, o escoamento superficial e a absorção pelas plantas.

Oliveira (2001) nos coloca que a capacidade de retenção de água do solo apresenta efeito direto na lixiviação dos herbicidas, pois reduz a adsorção das moléculas. Por outro lado, a lixiviação excessiva pode contribuir para o herbicida ser arrastado até o lençol freático podendo acarretar contaminações indesejáveis.

⁹ Solução do solo é a água que ocupa partes dos espaços vazios existentes nos solos que contém elementos químicos, muitos dos quais indispensáveis ao crescimento vegetal. Estes elementos são advindos das reações da água com os sólidos do solo, que são fortemente influenciadas por suas concentrações, tanto na água quanto no solo.

Conforme Embrapa (2006), solos de textura arenosa possuem teores de areia superiores a 70% e o de argila inferior a 15%, sendo permeáveis, leves, de baixa capacidade de retenção de água e de baixo teor de matéria orgânica. São dotados de baixa capacidade de retenção de água, o que ocasiona uma alta taxa de infiltração de água no solo e, conseqüentemente, elevadas perdas por percolação. Já os solos de textura argilosa possuem teores de argila superiores a 35%, com baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água. Esses solos apresentam maior força de coesão entre as partículas, o que acarreta numa baixa velocidade de infiltração básica pela água. Nos primeiros, que predominam nas Estepes do PNCG, a infiltração e a percolação de resíduos é favorecida pelas suas características físicas, e nos últimos é dificultada.

Organoclorados apresentam alta volatilidade, o que contribui para a sua dispersão pelos ventos (NUNES et al., 2006), o Glifosato, contudo, apresenta baixo coeficiente de volatilidade restringindo-se à dispersão pelo carreamento das águas.

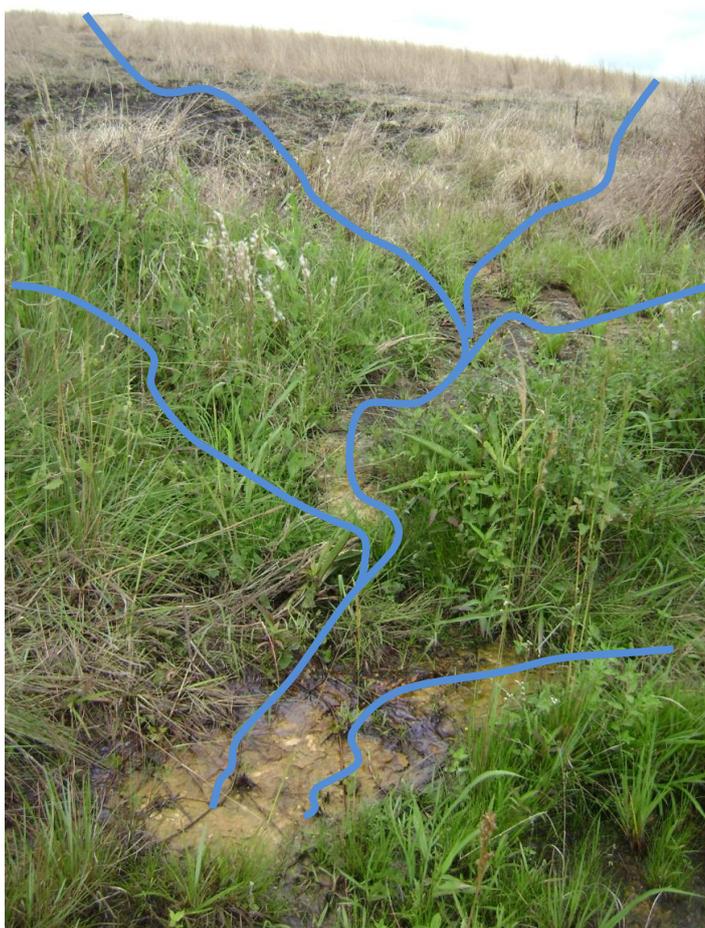


Figura 27. Percolação e escoamento de água das áreas agricultadas para os fragmentos de campo nativo no Parque Nacional dos Campos Gerais, na região do Rio São Jorge.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os campos nativos do Parque Nacional dos Campos Gerais, que hoje são vistos como fragmentos isolados numa matriz antrópica, em sua condição original constituíam uma matriz homogênea, entremeados por capões de floresta derivados de um processo natural de fragmentação de cunho geomorfológico e paleoclimático. A composição atual deve-se ao implemento de atividades agrosilvopastoris, principalmente após o advento das técnicas de plantio direto e da valorização dos produtos madeiráveis, papel e celulose.

Foram observadas três fisionomias bem distribuídas: Estepe *Stricto Sensu* (campos secos), Refúgio Vegetacional Rupestre (campos com afloramentos de rocha) e Estepe Higrófila (campos úmidos e brejosos), com predominância da primeira. Os campos com afloramentos de rocha aparecem majoritariamente nas proximidades da borda da Escarpa e os campos úmidos acompanham as depressões do terreno.

Em termos de composição da paisagem, a diversidade de Shannon ($H=0,998$) revela uma paisagem baixa a moderadamente diversificada, o que é positivo em termos de conservação. A dominância ($DOM = 0,101$) e a equitabilidade ($E = 0,908$) reforçam essa hipótese com uma alta homogeneidade na distribuição dos fragmentos e baixo índices de dominância, favorecendo fluxos biológicos

A área de estudo apresenta 481 fragmentos de estepe, totalizando 54,5% da paisagem do Parque. O tamanho médio dos fragmentos para cada fisionomia é de 24,4ha para as Estepes *Stricto Sensu*, 13,6ha para as áreas de Refúgio Vegetacional Rupestre e 3,5ha para a Estepe Higrófila, o que reflete em áreas remanescentes de tamanho significativo. O maior fragmento possui 417,5ha, sendo uma área de campo seco localizado na porção central da área de estudo.

Os fragmentos de tamanho pequeno, menores que 5ha, somam 59,53ha em 234 polígonos, totalizando uma parcela expressiva dos remanescentes. Possuem o papel de trampolins ecológicos, facilitando os fluxos biológicos, o que não confere necessariamente qualidade ambiental.

Na maioria dos casos, os fragmentos encontram-se relativamente próximos uns dos outros, o que vem a favorecer a comunicação entre as populações. Em termos de fragmentação, a parte sul da área de estudo apresenta os maiores índices, devido à predominância de Latossolos que favorecem o desenvolvimento de

práticas agrícolas. Nas demais porções da área de estudo a fragmentação é moderada, apresentando conectividade potencial entre os fragmentos campestres.

Em relação ao Índice de Circularidade, observou-se que áreas em que o relevo é fator condicionante da vegetação, principalmente em se tratando de hidromorfias, com fragmentos tendendo a ser pouco isogeométricos, os valores apresentam-se inversamente proporcionais a média das áreas dos fragmentos.

As métricas da paisagem usuais são adaptadas a estudos de paisagem que envolvam vegetação florestal, não sendo bons descritores para as condições de estepe. As Estepes possuem dinâmica particular, diferindo dos fragmentos florestais, principalmente em termos de configuração de fragmentos. A forma dos fragmentos de campo reflete os padrões geomorfológicos locais, sendo que a maioria dos remanescentes acompanha áreas de baixa profundidade de solo, afloramentos de rocha ou do lençol freático. Logo os índices de forma e de circularidade podem não ter o mesmo significado para a situação ambiental das estepes do Segundo Planalto Paranaense.

A simulação acerca da área de borda revela a fragilidade dos ecossistemas campestres diante das pressões oriundas da matriz, com destaque para aquelas relacionadas à agricultura. Em áreas campestres úmidas a percolação das águas pode carrear esses produtos para todas as áreas do fragmento, alterando a dinâmica local e comprometendo a sobrevivência de espécies restritivas.

Os remanescentes campestres apresentam bom potencial biótico dinâmico e considerável diversidade de espécies, com presença de diversas espécies endêmicas, raras e ameaçadas. Estudos de cunho fitossociológicos necessitam ser desenvolvidos na região, com o fim de auxiliar na compreensão da estrutura horizontal das estepes. Os fragmentos, em função de seu tamanho e conectividade, parecem oferecer boas condições para abrigar espécies animais generalistas, contudo é necessário um aprofundamento nas pesquisas visando contemplar a ecologia de espécies exigentes que habitam as estepes e possuem hábitos mais restritivos.

Dado a importância ecológica dos ecossistemas locais, é necessário que haja o manejo e monitoramento das áreas de campo nativo com o intuito de promover a sua regeneração natural, assegurando a preservação das espécies vegetais e animais de modo a minimizar as pressões antrópicas exercidas e conseqüente perda de biodiversidade.

8. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C.G.; MORO, R.S. Análise da cobertura florestal no Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná, como subsídio ao seu plano de manejo. **Rev. Terr@ Plural**, Ponta Grossa, n.1, v. 1, p. 115-122, jan-jul. 2007.
- ANDRADE, A.L.P.; CAMPOS, K.A.; CARMO, M.R.B. do; SANTOS, G.A.S.D. dos. Levantamento florístico da região das Furnas Gêmeas, Município de Ponta Grossa, Estado do Paraná. In: ENCONTRO DE PESQUISA DA UEPG. 4, Ponta Grossa, 2004. **CD de Resumos...**
- AZEVEDO, T. S.; CHISTOFOLETTI, A. L. H. Fractais em Geografia: conceitos e perspectivas. **Climatologia e Estudos da paisagem**. Rio Claro, v. 2, n. 2. P. 30-47. jul/dez, 2007.
- BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history of the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais, Parana State (South Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, v.97, n.1-2, p.109-121, 1997.
- BEHLING, H.; LICHTÉ, M. Evidence of dry and cold climatic conditions at glacial times in tropical southeastern Brazil. **Quaternary Research**, Washington, v.48, p.348-358, 1997.
- BEHLING, H. Late Quaternary vegetational and climate changes in Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynologi**.v.99, p.143-156, 1998.
- BÉLISLE, M. Measuring landscape connectivity: the challenge of behavioral landscape ecology. **Ecology**, v. 86, n. 8, p. 1988–1995, 2005.
- BERTALANFFY, L. von. **Teoria geral dos sistemas**. Rio de Janeiro: Vozes, 1973. 351 p.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. **Rev. RA'E GA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.
- BIGARELLA, J.J. Variações Climáticas no Quaternário e suas implicações no revestimento florístico do Paraná. **Bol. Paran. Geogr.**, Curitiba, n 10-15, p. 211-231. 1964.
- BIGARELLA, J.J.; ANDRADE-LIMA, D.; RIEHS, P.J. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. **An. Acad. Bras. Ciências**, Rio de Janeiro, v. 47, p. 411-464, 1975.
- BILENCA, D.; MIÑARRO, F. **Identificación de Áreas Valiosas de Pastizal (AVPs) en las Pampas y Campos da Argentina, Uruguay y Sur de Brasil**. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre, 2004. 323 p.
- BORGES, L.F.R.; SCOLFORO, J.R.; OLIVEIRA, A.D.; MELLO, J.M.; ACERBI JUNIOR, F.W.; FREITAS, G.D. Inventário de fragmentos florestais nativos e

propostas para seu manejo e o da paisagem. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 22-38, jan./jun. 2004.

BOSETTI, E. P.; PEYERL, D.; HORODYSKI, R. S.; ZABINI, C. Formação Ponta Grossa : História, Fácies e Fósseis. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA; III SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE ENSINO DE GEOLOGIA NO BRASIL.. 1, Campinas, 2007. **Anais...** p. 353-360.

BRASIL: **Diário Oficial da União**. nº 58, sexta-feira, 24 de março de 2006. Brasília-DF. Imprensa Nacional. Pag. 7. Seção1; ISSN 1677-7042. 2006.

BRASIL. Decreto nº 6660, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 nov. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm>

BRAUN-BLANQUET, J. Plant sociology. **McGraw Hill**, New York. 1932.

BRDE. Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. **Florestamento na Região Sul do Brasil: Uma Análise Econômica**. Relatório Técnico. Set. 2003. 51p.

BLACKBURN, T.M.; GASTON, K.J.. Some methodological issues in macroecology. **The Amer. Natur.**, v. 151, n.1, p. 68-83, 1998.

BROWN, J.H. ; MAURER, B.A. Macroecology: the division of food and space among species on continents. **Science**, v. 243, p. 1145-1150, 1989.

BROWN, J.H.; LOMOLINO, M.V. **Biogeografia**. 2.ed. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2006.

BRUNET, R. La composition des modèles dans l'analyse spatiale. **L'Espace géographique**, Paris, n.4, p. 253-265,1980.

BURKART, A. Evolution of grasses and grasslands in South America. **Taxon**, v.24, n.1, p.53-66. 1975.

CABRERA, A. L.; WILLINK, A. **Biogeografia da America Latina**. Washington: OEA. 1980. 117 p.

CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 1996. 256 p.

CARMO, M.R.B. do. **Caracterização fitofisionômica do Parque Estadual do Guartelá, município de Tibagi, Estado do Paraná**. Rio Claro, 2006. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Disponível em: <<http://www.biblioteca.unesp.br/bibliotecadigital/document/?did=3763>>

CASTELLA, P.R.; BRITZ, R.M. **A floresta com Araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Brasília: MMA/ PROBIO/ FUPEF, 2004. 236 p.

CARVALHO, G.H, CIANCIARUSO, M.V, BATALHA, M.A. **Plantminer**: a web tool for checking and gathering plant species taxonomic information. 2009. <http://www.plantminer.com>. Environmental Modelling and Software. in press.

CERVI, A.C.; PACIORNIK, E.F.; VIEIRA, R.F.; MARQUES, L.C. Espécies vegetais de um remanescente de Floresta de Araucária (Curitiba, Brasil): Estudo preliminar I. **Acta Biol. Par.**, Curitiba, v. 18, n. 1, 2, 3, 4, p. 73-114, 1989.

CERVI, A.C.; HATSCHBACH, G. Flora. In: ROCHA, C.H.; MICHALIZEN, V.; PONTES FILHO, A. (Orgs.) **Plano de integração Parque Estadual de Vila Velha – Rio São Jorge**. Ponta Grossa: Ituphava S/C/ Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, 1990. p. 26-27.

CERVI, A.C.; LINSINGEN, L. Von.; HATSCHBACH, G.; RIBAS, O.S. A vegetação do Parque Estadual de Vila Velha, Município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Bol. Mus. Bot. Mun.**, Curitiba. v. 69, p. 1-52, 2007.

CHIBENI, S. S. **Epistemologia**: Noções introdutórias. IFCH / UNICAMP. Texto didático. 2007. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/~chibeni/>>

CHRISTOFOLETTI, A. Geografia: da Antigüidade à Pós-Modernidade. **Jornal Cidade**, Rio Claro. v.1, n. 2, p. 19. Out/Nov/Dez 1997.

CONSTANTINO, R.; BRITZ, R.M.; CERQUEIRA, R. Causas naturais. In: RAMBALDI, D.M.; OLIVEIRA, D.A.S. **Fragmentação de ecossistemas**: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações políticas públicas. 2.ed. Brasília: MMA/SBF, 2005.

CORDOVA, U. A. **O agroecossistema campos naturais do Planalto Catarinense: origens, características e alternativas para evitar a sua extinção**. Florianópolis, 1997. 214f. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias.

CURCIO, G. R. **Relações entre geologia, geomorfologia, pedologia e fitossociologia nas planícies fluviais do rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. Curitiba. 2006. 488p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

CURCIO, G.; SOUSA, L.; BONNET, A.; BARDDAL, M. Recomendação de espécies arbóreas nativas, por tipo de solo, para recuperação ambiental das margens da Represa do Rio Iraí, Pinhais, PR. **Floresta**, v. 37, n.1. Jan/abr. 2007.

DALAZOANA, K.; SILVA, M.A.; MORO, R.S. Comparação de três fisionomias de campo natural do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, PR. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.1, p.675-577, jul. 2007.

DAVIES, K. F.; GASCON, C. Y.; MARGULES, C. R. Habitat fragmentation: consequences, management, and future research priorities. In: M. E. SOULÉ; G. H. ORIANS (Editors). **Conservation Biology: Research Priorities for the Next Decade**. Washington: Island Press. 2001. p. 81-97.

DINIZ-FILHO, J.A.; RANGEL. T.F.L.V.B. Macroecologia e Ecologia geográfica. In: COELHO, A.S.; LOYOLA, R.D.; SOUZA, M.B.G. (Eds) **Ecologia teórica: desafios para o aperfeiçoamento da Ecologia no Brasil**. Belo Horizonte: O Lutador, 2004.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.

EMBRAPA. **Mapa de solos do Estado do Paraná**: escala 1:250.000 : legenda atualizada. Orgs. BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. Rio de Janeiro: Embrapa Florestas: Embrapa Solos: Instituto Agrônômico do Paraná, 2008. Cd Rom: 74 p.

EMÍDIO, T. **Meio Ambiente & Paisagem**. São Paulo: SENAC, 2006. 176 p.

ESRI (Environmental Systems Research Institute). **Arc GIS**. The Geographic Information System for Everyone. 2006.

ESTREIECHEN, L.; MORO, R.S.; RITTER, L.M.O. Comunidades Pioneiras dos Afloramentos Rochosos Úmidos da Escarpa Devoniana, Campos Gerais, PR. In:

ENCONTRO DE PESQUISA DA UEPG, 2, Ponta Grossa, 2002. **Resumos ...** CD-ROM.

FERNANDEZ, F. **O Poema Imperfeito: Crônicas de Biologia, Conservação da Natureza e seus Heróis**. 2.ed. Curitiba: Ed. UFPR, 2004.

FIDALGO, E.C.C.; BENITES, V.M.; MACHADO, P.L.O.A.; MADARI, B.E.; COELHO, M.R.; MOURA, I.B.; LIMA, C.X. Estoque de Carbono nos solos do Brasil. **Bol. Pesq. Desenv.** , Rio de Janeiro, v. 121. Dez. 2007.

FIDALGO, O.; BONONI, V.L.R. (Coord.) **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo, Instituto de Botânica, 1989. (Série Documentos). 62 p.

FILGUEIRAS, T.S.; BROCHADO, A.L.; NOGUEIRA, P.E.; GUALA II, G.F. Caminhamento – um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**, v.12 p. 39-43, 1994.

FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M.V. Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. **Oecol. Bras.** , v. 11, n. 4, p. 493-502, 2007.

FORMAN, R. T. T. An ecology of the landscape. **BioScience**. v. 33. p. 535, 1983.

FORMAN, R.T.T.; GODRON, E.M. Patches and structural components for a landscape ecology. **BioScience**, v. 31, p.733-740, 1981.

FORMAN, R.T.T.; GODRON, E.M. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 619 p.

FRANÇA, L.C.; MARINI, M.A. Teste do efeito de borda na predação de ninhos naturais e artificiais no Cerrado. **Zoologia**, Curitiba, v. 26, n. 2, p. 241-250, Jun. 2009.

GASCON, C.; LOVEJOY, T. E.; BIERREGAARD JR., R. O.; MALCOLM, J.R.; STOUFFER, P.C.; VASCONCELOS H.L.; LAURENCE, W.F.; ZIMMERMAN, B.; TOCHER, M.Y.; BORGES, S. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation** v. 91, p. 223-229, 1999.

GREINER, C.M.; ACRA, C.A. **Composição Florística e Fitossociológica do componente arbóreo de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná**. Curitiba, 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

HAECKEL, E. **Generelle Morphologie der Organismen**. Berlin, v. 2. p. 286. 1866.

HATSCHBACH, G.G.; MOREIRA FILHO, H. Catálogo florístico do Parque Estadual de Vila Velha (Estado do Paraná, Brasil). **Boletim da UFPR**, Curitiba, v. 28, p. 1-51, set. 1972.

IAP- INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Plano de Manejo para o Parque Estadual de Vila Velha – Avaliação Ecológica Rápida – Curitiba: Governo do Estado do Paraná/ STCP Engenharia de Projetos Ltda, 2004.**

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 91p. (Manuais Técnicos em Geociências, 1). Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/ManuaisdeGeociencias/Manual%20Tecnico%20da%20Vegetacao%20Brasil%20n.1.pdf>>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de vegetação do Brasil 1:5.000.000**. 3ª Ed. 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de aplicação da área de aplicação da Lei 11.428 de 2006** (Decreto nº 6.660/2008). 2008. Disponível em <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais/Lei11428_Mata_Atlantica.pdf>

IGARI, A.T. **Ecologia da Paisagem**. Instituto de Biociências – USP. Dep. de Ecologia; Ecologia Teórica. Apresentação de slides, 2007. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/>>.

KLEIN, R. M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro: a *Araucaria angustifolia* (Pinheiro) como espécie pioneira no atual ciclo climático. **Sellowia**, n. 12, p. 17-44, 1960.

KLEIN, R. M.; HATSCHBACH, G. G. Fitofisionomia e notas complementares sobre o mapa fitogeográfico do Quero-Quero (Paraná). **Bol. Par. Geoc.**, n. 28-29, p.159-188, 1971.

KOZERA, C. **Florística e fitossociologia de uma Formação Pioneira com Influência Fluvial e de uma Estepe Gramíneo-Lenhosa em diferentes unidades geopedológicas, município de Balsa Nova, Paraná, Brasil**. Curitiba, 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná (UFPR). Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/16284>>

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos. 2009. 424 p.

LANGOHR, I.M. **Estudo fitossociológico de um campo limpo localizado em Felipe da Canela, município de Balsa Nova, Paraná, Brasil**. Curitiba, 1992. Monografia (Bacharelado em Biologia) – PUC-PR. 32p.

LEITE, P.F. As diferentes unidades fitoecológicas da Região Sul do Brasil - Proposta de Classificação. **Cad. de Geociências**, v. 15.p. 73-164. 1995.

LEVINS, R. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity of biological control. **Bull. Entomolog. Soc. Amer.**, v.15. p.237-240, 1969.

LONGHI-WAGNER, H.M. Diversidade florística dos campos sul-brasileiros: Poaceae. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTANICA, 54, Belém, 2003. **Boletim de Resumos...** Belém: SBB, 2003. p.117-120.

LORD, J.M.; NORTON, D.A. Scale and the spatial concept of fragmentation. **Conservation Biology**, v. 4, p. 197-202, 1990.

MAACK, R. Notas preliminares sobre clima, solos e vegetação do Estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 2, p.102-200, 1948.

MAACK, R. Notas complementares à apresentação preliminar do mapa fitogeográfico do estado do Paraná (Brasil). **Arq. Mus. Paran.**, v. 7, p. 351-361, 1949.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio, 1981. 442p.

MacARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. **The theory of island biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 1963.

McGARIGAL, K.; MARKS, B. **Fragstats**: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. USDA. United States Department of Agriculture. General Technical Report. Pacific Northwest Research Station. n. 351, 122 p. 1995.

MAFRA, A.L.; GUEDES, S.F.F; KLAUBERG FILHO, O.; SANTOS, J.C.P.; ALMEIDA, J.A.; DALLA ROSA, J. Carbono orgânico e atributos químicos do solo em áreas florestais. **Rev. Árvore**, Viçosa, v.32, n.2, p. 217-224, 2008.

MARQUES, J. A. **Mapeamento de fragmentos de mata no município de Maringá, PR: uma abordagem da Ecologia da Paisagem**. Presidente Prudente, 2004. Dissertação. (Mestrado em Ciências Cartográficas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP).

MARQUES, S.H.P.; MORO, R.S. *Checklist* preliminar da vegetação fanerogâmica do Capão da Onça, Ponta Grossa, PR. In: ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS DO PARANÁ E SANTA CATARINA, 6, Curitiba, 2001. **Resumos ...** p. 112.

MARTINS, C. E. Práticas agrícolas relacionadas à calagem do solo. **Comunicado Técnico**. Juiz de Fora, MG. n. 47. 6 p. Dezembro, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpqgl.embrapa.br/nova/publicacoes/comunicado/COT47.pdf>>.

MARTORANO, L.; CARAMORI, P.H.; WREGE, M.S.; CAVIGLIONE, J.H.; FARIA, R.T. Otimização das épocas de plantio de soja para a região de Campos Gerais do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. 11, Rio de Janeiro, 2000. **Resumos...**

MELO, M. S.; MATIAS, L. F. Orgs. **Patrimônio Natural dos Campos Gerais**. Relatório. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2003. 239 p.

MELO, M. S.; ASSUNÇÃO, H. K. O arco de Ponta Grossa. In: LEANDRO, J. A. **Dicionário Histórico e Geográfico dos Campos Gerais**. DEHIS, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006. Disponível em: <<http://www.uepg.br/dicion/verbetes/a-m/arco.htm>>

MELO, M.S.; MORO, R.S.; GUIMARÃES, G.B. Os Campos Gerais do Paraná. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G.B. (Orgs.) **Patrimônio Natural dos Campos Gerais**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007 (a). cap. 1, p. 17-21.

MELO, M.S; GUIMARÃES, G.B.; RAMOS, A.F.; PRIETO, C.C. Relevo e Hidrografia dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R.S.; GUIMARÃES, G.B. (Orgs.) **Patrimônio Natural dos Campos Gerais**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007(b).

MELO, M.S. et al. O patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná e a sustentabilidade regional. In: MELO, M.S.; MORO, R.S.; GUIMARAES, G.B. **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007(c). cap. 23, p. 221-227.

METZGER J.P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, n.3, p. 445-463, 1999.

METZGER, J.P. O que é Ecologia da Paisagem? **Biota Neotropica**, v.1, n.1, p. 1-9, 2001. Disponível em: <www.biotaneotropica.org.br>

METZGER, J.P. Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas? In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R.E.; MORAES, L.F.D.; GANDARA, F.B. (eds.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais no Brasil**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 50-76.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem: o uso adequado das métricas. In: CULLEN, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PÁDUA, C. **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Ed. UFPR, 2004. p.423-453.

METZGER, J.P.; FONSECA, M. A.; OLIVEIRA FILHO, F.J.B.; MARTENSEN, A.C. O uso de modelos em Ecologia de Paisagens. **Megadiversidade**, v. 3, n. 1-2, dez. 2007.

MIOTTO, S.T.S.; WAECHTER, J.L. Diversidade florística dos campos sul-brasileiros: Fabaceae. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTANICA, 54, Belém, 2003. **Boletim de Resumos...** Belém: SBB, 2003. p.121-124

MORO, R. S. A vegetação. In: DITZEL, C.H.M.; SAHR, C.L.L. **Espaço e Cultura: Ponta Grossa e os Campos Gerais**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2001. 481-503.

MORO, R.S.; CARMO, M.R.B. A vegetação campestre no Campos Gerais. In: MELO, M.S.; MORO, R.S.; GUIMARÃES, G.B. **Patrimônio Natural dos Campos Gerais**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007. p. 93-98.

MORO, R.S.; ROCHA, C.H.; TAKEDA, I.J.M. Análise da vegetação nativa da bacia do Rio São Jorge. **Publicatio UEPG**, Ponta Grossa, v. 2, n. 1, p. 33-56, 1996.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley and Sons, 1974.

MUZILLI, O. Ocupação e uso do solo agrícola no Paraná. In: CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. (Eds.) **Uso e manejo dos solos de baixa aptidão**. Londrina: IAPAR (Circ. Tec. 108), p. 8-12, 1999.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A.S. **Landscape ecology: theory and application**. New York: Springer-Verlag, 1990 (Student Edition).

NAVEH, Z. Landscape complexity versus ecosystem complexity implication for landscape planning and management. In: CONGRESSO NAZIONALE DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI ECOLOGIA - **S.It.E.** La Complessità in Ecologia. 12, Urbino, 2002. Disponível em: <www.technion.ac.il/technion/agr/members/naveh.html>

NOVOCHADLO, T.H. **Estrutura de comunidades de duas áreas de campo no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, PR**. Ponta Grossa, 2005. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Ponta Grossa.

NUCI, J.C. A origem e desenvolvimento da Ecologia e da Ecologia da Paisagem. **Geografar**, Curitiba, v. 2, n. 1, p.77-99, jan./jun. 2007. Disponível em: <www.ser.ufpr.br/geografar>

NUNES, J.O.R. Perspectivas da Geografia Física: a natureza na Geografia produzida no Brasil. In: COLÓQUIO BRASILEIRO DE HISTÓRIA DO PENSAMENTO GEOGRÁFICO. 1, Uberlândia, 2008. **Anais...**

NUNES, M. E. T.; RODRIGUES, B. K.; LIMA, N.C.; NISHIKAWA, D. L. L. O uso de agrotóxicos e a inserção da agricultura alternativa no município de Bom Repouso, Minas Gerais. **Relatório do Núcleo de Agricultura do Projeto Mogi-Guaçu**. 2006.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1992.

OLIVEIRA JR, R.S. . Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J. (Org.). **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba, RS: Livraria e Editora Agropecuária, 2001, v. 1, p. 291-314. . Disponível em: <<http://www.dag.uem.br/napd>>

OLIVEIRA, M. F. de . Comportamento de Herbicidas no Ambiente. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J. (Org.). **Plantas Daninhas e seu Manejo**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária Ltda., 2001, v. 1, p. 1-362. Disponível em: <<http://www.dag.uem.br/napd>>

PARANÁ. Decreto nº 1.231, de 27 de março de 1992. Declara a criação Área de Proteção Ambiental denominada APA da Escarpa Devoniana. **Diário Oficial do Estado do Paraná**. nº 1,231 de 27 de março de 1992.

PARANÁ. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no Estado do Paraná**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Curitiba: SEMA/GTZ. 1995.139 p.

PARANÁ. **Lista vermelha de animais ameaçados de extinção no Estado do Paraná**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Curitiba: SEMA/GTZ. 2004. 177 p.

PARANÁ. **Atlas geomorfológico do Estado do Paraná**. Escala base 1:250.000, modelos reduzidos 1:500.00. Minerais do Paraná; Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006. 63 p.

PEREIRA, J.L.G.; BATISTA, G.T.; THALES, M.C.; ROBERTS, D.A.; VENTURIER, A. Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia. **Geografia**, Rio Claro, v. 26, n.1, p. 59-90, abr. 2001.

PILLAR, V. de P. **Estratégias adaptativas e padrões de variação da vegetação**. UFRGS, Departamento de Botânica, 8 p. UFRGS, 1994. Disponível em: <<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>>

PILLAR, V. de P. **Estado atual e desafios para a conservação dos campos**. *Workshop*. Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006.

PITT, E.; RITTER, L. M.; MORO, R. S. Embasamento geológico e pedológico dos remanescentes de cerrado nos Campos Gerais do Paraná. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA. 4, Marechal Cândido Rondon, 2009. **Anais...**

PIVELLO, V.R.; CARVALHO, V.M.C.; LOPES, P.F.; PECCININI, A.A.; ROSSO, S. Abundance and distribution of native and alien grasses in a "cerrado" (Brazilian savanna) biological reserve. **Biotropica**, v. 31, n. 1, p. 71-82, 1999.

PONTA GROSSA. **Plano Diretor Participativo**: Município de Ponta Grossa, Paraná. 2006. Disponível em: < www.pontagrossa.pr.gov.br/planodiretor >.

PORTO, M.L. O que há de novo em Ecologia de Paisagem? In: ENCONTRO IALE-BR: Degradação Ambiental, Resultantes Geo-Hidroecológicas, e Desafios à Reabilitação Funcional da Paisagem. 1, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.geoheco.igeo.ufrj.br/CD_IALE-BR/Trabalhos/Porto_Texto.pdf>

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001. 328p.

PROBIO. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/Instituto Estadual de Florestas - MG. Brasília: MMA/SBF, 40p. 2000.

PROBIO. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira: **Relatório de atividades**. Brasília: MMA/SBF, 2002. 73p.

QUEIROGA, J. L.; RODRIGUES, E. . Efeitos de borda em fragmentos de cerrado em áreas de agricultura do Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECOLOGIA, 5, Porto Alegre, 2001. **Resumos...**

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 542 p.

RISSER, P.G.; KARR, J.R.; FORMAN, R.T.T. Landscape Ecology: Directions and Approaches. **Illinois Natural History Survey**, Special Publication 2, 1984. 18p.

RITTER, L. M. O. **Composição florística e aspectos físicos do cerrado nos Campos Gerais, Paraná**. Ponta Grossa, 2008. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) - Universidade Estadual de Ponta Grossa.

ROCHA, C. H. **Ecologia da Paisagem e Manejo Sustentavel em Bacias Hidrograficas. Estudo do rio Sao Jorge nos Campos Gerais do Paraná**. Curitiba, 1995. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal do Paraná (UFPR).

ROCHA, C.H.; WEIRICH NETO, P.H. Origens dos sistemas de produção e fragmentação da paisagem nos Campos Gerais. In: MELO, M.S.; MORO, R.S.;

GUIMARÃES, G.B. (Eds.) **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007. cap. 18, p.171-179.

ROCHA, R.G. Fundamentos do pensamento ecológico. **Rev. Conscientia**, 2006. Disponível em: <http://www.comscientia-nimad.ufpr.br/2006/01/artigos/artigo_gazal_historia_da_ecologia.pdf>.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; HATSCHBACH, G.G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 75-92, jan./jun. 2002.

SÁ, M.F.M. Os solos dos Campos Gerais. In: MELO, M.S.; MORO, R.S.; GUIMARÃES, G.B. (Eds.) **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007. cap. 6, p.73-83.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa, 2008. v. 2. 1.279 p.

SANQUETTA, C.R. **Manual para instalação e medição de parcelas permanentes nos biomas Mata Atlântica e Pampa**. Curitiba: RedeMAP, 2008. 44p.

SCHIER, R.A. Trajetórias do conceito de Paisagem na Geografia. **Rev. RA'EGA**, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega>>

SEMA. **Plano de Manejo: Zoneamento Ecológico-Econômico, Plano de Manejo e regulamentação legal da Área de Proteção Ambiental da Escarpa Devoniana**. Curitiba: IAP/MRS, 2004. 350p. Disponível em: www.pr.gov.br/meioambiente/iap/pdf/devoniana_pl_manejo.pdf

SILVEIRA, M.A. **O que é epistemologia?** In: COLÓQUIO DE EPISTEMOLOGIA E PEDAGOGIA DAS CIÊNCIAS. 1, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://www.portalphilosophia.org>>.

SOUTO, L.C.D. **Florestamento com Pinus spp. e pecuária em campo nativo: complementaridade e concorrência no uso das terras do Planalto Catarinense**. Florianópolis, 2005. 144f. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas). Universidade Federal de Santa Catarina.

SOUZA, C.R.G., SOUZA, A.P.O Escarpamento Estrutural Furnas: raro sítio geomorfológico brasileiro. In: S CHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.L.C. (Eds.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. 2000. Disponível em: <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio080/sitio080.pdf>.

STATSOFT Inc. **STATISTICA for Windows 6.0**. Tulsa, 1998.

STRAUBE, F.C. O cerrado no Paraná: ocorrência original e atual e subsídios para sua conservação. **Cad. Biodiv.**, Maringá, v.1, p.12-24, dez. 1998.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1. p.181-188. Jul. 2005.

TAKEDA, I.J.M.; MORO, R.S.; KACZMARECH, R. Análise florística de um enclave de cerrado no Parque do Guartelá, Tibagi, PR. **Publicatio UEPG**, sér. Ciênc. Biol., Ponta Grossa, v. 2, n. 1, p.21-31, 1996.

TAKEDA, I. J. M. ; FARAGO, P. V. Vegetação do Parque Estadual de Vila Velha. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. 10, Ponta Grossa, 2001. **Anais...** p. 70.

TAYLOR, P.D.; FAHRING, L.; HENEIM, K.; MERRIAN, G. Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos**, n. 68, p. 571-573. 1993.

TROLL, C. Landscape ecology (geo-ecology) and biogeocenology: a terminological study. **Geofórum**, v. 8, p. 43-46, 1971.

TURNER, M.G.; GARDNER, R.H.; O'NEILL, R.V. **Landscape Ecology**: in theory and practice. New York: Springer-Verlag, 2001. 404 p.

TURNER, M.G. Landscape Ecology: What is the State of the Science? **Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.**, v. 36, p. 319-44, 2005.

VIDOLIN, G. P., BRAGA, F. G. Ocorrência e uso da área por carnívoros silvestres no parque estadual do Cerrado, Juaguariaíva, Paraná. **Cadernos de Biodiversidade**. v. 4, n. 2, p. 29-36. Dez. 2004.

VIDOLIN, G. P.; MOURA-BRITO, M.; BRAGA, F. G.; CABEÇAS-FILHO, A. Avaliação da predação a animais domésticos por felinos de grande porte no Estado do Paraná: implicações e estratégias conservacionistas. **Cadernos de Biodiversidade**. v. 4, n. 2, p. 50-58, dez. 2004.

VITTE, A.C. Da crise da razão à aventura interdisciplinar. In: SEMANA DE GEOGRAFIA ENCONTRO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA. 8, Presidente Prudente, 2007. **Anais ...** p. 1-10.

VON LINSINGEN, L.; SONEHARA, J.S.; UHLMANN, A.; CERVI, A.C. Composição Florística do Parque Estadual do Cerrado de Jaguariaíva, Paraná, Brasil. **Acta Biológica Paranaense**. v.35. p.197-232. 2006.

WAECHTER, J.L.; LONGHI-WAGNER, H.M.; MIOTTO, S.T.S. Relações florísticas nos campos sul-brasileiros. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTANICA. 54, Belém, 2003. **Boletim de Resumos...** Belém: SBB, 2003. p.130-133.

WATZLAWICK, L.F.; KIRCHNER, F.F.; SANQUETTA, C.R.; SCHUMACHER, M.V. Fixação de carbono em Floresta Ombrófila Mista em diferentes estágios de regeneração. In: SANQUETTA, C.R.; WATZLAWICK, L.F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M.A.B.; GOMES, F.S. (Orgs.). **As Florestas e o Carbono**. Curitiba: os autores, 2002. p. 153-174.

WIENS, J.A. Towards an unified Landscape Ecology. In: WIENS, J.; MOSS, M. (Eds) **Studies in Landscape Ecology: issues and perspectives in Landscape Ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p. 365-373.

ZANCHETTA, D.; DINIZ, F.V. Estudo da contaminação biológica por *Pinus* spp em três diferentes áreas na Estação Ecológica de Itirapina (SP, Brasil). **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 18, p. 1-14, dez. 2006.

ZILLER, S.R. **A Estepe Gramíneo-Lenhosa no Segundo Planalto do Paraná: Diagnóstico Ambiental Com Enfoque à Contaminação Biológica**. Curitiba, 2000. 268 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)