

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BIANCA OTT ANDRADE

A VEGETAÇÃO DAS NASCENTES DO RIO TIBAGI E SUA RELAÇÃO COM O
REGIME HÍDRICO DOS SOLOS

CURITIBA

2010

BIANCA OTT ANDRADE

A VEGETAÇÃO DAS NASCENTES DO RIO TIBAGI E SUA RELAÇÃO COM O
REGIME HÍDRICO DOS SOLOS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal na área de concentração em Conservação da Natureza.

Orientador: Dr. Gustavo Ribas Curcio

Co-Orientadores: Dr^a. Carina Kozera

Dr. Franklin Galvão

CURITIBA

2010

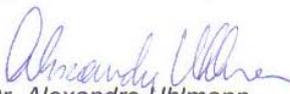


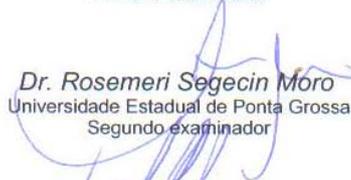
Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

PARECER

Defesa nº. 820

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) mestrando(a) *Bianca Ott Andrade* em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "**A VEGETAÇÃO DAS NASCENTES DO RIO TIBAGI E SUA RELAÇÃO COM O REGIME HÍDRICO DOS SOLOS**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Mestre* em Engenharia Florestal, área de concentração em CONSERVAÇÃO DA NATUREZA.


Dr. Alexandre Uhlmann
EMBRAPA / FLORESTAS
Primeiro examinador


Dr. Rosemeri Segecin Moro
Universidade Estadual de Ponta Grossa
Segundo examinador


Dr. Gustavo Ribas Curcio
Embrapa/Florestas
Orientador e presidente da banca examinadora

Curitiba, 26 de fevereiro de 2010.



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

Ficha catalográfica elaborada por Tania de Barros Baggio – CRB 760/PR

Andrade, Bianca Ott.

A vegetação das nascentes do Rio Tibagi e sua relação com o regime hídrico dos solos / Bianca Ott Andrade.- 2010.

130 f. : il.

Orientador: Gustavo Ribas Curcio

Co-orientadores: Carina Kozera, Franklin Galvão.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 2010.

Inclui bibliografia

Área de concentração: Conservação da natureza

1. Solos hidromórficos. 2. Solos orgânicos. 3. Voçoroca. 4. Comunidades vegetais. 5. Biomassa vegetal. 6. Teses. I. Curcio, Gustavo Ribas. II. Kozera, Carina. III. Galvão, Franklin. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. V. Título.

CDD – 631.44

CDU – 631.445.1

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maurício e Elza, e minha irmã, Beatriz, pela atenção, apoio, incentivo, suporte, enorme ajuda no trabalho de campo e por tudo realmente.

Ao amigo e orientador Gustavo Ribas Curcio, pela parceria, entusiasmo e pelos importantes ensinamentos no mundo do abiótico.

À amiga e co-orientadora Carina Kozera, pela atenção, discussões quanto à taxonomia e grande ajuda.

Ao amigo, professor e co-orientador Franklin Galvão, pelos valiosos ensinamentos em ecologia desde a graduação.

Aos proprietários da área estudada, Sr. Otavico Alves Lopes e Sra. Maria da Luz Lopes Alves.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À todos aqueles que tornaram possível a coleta de dados com sua imprescindível ajuda em campo, e que além disso, me proporcionaram horas agradabilíssimas: Alessandra Ike Coan, Ana Raquel da Silva, André Fontanelli, Cássio Michelin Bento, Cristiane Snak, Eduardo Damasceno Lozano, Elaine Nunes, Jesiani Rigon, Letícia Penno de Sousa, Leonardo Halszuk Luiz de Moura, Marcelo Villegas, Marcos Rachwall (Caco), Matheus Rachwall, Tatiana Mazon Cezar, Rafael Feltz, Vanessa Ariati, Werner S. Mancinelli.

Às instituições, seus técnicos e responsáveis, que permitiram o uso de suas instalações para que fosse possível execução de parte do estudo, sendo elas: Laboratório de Fanerógamas do Departamento de Ciências Biológicas da UFPR; Laboratório de Química e Biologia da UTFPR; Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM), Laboratório de Química do Solo (Embrapa *Florestas*).

Ao pesquisador Dr. Renato Antonio Dedecek pelo esclarecimento de dúvidas das análises físico-hídricas.

Ao pesquisador Dr. Osmir Lavoranti, por toda a atenção e grande ajuda na análise estatística.

À amiga Mayara Caddah pelo auxílio em campo, discussões botânicas e pela grande parceria sempre.

Ao amigo Tiago Bonato, pelas bibliografias históricas e mapas antigos.

Ao amigo José Vicente da Silva, pela importação de varias referências do RS.

Ao amigo Gustavo Bertoldi, pelas dicas para o desenvolvimento do desentupidor de poço hídrico e ao pai Maurício pela adaptação das idéias e montagem.

Ao amigo Vitor Abreu pela conferência do abstract.

Ao amigo Cesar Riveros pela confecção dos mapas e trabalho com as imagens.

Pelas confirmações e identificações de material botânico feitas por Denise P. da Costa, Fabricio Schimitz Meyer, Gisele de O. Silva, Graça Wanderley, Ilsi Iob Boldrini, Jimi Naoki Nakajima, João Renato Stehmann, Jovani Bernardino de S. Pereira, Juarez Cordeiro, Marccus Vinícius da Silva Alves, Marcela F. da Silveira, Olavo A. Guimarães, Osmar dos S. Ribas, Rafael Trevisan, Renato Goldenberg, Werner S. Mancinelli.

Agradecimento especial ao Osmar dos S. Ribas e ao Juarez Cordeiro, por toda a atenção que me deram durante as inúmeras visitas ao MBM.

*“(...) Em pouco tempo, não a consideramos mais uma unidade e com o traço de
immobilidade que pertence ao deserto, mas sob o ponto de vista de sua
complexidade que convida á resolução do problema:
O que constitue a união ou laço que liga entre si todos estes typos vegetativos que
ao lado um do outro aparecem e desaparecem?
De que modo são estas formações coordenadas e distribuídas? (...)”*

Questionamentos de **Carl Axel Magnus Lindman** (1856-1928) sobre os campos naturais, que permanecem irresolutos em sua totalidade, mesmo tendo se passado pouco mais de um século, guiando ainda as pesquisas sobre tal formação.

RESUMO

Foi estudada a influência da saturação hídrica dos solos sobre a distribuição das espécies de uma área de Estepe Gramíneo-Lenhosa sobre Organossolo Háplico localizada nas nascentes do rio Tibagi, região limítrofe entre os municípios de Ponta Grossa e Palmeira – PR (25° 16' 25" S e 49° 49' 29" W), ambiente especialmente importante pela reconhecida retenção hídrica, sequestro de carbono e pluralidade biótica. Esta pesquisa objetivou caracterizar o ambiente das nascentes do rio Tibagi sob o ponto de vista pedológico e vegetacional, assim como os efeitos de um processo erosivo (voçoroca) sobre a interação dos fatores bióticos e abióticos. A partir de seis transecções perpendiculares à voçoroca, foram estudadas três zonas recorrentes em todos eles e distintas entre si quanto a características fitofisionômicas e pedológicas. Nestas zonas foi analisada a temperatura do solo, a variação do lençol freático, características químicas e físico-hídricas dos solos, bem como foi realizado o levantamento florístico, fitossociológico e de biomassa aérea. Dentre as zonas amostradas, sutis alterações químicas foram observadas com o distanciamento da voçoroca, entretanto, houveram substanciais alterações físico-hídricas e vegetacionais. Pode-se observar que a voçoroca promoveu a dessecação de seu entorno, pelo rebaixamento do nível do lençol freático, condicionando a subsidência do solo, diminuição dos macroporos, aumento da sua densidade e redução da água nele armazenada. Devido a essa nova situação de melhor drenagem dos solos próximo à voçoroca, verificou-se a substituição da vegetação hidrófila por outra mesófila associada a alto percentual de solo exposto, o que acarretou no aumento da temperatura do solo, dificultando o estabelecimento vegetacional. Dentre as demais alterações na florística, na estrutura e na biomassa vegetal aérea observadas, pode-se citar a entrada de espécies exóticas, alterações na estrutura e biomassa vegetal com a proximidade da voçoroca, além da influência sobre a distribuição de *Sphagnum* spp., que permaneceu restrito às áreas menos alteradas. Foram registradas nesse estudo espécies raras e uma nova citação de Asteraceae para o Sul do Brasil. Verificou-se relação direta entre a conservação dos campos hidromórficos e a manutenção da saturação hídrica dos Organossolos, salientando, com isso, a importância biótica e abiótica da referida localidade. O impacto promovido pelo manejo incoerente afetou diretamente a manutenção das funcionalidades ambientais das nascentes, evidenciando, dessa forma, a necessidade de modificações dos sistemas de produção procurando compatibilizá-los com a conservação.

Palavras-chave: campos hidromórficos, Organossolo, voçoroca, florística, fitossociologia, biomassa aérea.

ABSTRACT

The influence of soil water retention on vegetation patterns was studied in a grassland community under Histosols in the adjacency of Ponta Grossa and Palmeira-PR (25° 16` 25" S e 49° 49` 29" W), an area well-known for its soil water retention, soil carbon sink and biotic variability. This study was carried out to characterize the Tibagi River spring with pedologic and vegetation patterns, as well as the soil erosion effects on biotic and abiotic processes. Six transects around the gully erosion were made, in both stream sides, including three similar areas among them, but different soil conditions and vegetation types. The soil temperature, water table response, chemical and physical properties, floristic composition, structure of vegetation and aboveground biomass were recorded for these areas. The difference in chemical composition of soils was not so marked, but considerable differences in physical properties of the soil and vegetation characteristics were found between areas. It was observed that the gully erosion dissected the field around it by decreasing depth of water table, decreasing pore space and water retention. Due to the better drainage of soils near gully erosion, the establishment of mesophilic vegetation over hydrophilic vegetation has been verified in addition to high percentage of bare soil, which promote high soil temperatures and make vegetation establishment difficult. Among changes in biomass, structure and floristic composition that were observed influenced by the gully erosion, were invasion of alien species and mesophilic species. The *Sphagnum* spp. required areas were there was high water table levels. Rare species and a new occurrence of Asteraceae in the South of Brazil were sampled. The wet grasslands conservation were related to water Histosol content, which highlights its importance. Changes in management practice are required to improve environmental quality.

Key words: wet grasslands, Histosol, Organic soil, gully erosion, floristic composition, structure of vegetation, aboveground biomass.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Médias e comparações múltiplas dos dados obtidos na avaliação da profundidade do lençol freático.	50
TABELA 2 -	Médias, desvio padrão e contrastes entre as zonas dos dados obtidos na avaliação físico-hídrica dos solos.	59
TABELA 3 -	Médias obtidas na avaliação de umidade gravimétrica e volumétrica dos solos.	64
TABELA 4 -	Número de famílias, gêneros e espécies de samambaias, licófitas e angiospermas das nascentes do rio Tibagi, Ponta Grossa-PR.	66
TABELA 5 -	Número de espécies de acordo com a forma biológica nas nascentes do rio Tibagi, Ponta Grossa-PR.	67
TABELA 6 -	Número de espécies e de gêneros de angiospermas das nascentes do rio Tibagi, Ponta Grossa-PR.	68
TABELA 7 -	Número de espécies e de gêneros de samambaias e licófitas das nascentes do rio Tibagi, Ponta Grossa-PR.	68
TABELA 8 -	Samambaias e licófitas com suas respectivas formas biológicas (FB) e indicação da sua ocorrência nos sete compartimentos avaliados.	70
TABELA 9 -	Angiospermas com suas respectivas formas biológicas (FB) e indicação de sua ocorrência nos sete compartimentos avaliados, além do respectivo número do coletor.	71
TABELA 10 -	Pontos de amostragem e respectivos valores obtidos no levantamento fitossociológico.	82
TABELA 11 -	Famílias e espécies de samambaias, licófitas, briófitas e angiospermas das nascentes do rio Tibagi, amostradas na análise fitossociológica e sua ocorrência nas três zonas avaliadas.	85
TABELA 12 -	Parâmetros fitossociológicos, sociabilidade predominante e altura média das dez principais espécies que compuseram a fisionomia da zona 1.	88
TABELA 13 -	Parâmetros fitossociológicos, sociabilidade predominante e altura média das dez principais espécies que compuseram a fisionomia da zona 2.	89
TABELA 14 -	Parâmetros fitossociológicos, sociabilidade predominante e altura média das dez principais espécies que compuseram a fisionomia da zona 3.	90
TABELA 15 -	Médias e desvio padrão e comparações múltiplas dos dados obtidos no levantamento da biomassa aérea.	90

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Mapa da Bacia Sedimentar do Paraná: contorno estrutural (profundidade) do embasamento cristalino e principais estruturas anticlinais (arcos).....	18
FIGURA 2 -	Localização da área de estudo, dos municípios de Ponta Grossa e Palmeira no estado do Paraná e deste no Brasil.	34
FIGURA 3 -	Imagem da área de estudo, municípios de Ponta Grossa e Palmeira-PR.	35
FIGURA 4 -	Croqui da área de estudo com a delimitação dos pontos amostrais.	37
FIGURA 5 -	Altura média do lençol freático (LF) em ambas as margens da voçoroca com o distanciamento desta.	51
FIGURA 6 -	Relação entre a água disponível e a profundidade do solo nas três zonas e em ambas as margens da voçoroca.	62
FIGURA 7 -	Relação entre a macroporosidade e a profundidade do solo nas três zonas e em ambas as margens da voçoroca.	62
FIGURA 8 -	Relação entre tensão da água no solo e a umidade do solo nas três zonas e em ambas as margens da voçoroca.	63
FIGURA 9 -	Dendrograma de similaridade florística para as três zonas das margens direita e esquerda, utilizando-se do método Ward.	77
FIGURA 10 -	Dendrograma de similaridade através de características fitossociológicas para as três zonas da margem esquerda, utilizando-se do método Ward.	82

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Variação da profundidade do lençol freático nas margens esquerda (E) e direita (D) durante 14 meses de leitura na zona 1.....	110
APÊNDICE 2 - Variação da profundidade do lençol freático nas margens esquerda (E) e direita (D) durante 14 meses de leitura na zona 2.....	110
APÊNDICE 3 - Variação da profundidade do lençol freático nas margens esquerda (E) e direita (D) durante 14 meses de leitura na zona 3.....	110
APÊNDICE 4 - Análise de significância pelo teste F entre os fatores analisados e a variável altura do lençol freático.....	111
APÊNDICE 5 - Dados de temperatura do ar e do solo da margem esquerda da voçoroca.	112
APÊNDICE 6 - Dados de temperatura do ar e do solo da margem direita da voçoroca.	114
APÊNDICE 7 - Parâmetros químicos e granulométricos do horizonte superficial das zonas amostradas.....	116
APÊNDICE 8 - Análise de significância pelo teste F entre os fatores analisados e as variáveis da análise química do solo.....	117
APÊNDICE 9 - Análise de significância pelo teste F entre os fatores analisados e as variáveis da análise físico-hídrica do solo.....	118
APÊNDICE 10 -Parâmetros físicos dos solos para ambas as margens (D e E) e zonas (1, 2 e 3).	118
APÊNDICE 11 -Análise de significância pelo teste F entre os fatores analisados e as variáveis umidade gravimétrica e volumétrica do solo.	119
APÊNDICE 12 -Curva de esforço amostral (curva do coletor) da comunidade vegetal da zona 1.	119
APÊNDICE 13 -Curva de esforço amostral (curva do coletor) da comunidade vegetal da zona 2.	120
APÊNDICE 14 -Curva de esforço amostral (curva do coletor) da comunidade vegetal da zona 3.	120
APÊNDICE 15 -Curva de esforço amostral (curva do coletor) para as 37 parcelas do levantamento fitossociológico, ajustada com curva de regressão logarítmica.	121
APÊNDICE 16 -Análise de significância pelo teste F entre os fatores analisados e variável biomassa aérea.	121
APÊNDICE 17 -Autovalores dos quatro componentes principais extraídos da matriz de correlação das propriedades químicas e granulométricas dos Organossolos.....	122
APÊNDICE 18 -Fatores rotacionados obtidos através da matriz de correlação dos dados obtidos nas análises química e granulométrica dos solos...	122
APÊNDICE 19 -Autovalores dos dez componentes principais extraídos da matriz de correlação das propriedades fitossociológicas avaliadas para a zona1.	122
APÊNDICE 20 -Fatores rotacionados obtidos através da matriz de correlação dos dados obtidos na análise fitossociológica da zona 1.	123

APÊNDICE 21 -Autovalores dos dez componentes principais extraídos da matriz de correlação das propriedades fitossociológicas avaliadas para a zona 2.....	125
APÊNDICE 22 -Fatores rotacionados obtidos através da matriz de correlação dos dados obtidos na análise fitossociológica da zona 2.	126
APÊNDICE 23 -Autovalores dos sete componentes principais extraídos da matriz de correlação das propriedades fitossociológicas avaliadas para a zona 3.....	128
APÊNDICE 24 -Fatores rotacionados obtidos através da matriz de correlação dos dados obtidos na análise fitossociológica da zona 3.	128
APÊNDICE 25 - Fotografias do trabalho em campo em geral.....	128

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	GEOLOGIA.....	17
2.2	GEOMORFOLOGIA.....	20
2.3	HIDROGRAFIA.....	22
2.3.1	Âmbito global	22
2.3.2	Bacia do rio Tibagi.....	23
2.4	SOLOS	24
2.4.1	Impactos antrópicos sobre os Campos Gerais.....	28
2.5	VEGETAÇÃO ESTÉPICA.....	29
3	MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1	LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO	33
3.1.1	Área de estudo	33
3.1.2	Caracterização climática	36
3.2	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	36
3.2.1	Compartimentação da área de estudo	36
3.2.2	Caracterização e classificação dos solos.....	38
3.2.3	Análise da temperatura	40
3.2.4	Avaliação do lençol freático.....	41
3.2.5	Análise florística	42
3.2.6	Análise fitossociológica	44
3.2.7	Biomassa aérea	46
3.2.8	Análises dos dados	47
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4.1	DIAGNÓSTICO INICIAL DA ÁREA	48
4.2	AVALIAÇÃO DO LENÇOL FREÁTICO.....	50
4.3	ANÁLISE DA TEMPERATURA DO AR E DO SOLO.....	53
4.4	CARACTERIZAÇÃO PEDOLÓGICA	55
4.4.1	Análise química do solo	55
4.4.2	Análise físico-hídrica do solo.....	58
4.4.3	Umidade gravimétrica e volumétrica	64
4.5	LEVANTAMENTO FLORÍSTICO	66
4.5.1	Resultados gerais.....	66
4.5.2	Espécies ameaçadas de extinção, raras e exóticas.....	78
4.6	FITOSSOCIOLOGIA.....	80
4.6.1	Resultados gerais.....	80
4.6.2	Zona 1	87
4.6.3	Zona 2	88
4.6.4	Zona 3	89
4.7	BIOMASSA AÉREA	90
4.8	CONCLUSÕES.....	92
	REFERÊNCIAS.....	96
	APÊNDICES.....	110

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho está inserido na linha de pesquisa em ambientes fluviais estabelecida pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Embrapa Florestas, e está voltado aos ambientes fluviais, com enfoque em áreas de nascentes, especialmente envolvendo solos hidromórficos, vegetação campestre e as funcionalidades ambientais decorrentes desta relação.

Os estudos que estão sendo desenvolvidos iniciaram-se com a perspectiva de identificar as diversas variáveis abióticas no condicionamento do ambiente de nascentes e a riqueza florística dos campos naturais (Estepes Gramíneo-Lenhosas), características ainda pouco conhecidas, em especial nos trópicos e subtropicais.

Na região sul do Brasil, em condições de planalto, os campos naturais distribuem-se sobre diferentes teores de água nos solos.

Em específico aos campos sobre solos hidromórficos, estão presentes em ambientes com baixas temperaturas, sob condições de alta pluviosidade. Esta situação resulta em solos com lençol freático próximo à superfície durante grande parte do ano, favorecendo o acúmulo de matéria orgânica e criando uma condição ambiental anóxica que determina alta especificidade florística.

Nesses ambientes de altitude pronunciada, observa-se a formação de Organossolos, solos com exímia capacidade de retenção hídrica, funcionando como um reservatório de água, e dando suporte aos principais rios do estado do Paraná por fluxo difuso, como o rio Tibagi na Escarpa Devoniana e o Ivaí e o Piquiri, na Serra Geral, dentre tantos outros de menor volume, sendo, portanto, enorme sua relevância sob o ponto de vista de recarga do aquífero livre.

Sobre estes ambientes de grande importância quanto à retenção hídrica, se estabelece parte da unidade fitogeográfica Estepes Gramíneo-Lenhosa, que suporta uma enorme diversidade vegetal e animal, como evidenciada através de estudos realizados por Cervi *et al.* (2007), Schwartzburd e Labiak (2007), Shibatta *et al.* (2007), Kozera (2008) e Miranda *et al.* (2008), além de uma complexa relação entre tais entes bióticos (Gonçalves e Melo, 2005).

O entendimento ecológico dessa relação de fatores abióticos e bióticos se faz necessário quando o objetivo final é a conservação da natureza e a manutenção das funcionalidades ambientais em associação aos sistemas produtivos vigentes.

Estudos dessa natureza se justificam não só pelo quesito conservacionista, como também pelo enfoque político, econômico e social. Essa necessidade se reflete inclusive por força da mídia, tendo atualmente em pauta temas como mercado de carbono, aquecimento global e conservação da água, assuntos que expressam a falta de zelo com o ambiente e, principalmente, a carência de entendimento sobre sua conservação, assim como de medidas que realmente possibilitem a remediação dos danos.

O enfoque conservacionista, dado para a mitigação de danos ambientais, comumente envolve estudos sobre a vegetação florestal, enquanto os campos, unidade fitogeográfica distinta e que pode estar a ela associada, recebe pouca atenção, situação que pode ser observada desde a legislação vigente ao senso comum, que entende campos como área abandonada e/ou degradada.

Devido à grande relevância dessa unidade fitogeográfica em termos ecológicos e biológicos, este estudo se propôs estudá-la e alcançar os seguintes objetivos:

- Objetivo geral:

- Estabelecer relações entre características pedológicas e a vegetação em ambiente de nascentes, permitindo assim um maior entendimento das funcionalidades ambientais dessa localidade.

- Objetivos específicos:

- Coletar e analisar dados de temperatura em superfície e subsuperfície do solo e relacioná-la à distribuição da vegetação.
- Analisar a variação do lençol freático no decorrer de um ano de leitura de campo e avaliar a influência do processo erosional na sua dinâmica.
- Avaliar comparativamente os atributos físicos e químicos dos Organossolos em melhor estado de conservação e degradados.

- Verificar a influência da degradação do solo sobre as funcionalidades ecológicas de retenção hídrica e sequestro de carbono do solo da citada paisagem.
- Conhecer a flora e a estrutura fitossociológica da vegetação que está no domínio fitogeográfico das Estepes Gramíneo-Lenhosas nas nascentes do rio Tibagi.
- Identificar alterações na florística e fitossociologia arbustivo-herbácea nativa de acordo com níveis de degradação em Organossolo.
- Fornecer estimativas da biomassa aérea dos estratos herbáceo, arbustivo e de *Sphagnum* spp. em coerência aos diferentes níveis de degradação do Organossolo.
- Enriquecer a coleção dos herbários do Departamento de Botânica (UPCB), Departamento de Engenharia Florestal (EFC) e Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM) com material proveniente da área amostral.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 GEOLOGIA

Grande parte da geologia do Sul do Brasil pode ser explicada por eventos que envolveram a Bacia Sedimentar do Paraná no transcorrer do tempo geológico até as condições atuais (Figura 1).

Esta Bacia está sobre o craton Rio de La Plata, na porção centro-leste do continente sul-americano, abrangendo aproximadamente 1,6 milhões de km² (PINESE, 2002), ocupando parte dos estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além dos países Uruguai, Paraguai e Argentina (MENDES e PETRI, 1971; ASSINE *et al.*, 2004; GUIMARÃES *et al.*, 2007).

A sinéclise¹ (bacia interior) se estabeleceu e posteriormente tornou-se estável sobre a Plataforma Sul-Americana com o término do Ciclo Brasileiro Pan-Africano, orogênese transcorrida do Pré-Cambriano ao Paleozóico Inferior (MINEROPAR, 2001; SUGUIO, 2003), que acumulou aproximadamente 6.000 m de sedimentos e lavas (ZALÁN *et al.*, 1987).

A Bacia limita-se, nas porções noroeste, oeste, sudoeste e sul por arcos estruturais paralelos às suas bordas, que explicam sua forma abaciada e que favoreceram o acúmulo de sedimentos continentais e marinhos (PETRI e FÚLFARO, 1988).

Conforme Milani (1997), o pacote sedimentar-magmático desta sinéclise é constituído por seis grandes sequências limitadas por discordâncias regionais: Rio Ivaí (Neo-Ordoviciano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Permiano-Neotriássico), Gondwana II (Triássico Médio-Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico-Neocomiano) e Bauru (Aptiano-Maastrichtiano-Neocretáceo).

Eventos expressivos, em resposta a processos orogênicos paleozóicos e à abertura do oceano Atlântico-Sul, explicam esse complexo arranjo de rochas distintas, podendo-se citar: as primeiras incursões marinhas no Neo-Ordoviciano (450 Ma), os estágios de glaciações no Neocarbonífero, o processo de

¹ Estrutura de subsidência pouco acentuada, em área da crosta continental, de forma aproximadamente circular (SUGUIO, 1998).

desertificação no interior do continente durante o Triássico-Jurássico, além de eventos magmáticos no Mesozóico até o final do processo sedimentar da Bacia no Neocretáceo (65 Ma) (PORTELLA-FILHO *et al.*, 2005).

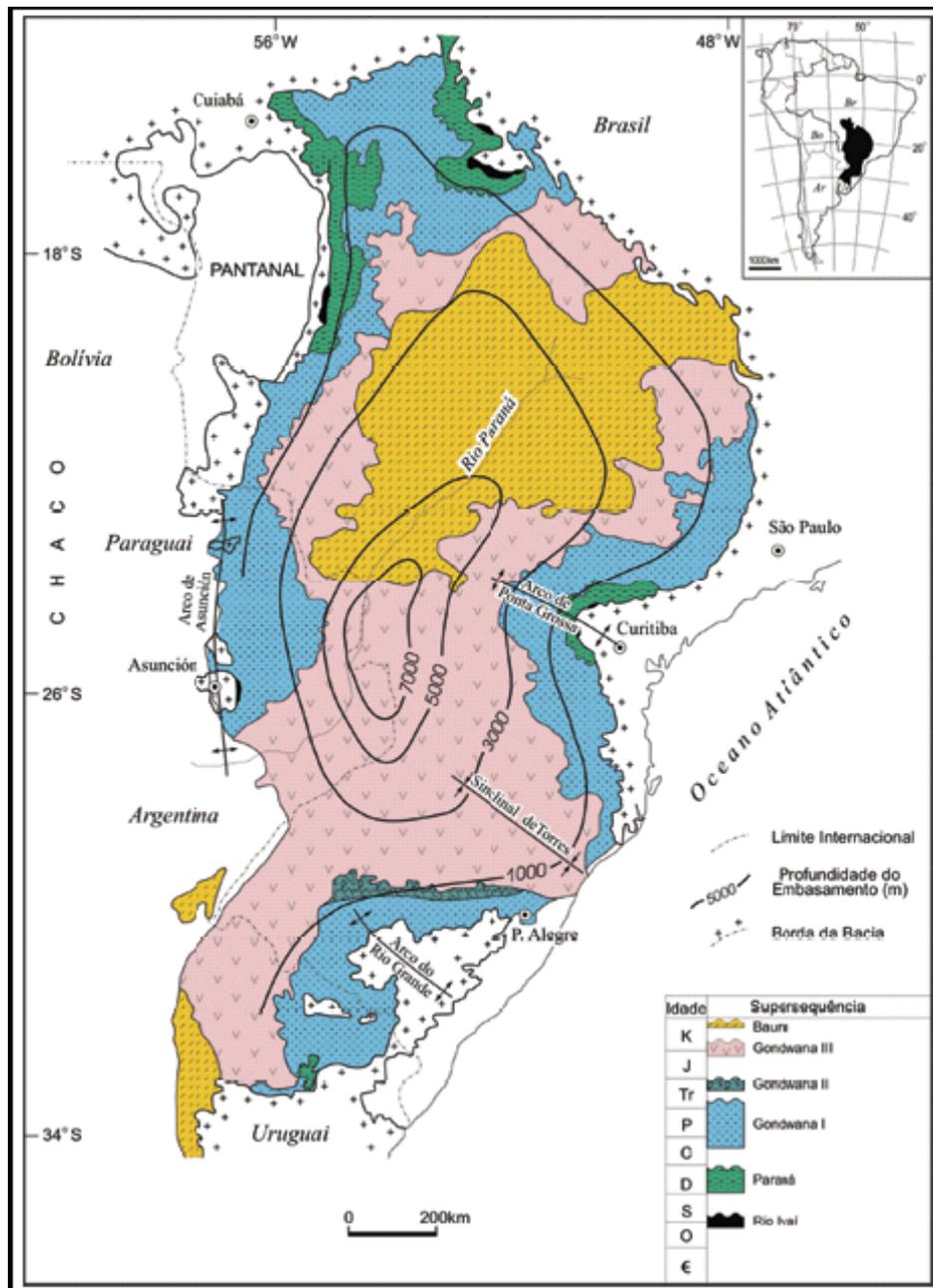


FIGURA 1 - Mapa da Bacia Sedimentar do Paraná: contorno estrutural (profundidade) do embasamento cristalino e principais estruturas anticlinais (arcos). FONTE: FRANCO *et al.*, 2008.

No final do ciclo Ordoviciano-Siluriano, houve um importante episódio regressivo que originou o topo do Grupo Rio Ivaí (MILANI *et al.*, 1998). Sobre este se assentou a sequência devoniana do Grupo Paraná na base da coluna estratigráfica da bacia, constituído pelas Formações Furnas e Ponta Grossa (MINEROPAR, 2006).

No momento da formação das amplas bacias intracratônicas, que se estendeu do Siluriano ao Permiano (CASSETI, 2006), havia duas grandes porções de terras, chamadas Laurásia (metade norte da Pangea) e Gondwana (metade sul) e as bacias marinhas eram unidas formando o grande oceano Panthalassa (BROWN e LOMOLINO, 2006).

Acredita-se que um dos eventos de transgressão marinha deve ter originado a formação Furnas, unidade que se observa na área de estudo e condiciona uma topografia de relevo suave (LANGE e PETRI, 1967; ASSINE, 1996). Existem inúmeras indicações de que o transporte e a deposição dos detritos ocorreram com a interferência de correntes relativamente fortes e em águas rasas, enquanto a Bacia sofria lenta subsidência (PINESE, 2002).

Três são as tendências estruturais de terreno observadas nessa Bacia Sedimentar, sendo possível observar as direções E-NE a E-W, proporcionadas pelo Ciclo Brasileiro/Pan-Africano (HASUI e SADOWSKI, 1976) e NW-SE, pela ativação do Arco de Ponta Grossa (Figura 1) (MELO, 2002; GUIMARÃES *et al.*, 2007).

Todas participam do controle da extensão das unidades do substrato rochoso, vindo impor marcante controle estrutural da drenagem e promovendo a determinação de feições de relevo (MELO *et al.*, 2003), fato que no segundo planalto do Paraná se observa pela suave inclinação para W, SW e NW (MAACK, 2002).

Durante a formação da Bacia não houve eventos de compressão capazes de produzir dobramentos intensos, encontrando-se as deformações de terreno associadas às falhas, que se tornaram vias de acesso de lava, predominantemente basálticas, evento correlato ao magmatismo da Serra Geral, gerando assim um enxame de diques de diabásio, intrusões básicas mesozóicas e soleiras (ALMEIDA, 1981; PETRI e FÚLFARO, 1988; MELO *et al.*, 2003; GUIMARÃES *et al.*, 2007).

A bacia hidrográfica do rio Tibagi, que se estende pelo primeiro, segundo e terceiro planaltos, é bastante heterogênea quanto aos aspectos geológicos. Em seu

domínio sul, área de estudo deste trabalho, aflora a sequência Devoniana denominada Grupo Paraná. Este grupamento caracteriza-se por uma sequência constituída de arenitos continentais e transgressivos (Formação Furnas), passando gradativamente a folhelhos marinhos (Formação Ponta Grossa) em sua porção superficial (LANGE e PETRI, 1967; ASSINE *et al.*, 1994; ASSINE, 1996; PINESE, 2002).

Conforme Bigarella *et al.* (1966) e Mineropar (2006), a Formação Furnas dispõe seus afloramentos ao longo do Arco de Ponta Grossa (Figura 1), apresentando uma estrutura arredondada, fazendo com que toda a paisagem apresente um direcionamento SW, W, NW e NNW.

O Arenito Furnas é um pacote sedimentar sub-horizontal datado do Devoniano Inferior, que pode ser subdividido em três associações faciológicas distintas verticalmente (ASSINE, 1996), sendo constituído por arenitos esbranquiçados de granulação grossa a média (MINEROPAR, 2001), feldspáticos e/ou caulíníticos, mal a moderadamente selecionados, intercalados com camadas e lentes de arenitos médios e finos, níveis de cascalheiras e conglomerados, além de níveis mais sílticos com bolsões, pelotas e até pequenas lentes de argila branca (ASSINE, 1996; SOUZA e SOUZA, 2002; MELO *et al.*, 2003).

Cabe salientar que para as condições verificadas em campo, mais que as características geológicas influenciando sobre as atuais condições de relevo, solos e vegetação, a sequência de eventos geológicos mostra-se de grande importância, pois favoreceu a atual condição geomorfológica, influenciando diretamente sobre características hidrológicas locais na gênese do Organossolo, conforme frisado por Brasil (1970), melhor descritas nos itens subsequentes.

2.2 GEOMORFOLOGIA

No estado do Paraná, especificamente na área de abrangência da Bacia Sedimentar do Paraná, verificam-se duas *cuestas* (escarpas), feições geomorfológicas que impõem limites entre os três planaltos paranaenses.

Esta feição geomorfológica caracteriza-se por uma forma de relevo dissimétrico, com uma superfície de declive abrupto, inclinando-se para uma região baixa, enquanto que a outra face mergulha suavemente no sentido oposto da primeira (SUGUIO, 1998). A porção côncava, de declive acentuado, é composta pela cornija e *talus*, enquanto a outra é denominada “reverso de *cuesta*”, possuindo a forma de planalto (CAILLEUX e TRICART, 1958).

A primeira e segunda *cuestas* no estado do Paraná são comumente denominadas Escarpa Devoniana (SOUZA e SOUZA, 2002) e Serra Geral (MAACK, 2002), respectivamente.

A Serra Geral (2ª *cuesta*) é formada basicamente pelos arenitos São Bento inferior ou Botucatu, com lençóis de rochas eruptivas básicas com espessura média de 450-600 m sobre eles (MAACK, 2001).

A primeira *cuesta* aflora na borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná, nos estados de São Paulo e Paraná (Figura 1). Sua origem e desenvolvimento estão associados a processos geodinâmicos que afetaram toda a região sul-sudeste do Brasil, iniciando com a ruptura do Gondwana (180-170 Ma.) (SOUZA e SOUZA, 2002).

O segundo planalto paranaense, delimitado pela 1ª e 2ª *cuesta*, caracteriza-se por apresentar baixa dissecação, com classe de declividade predominante menor que 6% em uma área de 43.956 km², com variação altitudinal de 350 a 1.200 m s.n.m., apresentando, predominante, formas de topos aplainados, vertentes convexas e vales em “V” (SANTOS, L.J.C. *et al.*, 2006).

Seu relevo aplainado, seguidos de degraus, têm sua gênese associada a ajustamentos isostáticos, que são compensações de massas rochosas geradas por diferenças de densidade entre a crosta externa e interna (CASSETI, 2006). Esta condição faz com que os relevos mais elevados mantenham-se em porção superior, porém mais aplainados em função dos processos erosivos, e as porções inferiores do relevo venham sofrer dissecação com o decorrer do tempo.

Na porção leste do segundo planalto paranaense se inserem os Campos Gerais, denominação atribuída à localidade com campos naturais (Estepes Gramíneo-Lenhosas) entremeados com florestas (MELO *et al.*, 2007b). Sua constituição geomorfológica é caracterizada por macro e micro feições da paisagem

compostas em sedimentos paleozóicos, sendo as primeiras caracterizadas por *canyons*, relevo de *cuesta*, morros testemunhos (STIPP, 2002), relevos tabulares e de plataforma estrutural mais dissecada; enquanto as segundas são derivadas de processos erosivos atuantes, sobretudo em arenitos (MELO *et al.*, 2007a).

Dentre as fisionomias observadas, pode-se citar a macrofeição de relevo abaciado, formada pela coalescência de fraturas (PETRI e FÚLFARO, 1988), condição que justifica a gênese e a dinâmica do ambiente de nascentes na área de estudo. Nestas, o fluxo hídrico é condicionado para o seu interior, o que favorece o acúmulo de fluidos, criando uma condição propícia à estagnação de matéria orgânica em função do ambiente anóxico e ácido ali formado, vindo favorecer a gênese dos Organossolos e demais solos com teores significativos de carbono em sua constituição, como Cambissolos Húmicos e Gleissolos Melânicos.

2.3 HIDROGRAFIA

2.3.1 Âmbito global

Os ambientes alagados caracterizam-se pelo excedente hídrico entre a água precipitada e a evapotranspirada. Também são denominados aquíferos livres, havendo correspondência entre o nível do reservatório e a altura da superfície freática (COLERIDE, 2006). São de grande importância na formação dos rios (efluentes), pois, em associação à água oriunda de escoamento superficial (REBOUÇAS, 2006a), contribuem continuamente com a água do subsolo (CHRISTOFOLETTI, 1980).

As nascentes são afloramentos de lençóis subterrâneos na superfície do solo (COLERIDE, 2006; REBOUÇAS, 2006b), que representam o início do canal fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Dessa forma, ressalta-se a importância da conservação desses ambientes, por influir na manutenção das funcionalidades ambientais de toda a Bacia, exigindo para tanto, o manejo coerente dos sistemas que as circundam.

O abastecimento do lençol deve ser priorizado, promovendo a manutenção das nascentes em sua plenitude (VALENTE e GOMES, 2005), uma vez que é o aumento desordenado da demanda e do processo de degradação da qualidade da água as principais causas de sua escassez (REBOUÇAS, 2006a).

2.3.2 Bacia do rio Tibagi

No estado do Paraná, existem três planaltos escalonados, com caimento para oeste-noroeste, que influenciam na orientação da drenagem fluvial. Esses pisos altitudinais são de grande importância para o Estado, por neles se inserirem inúmeras nascentes de rios, como as do Tibagi na 1ª *cuesta* e do Piquiri na 2ª *cuesta*, dentre tantos outros de menor volume hidrológico, porém não menos importantes em função de suas funcionalidades diversas.

A bacia hidrográfica do rio Tibagi, a quarta maior do estado, está posicionada na porção leste do Paraná. No sentido norte-sul abrange uma área de drenagem de aproximadamente 24.712 km² (FRANÇA, 2002), que se estende desde o primeiro ao terceiro planalto.

Este rio é o segundo em maior extensão do Estado, percorrendo aproximadamente 550 km a partir de suas nascentes, na região de Ponta Grossa-PR (1.100 m s.n.m.), até a sua foz no rio Paranapanema (298 m s.n.m.), divisa dos estados de São Paulo e do Paraná (MAACK, 2002; PINESE, 2002; STIPP, 2002).

Na porção da bacia denominada altíssimo Tibagi, predominam cotas de 1.000 a 1.050 m (MARTINS, 2008), podendo chegar a 1.200 m de altitude (EMBRAPA, 1984a), vindo condicionar características climáticas, geomorfológicas e hidrológicas peculiares, tais como ocorrência frequente de neblina e baixas temperaturas, condicionando o estabelecimento de ambientes úmidos. Nela se inserem as nascentes do rio Tibagi, em posição de reverso de *cuesta*, que, conforme Melo *et al.* (2007a), acompanham o caimento regional das camadas geológicas em direção ao centro da Bacia Sedimentar do Paraná, com marcante influência de estruturas rúpteis e diques do Arco de Ponta Grossa.

No percurso transcorrido até desaguar no rio Paranapanema, o rio Tibagi influi no modelamento do primeiro e do segundo planalto em função do seu caráter antecedente/consequente, apresentando, no decorrer de sua extensão padrão de leito misto, encaixados e livres, o que, associado à geologia diversa que percorre, condiciona a gênese de solos com grande expressão da fração areia, havendo variação do regime hídrico desde o hidromórfico ao não-hidromórfico (CURCIO *et al.*, 2007).

Os impactos antrópicos sobre o ambiente fluvial são perceptíveis principalmente à montante (Alto Tibagi), oriundos de resíduos industriais, havendo incremento de níveis de amônia e a diminuição do oxigênio dissolvido, em especial nas proximidades da cidade de Ponta Grossa, o que influi sobre a qualidade da água, conforme constatado por Zimmermann *et al.* (2008).

2.4 SOLOS

O rio Tibagi, percorre distintas condições geológicas e climáticas, o que resulta em igual diversidade de ambientes na área de sua abrangência (STIPP, 2002). Nos Campos Gerais predominam solos de textura média e argilosa, onde se sobressaem Latossolos, Cambissolos, Neossolos, Argissolos e Gleissolos (SÁ, 2007), havendo também Organossolos e Nitossolos. A diversidade pedológica influi diretamente sobre a vegetação natural neles estabelecida e sob padrões de ocupação da Bacia que tem por finalidade a produção.

Os Organossolos da bacia do rio Tibagi, tem na geomorfologia um dos principais fatores na condução de sua gênese, estando comumente presente em superfícies planas, em cotas de relevo mais baixas, originalmente abaciadas, e nas pequenas depressões sedimentares próximas aos cursos d'água (EMBRAPA, 1984b). Em ambientes de *cuesta*, estão presentes sob estas mesmas condições, assim como em relevo ondulado e suave-ondulado nas vertentes côncavas convergentes, ou na base das vertentes em geral, onde estão associados à surgência hídrica (SÁ, 2007).

Em específico aos solos presentes nas nascentes do rio Tibagi (Altíssimo rio Tibagi) é descrita por Embrapa (1984a) como a associação Ca 39, simbologia que

indica a presença de solos orgânicos álicos (Organossolo Háplico, de acordo com a atual classificação de solos do Brasil, presente em Santos, H.G. *et al.* (2006)) fase campo subtropical acompanhado de Cambissolo Álico Tb textura média (Cambissolo Háplico) e solos Litólicos álicos textura arenosa (Neossolo Litólico), ambos A proeminente, fase campos subtropicais, relevo suave ondulado de vertentes curtas e substrato arenito.

A ordem dos Organossolos (SANTOS, H.G. *et al.*, 2006), também denominada *Histosols* (SOIL SURVEY STAFF, 2006), compreende solos situados em ambientes sujeitos a alta hidromorfia (BIRKELAND, 1999), usualmente muito ácidos, com alta capacidade de troca de cátions e baixa saturação por bases, com esporádica ocorrência de saturação média ou alta (SANTOS, H.G. *et al.*, 2006; VALLADARES *et al.*, 2008), alta saturação de alumínio trocável (caráter alumínico), além de uma série de outras características ou propriedades, todas relacionadas à má drenagem, uma vez que sua gênese está vinculada a condições de permanente encharcamento (EMBRAPA, 1984b).

Os Organossolos, apesar de encontrados em diferentes pisos altitudinais e condições geomorfológicas, desde as planícies litorâneas (RACHWAL e CURCIO, 2001; PRADA-GAMERO *et al.*, 2004) aos ambientes de altitudes com elevada pluviosidade como serras (SANTOS, H.G. *et al.*, 2006; SÁ, 2007) e áreas alagadas de depressões de relevo (BURINGH, 1970), ocupam uma extensão do território nacional bastante reduzida, de aproximadamente 1 % (VALLADARES *et al.*, 2008). Especificamente no Paraná, essa classe se estende por 766 km² (0,38 % do estado), conforme levantamento realizado pela EMBRAPA (1984a).

Devido à permanência do lençol freático próximo da superfície durante a maior parte do ano, as condições anaeróbicas restringem os processos de mineralização da matéria orgânica e limitam o desenvolvimento pedogenético, conduzindo ao acúmulo expressivo desses compostos complexos, ricos em carbono (SANTOS, H.G. *et al.*, 2006; SÁ, 2007), tendo como principal componente na sua gênese diferentes espécies vegetais tais como *Sphagnum* spp. e herbáceas associadas (RIZZINI, 1997; FRANCEZ, 2000; SOIL SURVEY STAFF, 2006).

A capacidade de decomposição do material vegetal sofre influência da composição de seus tecidos (EMBRAPA, 1984b), da oferta de nutrientes, da

temperatura do solo e da altura do lençol freático. Sendo possível classificar o grau de decomposição das fibras de acordo com o 3º nível categórico (grande grupo) de classificação de solos (SANTOS, H.G. *et al.*, 2006), em: fíbricos, hêmicos e sápricos, que correspondem respectivamente, a pouco decomposto, grau intermediário de decomposição e bem decomposto, com fibras vegetais pouco reconhecíveis.

Para a gênese dos Organossolos, a taxa de produção e de acúmulo de matéria orgânica precisa ser superior à sua decomposição, sendo tal condição promovida por alta produção primária ou reduzidas taxas de decomposição em condição de clima frio, ausência de O₂ (ambiente anaeróbio), ou de solução ácida do solo.

O processo de saturação hídrica dos solos promove alterações eletroquímicas importantes, dentre elas a diminuição do potencial de oxi-redução ou *redox*, condicionando o aumento do pH em solos ácidos e seu decréscimo naqueles alcalinos, aumento de condutividade elétrica e de reações de troca iônica, características que influem no desenvolvimento das plantas através da disponibilização e toxidez de nutrientes (CAMARGO *et al.*, 1999).

Mesmo que saturado no decorrer de todo o ano, haverá gradientes verticais no solo quanto ao teor de oxigênio e demais gases, potencial de oxi-redução e de temperatura, fato que se deve ao maior teor de material não decomposto próximo da superfície e à presença de oxigênio, enquanto outros estados de decomposição podem ser verificados em profundidade em meio anaeróbio (CLYMO, 1983; SIKORA e KEENEY, 1983; FREIRE, 2006).

Conforme Reichardt e Timm (2004), a temperatura do solo é determinada pela composição mineralógica do solo, sua densidade e umidade, cor da superfície do solo, estrutura e conteúdo de matéria orgânica, entre outros fatores. Pode vir a afetar a germinação das sementes, o desenvolvimento das raízes e das plantas, a atividade dos microorganismos, a difusão dos solutos e dos gases, e as reações químicas, entre outros processos.

A fonte de acidez dos Organossolos deve-se aos ácidos húmicos e fúlvicos, ácidos orgânicos ou ao acúmulo de ácido sulfúrico provenientes da matéria orgânica em decomposição. As espécies de *Sphagnum* possuem participação na redução do pH do solo pelo processo de troca catiônica dos polímeros de ácidos poliurônicos

existentes nas suas paredes celulares, havendo liberação de íons H^+ (CLYMO, 1984).

A interferência antrópica sobre os Organossolos, pela drenagem ou deposição de resíduos, influi sobre sua temperatura, características hidrológicas, nutricionais e químicas, o que pode resultar na alteração das formas iônicas dos nutrientes, na composição microbiana do solo e da comunidade vegetacional, (SIKORA e KEENEY, 1983). Pode haver comprometimento do equilíbrio local do ciclo do carbono e do nitrogênio, com a produção de gases do efeito estufa como o dióxido de carbono (CO_2) e o metano (CH_4), por microorganismos do solo e mesmo por processos de respiração das raízes das plantas (FURUKAWA *et al.*, 2005; LUO e ZHOU, 2006).

Conforme Buringh (1970), nos trópicos, estes solos comumente não são destinados à agricultura devido à alta hidromorfia, sua distribuição restrita, rápida oxidação quando drenados e pela baixa fertilidade, o que acarreta sua diminuta aeração, impede o uso de máquinas e implementos agrícolas (EMBRAPA, 1984b). Se submetidos à drenagem, devido à entrada de oxigênio, podem apresentar depleção do carbono orgânico do solo, podendo ultrapassar a taxa de 75% sob condições tropicais (LAL, 2004), associada à diminuição no teor de fibras por sua mineralização e a formação de compostos orgânicos de natureza coloidal, resultando na maior agregação de partículas (VALLADARES *et al.*, 2008).

Apesar de todos estes aspectos negativos, resultantes da drenagem de Organossolos, inúmeras práticas de manejo podem ser verificadas associadas, como a prática de roçada, pastejo, queimadas, correção e adubação do solo, havendo divergência entre autores quanto ao seu destino para a produção ou somente conservação. Enquanto alguns indicam o uso de práticas de manejo, como a drenagem para emprego da rizicultura e cultivo de hortaliças, caso não haja possibilidade de sua conservação (EMBRAPA, 1984b; PEREIRA *et al.*, 2005), outros afirmam que o impacto promovido pela drenagem dos solos e outras formas de manejo podem causar enormes danos, como a liberação para a atmosfera de quantidades expressivas de carbono (FRANCEZ, 2000), além do risco de queimadas quando já está seco (JACOMINE, 2000).

Especificamente com relação às queimadas, segundo Jacques (2003), o argumento do emprego benéfico das queimadas para a renovação dos campos naturais não possui amparo científico, apresentando desvantagens quanto à exposição demasiada do solo, diminuição da sua capacidade de retenção hídrica, alteração nas características químicas e ciclagem de nutrientes, concomitantemente à redução do potencial produtivo da vegetação nativa.

Além do impacto direto sobre os Organossolos, outras atividades podem afetá-los de forma indireta, com consequências bastante severas, como o manejo inadequado de áreas adjacentes, resultando no carreamento de sedimentos e por fim o soterramento dos Organossolos. Espessas camadas de sedimentos minerais quando acumuladas sobre o material orgânico, promovem a diminuição de sua capacidade de depuração da água, que ali transita de forma difusa antes de atingir a porção acanalada dos rios (SÁ, 2007), devido à diminuição de cargas.

2.4.1 Impactos antrópicos sobre os Campos Gerais

A região dos Campos Gerais há muito tempo vem sendo impactada, seja pelos caminhos usados por tropeiros e muares, inclusive ações datadas do período pré-cabralino (CABEZA DE VACA, 1987; WACHOWICZ, 2001; ROCHA e WEIRICH NETO, 2007), seja pela agricultura ou tradicional criação extensiva de gado para a produção de carne e leite, e suas consequentes práticas de manejo (SAINT-HILAIRE, 1978).

Bodziak e Maack (1964) já na metade do século passado registraram a presença de espécies exóticas nos campos de planícies como *Aristida pallens*, *Melinis minutiflora*, *Leersia virginica*, *Paspalum cordatum*, *Danthonia dusenii*, *Saccharum cayennense* e *Paspalum multiflorum*.

A partir da década de 1950, verificaram-se alterações no sistema produtivo com a introdução de pastagens de melhor qualidade e implantação de culturas anuais, ocasião em que ocorreu a substituição da vegetação nativa por espécies provenientes principalmente da Europa (PALLARÉS *et al.*, 2005), agravando, dessa forma, os problemas associados à erosão hídrica dos solos.

Com a implementação de tais atividades, sem práticas adequadas de manejo, o impacto foi intensificado devido às características geológicas da região, que originam solos predominantemente com baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e pequena saturação por bases. Como agravante, houve a exportação de nutrientes via colheita, erosão e intensa degradação estrutural do solo, que resultou em progressiva diminuição do rendimento das culturas (SÁ *et al.*, 2008).

Em meados da década de 1970, com a adoção do sistema de plantio direto (SPD), que preconiza o não revolvimento do solo associado à rotação de culturas e elevado incremento de palha na superfície do solo, houve a redução da ocorrência de erosão, viabilizando a agricultura nos Campos Gerais (SÁ *et al.*, 2008). Tal realidade, associada à produção agrícola subsidiada, incentivada pela insuficiência de soja no mercado mundial (ROCHA e WEIRICH NETO, 2007), criou precedentes para a expansão da agricultura em áreas de extrema fragilidade ambiental e a abstenção do uso de terraços, comumente empregados para o controle das enxurradas.

É alarmante o estado de conservação dos campos sulinos, o que ressalta a necessidade de conhecê-los efetivamente para que venham ser propostas técnicas de conservação e de recuperação dessas áreas.

2.5 VEGETAÇÃO ESTÉPICA

Na região Sul do Brasil se concentram as maiores extensões de campos do país, havendo diferentes denominações para a mesma formação, podendo-se citar os campos naturais (VELOSO, 1962; CASTELA e BRITTEZ, 2004), campos meridionais (KLEIN, 1984), campos sulinos (OVERBECK, 2007), Estepes Gramíneo-Lenhosas (VELOSO, 1991, IBGE, 1992; RODERJAN, 2002).

Os campos são uma formação predominantemente herbácea dominada por gramíneas (VELOSO, 1962), presentes em regiões com médias de temperatura mais baixas (BRITTEZ, 2007), o que em parte deles é regida por elevada altimetria (IBGE, 1992). Sua diversidade é condicionada pela topografia, profundidade do solo e pela condição de drenagem local (IMAGUIRE, 1979/1980a; b).

Nos estados do Paraná, Santa Catarina e em parte do Rio Grande do Sul, os campos estão associados à Floresta Ombrófila Mista, sobretudo nos terrenos suavemente ondulados do planalto (KLEIN, 1984). São constituídos principalmente por espécies de gramíneas associadas a subarbustos perenes, havendo o predomínio de Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Fabaceae, Eriocaulaceae, Apiaceae e Rubiaceae, segundo estudos de Klein (1984), Boldrini e Miotto (1987), Boldrini *et al.* (1998), Overbeck *et al.* (2006), Kozera (2008), dentre tantos outros. Nestes trabalhos, as famílias são listadas com diferentes riquezas, conforme as condições abióticas às quais estão submetidas, assim como a intensidade de impacto verificada nas áreas.

Muitos são os estudos que caracterizaram a florística e a estrutura dos campos sulinos, entretanto, poucos se focaram no entendimento da composição de espécies frente aos condicionantes abióticos. Estes que o fizeram, observaram a distribuição de espécies quanto às variações geológicas, geomorfológicas, pedológicas (BUSELATO e BUENO, 1981; PILLAR *et al.*, 1992; BOLDRINI, 1993; BOLDRINI, 1997; SILVA, 2002; FOCHT e PILLAR, 2003; GIRARDI-DEIRO *et al.* (1992); PALLARÉS *et al.*, 2005; KOZERA, 2008; KOZERA *et al.*, 2009), intensidade de exposição lumínica e variações entre classes altitudinais (BOLDRINI *et al.*, 1998).

Por influência dos fatores abióticos acima citados, especialmente quanto ao regime hídrico dos solos, podem ser distinguidas diferentes fisionomias campestres, compostas por vegetação hidrófila (vegetação que apresenta desenvolvimento normal em ambientes saturados por água, sobre solos hidromórficos²), higrófilas (vegetação que ocorre em ambientes sobre condições intermediárias de umidade, sobre solos semi-hidromórficos³) e mesófilas (vegetação que ocorre em ambientes bem drenados, em solos não-hidromórficos⁴), conforme definições propostas por Curcio (2006).

Quanto aos campos hidromórficos, objeto de estudo dessa dissertação, inúmeras são as denominações adotadas na literatura para os campos com alta

² Classes de solos imperfeitamente drenados, mal drenados e muito mal drenados, podendo-se citar Neossolo (Flúvico), Organossolo, Gleissolo, Plintossolo (CURCIO, 2006).

³ Solos cuja gênese está relacionada à presença de caráter gleico, eventualmente podendo ser identificado o regime hídrico de saturação plena do solo, porém em curtos períodos do ano (CURCIO, 2006).

⁴ Solos com sua gênese relacionada a não saturação hídrica (CURCIO, 2006).

saturação hídrica, podendo-se citar: brejo, campo turfoso, campo úmido, algumas vezes várzea e até mesmo banhado. Tratam-se de fitofisionomias distintas, entretanto, nem sempre de fácil entendimento para interessados no assunto que desconhecem a área amostrada. Se houvesse a descrição pormenorizada de características abióticas influentes na área, esses resultados poderiam ser utilizados em trabalhos posteriores, se verificada uma condição similar, permitindo a comparação dos dados e sua discussão em âmbito regional ou global.

Outra problemática são os equívocos quanto à classificação de áreas úmidas, visto que se observa a carência de estudos que caracterizem a condição geopedológica da área em que se insere a fitofisionomia avaliada, sendo por vezes agrupadas formações fitogeográficas distintas, como os campos hidromórficos (Estepe Gramíneo-Lenhosa úmida) e as várzeas (Formações Pioneiras de Influência Fluvial). Estas últimas se distinguem das Estepes, uma vez que recebem um aporte sedimentar e nutricional constante devido às cheias do rio, além de demais características que lhe conferem a instabilidade ambiental natural que lhe é peculiar.

Os solos sobre os quais ambas as formações se desenvolveram são hidromórficos, vindo sobre eles se estabelecer espécies hidrófilas (CURCIO, 2006).

Estas espécies encontram-se submetidas a condições bastante restritivas: anoxia, baixas temperaturas, baixa disponibilidade de nutrientes e alta acidez do solo (BREEMEN, 1995). Por mais que existam trabalhos que constatem a distribuição de determinadas espécies em ambientes com boa ou má drenagem (LINDMAN, 1906; RIZZINI, 1997; SILVA, 2002; CARMO, 2006; CERVI *et al.*, 2007), poucos quantificaram a saturação hídrica do solo pela instalação de poços hídricos, como Diás *et al.* (2008) e Kozera (2008), e/ou realizaram uma avaliação físico-hídrica (BOLDRINI, 1993).

Os campos hidromórficos sobre Organossolo, em que se verifica a associação de *Sphagnum* spp. e outras briófitas à espécies predominantemente herbáceas, são também denominados na literatura como campos turfosos e pântanos turfosos (RAMBO, 1951).

Sob essas condições, pôde-se observar somente um trabalho (SILVA, 2002) em área de Estepe Gramíneo Lenhosa sobre Organossolo, havendo associação entre *Sphagnum* spp. e vegetação herbácea. O trabalho foi realizado no município

de São José dos Ausentes – RS, a uma altitude de 1300 m, onde foi efetuada uma avaliação fitossociológica, assim como análises pedológicas e geomorfológicas.

Dentre os trabalhos realizados, que abrangeram condições pedológicas semelhantes a este estudo apresentado, com indicativos de similaridade florística, pode-se citar os trabalhos de Costa (2003) e Kozera *et al.* (2009), que tratam de Formações Pioneiras de Influência Fluvial, realizados, respectivamente, na planície costeira do Rio Grande do Sul e no segundo planalto do estado do Paraná.

Além destes condicionantes abióticos, influi sobre a distribuição das espécies a temperatura, que é regida principalmente pela latitude e altitude, não só limitando a distribuição geográfica das espécies como também promovendo alteração sazonal na sua produção, havendo o predomínio de espécies C₄, que crescem na estação quente, associadas a espécies C₃, que apresentam seu ciclo de vida durante o inverno (PALLARÉS *et al.*, 2005).

Para a interpretação das condições abióticas relacionadas à vegetação, ou mesmo da influência de práticas de manejo sobre ela, comumente faz-se uso de classificações que relevam características morfológicas das espécies para interpretação do meio, sendo a mais difundida a de Raunkiaer (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974; IBGE, 1992) que propôs as seguintes denominações baseadas na posição das gemas que originarão as porções vegetativas e/ou reprodutivas, a saber: fanerófitos, caméfitos, hemicriptófitos, criptófitos, e terófitos.

Além disso, verificam-se trabalhos que fazem uso da análise de biomassa vegetal e objetivam a caracterização do ambiente campestre no que se refere à fixação de carbono e energia na biomassa vegetal (OLIVEIRA *et al.*, 2009), regidas pelas condições ambientais vigentes, bem como pela influência de práticas de manejo como a queima (CARDOSO *et al.*, 2000a; CARDOSO *et al.*, 2000b).

Pelo número reduzido de trabalhos realizados em áreas de campos, ainda é insuficiente o conhecimento no que concernem as características bióticas e abióticas desses ambientes especialmente sobre Organossolos. Com esse trabalho, pretende-se levantar informações sobre as características bióticas e abióticas que possam justificar a importância funcional desses ambientes, bem como a distribuição vegetacional relacionada aos impactos antrópicos promovidos sobre os campos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

3.1.1 Área de estudo

A área situa-se no reverso da primeira *cuesta* (Escarpa Devoniana), inserida na região denominada Campos Gerais, sendo limítrofe aos municípios de Palmeira e Ponta Grossa – PR (Figura 2), distante de Curitiba aproximadamente 80 km, 10 km distante da BR 376 em trecho de estrada de terra. Situa-se nas nascentes do rio Tibagi (25° 16` 25” S e 49° 49` 29” W), sobre a Formação Furnas, em altitude de 1.096 m s.n.m., com área aproximada de 6.555 m² ou 0,65 ha (115 x 57 m).

Quanto aos constituintes da *cuesta* (feição geomorfológica local), a cornija é composta pelo arenito Furnas, enquanto no *talus* verificam-se “cones suspensos”, constituídos por blocos de arenito oriundos do material que compõe a cornija.

Nos Campos Gerais, região de elevada altimetria, observa-se o predomínio de campos naturais entremeados por florestas (Floresta Ombrófila Mista) (IBGE, 1992), estando as últimas presentes em ambientes de melhor drenagem e na margem dos rios, conforme observado por Dias *et al.* (1998) e Moro *et al.* (2001). Atualmente, as formações florestais mostram-se fragmentadas (ALMEIDA, 2008) e uma grande extensão de áreas descobertas, que originalmente eram de campos naturais, atualmente se destinam à agropecuária.

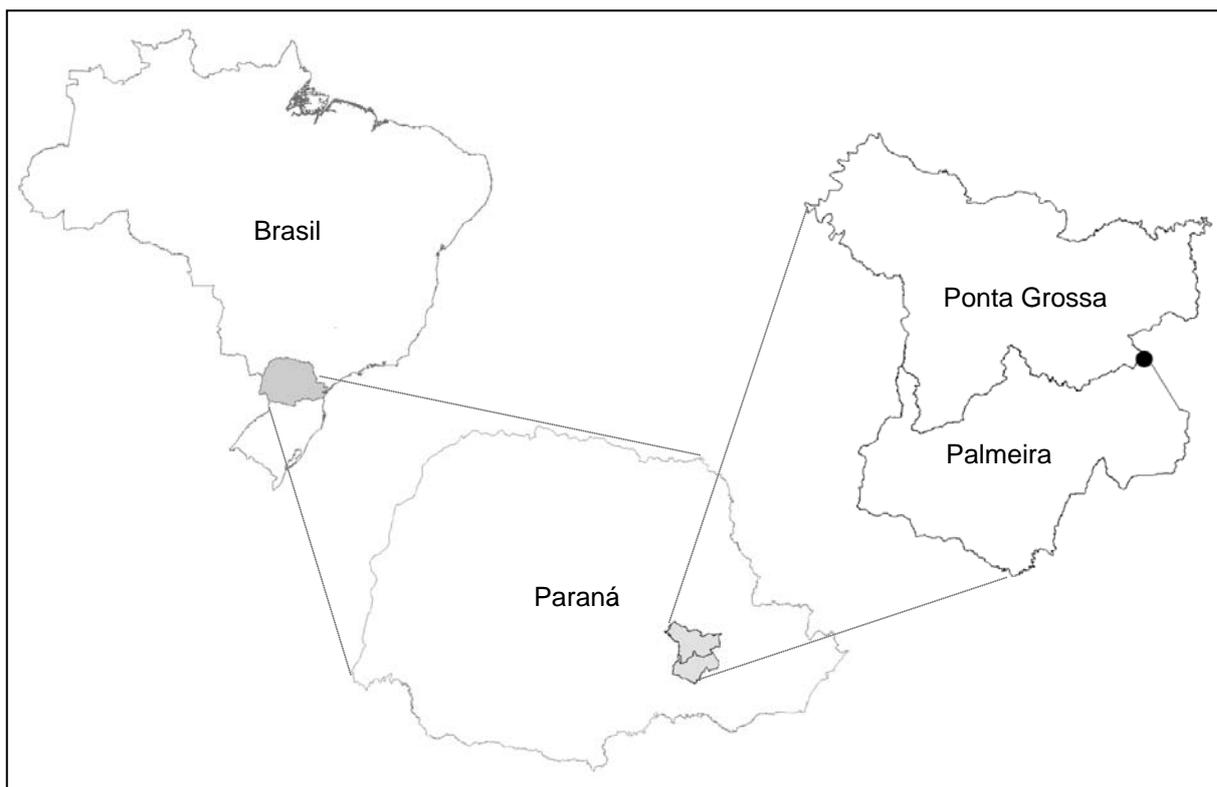


FIGURA 2 - Localização da área de estudo, dos municípios de Ponta Grossa e Palmeira no estado do Paraná e deste no Brasil.

Palmeira e Ponta Grossa localizam-se no segundo planalto paranaense, possuindo aproximadamente 1.457 e 2.025 km² respectivamente (IPARDES, 2009), limítrofes a Campo Largo, Porto Amazonas, Carambeí, Castro, Ipiranga, São João do Triunfo, Teixeira Soares, Lapa e Tibagi.

Os experimentos foram conduzidos em propriedade particular, onde ocorrem solos hidromórficos orgânicos e minerais, em função de sua condição geomorfológica, podendo-se citar Organossolo Háplico, Gleissolo Melânico e Cambissolo Húmico. O presente estudo se restringiu à área de ocorrência de Organossolo Háplico.

A escolha da área de estudo foi devida à presença de diferentes níveis de degradação em razão da presença de uma expressiva voçoroca, com dimensões aproximadas de 2 m de largura, 1,5 m de profundidade e 120 m de extensão, em sua totalidade. O citado voçorocamento acarretou variação na fitofisionomia e nas características pedológicas na pequena extensão de território avaliada. Além do mais, trata-se de uma forma de impacto recorrente na região, situação que

seguramente influi sobre a regularização hidrológica regional, na imobilização de carbono, na riqueza da flora e da fauna, entre outros.

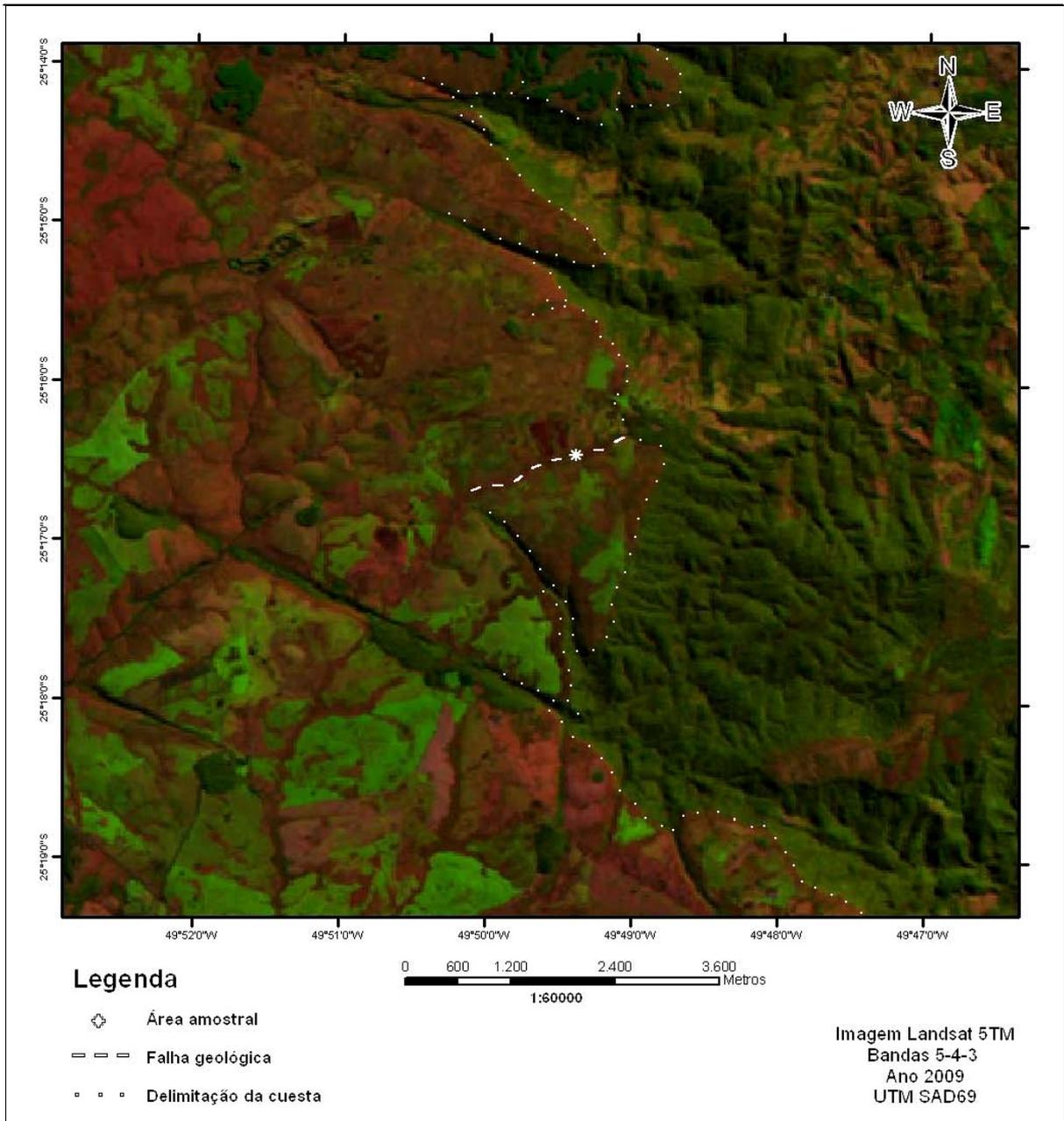


FIGURA 3 - Imagem da área de estudo, municípios de Ponta Grossa e Palmeira-PR.

A voçoroca se formou sobre um falhamento NE-SW condicionado pelo Ciclo Brasileiro/Pan-Africano, o que pode ser observado na figura 3. Deve-se entretanto ressaltar que a falha destacada na imagem é somente uma das inúmeras facilmente observadas na figura.

A área estudada foi queimada com frequência anual ou bianual, sendo esta prática secular. Atualmente é utilizada para o pastejo de bovinos, cavalos e ovelhas.

3.1.2 Caracterização climática

De acordo com a classificação climática de Köppen, a área se insere em Cfb, subtropical, úmido, mesotérmico, com médias anuais de temperaturas variando de 20 a 22 °C (CRUZ, 2003), e média pluviométrica de 1.550 mm (STIPP *et al.*, 2000).

Em virtude das características de seu clima subtropical a região apresenta sensível oscilação térmica durante o ano, sendo possível a distinção de duas estações bem definidas: um inverno com ocorrência de geadas e um verão moderadamente quente (KLEIN, 1984).

As distribuições das precipitações caracterizam-se por não apresentar estação seca, havendo uma precipitação anual bastante uniforme (KLEIN, 1984).

3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

3.2.1 Compartimentação da área de estudo

Procurou-se estipular uma área mínima de estudo considerando o entorno da voçoroca, a qual pudesse ser representativa sob o ponto de vista vegetacional, pedológico e hidrológico, e que pudesse permitir uma abordagem interativa entre esses aspectos. Nesse sentido, ao longo de aproximadamente 60 m de voçoroca, considerando ambas as margens dessa, foi delimitada uma área no seu entorno de aproximadamente 6.600 m² para a realização dos estudos.

A área de estudo foi subdividida em coerência aos efeitos fisionômicos causados pela voçoroca. Nesse sentido, variações da cobertura vegetal, como a altura e o predomínio de algumas espécies de plantas, identificadas na composição da flora ou mesmo a ausência desta cobertura em associação a mudanças das características dos solos (subsidência, dessecação e divorciamento de margem), foram fatores determinantes para a subdivisão da planície em zonas.

Em razão de forte dessecação houve o rebaixamento do lençol freático ao longo de toda a voçoroca, pelo seu comportamento similar a um dreno artificial ou a linha de talvegue de um rio, provocando sérias mudanças nas características ambientais. Em consonância ao tipo/magnitude desses efeitos, em ambas as margens da voçoroca, houve a nomeação dos compartimentos, conforme segue:

- zona profundamente alterada (zona 1) – localizada imediatamente ao lado da voçoroca (aproximadamente 5 m da voçoroca);
- zona muito alterada (zona 2) - localizada imediatamente ao lado da zona profundamente alterada (aproximadamente 15 a 25 m da voçoroca);
- zona pouco alterada (zona 3) - localizada imediatamente ao lado da zona muito alterada (aproximadamente 35 a 45 m da voçoroca).

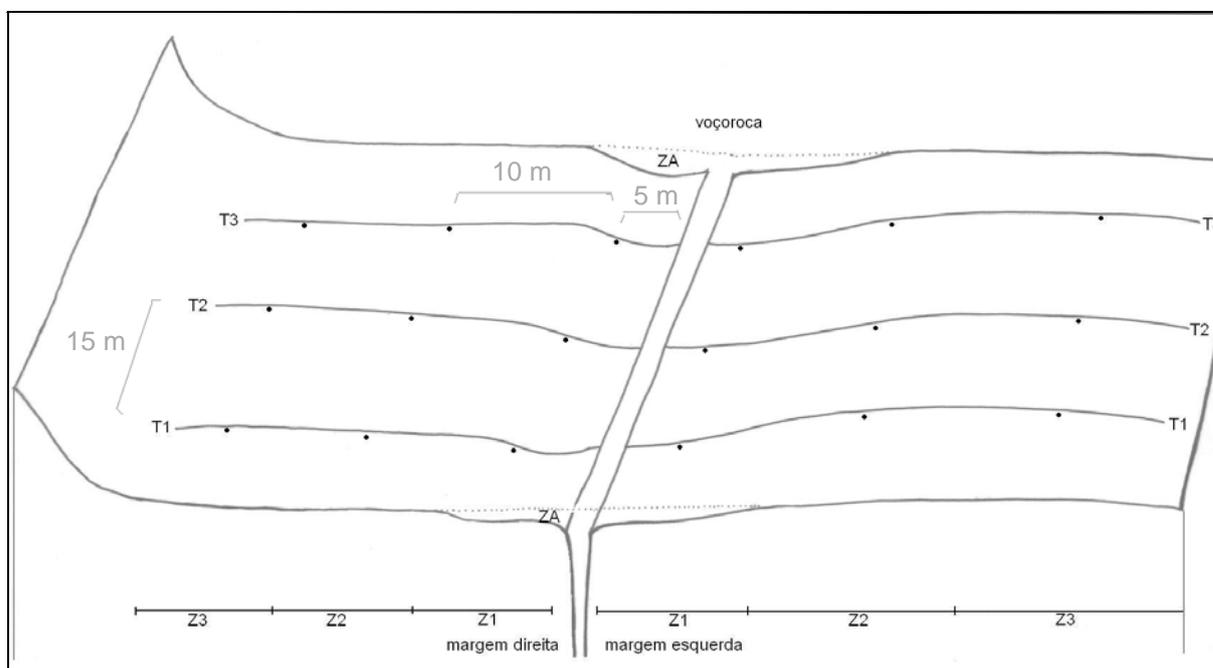


FIGURA 4 - Croqui da área de estudo com a delimitação dos pontos amostrais.
 NOTA: Z1- zona 1; Z2- zona 2; Z3- zona 3; T1- transecção 1; T2- transecção 2; T3- transecção 3; ZA- zona de abatimento; linha pontilhada representa a superfície original, anterior ao processo de subsidência.

Dessa forma, na área de estudo foram previamente delimitadas três zonas em cada uma das margens da voçoroca, que se distinguem, basicamente, pela área de solo exposto e pela fisionomia da vegetação (Figura 4) (Apêndice 25). A primeira (zonas D1, à direita e E1, à esquerda da voçoroca), de maior proximidade à

voçoroca, é distinta das demais pelo forte nível de dessecação superficial do solo, além da presença de espécies não naturais desse ambiente hidrófilo. Nessa zona, verifica-se grande mortalidade de espécies originais e consequente exposição do solo.

Esta zona sofreu processo de subsidência decorrente do rebaixamento do lençol freático, e subseqüentemente, pela oxidação da matéria orgânica (Figura 4).

Na zona 2 (zonas D2 e E2), observam-se menores níveis de dessecação do solo e exposição da superfície do solo, assim como uma menor taxa de mortalidade de plantas em função da menor alteração hidrológica do solo. É visível a alteração na fitofisionomia, havendo predomínio de grandes agrupamentos de determinadas espécies.

Na zona 3 (zonas D3 e E3), é evidente um menor nível de dessecação do solo quando comparado às anteriores.

3.2.2 Caracterização e classificação dos solos

O mapeamento e a identificação dos solos da área de estudo foram feitos de forma pedossequencial, ultradetalhada, com transecções perpendiculares à voçoroca, de maneira que fosse possível avaliar a influência do regime hídrico dos solos e a sua influência na cobertura vegetal.

Foram plotados seis pedossequências (transecções) no sentido noroeste-sudeste, equidistantes 15 m uma da outra (Figura 4). A disposição das transecções foi determinada obedecendo ao gradiente hídrico formado pela voçoroca, que funciona como um dreno, rebaixando o lençol freático. Dessa forma, foi possível identificar três fitofisionomias e estados de conservação e cobertura do solo.

As prospecções em cada transecção ocorreram a cada 10 m de distância, conforme a margem avaliada, sendo o grau de degradação do solo e a ocupação por espécies vegetais os fatores de regência desse controle.

As prospecções pedológicas foram efetuadas com trado do tipo holandês e as coletas e descrições de perfis foram efetuadas em conformidade aos critérios estabelecidos em LEMOS e SANTOS (1996).

- Análises química e textural

As análises de solos, químicas e granulométricas de rotina foram realizadas na Universidade Federal do Paraná (UFPR) seguindo método preconizado por EMBRAPA (1997). Coletou-se solo a uma profundidade de 0-30 cm, por se tratar da espessura média do horizonte H₁, obtida por levantamento prévio.

As análises químicas englobaram a determinação de carbono orgânico total (COT), pH (água e KCl 1N), Ca, Mg, K, Na, Al, H e P, para na sequência serem obtidos os valores S, T e as relações m e V%, respectivamente, soma de bases extraíveis, complexo de troca catiônica, saturação por alumínio trocável e saturação por bases trocáveis.

A classificação dos solos seguiu os preceitos constantes em SANTOS, H.G. *et al.* (2006).

- Análise físico-hídrica

Para a determinação da densidade, macroporosidade, porosidade de aeração total e água disponível do solo foram coletadas amostras na transecção 2, abrangendo as três zonas em ambas as margens, analisadas em duas profundidades: 0-5 e 5-30 cm com três repetições para cada ponto amostrado. Cada uma das 36 amostras de solo indeformadas foram coletadas com anéis volumétricos de 5,8 cm de diâmetro e 3 cm de altura.

A microporosidade foi determinada pelo método da mesa de tensão (6 kPa), onde os anéis saturados foram colocados por 24 horas e depois tiveram sua massa avaliada; já a macroporosidade foi obtida pela diferença entre porosidade total e microporosidade. A porosidade total foi calculada com base na densidade do solo e densidade de partículas (EMBRAPA, 1997).

- Umidade gravimétrica e volumétrica

Para a análise da umidade gravimétrica foram coletadas amostras de solo com regularidade de 14 a 21 dias, por 12 meses, em cada uma das zonas nas 6

transecções pré-determinadas, totalizando 18 pontos amostrais (9 em cada uma das margens), que perfizeram três amostras por zona, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm para cada ponto amostrado.

As amostras foram armazenadas em cadinhos de alumínio numerados e vedados para evitar a evaporação da água do solo, sendo então encaminhadas em um intervalo de até 24 h ao Laboratório do departamento de Química e Biologia (DAQBI) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), onde sua massa úmida e seca (após 24h em estufa a 105°C) foram mensuradas em balança OHAUS Analytical Standard AS 200, com precisão de 4 casas decimais, em sala reservada. Com estes dados foi calculada a umidade gravimétrica através da fórmula (EMBRAPA, 1997): $U (\%) = (P_u - P_s) \cdot 100/P_s$, sendo P_u , peso úmido e P_s , peso seco.

Através da multiplicação do valor da umidade gravimétrica pela densidade (específicas para cada profundidade), foi obtida a umidade volumétrica, conforme EMBRAPA (1997).

3.2.3 Análise da temperatura

A medição da temperatura foi realizada através de dois geotermômetros digitais do tipo espeto, marca INCONTERM, expressa em escala Celsius (°C), com amplitude de -50 a +300 °C.

Foram efetuadas medições de temperatura no decorrer de um ano, com regularidade de 14 a 21 dias na pedossequência intermediária, simultaneamente em ambas as margens e em dois horários: 9 h e 14 h, sendo que o primeiro reflete uma temperatura em ascensão e o segundo próximo da máxima diária. Em função do reajuste do horário de verão, as medições passaram a ser realizadas às 10 h e 15 h.

O número de pontos avaliados foi definido em virtude do tempo necessário para amostragem da temperatura, visto que foram requeridos dois minutos, no mínimo, em cada ponto amostrado para a estabilização do instrumento. Em cada uma das três zonas, as avaliações envolveram a tomada de temperatura do ar (a

1,5 m da superfície do solo), e do solo (na superfície, a 5 e a 15 cm de profundidade). A análise foi realizada simultaneamente em ambas as margens.

A temperatura do solo foi aferida na superfície visando a distinção de microambientes em virtude da presença ou ausência de cobertura vegetal conspícua entre as zonas amostradas; enquanto que em profundidade, buscou-se caracterizar as condições térmicas suportadas pelas raízes e demais estruturas subterrâneas vegetais, como bulbos, tubérculos, xilopódios, presentes neste intervalo de profundidade.

3.2.4 Avaliação do lençol freático

A análise do lençol freático, através da instalação dos poços hídricos, permitiu a quantificação do nível de hidromorfia dos solos. Como poços foram utilizados tubos de PVC (poli cloreto de vinila), conforme indicado por Page *et al.* (1982), com 1,10 m de comprimento, 75 mm de diâmetro e 4 sequências de perfurações equidistantes ao longo do tubo, estando estas distantes de 10 em 10 cm em relação ao comprimento total do tubo de PVC.

Para instalação dos poços foram feitos orifícios no solo com uso de trado de extensão, de diâmetro similar ao dos tubos de PVC, possibilitando, assim, perfeito encaixe destes. Todos os poços tiveram a extremidade superior fechada com tampa de diâmetro correspondente.

O procedimento de amostragem foi realizado no período de setembro de 2008 a outubro de 2009, com regularidade de 14 a 21 dias, havendo 3 poços hídricos em cada uma das transecções, referente às zonas delimitadas. A medição foi feita através de uma régua graduada, aferindo-se o intervalo entre a superfície do solo até a lâmina d'água.

Durante o período de amostragem houve momentos de fortes precipitações que carrearam sedimentos liquefeitos para dentro dos poços hídricos, sendo necessária sua retirada. Para isso, confeccionou-se equipamento semelhante a um extrator de crustáceos, conhecidos por "corruptos".

3.2.5 Análise florística

O levantamento florístico foi realizado em área de aproximadamente 115 x 57 m, no período de setembro de 2008 a novembro de 2009, com visitas de duração de um dia e regularidade que variou de 14 a 21 dias.

Em cada visita foram realizadas caminhadas conforme o método do caminhamento descrito por Filgueiras *et al.* (1994), procurando listar as espécies presentes nas três zonas delimitadas em ambas as margens. Além disso, foram incluídas as espécies presentes em áreas adjacentes (sobre mesma classe de solo) para complementação da listagem florística da área.

No decorrer do estudo, por se observarem espécies na região de talude da voçoroca e em contato com a água, que não se faziam presente no restante da zona 1, optou-se pela inclusão da voçoroca como um novo compartimento no estudo florístico.

Foram coletadas todas as espécies vasculares, preferencialmente em fase reprodutiva (com flores e/ou frutos para angiospermas e estruturas de reprodução para samambaias, licófitas⁵ e briófitas) para a identificação e confecção de exsicatas.

Para a preparação, herborização, identificação e confirmação do material coletado, fez-se uso das seguintes dependências: Laboratórios de Sistemática de Fanerógamas e Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná (UFPR), e os Herbários do Departamento de Botânica (UPCB) e do Departamento de Ciências Florestais (EFC) da UFPR, e do Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM). O material coletado se encontra depositado no herbário MBM, com duplicadas enviadas ao UPCB e EFC.

A identificação do material coletado foi feita através de bibliografia especializada e comparação com exsicatas dos herbários, sendo alguns grupos confirmada a identificação com os seguintes pesquisadores e/ou especialistas: Carina Kozera (espécies de diferentes famílias, em especial Poaceae); Cássio

⁵ O grupo das pteridófitas é parafilético, conforme Smith *et al.* (2006), que se basearam em estudos filogenéticos recentes. Dessa forma adotou-se para este estudo as subdivisões samambaias e licófitas (Lycophyta).

Michelon Bento e Jovani Bernardino de S. Pereira (samambaias); Denise Pinheiro da Costa (Sphagnaceae e Polytrichaceae); Fabricio Schimitz Meyer (*Tibouchina* - Melastomataceae); Gisele de Oliveira Silva e Graça Wanderley (Xyridaceae); Ilsi Iob Boldrini (*Panicum, Briza, Danthonia* – Poaceae); Jimi Naoki Nakajima (Asteraceae); João Renato Stehmann (Solanaceae); Juarez Cordeiro e Osmar dos Santos Ribas (diferentes famílias); Marccus Vinícius da Silva Alves (Cyperaceae e Juncaceae); Marcela Firens da Silveira (*Hydrocotyle* – Apiaceae); Olavo Araújo Guimarães (Hypericaceae); Rafael Trevisan (*Cyperus* – Cyperaceae; *Axonopus* – Poaceae); Renato Goldenberg (Melastomataceae) e Werner Siebje Mancinelli (Orchidaceae).

Dentre as referências utilizadas na identificação do material pode-se citar: Apiaceae: Mathias *et al.* (1972); Begoniaceae: Smith e Smith (1988); Buddleiaceae: Smith *et al.* (1976), Norman (2000); Campanulaceae: Trinta e Santos (1975); Cyperaceae: Ferreira e Eggers (2008); Droseraceae: Correa e Silva (2005); Eriocaulaceae: Moldenke e Smith (1976); Euphorbiaceae: Smith *et al.* (1988); Hypericaceae: Rodríguez-Jiménez (1980), Slusarski *et al.* (2007); Juncaceae: Barros (1962); Luz (2004); Lamiaceae: Harley (1985); Lentibulariaceae: Corrêa e Mamede (2002); Linaceae: Rogers e Smith (1975); Melastomataceae: Camargo *et al.* (2009); Meyer (2008); Poaceae: Smith *et al.* (1982), Santos e Boechat (1989), Guglieri e Longhi-Wagner (2000), Longhi-Wagner *et al.* (2001); Polygalaceae: Wurdack e Smith (1971); Ramnaceae: Johnston e Soares (1972); Solanaceae: Mentz (1999); Smith e Downs (1966); Xyridaceae: Smith e Downs (1965).

Para a apresentação das listagens, as espécies foram organizadas obedecendo aos sistemas de classificação de Tryon e Tryon (1982) e Smith *et al.* (2006) para as samambaias e licófitas (Lycophyta); e ao sistema APG III (2009) para as angiospermas. Para a conferência dos nomes científicos foram consultados os bancos de dados eletrônicos do *World checklist of selected plant families* (KEW, 2008) (em especial para as monocotiledôneas); Missouri Botanical Garden (MOBOT, 2008) e IPNI (IPNI, 2008), com as abreviaturas dos nomes seguindo recomendações de Brummit e Powell (1992) e Pichi Sermolli (1996).

Para se avaliar a presença de espécies ameaçadas de extinção na área de estudo, consultou-se Hatschbach e Ziller (1995), além das listas presentes na Portaria do IBAMA nº 37-N, de 3 de abril de 1992 (IBAMA, 1992) e na Instrução

Normativa do Ministério do Meio Ambiente de setembro de 2008 (MMA, 2008). Para averiguação das exóticas fez-se uso da Portaria nº 95 do Instituto Ambiental do Paraná, de 22 de maio de 2007 (IAP, 2007). A presença destas espécies é, sem dúvida, indicativo de impacto.

3.2.6 Análise fitossociológica

Para a análise fitossociológica fez-se uso do método de parcelas sugerido por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), por ser o mais comumente empregado em estudos dessa natureza.

A amostragem foi realizada nos meses de outubro e novembro de 2009, por se tratar da estação primavera, havendo inúmeras espécies férteis.

As parcelas foram delimitadas com o auxílio de molde de alumínio desmontável de 1 m². A amostragem foi realizada em coerência aos níveis de degradação, na porção intermediária de cada uma das três zonas pré-determinadas, paralelamente à voçoroca. Com o auxílio de trena, as parcelas foram instaladas distantes aproximadamente 2 m da linha de poços hídricos (Figura 4) e afastadas 3 m umas das outras dentro de uma mesma zona.

Em cada uma das parcelas foram amostradas todas as espécies herbáceas e arbustivas.

O estudo abrangeu somente a margem esquerda, por apresentar as zonas mais distanciadas entre si, em função do relevo mais aplainado, em comparação à margem direita.

Nas fichas de campo foram anotados os valores referentes à porcentagem de cobertura total, método pormenorizado por Kozera (2008); altura média e sociabilidade⁶ de cada uma das espécies por unidade amostral.

Em especial à porção da área de estudo de maior proximidade da voçoroca, em função da frequência de trechos de solo exposto por parcela, optou-se pelo registro do seu percentual total ocupado por unidade amostral, da mesma forma que se procedeu a estimativa da cobertura por espécie.

⁶ Forma de agrupamento entre indivíduos de uma mesma espécie.

O índice de sociabilidade foi empregado de acordo com a escala de Braun-Blanquet (BRAUN-BLANQUET, 1950), com modificações adotadas conforme utilizou Kozera (2008). Para a classe “1” foram considerados indivíduos isolados e também as pequenas touceiras ou plantas com rizomas isolados, uma vez que nem sempre é possível reconhecer um indivíduo. Os índices 2 e 3 foram atribuídos para pequenos e grandes grupos, respectivamente; já o 4 para grandes massas e o 5 para aquelas que formam população contínua em termos de cobertura.

Os parâmetros fitossociológicos considerados foram: cobertura relativa (CR), frequência absoluta (FA) e relativa (FR) (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974), cobertura média (CM) e importância relativa (IR) (BOLDRINI e MIOTTO, 1987), todos utilizados em levantamentos dessa natureza. A cobertura absoluta (CA) foi registrada em campo através de estimativa visual. As fórmulas adotadas para cada um dos parâmetros foram:

$$CR_i = (C / \sum C) \times 100$$

CR_i = cobertura relativa da espécie “i”

C_i = cobertura da espécie “i”

$\sum C$ = somatório da cobertura total de todas as espécies

$$FA_i = (p_i / P) \times 100$$

FA_i = frequência absoluta da espécie “i” (%)

p_i = número de unidades amostrais com ocorrência da espécie “i”

P = número total de unidades amostrais

$$FR_i = (FA_i / \sum FA) \times 100$$

FR_i = frequência relativa da espécie “i” (%)

FA_i = frequência absoluta da espécie “i” (%)

$\sum FA$ = somatório das frequências absolutas de todas as espécies amostradas (%)

$$CM_i = C_i / P$$

CM_i = cobertura média da espécie “i” (%)

C_i = cobertura da espécie “i”

P = número total de unidades amostrais

$$IR = FR_i + CR_i$$

IR = índice de valor de importância relativa da espécie “i”

FR_i = frequência relativa da espécie “i” (%)

CR_i = cobertura relativa da espécie “i”

Para a verificação da suficiência amostral, fez-se uso do *software* PAST versão 1.96 (HAMMER *et al.*, 2001), estimada pela curva espécie-área (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974).

3.2.7 Biomassa aérea

A presente avaliação indica a capacidade de a vegetação fixar carbono e energia na biomassa vegetal sobre as condições ambientais vigentes.

A amostragem foi feita nos meses de outubro e novembro de 2009, pois, conforme resultados obtidos por Oliveira *et al.* (2009), é nas estações primavera e verão que foram amostrados os maiores valores de biomassa aérea.

Sua determinação foi realizada por meio do corte, no nível do solo, de toda a porção aérea da vegetação herbáceo-arbustiva presente em um quadrado de 1 x 1 m.

Foram instaladas três parcelas por transecção, visando amostrar cada uma das três zonas interceptadas. As parcelas foram dispostas no lado esquerdo de cada poço hídrico, distantes no máximo 1 m destes, totalizando 18 parcelas. O material coletado foi classificado em herbáceo, arbustivo e *Sphagnum* spp., objetivando dessa forma caracterizar as diferenças na produção de biomassa vegetal frente às alterações ambientais ocasionadas pela voçoroca.

Seguindo tal critério, considerou-se vegetação herbácea aquela cujo caule não possui ou possui pouco tecido lignificado; como vegetação arbustiva, plantas de pequeno porte de base lenhosa. *Sphagnum* spp. foi considerada uma classe, devido à importância do grupo na fitofisionomia dos campos amostrados, sem, no entanto, diferenciar espécies.

Para facilitar e dinamizar a coleta optou-se em seguir a seguinte procedimento: inicialmente coletou-se o material arbustivo com tesoura de poda, para posteriormente se cortar o material herbáceo a aproximadamente 10 cm do solo com tesoura de grama. Isso permitiu separar o material herbáceo do *Sphagnum* spp. que ocupa as porções ou estratos mais baixos da vegetação. Posteriormente, o restante do material foi coletado fazendo uso de faca, com corte rente ao solo.

O material resultante da separação de cada quadrado foi acondicionado em pacotes de rafia de 5 kg, de plástico ou de papel, devidamente identificados, conforme a quantidade e tipo de material coletado, uma vez que cada classe corresponde a um volume distinto e retêm, no material vegetal, teores de umidade distintos. As amostras foram levadas a uma estufa de ventilação forçada, a uma temperatura de $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ até adquirir massa constante (por um período de tempo que variou de 48 h até uma semana, dependendo de sua constituição) para a obtenção do peso de matéria seca. Posteriormente, sua massa foi quantificada em balança analítica Marte AS 1000 C, com resolução de 0,01 g.

3.2.8 Análises dos dados

Inicialmente, fez-se uma avaliação univariada das variáveis obtidas no levantamento de características pedológicas (química, físico-hídrica, altura do lençol freático) e vegetacionais (florística, fitossociologia, biomassa vegetal), para entendimento de sua significância na explicação da compartimentação da área quanto às características fitofisionômicas e de impacto sobre o solo, verificado na área amostrada.

Para a análise dos principais fatores que condicionam a distribuição vegetal, assim como a resposta desses fatores ao impacto promovido pela voçoroca, utilizou-se de modelos lineares generalizados (NELDER e WEDDERBURN, 1972) através do *software* SAS[®] 9.1 (SAS, 2002). Dessa forma, foi possível verificar, dentre as variáveis estudadas, a influência destas frente às duas margens da voçoroca e também com o distanciamento do principal impacto, representado pela voçoroca. Ao se constatar interações significativas estas foram decompostas utilizando-se da técnica de contraste ortogonal.

Posteriormente, fez-se uso da análise multivariada. Calcularam-se matrizes de correlação e de covariância para variáveis binárias 0 e 1 pela distribuição binomial para as situações estudadas (características pedológicas e vegetacionais) e a partir destas procedeu-se a análise de componentes principais, de fatores e agrupamentos.

A análise de componentes principais visou explicar a estrutura de variâncias e covariâncias do conjunto de variáveis, facilitando a interpretação das interdependências das variáveis analisadas. Para a seleção dos componentes principais foram utilizados dois critérios: retenção daquelas que acumularam uma porcentagem da variabilidade total superior a 70 % e que apresentaram, ao mesmo tempo, autovalores⁷ iguais ou superiores a 1.

Na análise fatorial, para a obtenção dos fatores ortogonais foi empregado o método de rotação VARIMAX, que permite a independência dos fatores e possibilita maior clareza dos resultados.

O agrupamento foi realizado através da matriz de distâncias de Mahalanobis e método de Ward o que permitiu a confecção de dendrogramas em função da presença e ausência das espécies, além da porcentagem de cobertura destas, nas diferentes zonas em ambas as margens da voçoroca, buscando assim, ilustrar o impacto da voçoroca sobre a composição e estrutura da vegetação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DIAGNÓSTICO INICIAL DA ÁREA

Devido à prevalência de altos índices pluviométricos, frequência elevada de neblina e baixas temperaturas, características influenciadas pela condição altitudinal em que se insere a área de estudo (reverso proximal da *cuesta*), pode-se observar o estabelecimento de *Sphagnum* spp. (briófitas pertencentes à família Sphagnaceae) e espécies herbáceo-arbustivas associadas, que estão relacionadas à formação de Organossolos, volume com elevado acúmulo de matéria orgânica (SANTOS, H.G. *et al.*, 2006).

Estima-se que a gênese do processo erosivo do voçorocamento esteja relacionada à alteração da taxa de evapotranspiração das áreas de encostas adjacentes, através da substituição da vegetação campestre nativa, por monoculturas e demais áreas destinadas à criação de animais, além da

⁷ Autovalor é o valor que representa a contribuição relativa de cada componente para explicar a variação total dos dados

compactação dos solos minerais, fatores que provocaram alteração da dinâmica hidrológica local.

O processo erosional teve início à jusante, com a alteração do nível de base local e/ou geral devido a alguma irregularidade ou diferença topográfica, vindo promover a reativação da erosão, ou seja, a intensificação da incisão fluvial ou aprofundamento do talvegue em direção às nascentes do rio, conforme descreve Casseti (2006).

Na área de estudo, isso provavelmente ocorreu associado a eventos pluviométricos ímpares, quando grande quantidade de água proveniente das encostas, foi direcionada aos Organossolo, fazendo com que este volume de baixíssima densidade fosse carreado.

Com a ocorrência do entalhamento do canal fluvial, o fluxo do rio que antes era difuso no subsolo, passou a ser canalizado, justificando o emprego, no presente estudo, da denominação margem direita e esquerda às porções adjacentes à voçoroca.

À margem da voçoroca, por conta do rebaixamento do lençol freático (subsidiência primária) e conseqüente aeração das camadas superficiais, verificou-se a redução do volume do solo, oxidação da matéria orgânica de forma acelerada (subsidiência secundária) e o aumento de sua densidade (Tabela 2).

Em ambas as margens, foi possível distinguir a repetição de três zonas, que se fizeram notar especialmente por diferenças fitofisionômicas. Estas zonas, entretanto, se distinguem dentre as margens quanto à sua extensão por conta do relevo de planície que é assimétrico. Na margem direita, com maior proximidade à encosta, a área de abrangência do Organossolo é menor, quando comparada à margem esquerda, o que acarreta em maior proximidade entre as zonas e tem influência na formação de uma zona de solapamento. Na margem oposta, em virtude do dessecamento mais acentuado, verificou-se o preenchimento das linhas de solapamento da base⁸; e por conta do relevo aplainado, as zonas são mais definidas e se estendem por uma maior porção do território.

⁸ Processo erosivo decorrente da retirada de sedimentos finos na base do talude.

O processo erosivo em questão é recente, com o início da sua formação registrado em meados do ano de 2.000 (Dr. Gustavo Ribas Curcio, comunicação pessoal). Anteriormente a este evento, conforme o mesmo autor, o ambiente se mostrava bastante distinto do que se verifica atualmente, em virtude de grandes extensões anteriormente cobertas por *Sphagnum* spp. e o lençol freático próximo da superfície.

4.2 AVALIAÇÃO DO LENÇOL FREÁTICO

Os resultados da leitura do lençol freático (Apêndices de 1 a 3) demonstram que tanto os impactos gerados pela voçoroca como a variação anual da pluviosidade tiveram influência sobre a variação do seu nível.

Na tabela 1 estão apresentados os valores médios de profundidade do lençol freático das três zonas em ambas as margens. As análises (Apêndice 4) indicaram que não houve distinção entre os valores amostrados para cada uma das margens ($p = 0,3738$), havendo, entretanto, forte relação entre a altura do lençol freático e a proximidade da voçoroca ($p < 0,0001$).

TABELA 1 - Médias e comparações múltiplas dos dados obtidos na avaliação da profundidade do lençol freático.

	Margem Direita (cm)			Margem Esquerda (cm)		
	Trans1	Trans2	Trans3	Trans1	Trans2	Trans3
Zona 1	68,6	70,6	83,0	70,8	60,1	71,2
Zona 2	44,5	38,2	48,8	46,8	46,3	48,8
Zona 3	34,4	32,5	28,4	29,4	28,3	23,0
	Média Geral (cm)					
Zona 1	74,1			67,4		
Zona 2	43,8			47,3		
Zona 3	31,8			26,9		
	Contrastes (zonas)					
	1 v. 2 e 3			<0,0001		
	2 v. 3			<0,0001		

NOTA: trans1: transecção 1, trans2: transecção 2, trans3: transecção 3, v.: versus.

Na zona 1 o lençol se manteve a uma profundidade média de 70 cm, enquanto na zona 2 manteve-se mais próximo da superfície, a aproximadamente 45 cm da superfície do solo. Na zona 3 o lençol esteve ainda mais superficial,

elevando-se em aproximadamente 15 cm aos valores obtidos na zona 2, estando em média, 30 cm em profundidade no solo (Tabela 1, Figura 5).

No período de um ano e dois meses de amostragem (Apêndices 1-3), verificaram-se picos coincidentes de maior estiagem para as três zonas, ocorridos no verão e outono de 2009, entretanto, com diferentes graus de amplitude entre elas. Nas três zonas o lençol chegou a estar a mais de 1 m da superfície (profundidade máxima dos poços hídricos empregados).

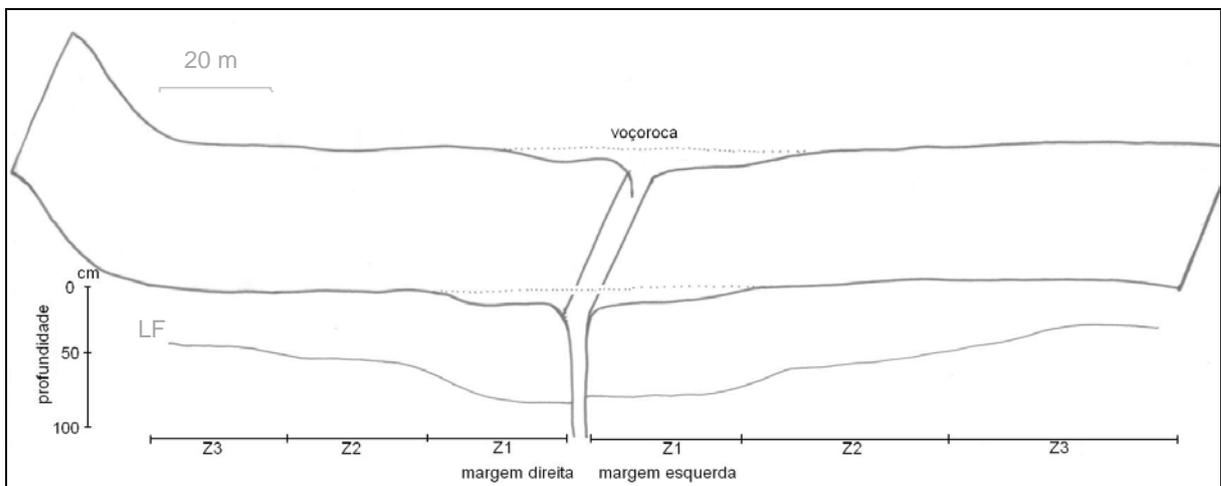


FIGURA 5 - Altura média do lençol freático (LF) em ambas as margens da voçoroca com o distanciamento desta.

Kozera (2008), em estudo realizado em Balsa Nova-PR, verificou Organossolos Háplicos cujo lençol freático esteve distante da superfície não mais que 10 cm ao longo de todo o período de um ano de amostragem, entretanto, em outros pontos, sobre mesma classe de solos houve período em que o lençol esteve distante quase 80 cm da superfície. Esta variação foi atribuída pela autora a diferenças quanto ao posicionamento dos solos em diferentes feições geomorfológicas.

Diás *et al.* (2008), em estudos sobre Organossolos no Chile, também observaram variações no nível do freático em decorrência da sazonalidade no

período de um ano de amostragem, tanto em solos alterados pela extração de musgos, como em condições naturais. Verificaram um pico de rebaixamento do lençol que chegou a 30 cm da superfície para ambas as situações, entretanto, ao longo do período de amostragem, solos conservados apresentaram o lençol com maior proximidade da superfície quando comparados àqueles impactados.

Em virtude do rebaixamento mais acentuado do lençol, verificado em todas as zonas amostradas, comparado aos trabalhos da literatura, presume-se que a voçoroca veio a comprometer uma área certamente superior a 40 m de raio, o que abrange as três zonas amostradas.

Com o afastamento da voçoroca (zonas 2 e 3), o lençol freático tendeu a permanecer próximo à superfície do solo por mais tempo no decorrer do ano, sem longos períodos em que o lençol se manteve em profundidade como àqueles evidenciados na zona 1, o que afeta diretamente a distribuição da vegetação. O rebaixamento do lençol promove profundas alterações, em especial quanto às características físico-hídricas do Organossolo (Item 4.4.2), promovendo restrições ao estabelecimento da vegetação e alterações na sua estrutura (Itens 4.5, 4.6 e 4.7), agravando ainda mais o estado de conservação do solo também pelo aumento da temperatura em superfície e em subsuperfície (Item 4.3).

A variação no regime hídrico resultou em variações dos níveis de anoxia entre as zonas, promovendo forte seletividade ao estabelecimento vegetal, especialmente na zona 1. Dessa forma puderam ser verificadas variações na composição florística (Item 4.5), na estrutura da vegetação (Item 4.6) e fixação de carbono na biomassa (Item 4.7) entre as três zonas avaliadas, de ambas as margens.

O presente estudo corrobora a afirmação de Kämpf e Schneider (1989), de que os Organossolos estão em equilíbrio relativamente frágil com seu ambiente, e o rebaixamento do nível do lençol freático produz mudanças que afetam significativamente suas características morfológicas, físicas e químicas.

4.3 ANÁLISE DA TEMPERATURA DO AR E DO SOLO

Comumente, os ambientes campestres diferem das formações florestais por permitir uma maior incidência de radiação solar no solo, entre outras características, promovendo assim alta irradiação durante a noite, e por consequência, maior amplitude térmica.

As temperaturas mais altas foram verificadas no verão, na zona 1, à superfície do solo e às 14h, tendo atingido o valor máximo de 56 °C, enquanto a temperatura do ar estava a 30 °C. Esse valor extremo observado é resultado da reduzida cobertura vegetal (Item 4.6.1 quantifica a área de solo exposto), uma vez que a matéria orgânica do solo é escura e reconhecida pelo baixo valor de reflectância dos raios solares (albedo) (MULDERS, 1987; DALMOLIN *et al.*, 2005).

Com respeito à resposta das plantas quando submetidas a altas temperaturas, verificam-se alterações morfoanatômicas, fisiológicas e bioquímicas, que influem diretamente no seu crescimento e desenvolvimento (WAHID *et al.*, 2007), fato que pôde ser evidenciado pela análise fitossociológica e de biomassa nas zonas de 1 a 3 (Itens 4.6 e 4.7).

Nas demais zonas, por conterem uma cobertura vegetal mais expressiva (zonas 2 e 3), e isso proporcionar maior reflectância dos raios solares, o aumento da temperatura superficial do solo não é tão significativo, pois a vegetação atenuou a entrada dos raios solares. À superfície do solo a temperatura não ultrapassou 44 e 36 °C, respectivamente para as zonas 2 e 3.

Observando-se um mesmo ponto de amostragem, as maiores amplitudes térmicas obtidas na zona 1 e no horário de maior temperatura do dia (14 h), de 0 a 5 cm e a 15 cm, foram mais pronunciadas na estação primavera, chegando a variar em média 15 °C e 20 °C em profundidade, respectivamente. Às 9h a variação nos mesmos pontos foi em média 5 °C e 3 °C, respectivamente.

Para a zona 3, sob as mesmas condições acima, não se observou uma amplitude considerável sobre um mesmo ponto, sendo verificado tanto para as 9 h como 14h variação média de temperatura em profundidade de 2 °C, tanto a 5 como a 15 cm de profundidade. Estes dados evidenciam a importância da cobertura

vegetal na diminuição da variabilidade térmica do solo, especialmente pelos elevados teores de matéria orgânica neles observados.

Para a zona 1, na primavera pôde-se observar que as temperaturas à superfície do solo foram em média 4 °C (9 h) e 12 °C (14 h) maiores que a do ar, voltando a decair em profundidade (aproximadamente em 5 °C às 9 h e 15 °C às 14 h), tendo sido verificada alteração inexpressiva entre as duas profundidades.

Na zona 3, a temperatura à superfície do solo não apresentou variação, ou de apenas 1 ou 2 graus às 9 h em relação à superfície do solo, já às 14 h variou em média 9 °C.

Em ambiente de turfeira na Indonésia, Furukawa *et al.* (2005) verificaram efeito da sazonalidade somente sobre a temperatura na superfície do solo, enquanto mínimas variações foram observadas nos valores registrados referentes ao subsolo (10 cm de profundidade). Segundo os autores foi observado que a temperatura em subsuperfície, ao longo de dois anos de amostragem variou no máximo em 10 °C abaixo daqueles verificados em superfície. Na área das nascentes do Tibagi, pôde-se verificar efeito da sazonalidade tanto na superfície como em profundidade do solo.

Provavelmente, esses resultados refletem estações do ano relativamente bem definidas na área das nascentes do Tibagi, característica não verificada na Indonésia, onde a temperatura variou somente de 25 a 30 °C ao longo dos anos amostrados.

Conforme Reichardt e Timm (2004), a temperatura do solo é afetada pela composição mineralógica deste, assim como por sua estrutura, densidade, umidade, coloração de sua superfície e pelo teor de matéria orgânica do solo (MOS), entre outros. Segundo os mesmos autores, a temperatura influi na germinação das sementes, desenvolvimento das raízes e das plantas, atividade dos microorganismos, difusão dos solutos e dos gases, reações químicas, entre outras características.

Parte das informações acima citadas é confirmada pelo presente estudo, especialmente no que se refere à variação do lençol freático (Item 4.2) que alterou o conteúdo de água do solo (Item 4.4.3), e conseqüentemente permitiu que camadas anteriormente anaeróbias se tornassem aeróbias, favorecendo então a

mineralização da MOS com conseqüente aumento de sua densidade (Item 4.4.2). Sob tais condições, bastante severas, a mortalidade da vegetação foi acentuada, promovendo o aumento de área de solo exposto na zona 1 (Item 4.6), com isso, em função da coloração enegrecida dos solos, devido aos elevados teores de MOS (Item 4.4.2), o aumento de sua temperatura foi favorecido, certamente dificultando ainda mais as condições ao estabelecimento vegetal.

4.4 CARACTERIZAÇÃO PEDOLÓGICA

4.4.1 Análise química do solo

Com base nas análises químicas e físicas de rotina (Apêndice 7), pode-se afirmar que a área estudada é representada por ORGANOSSOLOS HÁPLICOS Sápricos - havendo, entretanto, distinção entre as zonas quanto ao subgrupo a que pertencem, a saber: térrico, na zona 1, de maior proximidade à voçoroca; e típico, para as demais. Esta variação, evidenciada pelo aparecimento de material mineral inconsolidado, seguramente é reflexo da presença da voçoroca, a qual propiciou o processo de subsidência.

Nas adjacências da voçoroca, mesmo tendo havido uma profunda descaracterização estrutural dos solos (Item 4.4.2), o Organossolo se manteve na mesma ordem, devido ao teor de carbono ainda muito elevado, que caracteriza o horizonte hístico (Apêndice 7).

Do ponto de vista químico, os Organossolos apresentaram CTC (capacidade de troca de cátions) elevada em virtude da grande quantidade de matéria orgânica e dominância dos cátions H^+ e Al^{+3} (variaram de 26,8- 45,5 $cmol_c.dm^{-3}$), entretanto, baixa porcentagem de saturação por bases (1-8 % de V%), o que os caracteriza como distróficos (Apêndice 7). De acordo com Pereira *et al.* (2005), que avaliou 254 horizontes hísticos no Brasil, os resultados obtidos são comuns à grande maioria dos Organossolos amostrados, uma vez que 85 % de suas amostras apresentaram $CTC > 27 cmol_c.kg^{-1}$ e 62 % daquelas $V\% \leq 20 \%$.

De maneira geral, verificaram-se altos teores de hidrogênio (16,3 - 39,1 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$), muito superiores aos demais cátions, devido aos elevados conteúdos de matéria orgânica.

As análises indicaram a ocorrência de elevados valores de alumínio trocável (Al^{+3}) (3,0 - 8,6 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$), sendo evidente o caráter álico ($m\% > 50 \%$) em todos os pontos amostrados. Entretanto, de acordo com Pavan (1983), estes valores fizeram referência a apenas uma pequena porção daquela que compõe o Al total no solo. Fato que se deve aos elevados teores de matéria orgânica, que imobilizam o Al, por isso, o verdadeiro conteúdo de Al pode ser superior ao evidenciado com a análise química do presente estudo.

Os solos amostrados apresentaram o pH variando de 3,3 a 3,6, considerados extremamente ácidos, de acordo com Souza *et al.* (2006). A presença de *Sphagnum* spp., briófitas presente na área, conforme Rydin *et al.* (2006), poderia ser atribuída como fator que contribuiu para estes valores, por conter um grande número de compostos fenólicos, e muitos destes serem efetivos na promoção da acidificação do meio e redução da capacidade de decomposição de seus próprios tecidos e das espécies vegetais a eles associadas.

Em virtude da constante percolação por fluxos hídricos, os Organossolos de altitude, predominantemente apresentam baixos valores de saturação por bases e de pH, que variam de 3 a 5,5 (PEREIRA *et al.*, 2005), condições estas propícias ao acúmulo da matéria orgânica, por restringir sua mineralização (SANTOS, H.G. *et al.*, 2006).

Os altos teores de carbono observados (14,5 – 53,2 %) condicionam a elevada capacidade de troca catiônica e o grande poder tampão do solo. Os teores de carbono foram bastante distintos dentro das zonas analisadas, não tendo sido possível evidenciar um padrão de variação (Apêndice 8), com suporte estatístico, dentre as distintas margens da voçoroca ou mesmo com o distanciamento do processo erosional.

Era de se esperar uma relação direta entre a ocorrência do impacto e o teor de carbono do solo em função do pronunciado rebaixamento do lençol freático, redução da biomassa vegetal e subsidência do solo na zona 1, entretanto, esta condição não foi observada neste estudo. Acredita-se que a variação verificada nos

teores de carbono e a ausência de um padrão observável resultam da riqueza florística dos campos naturais, e das flutuações sazonais do lençol freático.

Em estudo nos municípios de Boa Esperança e Pimenta-SC, a uma altitude de 740 m, sob campos hidromórficos destinados à pastagem natural, BRASIL (1970) apresentou teores de carbono variando em profundidade de 20-27 % (0-10 cm/ 10-20 cm/ 40-100 cm) e 32-35 % (0-20 cm/ 20-160 cm), respectivamente, nas duas áreas.

Em trabalho semelhante, sobre Organossolos, no município de São José dos Ausentes - RS, Silva (2002) verificou teores superficiais de carbono (20 - 50 cm de profundidade) variando de 71% a 90%, superiores aos valores obtidos por este estudo.

Através da análise dos componentes principais (Apêndices 17 e 18) foram obtidos quatro grupos de variáveis, que apresentaram autovalores acima de 1, e ao mesmo tempo, explicam 86,77 % da variação total. Em outras palavras, pode-se afirmar que as 15 variáveis da análise química e textural dos solos podem ser substituídas por essas 4, com perda de apenas 11,23 % da informação.

A análise dos fatores rotacionados, obtidos através do método Varimax, permite observar a importância das variáveis dentro de cada fator. As variáveis com coeficiente de correlação igual ou superior a 70% foram destacadas em negrito (Apêndice 18).

Cabe salientar que comunalidade trata-se da proporção da variância de cada variável explicada pelos fatores comuns. Quanto mais próxima a 1 (100 %) melhor é o ajuste do modelo (Apêndice 18).

Pôde-se observar que o fator 1 explica 44,6 % da variação total, estando associadas as variáveis: porcentagem de saturação em bases (V%), cálcio (Ca^{+2}), soma de bases (SB), magnésio (Mg^{+2}) e o percentual de saturação do alumínio no solo (m%). Cabe lembrar que SB consiste na soma dos teores de cálcio, magnésio, potássio e sódio; V% é calculada pela expressão $100 \text{ SB}/\text{CTC}$; $m\% = (\text{Al}/\text{SB} + \text{Al}) \times 100$, e $\text{CTC} = \text{SB} + \text{H} + \text{Al}$. Dessa forma, os teores de Ca^{+2} e Mg^{+2} são as variáveis que exercem maior influência sobre o primeiro fator.

O fator 2, responsável por 22,95 % da variação total, foi dominado por variáveis relativas à acidez do solo.

O terceiro fator, que compõe 11,15 % da variação total, caracteriza-se pelas variáveis argila e fósforo (P). A baixa participação desses componentes frente aos demais, em especial no que se refere à fração argila, está na base e critério de distinção dos Organossolos frente aos demais solos minerais, uma vez nos primeiros há preponderância de atributos dos constituintes orgânicos em relação aos minerais (SANTOS, H.G. *et al.*, 2006).

O quarto fator, responsável por 8,07, é dominado pela relação entre Ca^{+2} e Mg^{+2} .

De maneira geral não foi verificado um padrão de alteração pronunciado entre as zonas amostradas (Apêndice 8), condição comumente verificada em estudos similares a este que amostram uma única área, o que provavelmente é reflexo de condições bióticas e geomorfológicas similares.

4.4.2 Análise físico-hídrica do solo

Na zona 1, diferentemente das demais, pôde-se observar alterações na estrutura do solo, em especial pela ocorrência de grânulos hidrofóbicos. Segundo Andriesse (1988) e Okruszko e Ilnicki (2003), esta alteração é característica de Organossolos submetidos a períodos de intensa drenagem, em especial em suas camadas superficiais, vindo se assemelhar a grãos de café, após a exposição dos solos ao sol. Andriesse (1988) ressalta ainda que, pela grande dificuldade para serem reumedecidos, podem causar estresse severo nas raízes superficiais.

Dentre os componentes analisados, a densidade do solo, porosidade de aeração e macroporosidade apresentaram valores distintos dentre as zonas amostradas ($p < 0,0001$) (Apêndice 9). Água disponível variou somente na profundidade de 0-5 cm na zona 1 para as demais zonas ($p = 0,0335$) (Tabela 2).

A densidade do solo, muito baixa, variou de 0,085 a 0,39 kg.dm^{-3} (Tabela 2), sendo estes valores respectivamente atribuídos à margem direita na zona 2, e à margem esquerda zona 1. Mostram-se abaixo da média de 0,57 kg.dm^{-3} para horizontes hísticos de solos brasileiros avaliados por Valladares *et al.* (2008). Baixos valores de densidade do solo são esperados em virtude dos altos teores de matéria

orgânica. A variação observada nesta pesquisa refere-se às diferentes zonas e profundidades analisadas ($p < 0,0001$) (Apêndice 9) em especial da zona 1 para com as demais ($p < 0,0001$) (Tabela 2).

TABELA 2 - Médias, desvio padrão e contrastes entre as zonas dos dados obtidos na avaliação físico-hídrica dos solos.

Densidade do solo ($\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$)				
	Margem Direita		Margem Esquerda	
	0-5 cm	0-30 cm	0-5 cm	0-30 cm
zona 1	0,30 ± 0,004	0,26 ± 0,006	0,37 ± 0,004	0,24 ± 0,001
zona 2	0,10 ± 0,006	0,13 ± 0,004	0,20 ± 0,001	0,18 ± 0,001
zona 3	0,11 ± 0,001	0,11 ± 0	0,16 ± 0,002	0,15 ± 0,003
Contrastes (zonas)				
1 v. 2 e 3	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
2 v. 3	0,0083	0,0255	1,0	0,2240

Porosidade de aeração ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)				
	Margem Direita		Margem Esquerda	
	0-5 cm	0-30 cm	0-5 cm	0-30 cm
zona 1	0,19 ± 0,009	0,09 ± 0,004	0,23 ± 0,006	0,08 ± 0,001
zona 2	0,33 ± 0,009	0,29 ± 0,005	0,24 ± 0,005	0,16 ± 0,004
zona 3	0,35 ± 0,005	0,42 ± 0,003	0,30 ± 0,01	0,30 ± 0,015
Contrastes (zonas)				
1 v. 2 e 3	0,1429	0,0037	0,0022	< 0,0001
2 v. 3	0,0898	0,0106	0,5679	0,0003

Macroporosidade ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)				
	Margem Direita		Margem Esquerda	
	0-5 cm	0-30 cm	0-5 cm	0-30 cm
zona 1	0,08 ± 0,004	0,05 ± 0,002	0,06 ± 0,004	0,03 ± 0,003
zona 2	0,16 ± 0,004	0,14 ± 0,006	0,18 ± 0,005	0,10 ± 0,002
zona 3	0,02 ± 0,001	0,02 ± 0,002	0,22 ± 0,007	0,23 ± 0,015
Contrastes (zonas)				
1 v. 2 e 3	0,0004	0,0060	0,9046	0,0845
2 v. 3	0,1428	0,0121	< 0,0001	0,0005

Água disponível ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)				
	Margem Direita		Margem Esquerda	
	0-5 cm	0-30 cm	0-5 cm	0-30 cm
zona 1	0,08 ± 0,002	0,09 ± 0,006	0,04 ± 0,002	0,07 ± 0,012
zona 2	0,07 ± 0,005	0,08 ± 0,003	0,05 ± 0,002	0,06 ± 0,001
zona 3	0,08 ± 0,003	0,09 ± 0,017	0,07 ± 0,002	0,05 ± 0,003
Contrastes (zonas)				
1 v. 2 e 3	0,0335	0,4715	0,8190	0,9320
2 v. 3	0,0877	0,8319	0,4393	0,7685

NOTA: v.-versus, 1- zona 1, 2- zona 2, 3- zona 3.

Este resultado é compatível à situação estudada por Souza-Junior *et al.* (2001) em Organossolos presentes no estado de Alagoas, assim como por Silva *et al.* (2009) em Minas Gerais e Pereira *et al.* (2005), tendo analisado materiais de todo o Brasil. Estes autores observaram que em localidades de melhor drenagem, e conseqüentemente maior grau de decomposição da matéria orgânica, verificou-se um aumento na densidade média do solos.

Possivelmente, a maior densidade do solo da zona 1 pode ser atribuída a uma conjunção de fatores: à subsidência do solo por contração das unidades estruturais; à perda de material superficial do solo, em geral menos denso; à menor cobertura vegetal dessa porção da área de estudo e ao caminhamento dos animais que possuem trânsito facilitado pela vegetação menos densa, buscando água na voçoroca.

De acordo com Pereira *et al.* (2002), o rebaixamento do lençol freático proporciona ao solo uma nova condição aeróbia, intensificando a atividade microbiana, o que favorece uma maior decomposição da matéria orgânica do solo, perda de volume e massa de material orgânico, vindo a ocasionar a desorganização estrutural deste, seguida de uma nova reorganização.

A densidade do solo é considerada por Andriessse (1988) como uma característica muito importante na avaliação dos Organossolos, por apresentar relação direta com uma série de outras propriedades do solo como compactação do solo, composição florística do material vegetal e o grau de decomposição destes.

Na margem direita, as médias de densidade apresentaram valores inferiores àqueles da esquerda ($p < 0,0001$), possivelmente associado ao maior aporte de água em função do relevo levemente mais acidentado, comparado à esquerda (Tabela 2), dessa forma, as alterações promovidas pelo rebaixamento do lençol aparentemente foram minimizadas.

A macroporosidade variou de 0,03 a 0,23 $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$, sendo verificada variação significativa em função da profundidade ($p = 0,0228$) e entre as zonas ($p < 0,0001$) (Apêndice 9).

Foi possível vislumbrar o aumento do número de macroporos com o afastamento da área impactada, assim como em direção à superfície (Tabela 2,

Figura 7). Esta característica já era esperada, em função do maior teor de partículas minerais em subsuperfície do solo.

A macroporosidade apresentou tendência semelhante à densidade, sendo os menores valores associados a uma maior compactação do solo pelo gado (Freire, 2006), bem como pela ação de colapsamento dos poros em virtude do processo de decomposição da matéria orgânica em decorrência do rebaixamento do lençol freático (Andriessse, 1988).

Na tabela 2 e nas figuras 6 e 7 foi possível observar que as amostras da zona 3 da margem direita (3D) possivelmente refletem algum erro ocorrido na etapa de coleta, uma vez que não acompanham a tendência dos valores resultantes dos pontos amostrais próximos.

A principal característica físico-hídrica alterada por influência do processo de drenagem do solo foi o aumento de sua densidade, vindo influir sobre características bastante importantes como porosidade do solo e com isso alteração na aeração e retenção hídrica dos solos, características que afetaram a vegetação e o ambiente como um todo, uma vez que apresenta as importantes funcionalidades de retenção hídrica, sequestro de carbono e manutenção de grande diversidade de espécies vegetais e animais.

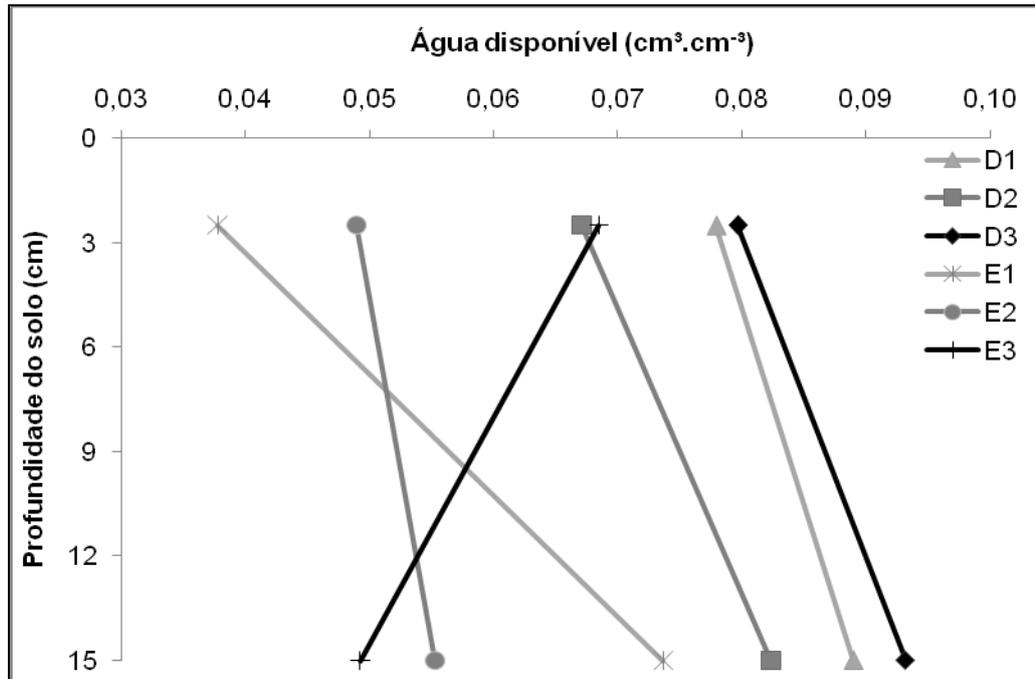


FIGURA 6 - Relação entre a água disponível e a profundidade do solo nas três zonas e em ambas as margens da voçoroca.
 NOTA: D: margem direita; E: margem esquerda; 1: zona 1; 2: zona 2; 3: zona 3.

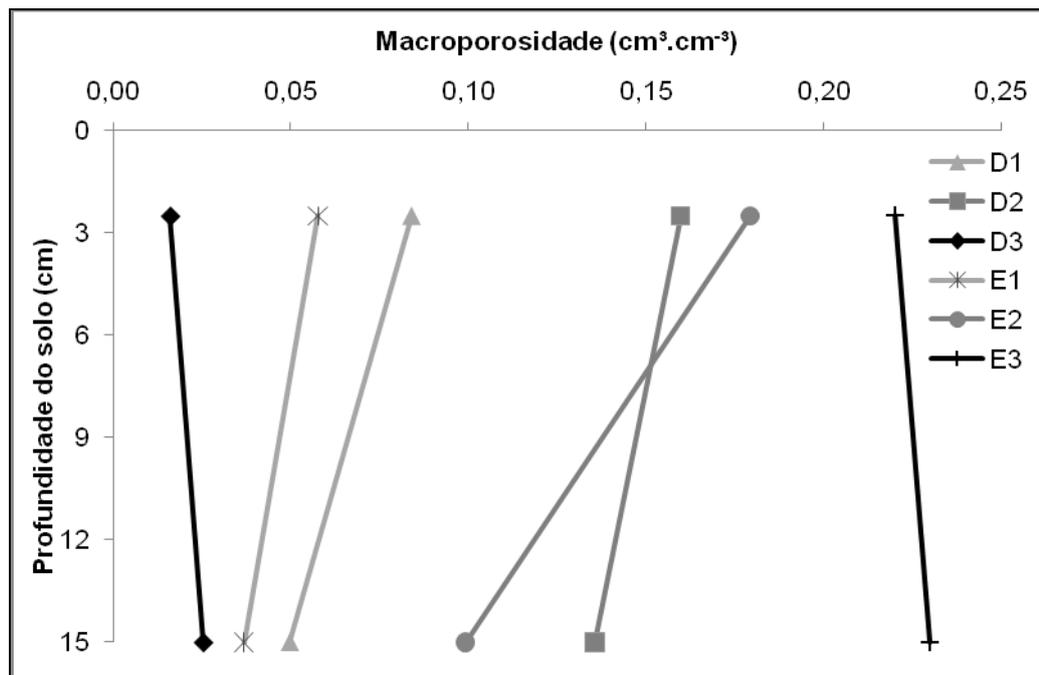


FIGURA 7 - Relação entre a macroporosidade e a profundidade do solo nas três zonas e em ambas as margens da voçoroca.
 NOTA: D: margem direita; E: margem esquerda; 1: zona 1; 2: zona 2; 3: zona 3.

Predominantemente, os maiores teores de água disponível se encontraram em profundidade. Na figura 6 observa-se o agrupamento das amostras da margem direita, que se caracterizaram por uma menor amplitude de valores no que se refere à água disponível, em comparação às amostras da margem oposta. Este resultado possivelmente deve-se à assimetria de relevo entre as duas margens amostradas. Enquanto na margem esquerda o relevo é plano, à direita verifica-se feição côncava convergente, com favorecimento de maior aporte de água proveniente da encosta. Portanto pressupõe-se que a constante maior recarga hídrica na margem direita em função da maior proximidade da encosta propicia um melhor grau de conservação da estrutura.

Na figura 8 verifica-se variação expressiva de umidade para uma pequena variação de tensão, o que traduz os elevados teores de macroporosidade.

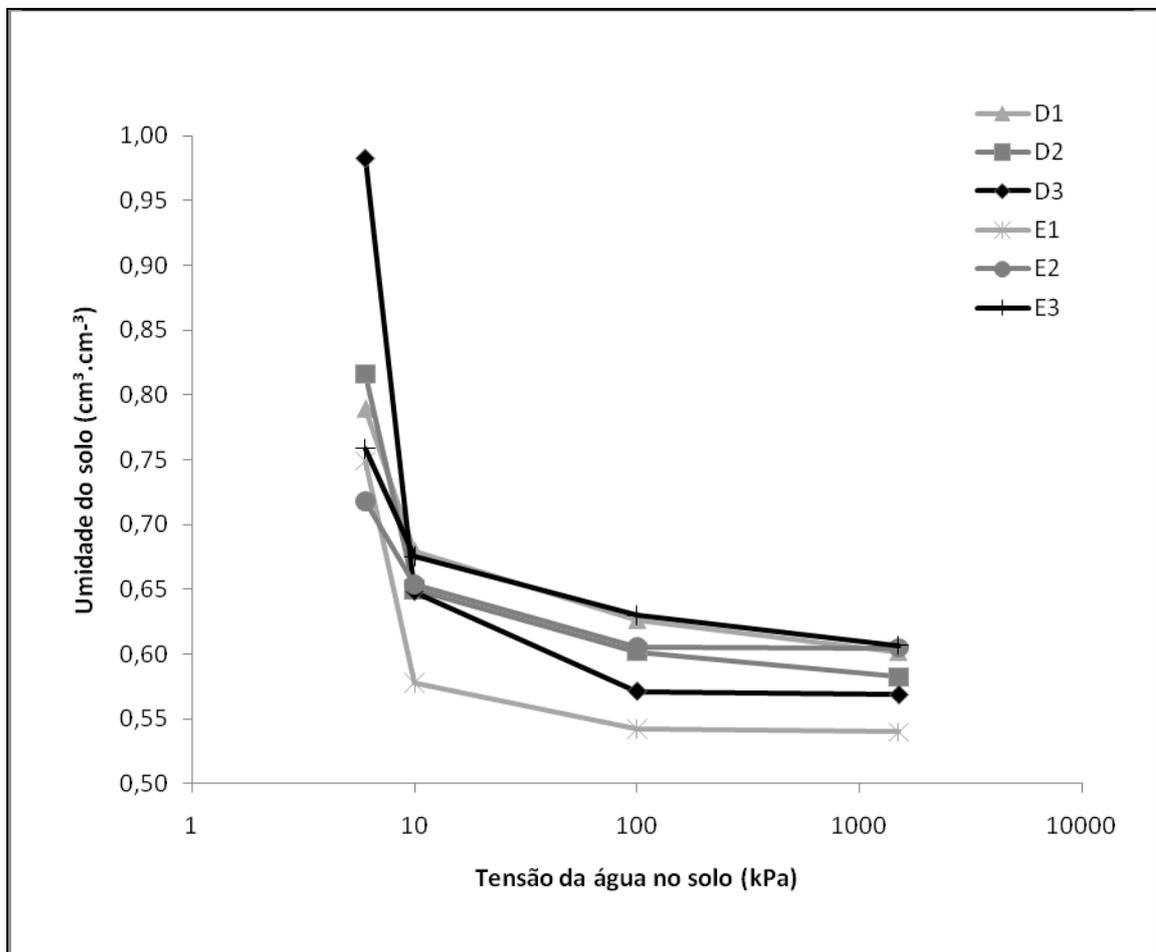


FIGURA 8 - Relação entre tensão da água no solo e a umidade do solo nas três zonas e em ambas as margens da voçoroca.
 NOTA: D: margem direita; E: margem esquerda; 1: zona 1; 2: zona 2; 3: zona 3.

4.4.3 Umidade gravimétrica e volumétrica

A umidade gravimétrica, que representa o conteúdo de água no momento da coleta, variou significativamente entre zonas e margens. Complementarmente, os valores de porcentagens médias, diferiram entre si quando comparados os fatores zonas e profundidades (Apêndice 11).

Dentre os dados de umidade gravimétrica nas três zonas e em ambas as margens, o valor mais baixo encontrado foi de 102 % na margem esquerda, zona 1, enquanto o mais alto foi de 983 % na margem direita, zona 3. Valores estes que seguiram a tendência geral da amostragem, com os menores valores para a zona 1, em especial a 0-10 cm de profundidade, e os maiores na zona 3 (Tabela 3).

A diferença observada entre as zonas pode ser atribuída ao grau de degradação dos solos com a proximidade da voçoroca, vindo corroborar o estudo de Valladares (2003), que atribuiu esta variação ao grau de decomposição do material orgânico. Já no que se refere às margens, a direita provavelmente recebe um aporte de água superior à esquerda em função da proximidade com a vertente, o que se justifica pelos maiores valores obtidos para a margem direita (Tabela 3).

TABELA 3 - Médias obtidas na avaliação de umidade gravimétrica e volumétrica dos solos.

Umidade gravimétrica (%)						
Profundidade	Margem direita			Margem esquerda		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 1	Zona 2	Zona 3
0-10 cm	197,73	429,99	601,00	198,40	349,86	496,10
10-20 cm	290,40	402,84	505,05	313,05	391,49	404,39

Umidade volumétrica (cm³.cm³)						
Profundidade	Margem direita			Margem esquerda		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 1	Zona 2	Zona 3
0-10 cm	59,18	44,17	65,83	73,73	70,13	78,46
10-20 cm	75,49	53,67	54,77	76,57	69,04	62,04

O conteúdo de umidade presente nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, dos solos que estão situados na margem direita é maior do que no solo da margem esquerda em função da maior proximidade da encosta (Tabela 3).

Pode-se observar que o conteúdo de água foi maior nas zonas que estavam menos decompostas (zonas 2 e 3), o que pôde ser esperado, tendo em vista a tendência de incremento da densidade do solo da zona 3 para a zona 1 (Item 4.1.2), obtendo-se, portanto, resultados similares àqueles observados por Conceição *et al.* (1999).

Os valores de umidade gravimétrica, em média, foram uma a três vezes superiores que a matéria seca do solo na zona 1; três a quatro vezes na zona 2; e quatro a seis vezes na zona 3. Conforme Valladares (2003), em Organossolos, estes valores podem chegar a ser dez vezes maiores do que a matéria seca.

Para a umidade volumétrica os maiores valores foram obtidos para a zona 3 (Tabela 3). Entretanto, por mais que as zonas tenham se mantido distintas estatisticamente entre elas (Apêndice 11), de forma similar à umidade gravimétrica, os valores obtidos para zona 1 se aproximaram bastante daqueles da zona 3, em virtude da diferença de densidade dos solos entre as zonas.

Estima-se que em uma área de aproximadamente 10 m de raio da voçoroca (zona 1), o solo está retendo em sua massa, em média, de um terço até metade da umidade que deveria armazenar um Organossolos em melhor estado de conservação (Tabela 3), o que certamente influi diretamente na estabilidade hidrológica local.

Dessa forma, pôde-se afirmar que a voçoroca alterou severamente um raio de aproximadamente 20 m ao seu redor, uma vez que a zona 1 reteve de água aproximadamente duas vezes seu peso seco, enquanto as zonas 2 e 3, menos impactadas, retiveram respectivamente quatro e cinco vezes seu peso seco. Grande foi o impacto do processo erosional sobre a capacidade de retenção hídrica dos Organossolos.

4.5 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO

4.5.1 Resultados gerais

Nas tabelas 7 e 8 estão listadas as espécies amostradas com as suas respectivas famílias e formas de vida observadas em campo.

Foram amostradas 146 morfoespécies. Destas, uma foi classificada somente em nível de família e outras cinco até o nível de gênero. As demais 140 espécies foram identificadas até nível específico, distribuindo-se em 96 gêneros e 42 famílias. Ao total 13 famílias apresentaram somente uma espécie (Tabela 4).

TABELA 4 - Número de famílias, gêneros e espécies de samambaias, licófitas e angiospermas das nascentes do rio Tibagi, Ponta Grossa-PR.

Grupo	Famílias	Gêneros	Espécies
Angiospermas	31	84	132
Samambaias e licófitas	11	12	14
TOTAL	42	96	146

Desse total amostrado, 132 espécies pertencem ao grupo das angiospermas e 14 às samambaias e licófitas.

Objetivando o reconhecimento das principais espécies de briófitas (*sensu lato*) envolvidas na gênese dos Organossolos, que possuem maior cobertura na área de estudo, realizou-se uma amostragem expedita, para a identificação daquelas mais conspícuas, sendo encontradas quatro espécies de duas famílias distintas: *Sphagnum oxyphyllum* Warnst., *Sphagnum recurvum* P. Beauv (Sphagnaceae), *Pogonatum pensylvanicum* (Hedw.) P. Beauv. e *Polytrichum commune* L. (Polytrichaceae), cujos números do coletor são, respectivamente, 42, 47, 46, 45 (coletor: Andrade, B.O.).

A riqueza florística foi alterada devido ao impacto promovido pela voçoroca, que proporciona diferentes condições de drenagem, tendo sido verificadas 37 espécies (25% do total amostrado) restritas à zona de maior impacto (zona 1). A grande maioria destas espécies pertence às samambaias e à família Asteraceae.

No que se refere ao grupo das angiospermas, dentre as famílias de maior riqueza, Asteraceae (27 espécies; 21 gêneros) apresentou o maior número de gêneros e espécies, seguido por Poaceae (24; 16), Cyperaceae (18; 6), Eriocaulaceae (6; 4), Melastomataceae (5; 3), Solanaceae (5; 1) e Xyridaceae (5; 1) (Tabela 6). Estas sete famílias compreenderam 68 % do total de espécies registradas.

Quanto às samambaias e licófitas, Blechnaceae (3 espécies; 1 gênero) e Pteridaceae (2 gêneros; 2 espécies) foram as famílias mais representativas, enquanto as demais apresentaram somente uma espécie cada (Tabela 7).

Dentre as angiospermas, os gêneros com maior número de espécie foram *Cyperus* e *Rhynchospora* (6 espécies); *Solanum* e *Xyris* (5 espécies) e *Andropogon*, *Baccharis* e *Juncus* (4 espécies). Já para as samambaias e licófitas, o gênero *Blechnum* apresentou três espécies, sendo os demais uniespecíficos.

Com relação à forma biológica (Tabela 5), as espécies herbáceas foram dominantes na área de estudo (127 espécies – 88 %). As arbustivas (16 spp. – 11 %) distribuem-se por todas as zonas, havendo predomínio sobre a porção de maior proximidade à voçoroca, caracterizando estado de degradação. Dentre as trepadeiras observou-se somente uma espécie (1 %), na zona 1.

TABELA 5 - Número de espécies de acordo com a forma biológica nas nascentes do rio Tibagi, Ponta Grossa-PR.

Grupo	Forma biológica		
	herbácea	arbustiva	trepadeira
Angiospermas	113	16	1
Samambaias e licófitas	14	-	-
TOTAL	127	16	1

NOTA: “-” indica ausência.

TABELA 6 - Número de espécies e de gêneros de angiospermas das nascentes do rio Tibagi, Ponta Grossa-PR.

Angiospermas	Número		Angiospermas	Número			
	Spp.	Gên		Spp.	Gên		
1	Apiaceae	4	2	17	Lentibulariaceae	2	1
2	Asteraceae	27	21	18	Liliaceae	1	1
3	Begoniaceae	1	1	19	Linaceae	1	1
4	Campanulaceae	2	1	20	Mayacaceae	1	1
5	Caryophyllaceae	1	1	21	Melastomataceae	5	3
6	Clusiaceae	1	1	22	Myrsinaceae	1	1
7	Cyperaceae	18	6	23	Orchidaceae	2	2
8	Droseraceae	1	1	24	Poaceae	24	16
9	Ericaceae	2	2	25	Polygalaceae	2	1
10	Eriocaulaceae	6	4	26	Rhamnaceae	1	1
11	Euphorbiaceae	1	1	27	Rosaceae	1	1
12	Gesneriaceae	1	1	28	Rubiaceae	3	2
13	Hypoxidaceae	1	1	29	Scrophulariaceae	2	2
14	Iridaceae	3	2	30	Solanaceae	5	1
15	Juncaceae	4	1	31	Xyridaceae	5	1
16	Lamiaceae	3	3		TOTAL	132	84

NOTA: spp.- espécies; gên- gênero.

TABELA 7 - Número de espécies e de gêneros de samambaias e licófitas das nascentes do rio Tibagi, Ponta Grossa-PR.

Samambaias e licófitas	Número		
	Espécies	Gêneros	
1	Blechnaceae	3	1
2	Cyatheaceae	1	1
3	Dryopteridaceae	1	1
4	Dicksoniaceae	1	1
5	Gleicheniaceae	1	1
6	Lycopodiaceae	1	1
7	Osmundaceae	1	1
8	Polypodiaceae	1	1
9	Pteridaceae	2	2
10	Selaginellaceae	1	1
11	Thelypteridaceae	1	1
	TOTAL	14	12

Nos ambientes estudados, a heterogeneidade visual do meio foi percebida pela alteração da fisionomia da vegetação, perceptível pela quantidade de área de solo exposto, variável entre as diferentes zonas estudadas; pelo predomínio de

determinadas espécies e formas biológicas; pela altura da biomassa vegetal e coloração das espécies dominantes e co-dominantes.

Distinguiram-se fisionomicamente três tipos de campos: na primeira, próxima à voçoroca, mais degradada (zona 1), há o predomínio de solo exposto e a presença de espécies características de ambiente melhor drenado, como *Acaena eupatoria* (Rosaceae), *Baccharis stenocephala* (Asteraceae) e *Hyptis fasciculata* (Lamiaceae). No segundo, em condição intermediária de degradação (zona 2) é visível o predomínio de *Baccharis crispa* (Asteraceae) e *Eryngium horridum* (Apiaceae), associados a espécies herbáceas de maior porte, quando comparado à zona anterior. Já na terceira fisionomia passível de distinção (zona 3), também se caracteriza pelo predomínio de espécies herbáceas de grande porte, porém estando associadas às condições de saturação hídrica do solo, como *Mayaca* sp. (Mayacaceae), *Rhynchne rottboellioides* (Poaceae), *Polygala* spp. (Polygalaceae), *Eriocaulon sellowianum* (Eriocaulaceae), *Leiothrix flavescens* (Eriocaulaceae) e *Cyanaeorchis arundinae* (Orchidaceae).

Próximo à voçoroca (zona 1), em razão do rebaixamento do lençol freático, verificou-se a regeneração de espécies arbóreas, amostradas ainda em estágio jovem, sendo elas: *Rhamnus sphaerosperma* (Rhamnaceae) e *Myrsine* cf. *gardneriana* (Myrsinaceae). Estas espécies se instalaram em função das condições de melhor drenagem próximo à voçoroca, entretanto, em decorrência das características do ambiente, não é assegurado que venham atingir o estágio adulto.

A presença dessas espécies arbóreas é indicativo de alteração florística em decorrência de mudanças abióticas promovidas pela voçoroca, uma vez que, conforme Tannus e Assis (2004), o acúmulo de matéria orgânica em condições anóxicas (características de Organossolo) seria limitante ao estabelecimento de espécies arbóreas sobre os campos hidromórficos.

TABELA 8 - Samambaias e licófitas com suas respectivas formas biológicas (FB) e indicação da sua ocorrência nos sete compartimentos avaliados.

Famílias/Espécies	FB	margem esquerda			voçoroca	margem direita			nº coletor
		Z3	Z2	Z1		Z1	Z2	Z3	
BLECHNACEAE									
<i>Blechnum cordatum</i> (Desv.) Hieron.	he	x	x	x	-	x	x	x	BOA 263
<i>Blechnum polypodioides</i> Raddi	he	-	-	-	-	x	-	-	BOA 411
<i>Blechnum schomburgkii</i> (Klotzsch) C. Chr.	he	x	x	x	-	x	x	x	BOA 234
CYATHEACEAE									
<i>Cyathea phalerata</i> Mart.	he	-	-	-	-	x	-	-	BOA 362
DICKSONIACEAE									
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	he	-	-	-	-	x	-	-	BOA 374
DRYOPTERIDACEAE									
<i>Deparia petersenii</i> (Kunze) M.Kato	he	-	-	-	-	x	-	-	BOA 365
GLEICHENIACEAE									
<i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrad.) Underw.	he	-	-	-	-	x	-	-	BOA 390
LYCOPODIACEAE									
<i>Lycopodiella</i> sp.	he	-	-	-	-	x	x	-	BOA 400
OSMUNDACEAE									
<i>Osmunda regalis</i> L.	he	-	-	-	-	x	-	-	BOA 363
POLYPODIACEAE									
<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota	he	-	-	-	-	x	-	-	BOA 406
PTERIDACEAE									
<i>Adiantopsis chlorophylla</i> (Sw.) Fée	he	-	-	-	-	x	-	-	BOA 224
<i>Doryopteris lomariacea</i> (Kunze) Klotzsch	he	x	-	-	-	-	-	-	BOA 375
SELAGINELLACEAE									
<i>Selaginella marginata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Spring	he	-	-	x	-	x	-	-	BOA 364
THELYPTERIDACEAE									
<i>Thelypteris rivularioides</i> (Fée) Abbiatti	he	x	x	x	-	x	x	-	BOA 352

TABELA 9 - Angiospermas com suas respectivas formas biológicas (FB) e indicação de sua ocorrência nos sete compartimentos avaliados, além do respectivo número do coletor.

Famílias/Espécies	FB	margem esquerda			voçoroca	margem direita			nº coletor
		Z3	Z2	Z1		Z1	Z2	Z3	
APIACEAE									
<i>Eryngium ebracteatum</i> L.	he	x	-	-	-	-	-	-	BOA 309
<i>Eryngium horridum</i> Malme	he	-	x	x	x	x	-	-	BOA 169
<i>Eryngium subinerme</i> Mathias & Constance	he	x	-	-	-	-	x	x	BOA 173
<i>Hydrocotyle leucocephala</i> Cham. & Schtdl.	he	-	-	x	-	x	-	-	BOA 367
ASTERACEAE									
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	he	x	-	x	-	x	-	-	BOA 262
<i>Achyrocline satureioides</i> (L.) DC.	he	x	-	x	-	-	-	-	BOA 88
<i>Ageratum conyzoides</i> Sieber ex Steud.	he	-	-	x	-	x	-	-	BOA 38
<i>Austroeupatorium laete-virens</i> (Hook. & Arn.) R.M. King & H. Rob.	ar	-	x	-	-	x	-	-	BOA 287
<i>Baccharis ramboi</i> G. Heiden & L. Macias	ar	x	x	-	-	x	x	x	BOA 371
<i>Baccharis crispa</i> Spreng.	ar	x	x	x	-	x	x	x	BOA 37
<i>Baccharis megapotamica</i> Spreng.	ar	-	-	x	-	-	-	-	BOA 253
<i>Baccharis stenocephala</i> Baker	ar	-	-	x	-	x	-	-	BOA 376
<i>Barrosoa betoniciformis</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	ar	x	x	-	-	-	x	x	BOA 223
<i>Bidens pilosa</i> L.	he	-	-	x	-	-	-	-	BOA 386
<i>Campovassouria cruciata</i> (Vell.) R.M. King & H. Rob.	ar	-	-	x	-	-	-	-	BOA 231
<i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf) DC.	he	-	x	x	-	-	-	-	BOA 32
<i>Gnaphalium purpureum</i> L.	he	-	-	x	-	x	-	-	BOA 130
<i>Grazielia multifida</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	he	-	-	x	-	x	-	-	BOA 24
<i>Holocheilus hieracioides</i> (D. Don) Cabrera	he	x	x	-	-	-	x	x	BOA 389
<i>Hypochaeris brasiliensis</i> (Less.) Benth. & Hook. f. ex Griseb.	he	-	x	-	-	x	-	-	BOA 161
<i>Hypochaeris lutea</i> Britton	he	x	x	x	-	x	-	-	BOA 98
<i>Jungia floribunda</i> Less.	he	-	-	x	-	x	-	-	BOA 289
<i>Leptostelma maximum</i> D. Don	he	-	-	-	-	x	-	-	BOA 372
<i>Mikania micrantha</i> Kunth	tr	-	-	x	-	x	-	-	BOA 366
<i>Pluchea oblongifolia</i> DC.	he	-	-	x	-	-	x	-	BOA 278
<i>Senecio grossidens</i> Dusén	he	-	-	-	x	-	-	-	BOA 115
<i>Solidago microglossa</i> DC.	he	-	-	x	-	x	-	-	BOA 377
<i>Trixis brasiliensis</i> (L.) DC.	he	-	-	-	-	-	x	-	BOA 159
<i>Trixis lessingii</i> DC.	he	x	x	x	-	-	x	x	BOA 168
<i>Vernonanthura westiniana</i> (Less.) H. Rob.	ar	-	-	x	-	x	-	-	BOA 233
<i>Vernonia elegans</i> Gardner	he	-	-	-	-	x	-	-	BOA 368

Famílias/Espécies	FB	margem esquerda			voçoroca	margem direita			nº coletor
		Z3	Z2	Z1		Z1	Z2	Z3	
BEGONIACEAE									
<i>Begonia fischeri</i> Schrank	he	-	x	x	-	x	-	-	BOA 225
CAMPANULACEAE									
<i>Lobelia exaltata</i> Pohl	he	x	-	-	-	-	-	-	BOA 226
<i>Lobelia nummularioides</i> Cham.	he	-	-	-	x	-	-	-	BOA 268
CARYOPHYLLACEAE									
<i>Drymaria</i> sp.	he	-	-	-	x	-	-	-	BOA 177
CLUSIACEAE									
<i>Hypericum brasiliense</i> Choisy	ar	-	-	-	x	-	-	-	BOA 254
CYPERACEAE									
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	he	-	-	x	-	-	-	-	BOA 378
<i>Cyperus haspan</i> L.	he	x	x	x	x	x	x	-	BOA 137
<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	he	-	-	-	-	x	-	-	BOA 305
<i>Cyperus impolitus</i> Kunth	he	x	x	-	-	-	-	-	BOA187
<i>Cyperus incomtus</i> Kunth	he	-	-	x	-	-	-	-	BOA 285
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl	he	x	x	x	-	x	x	-	BOA 132
<i>Eleocharis squamigera</i> Svenson	he	x	x	x	-	x	x	x	BOA 112
<i>Eleocharis nudipes</i> (Kunth) Palla	he	x	x	-	-	-	x	x	BOA 79
<i>Fimbristylis complanata</i> (Retz.) Link	he	-	-	-	x	-	-	-	BOA 333
<i>Kyllinga odorata</i> Vahl	he	-	-	-	-	x	x	x	BOA 27
<i>Kyllinga pumila</i> Michx.	he	-	-	x	-	x	x	-	BOA103
<i>Rhynchospora</i> aff. <i>corymbosa</i> (L.) Britton	he	-	-	x	-	x	-	-	BOA 33
<i>Rhynchospora emaciata</i> (Nees) Boeck.	he	x	x	x	-	x	x	x	BOA 369
<i>Rhynchospora marisculus</i> Lindl. ex Nees	he	x	x	x	-	x	x	x	BOA 175
<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. & Schult.	he	-	-	-	-	-	x	x	BOA 219
<i>Rhynchospora</i> aff. <i>polyantha</i> Steud.	he	x	-	-	-	-	-	x	BOA 139
<i>Rhynchospora rigida</i> (Kunth) Boeck.	he	x	-	-	-	-	x	x	BOA 279
<i>Scleria hirtella</i> Sw.	he	-	-	-	-	-	-	x	BOA 317
DROSERACEAE									
<i>Drosera communis</i> A. St.-Hil.	he	-	-	-	-	-	-	x	BOA 148
ERICACEAE									
<i>Agarista chlorantha</i> (Cham.) G. Don	ar	x	x	x	-	-	x	x	BOA 379
<i>Gaylussacia pseudogaultheria</i> Cham. & Schltld.	ar	x	x	x	-	x	x	x	BOA 77
ERIOCAULACEAE									
<i>Eriocaulon ligulatum</i> L.B. Sm.	he	x	x	-	x	-	x	x	BOA 63
<i>Eriocaulon sellowianum</i> Kunth	he	x	-	-	-	-	-	x	BOA 201
<i>Leiostrix flavescens</i> (Bong.) Ruhland	he	x	-	-	-	-	-	x	BOA 335
<i>Paepalanthus caldensis</i> Malme	he	-	-	-	-	-	x	x	BOA 257
<i>Paepalanthus catharinae</i> Ruhland	he	x	-	-	-	-	x	x	BOA 84
<i>Syngonanthus caulescens</i> (Poir.) Ruhland	he	x	-	-	-	-	x	x	BOA 350

Famílias/Espécies	FB	margem esquerda			voçoroca	margem direita			nº coletor
		Z3	Z2	Z1		Z1	Z2	Z3	
EUPHORBIACEAE									
<i>Euphorbia elodes</i> Boiss.	he	-	x	-	-	-	-	-	BOA 381
GESNERIACEAE									
<i>Sinningia elatior</i> (Kunth) Chautems	he	x	x	-	-	-	-	x	BOA 160
HYPOXIDACEAE									
<i>Hypoxis decumbens</i> L.	he	x	-	-	-	-	-	-	BOA 146
IRIDACEAE									
<i>Calydorea campestris</i> (Klatt) Baker	he	x	-	-	-	-	-	x	BOA 155
<i>Sisyrinchium</i> sp.	he	-	-	x	-	x	-	-	BOA 370
<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.	he	x	x	x	-	x	x	x	BOA 68
JUNCACEAE									
<i>Juncus</i> cf. <i>densiflorus</i> Kunth	he	x	-	-	-	-	-	-	BOA 395
<i>Juncus</i> cf. <i>effusus</i> L.	he	-	-	-	-	x	-	-	BOA 399
<i>Juncus microcephalus</i> H.B.K.	he	x	x	-	x	-	-	x	BOA 331
<i>Juncus</i> aff. <i>tenuis</i> Willd.	he	x	-	-	-	-	-	-	BOA 296
LAMIACEAE									
Lamiaceae indet.	he	x	x	x	-	-	x	x	BOA 380
<i>Rhabdocaulon lavanduloides</i> (Benth.) Epling	he	x	x	x	-	-	x	x	BOA 127
<i>Hyptis fasciculata</i> Benth.	he	-	-	x	-	x	-	-	BOA 297
LENTIBULARIACEAE									
<i>Utricularia tricolor</i> A. St.-Hil.	he	x	x	-	-	-	x	x	BOA 342
<i>Utricularia praelonga</i> St. Hilaire & Girard	he	x	x	-	-	-	x	x	BOA 172
LILIACEAE									
<i>Nothoscordum bonariense</i> (Pers.) Beauverd	he	-	-	-	-	-	x	-	BOA 207
LINACEAE									
<i>Linum littorale</i> A. St.-Hil.	he	-	-	-	-	-	x	-	BOA 91
MAYACACEAE									
<i>Mayaca</i> sp.	he	-	-	-	-	-	-	x	BOA 382
MELASTOMATACEAE									
<i>Leandra eichleri</i> Cogn.	ar	-	-	-	-	x	-	-	BOA 270
<i>Rhynchanthera brachyrhyncha</i> Cham.	he	x	x	-	-	x	x	-	BOA 244
<i>Tibouchina cerastifolia</i> Cogn.	he	x	x	x	x	x	x	x	BOA 26
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	he	-	-	-	-	-	-	x	BOA 216
<i>Tibouchina ursina</i> Cogn.	sb	-	-	x	-	-	-	-	BOA 360
MYRSINACEAE									
<i>Myrsine</i> cf. <i>gardneriana</i> A. DC.	*	-	-	-	-	x	-	-	BOA 276
ORCHIDACEAE									
<i>Cyanaeorchis arundinae</i> (Rchb. f.) Barb. Rodr.	he	x	-	-	-	-	-	-	BOA 373
<i>Habenaria parviflora</i> Lindl.	he	-	-	-	-	-	x	x	BOA 166

Famílias/Espécies	FB	margem esquerda			voçoroca	margem direita			nº coletor
		Z3	Z2	Z1		Z1	Z2	Z3	
POACEAE									
<i>Agrostis longiberbis</i> Hack. ex L.B. Sm.	he	-	x	-	-	-	-	-	BOA 383
<i>Andropogon lateralis</i> Nees	he	-	x	-	-	-	x	-	BOA 170
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	he	-	-	x	-	-	-	-	BOA 25
<i>Andropogon macrothrix</i> Trin.	he	-	-	-	-	-	x	-	BOA 165
<i>Andropogon virgatus</i> Desv. ex Ham.	he	x	-	-	-	-	x	x	BOA 248
<i>Axonopus affinis</i> Chase	he		x	x	x	-	-	-	BOA 339
<i>Axonopus polystachyus</i> G.A. Black	he	-	-	-	-	-	-	x	BOA 249
<i>Briza calotheca</i> (Trin.) Hack.	he	-	-	x	-	x	x	-	BOA 124
<i>Calamagrostis</i> sp.	he	-	x	x	-	-	-	-	BOA 179
<i>Danthonia montana</i> Döll	he	x	x	x	-	-	x	x	BOA 128
<i>Hemarthria altissima</i> (Poir.) Stapf & C.E. Hubb.	he	-	-	-	x	-	-	-	BOA 337
<i>Leptocoryphium lanatum</i> (Kunth) Nees	he	x	x	x	-	-	x	x	BOA 188
<i>Otachyrium versicolor</i> (Döll) Henrard	he	-	x	-	-	-	x	x	BOA 238
<i>Panicum sabulorum</i> L.	he	x	x	x	-	x	x	x	BOA 393
<i>Panicum schwackeanum</i> Mez	he	x	x	x	-	x	x	x	BOA 284
<i>Panicum surrectum</i> Chase ex Zuloaga & Morrone	he	-	x	x	-	x	-	-	BOA 392
<i>Paspalum cordatum</i> Hack.	he	-	x	-	-	-	x	x	BOA 245
<i>Paspalum flaccidum</i> Nees	he	x	x	-	-	-	x	x	BOA 186
<i>Paspalum polyphyllum</i> Nees ex Trin.	he	x	x	-	-	-	-	x	BOA 235
<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	he	-	-	x	-	-	-	-	BOA 181
<i>Rhynchachne rottboellioides</i> Desv. ex Ham.	he	-	-	-	-	-	-	x	BOA 212
<i>Saccharum asperum</i> (Nees) Steud.	he	-	-	x	x	x	-	-	BOA 183
<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	he	x	-	-	-	-	-	-	BOA 136
<i>Stipa</i> sp.	he	x	-	-	-	-	x	x	BOA 247
POLYGALACEAE									
<i>Polygala longicaulis</i> Kunth	he	x	-	-	-	-	-	-	BOA 385
<i>Polygala tenuis</i> DC.	he	x	-	-	-	-	-	-	BOA 384
RHAMNACEAE									
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	*	-	-	x	-	-	-	-	BOA 394
ROSACEAE									
<i>Acaena eupatoria</i> Cham. & Schltld.	he	-	-	x	-	x	-	-	BOA 162
RUBIACEAE									
<i>Galium equisetoides</i> (Cham. & Schltld.) Standl.	he	x	x	-	-	-	x	-	BOA 122
<i>Spermacoce</i> cf. <i>verticillata</i> L.	he	-	-	-	-	x	-	-	BOA 315
<i>Spermacoce</i> sp.	he	-	-	-	-	x	-	-	BOA 391

Famílias/Espécies	FB	margem esquerda			voçoroca	margem direita			nº coletor
		Z3	Z2	Z1		Z1	Z2	Z3	
SCROPHULARIACEAE									
<i>Buddleja elegans</i> Cham. & Schtdl.	ar	x	-	x	-	x	x	-	BOA 92
<i>Scoparia elliptica</i> Cham.	he	-	-	x	x	x	-	-	BOA 163
SOLANACEAE									
<i>Solanum americanum</i> Mill.	he	x	-	x	-	x	-	-	BOA 147
<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	ar	x	-	x	-	x	-	-	BOA 274
<i>Solanum reflexum</i> Schrank	he	-	-	x	-	-	-	-	BOA 113
<i>Solanum sisymbriifolium</i> L.	he	-	-	x	-	-	-	-	BOA 96
<i>Solanum viarum</i> Dunal	ar	-	-	x	-	-	-	-	BOA 192
XYRIDACEAE									
<i>Xyris filifolia</i> A. Nilsson	he	-	-	-	-	-	x	-	BOA 52
<i>Xyris laxifolia</i> Mart.	he	x	-	-	x	-	-	-	BOA 354
<i>Xyris neglecta</i> Alb. Nilsson	he	x	x	x	-	x	x	x	BOA 126
<i>Xyris regnelli</i> Nilsson	he	x	-	x	-	-	-	-	BOA 53
<i>Xyris stenophylla</i> Alb. Nilsson	he	x	-	-	-	-	-	x	BOA 54

NOTA: Z1- zona 1, Z2- zona 2, Z3- zona 3, "x" indica a presença da espécie e "-" indica ausência; he- herbácea; ar- arbustiva; tr- trepadeira; *- espécie arbórea amostrada em estágio jovem; Coletora: BOA- Bianca Ott Andrade.

No talude da voçoroca foram verificadas condições distintas daquelas descritas para as zonas avaliadas. Foi observada a presença de água no canal de erosão ao longo de todo o ano, fator que não impediu o estabelecimento de diferentes espécies vegetais. Foram observadas, inclusive, algumas restritas a esse ambiente (Tabela 9), podendo-se citar, *Senecio grossidens* (Asteraceae), *Lobelia nummularioides* (Campanulaceae), *Hypericum brasiliense* (Clusiaceae), *Drymaria* sp. (Caryophyllaceae), *Fimbristylis complanata* (Cyperaceae) e *Hemarthria altissima* (Poaceae).

Outras espécies foram observadas na voçoroca e também distribuídas nas zonas 2 e 3, sendo possível citar *Cyperus haspan* (Cyperaceae), *Eriocaulon ligulatum* (Eriocaulaceae), *Juncus microcephalus* (Juncaceae), *Xyris laxifolia* (Xyridaceae).

Tibouchina cerastifolia (Melastomataceae), *Scoparia elliptica* (Scrophulariaceae), *Saccharum asperum* (Poaceae) e *Axonopus affinis* (Poaceae) foram observadas presentes em zonas de distintos graus de saturação hídrica, assim como na voçoroca, em contato com a água.

A presença das famílias Poaceae, Cyperaceae e Asteraceae entre as mais ricas quanto ao número de espécies em Estepes Gramíneo-Lenhosas é frequente dentre os levantamentos florísticos e fitossiológicos, tanto em solos hidromórficos orgânicos e minerais como não hidromórficos (BUSELATO e BUENO, 1981; BOLDRINI e MIOTTO, 1987; ZOCHE e PORTO, 1992; SILVA, 2002; KOZERA, 2008). Entretanto, a presença de Asteraceae como família de maior riqueza, como foi verificada para este estudo, não foi observada para Organossolos (SILVA, 2002; KOZERA, 2008).

No presente estudo, obteve-se maior riqueza de espécies de Asteraceae na zona 1, o que pode ser uma indicativo da relação da família com a alteração ambiental em decorrência do rebaixamento de lençol freático. Nesta zona, a densidade do solo se elevou comparada às demais (Item 4.4.2), o que, associado a outras características físico-hídricas e de temperatura do solo, promoveram uma maior mortalidade de espécies hidrófilas e conseqüente exposição de áreas do solo, o que se assemelhou bastante às condições favoráveis ao estabelecimento da família descritas por Boldrini (2009).

Estas espécies, em grande parte pioneiras, têm por característica a capacidade de ocupação de ambientes com limitações edáficas ou de clareira (SCHNEIDER e IRGANG, 2005), especialmente por possuírem características como a forma de dispersão de sementes por anemocoria, presença de frutos e sementes durante boa parte do ano, grande número de sementes, dentre outras.

De acordo com Silveira e Longhi-Wagner (2009), a presença de Cyperaceae dentre as famílias mais ricas se justifica por suas espécies se destacarem em baixadas úmidas e banhados.

Neste trabalho, bem como nos Organossolos amostrados por Silva (2002), não foram observados representantes de Fabaceae por se tratarem de solos mal drenados, enquanto sobre solos de melhor drenagem trata-se de uma das três famílias de maior riqueza (BOLDRINI e MIOTTO, 1987; BOLDRINI e EGGERS, 1996; BOLDRINI *et al.*, 1998; SETUBAL e BOLDRINI, no prelo).

Através da análise de agrupamento pôde-se constatar os seguintes grupos mais relacionados floristicamente (Figura 9): o primeiro formado pela zona 1 de ambas as margens; o segundo pelas zonas 2 de ambas as margens associado à

zona 3 da margem direita; e o terceiro grupamento pela zona 3 da margem esquerda. O segundo grupo possivelmente se justifica em função da maior proximidade das zonas na margem direita, quando comparado à esquerda.

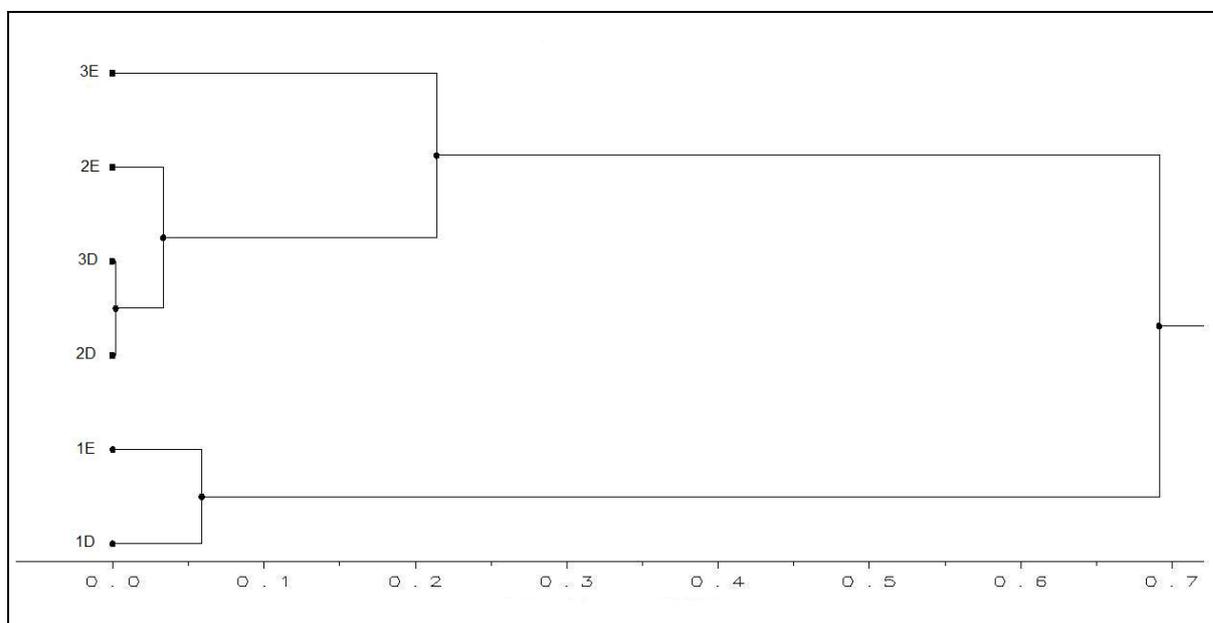


FIGURA 9 - Dendrograma de similaridade florística para as três zonas das margens direita e esquerda, utilizando-se do método Ward.

NOTA: 1D- margem direita, zona 1; 2D- margem direita, zona 2, 3D- margem direita, zona 3; 1E- margem esquerda, zona 1; 2E- margem esquerda, zona 2; 3E- margem esquerda, zona 3.

Foi observado *Drosera communis* (Droseraceae) somente na zona 3, gênero característico de ambientes hidromórficos (CORREA e SILVA, 2005). Esteve presente próximo à transição de solos de melhor e pior drenagem, respectivamente no limite entre o Gleissolo Melânico e o Organossolo Háplico, em consonância ao que foi observado por Zocche e Porto (1992). De acordo com observações realizadas em campo, estima-se que isso possa estar associado ao porte da vegetação herbácea, que diminuía em área sobre solos hidromórficos minerais, o que poderia proporcionar melhores condições ao seu estabelecimento, como maior luminosidade, menor competição interespecífica, entre outros.

Solanum sisymbriifolium L. (Solanaceae), foi citada por Vendruscolo (2009) como espécie indicadora de ambientes alterados, afirmativa ratificada neste estudo. A citada espécie, assim como as demais amostradas do referido gênero se

encontraram predominantemente na zona 1, ou seja, aquelas de maior degradação e de melhor drenagem.

As espécies *S. americanum* Mill. e *S. pseudocapsicum* L. foram observadas sobre diferentes condições de saturação hídrica do solo, tanto em localidades com o lençol freático próximo da superfície, como afastado da mesma.

Syngonanthus caulescens (Poir.) Ruhland, presente nas zonas 2 e 3, de maior hidromorfia, pode ser considerada uma espécie indicadora de elevado grau de saturação hídrica do solo – espécie hidrófila, condição que, conforme Coan *et al.* (2002), pode ser atribuída ao fato da espécie apresentar folhas com células epidérmicas com paredes finas e ausência de tecido de sustentação, raízes que acumulam ar no córtex e células baciformes (havendo formação de aerênquima), de grande importância para a fisiologia da planta por promover o aumento da eficiência nas trocas gasosas em ambientes saturados por água.

As espécies *Andropogon lateralis* Nees, *Bidens pilosa* L., *Gnaphalium purpureum* L., *Hypoxis decumbens* L., *Juncus cf. effusus* L., *Solanum americanum* Mill. *Solanum sisymbriifolium* L., *Solanum viarum* Dunal e *Tibouchina gracilis* (Bonpl.) Cogn., presentes nesse estudo predominantemente na zona 1, são classificadas por Bacchi *et al.* (1982) como “espécies invasoras de culturas”, o que nos fornece o indicativo de espécies generalistas, que se adaptam a condições antropizadas, como observado na área de estudo.

4.5.2 Espécies ameaçadas de extinção, raras e exóticas

Foram constatadas quatro espécies contidas na lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção do estado do Paraná (HATSCHBACH e ZILLER, 1995) e na Instrução Normativa nº 6 de setembro de 2008 (MMA, 2008), sendo estas, *Baccharis megapotamica* Spreng. (Asteraceae), *Cyanaeorchis arundinae* (Rchb. f.) Barb. Rodr. (Orchidaceae), *Paepalanthus catharinae* Ruhland (Eriocaulaceae) e *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae), sendo consideradas, raras as duas primeiras e em perigo de extinção as duas últimas. Concomitantemente, pôde-se verificar a presença de uma espécie exótica, *Deparia petersenii* (Kunze) M. Kato (Dryopteridaceae).

Dicksonia sellowiana (xaxim) é uma espécie de samambaia, classificada como em perigo de extinção, de acordo com o IBAMA (1992) e MMA (2008). Sua presença surpreende, uma vez que se trata de espécie característica de sub-bosque florestal em posição topográfica geralmente de baixada de áreas de Floresta Ombrófila Mista (MANTOVANI, 2004; SCHWARTSBURD e LABIAK, 2007). O único indivíduo amostrado desta espécie, verificado na zona 1, é jovem e está em estabelecimento, não tendo atingido ainda sua forma arborescente.

A presença de *D. sellowiana* se apresentou na zona 1, localidade que sofreu as maiores alterações abióticas devido à presença do agente erosional. Esta espécie, assim como *Cyathea phalerata* Mart. (Cyatheaceae), *Deparia petersenii* (Kunze) M.Kato (Dryopteridaceae), *Dicranopteris flexuosa* (Schrad.) Underw. (Gleicheniaceae), *Osmunda regalis* L. (Osmundaceae), *Pleopeltis hirsutissima* (Raddi) de la Sota (Polypodiaceae) e *Adiantopsis chlorophylla* (Sw.) Fée (Pteridaceae) estão presentes somente na margem direita da voçoroca, com a forma de um talude, o que proporciona um maior sombreamento, comparado à porção esquerda da voçoroca. O estudo de Biasi e Valle (2009) corrobora tal afirmação. Estes autores verificaram maior porcentagem de germinação dos esporos e o estabelecimento de *D. sellowiana* quando submetida a tratamentos com um maior grau de sombreamento.

Mantovani (2004), em estudo em florestas, também verificou que um determinado impacto antrópico acabou influenciando positivamente sobre a estrutura de uma população de *D. sellowiana*, devido à modificação da estrutura florestal através do corte seletivo de espécies.

Baccharis megapotamica, comumente conhecida por vassourinha, é espécie arbustiva presente nos campos naturais com e sem afloramento de rocha (HATSCHBACH e ZILLER, 1995; CERVI *et al.*, 2007), distribuindo-se por orlas de capões florestais e campos, desde mesófilos⁹ a hidromórficos (BARROSO e BUENO, 2002). Neste mesmo estudo, foi registrada a presença de *B. megapotamica* em áreas alteradas, condição esta que pode ser similar à verificada nas nascentes do rio Tibagi, onde se fez presente somente na zona 1, com poucos representantes na área.

⁹ Vegetação de campos que ocorre em ambientes bem drenados, sobre solos não-hidromórficos.

Cyanaeorchis arundinae foi observada em ambiente melhor conservado, em localidades onde o lençol freático está próximo à superfície por um maior período de tempo (zona 3). Nestes locais está presente com baixa frequência. Trata-se de espécie de ampla distribuição territorial, com distribuição desde Minas Gerais (ARAUJO *et al.*, 2002) ao Rio Grande do Sul (ROCHA e WAECHTER, 2006) e Argentina (DELUCCHI, 2006), sendo citada como rara e/ou vulnerável à extinção em boa parte deles (DELUCCHI, 2006; ROCHA e WAECHTER, 2006).

Paepalanthus catharinae está presente nas zonas 2 e 3, localidades em que o lençol freático está mais próximo à superfície, e com flutuações menos intensas. Tem ampla distribuição no Paraná, desde os campos úmidos do cerrado (LINSINGEN *et al.*, 2006) à Formação Pioneira de Influência Fluvial sobre Organossolos (KOZERA *et al.*, 2009).

A espécie *Deparia petersenii*, foi localizada somente nas proximidades da voçoroca. Trata-se de uma espécie exótica invasora, originária da Ásia. Também foi observada em localidades próximas à área de estudo, como o Parque Estadual de Vila Velha (CARPANEZZI, 2007; SCHWARTSBURD e LABIAK, 2007) e na bacia do rio Iguaçu, no primeiro planalto paranaense (KERSTEN e KUNIYOSHI, 2009). É descrita por Schwartsburd e Labiak (2007) como espécie que se estabelece principalmente no interior de florestas em regeneração, comumente em ambientes alterados e/ou ruderais, em geral úmidos.

4.6 FITOSSOCIOLOGIA

4.6.1 Resultados gerais

Com base em curvas do coletor (Apêndices 12-15), o número de unidades amostrais utilizadas na amostragem das três zonas foram suficientes para caracterizar a estrutura da vegetação sob influência da voçoroca. Foram instaladas 15 unidades amostrais para a caracterização da primeira zona, 13 para a segunda e nove para a terceira, totalizando 37 parcelas com área de amostragem de 37 m².

No levantamento fitossociológico foram amostradas um total de 67 espécies botânicas (60 angiospermas, 5 samambaias e 2 briófitas) (Tabela 11). Kozera (2008)

verificou 136 espécies em 69 parcelas (1 x 1 m) sobre Organossolo Háplico, sendo que Silva (2002) observou 43 espécies em 37 parcelas (1,5 x 0,5 m).

Foram verificadas 37 espécies na porção de maior distanciamento da voçoroca (zona 3). A zona 2 apresentou 33 espécies, assim como a zona 1, entretanto, na zona 2 estiveram distribuídas por um maior número de famílias (Tabela 10).

Cerca de 25% do total de espécies amostradas foram exclusivas da zona 1, enquanto nas zonas 2 e 3 esta porcentagem foi de 5 e 21%, respectivamente. Sendo 19% das espécies registradas em todas as zonas (Tabela 11). Parte deste resultado está associado à alteração gradual das condições ambientais com o distanciamento da voçoroca, resultado de distintos graus de impacto sobre o solo, uma vez que a zona 1 se apresentou bastante seletiva ao estabelecimento vegetal em função do dessecamento acentuado promovido pela voçoroca, em oposição à zona 3, sobre solos de maior hidromorfia.

Os gêneros mais ricos foram *Xyris* (5 spp.), *Baccharis* e *Panicum* (3 spp.), *Achyrocline*, *Andropogon*, *Blechnum*, *Cyperus*, *Eleocharis*, *Paspalum*, *Sisyrinchium* e *Juncus* (2 spp.).

Com a proximidade da voçoroca observou-se a maior riqueza da família Asteraceae, enquanto nas demais, passa a ser Poaceae a família com maior número de espécies.

Baccharis crispa (Asteraceae), esteve presente nas três zonas com elevados valores de importância, sendo o maior valor atribuído à zona 2, condição de transição entre a zona 1, de condições bastante severas ao estabelecimento vegetal e à zona 3, de maior retenção hídrica dos solos.

De forma similar ao presente estudo, Costa *et al.* (2003) verificaram uma faixa dominada por *B. crispa*, cuja presença eles atribuíram à uma zona de transição entre solos de melhor e pior saturação hídrica.

Eleocharis squamigera, espécie de grande representatividade nos campos amostrados, presente nas três zonas, teve sua importância relativa diminuída na zona 3 comparada às demais, não estando sequer entre as dez espécies mais representativas. Na zona 2 esta mesma espécie ainda estava presente, porém com valor de cobertura inferior ao da zona 1. Observações em campo sugerem que sua

distribuição na porção melhor conservada (zonas 2 e 3) esteja associada à disponibilidade de maior luminosidade, e menor competição com espécies cespitosas com touceiras bastante entremeadas, como é o caso de *Paspalum flaccidum*. Característica observada especialmente na zona 2, na qual a espécie se fazia presente predominantemente em associação a *Eryngium horridum*, espécie de boa capacidade de competição com estas espécies cespitosas e aparentemente permite uma maior entrada de luminosidade próximo ao solo.

Eleocharis squamigera, conforme observado especialmente na zona 1, trata-se de espécie bastante resistente, vindo suportar condições bastante severas, podendo-se citar altas temperaturas do solo, lençol freático em média a 60 cm em profundidade.

TABELA 10 - Pontos de amostragem e respectivos valores obtidos no levantamento fitossociológico.

Zonas	n	spp.	gên.	fam.
1	15	33	29	13
2	13	33	26	16
3	9	37	27	16

NOTA: n: número de unidades amostrais alocadas por zona, spp.:espécies, fam.: famílias.

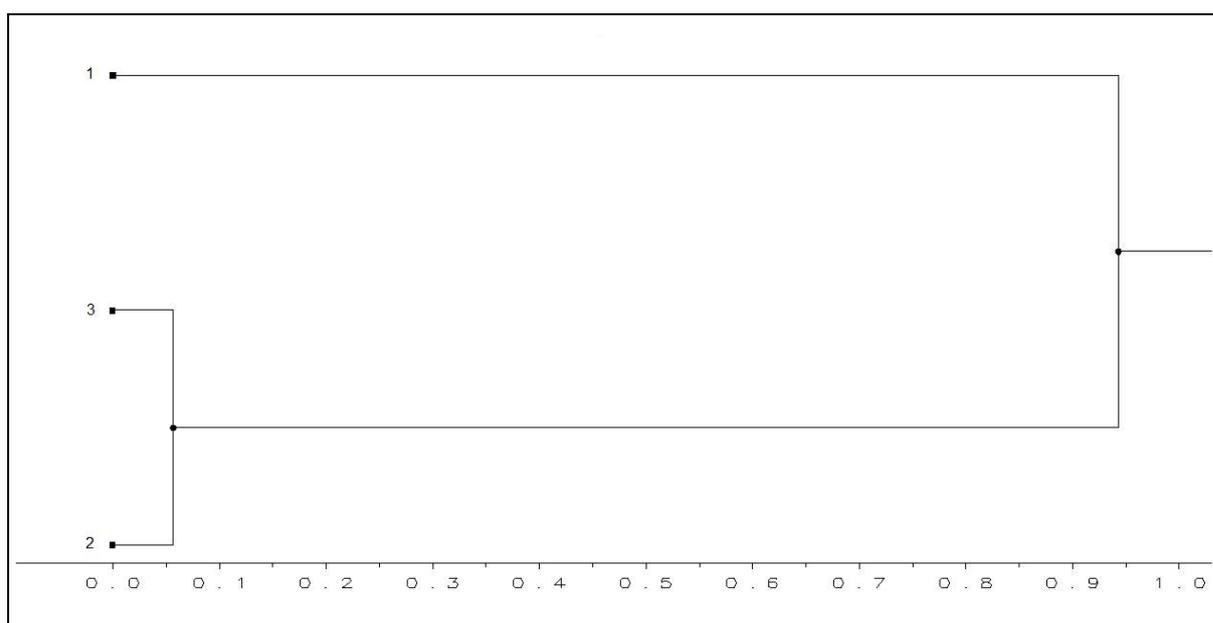


FIGURA 10 - Dendrograma de similaridade através de características fitossociológicas para as três zonas da margem esquerda, utilizando-se do método Ward.

NOTA: 1- zona 1, 2- zona 2, 3- zona 3.

O impacto promovido pela voçoroca resultou em alterações pedológicas e hidrológicas, vindo influir diretamente sobre características qualitativas e quantitativas da vegetação. Após as alterações ocorridas no ambiente, teve-se início um processo de sucessão secundária na busca por restabelecer o equilíbrio da vegetação com as condições do ambiente pós-impacto. Houve a entrada de espécies distintas daquelas amostradas em ambiente sob condições originalmente hidromórficas. Isso se fez evidente pela análise de agrupamento dos dados obtidos por este levantamento fitossociológico (Figura 10), vindo também confirmar os resultados obtidos pela análise florística (Figura 9).

Na análise dos componentes principais (Apêndices 19-24) foram obtidos grupos que explicam para as zonas 1, 2 e 3, respectivamente, 93,69 %, 97,58 % e 93,18 % da variação total. Isto significa que as mais de trinta variáveis ou espécies arbustivo-herbáceas amostradas em cada uma das três zonas poderiam ser substituídas, pelos 10 fatores (zona 1), 10 fatores (zona 2) e 7 fatores (zona 3), obtidos nesta análise, com perda de menos de 10 % da informação nos três casos.

As variáveis (espécies arbustivo-herbáceas) que apresentaram coeficiente de variação igual ou superior a 70 % (em negrito nos Apêndices 20, 22 e 24) permitiram seu agrupamento, por possuírem características comuns entre si, vindo então caracterizar cada um dos fatores.

Os agrupamentos de variáveis realizados por esta análise são compostos por espécies de alta variância, portanto de baixa cobertura e frequência. Esta análise pode ser descrita como o oposto daquela comumente empregada em análises fitossociológicas (itens 4.6.2 - 4.6.4), tendo a discussão dos resultados regida pelas espécies de maior valor de importância.

Ao se comparar os agrupamentos obtidos entre as zonas, pôde-se observar grupos maiores para os fatores da zona 3 comparado à 1, o que poderia ser um indicativo de maior heterogeneidade na zona 1, e por conseqüência corroborar o resultado obtido anteriormente, de maior equabilidade para a zona 3 frente as demais.

Para a zona 1 (Apêndices 19 e 20), de maior proximidade à voçoroca, o fator 1 é responsável por 16,06 % da variação total, composta por uma espécie arbustiva (*Buddleja elegans*) e as demais herbáceas (*Sisyrinchium 2*, *Panicum schwackeanum*

e *Achyrocline satureioides*). Já o segundo fator responde por 13,77 da variação total, composta por três espécies herbáceas, cada uma pertencente a uma das três famílias de maior riqueza específica da área, sendo elas: *Jungia floribunda* (Asteraceae), *Danthonia montana* (Poaceae) e *Eleocharis squamigera* (Cyperaceae).

Para a zona intermediária (zona 2) (Apêndices 21 e 22), o fator 1, que responde a 17,8 % da variação total, é composto pelas espécies Asteraceae 1 e *Baccharis ramboi* (Asteraceae), *Begônia fischeri* (Begoniaceae), *Thelypteris rivularioides* (Thelypteridaceae) e *Tibouchina cerastifolia* (Melastomataceae), predominantemente herbáceas à exceção da segunda. O segundo fator (16,61 % da variância total) compreende as espécies *Andropogon lateralis* (Poaceae), *Euphorbia elodes* (Euphorbiaceae), *Calamagrostis* sp. e *Paspalum polyphyllum* (Poaceae).

Já na zona 3 (em melhor estado de conservação) (Apêndices 23 e 24), o primeiro fator, responsável 19,82 % da variação total, pode-se observar *Thelypteris rivularioides*, espécie também presente no grupo 1 da zona 2, associada a *Doryopteris lomariacea* (Pteridaceae), *Syngonanthus caulescens*, *Xyris* sp. (Xyridaceae), *Achyrocline alata* e *Trixis lessingii* (Asteraceae) e *Cyanaeorchis arundinae* (Orchidaceae). O segundo fator, que compõe 19,18 % da variação total reúne as espécies: *Leiothrix flavescens* (Eriocaulaceae), *Xyris laxifolia* (Xyridaceae), *Eleocharis nudipes* (Cyperaceae) e *Sphagnum* spp. (Sphagnaceae).

TABELA 11 - Famílias e espécies de samambaias, licófitas, briófitas e angiospermas das nascentes do rio Tibagi, amostradas na análise fitossociológica e sua ocorrência nas três zonas avaliadas.

Famílias/Espécies	margem esquerda		
	zona 1	zona 2	zona 3
APIACEAE			
<i>Eryngium horridum</i> Malme	-	X	-
ASTERACEAE			
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	X	-	X
<i>Achyrocline satureioides</i> (L.) DC.	X	-	X
Asteraceae 1	X	X	-
Asteraceae 3	X	-	-
<i>Baccharis ramboi</i> G. Heiden & L. Macias	-	X	X
<i>Baccharis crispa</i> Spreng.	X	X	X
<i>Baccharis megapotamica</i> Spreng.	X	-	-
<i>Barrosoa betoniciformis</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	-	-	X
<i>Bidens pilosa</i> L.	X	-	-
<i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf) DC.	X	-	-
<i>Gnaphalium purpureum</i> L.	X	-	-
<i>Jungia floribunda</i> Less.	X	-	-
<i>Mikania micrantha</i> Kunth	X	-	-
<i>Trixis lessingii</i> DC.	-	X	X
BEGONIACEAE			
<i>Begonia fischeri</i> Schrank	-	X	
BLECHNACEAE			
<i>Blechnum cordatum</i> (Desv.) Hieron.	X	X	X
<i>Blechnum schomburgkii</i> (Klotzsch) C. Chr.	-	X	X
CYPERACEAE			
<i>Cyperus haspan</i> L.	-	X	X
<i>Cyperus reflexus</i> Vahl	-	X	-
<i>Eleocharis nudipes</i> (Kunth) Palla	-	X	X
<i>Eleocharis squamigera</i> Svenson	X	X	X
<i>Kyllinga pumila</i> Michx.	X	-	-
<i>Rhynchospora marisculus</i> Lindl. ex Nees	X	-	X
ERICACEAE			
<i>Gaylussacia pseudogaultheria</i> Cham. & Schtdl.	X	X	X
ERIOCAULACEAE			
<i>Eriocaulon ligulatum</i> L.B.Sm.	-	-	X
<i>Leiothrix flavescens</i> (Bong.) Ruhland	-	-	X
<i>Syngonanthus caulescens</i> (Poir.) Ruhland	-	-	X
EUPHORBIACEAE			
<i>Euphorbia elodes</i> Boiss.	-	X	-
GESNERIACEAE			
<i>Sinningia elatior</i> (Kunth) Chautems	-	-	X
IRIDACEAE			
<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.	-	X	X
<i>Sisyrinchium</i> 2	X	-	-
JUNCACEAE			
<i>Juncus microcephalus</i> H.B.K.	-	X	X
<i>Juncus</i> sp.	X	-	-
LAMIACEAE			
<i>Rhabdocalon lavanduloides</i> (Benth.) Epling	-	X	-

Famílias/Espécies	margem esquerda		
	zona 1	zona 2	zona 3
<i>Lamiaceae</i> indet.	X	-	-
MELASTOMATACEAE			
<i>Tibouchina cerastifolia</i> Cogn.	X	X	X
Melastomataceae indet.	-	X	-
ORCHIDACEAE			
<i>Cyanaeorchis arundinae</i> (Rchb. f.) Barb. Rodr.	-	-	X
POACEAE			
<i>Andropogon lateralis</i> Nees	-	X	-
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	X	-	-
<i>Axonopus affinis</i> Chase	X	X	-
<i>Briza calotheca</i> (Trin.) Hack.	X	-	-
<i>Calamagrostis</i> sp.	X	X	-
<i>Danthonia montana</i> Döll	X	X	X
<i>Leptocoryphium lanatum</i> (Kunth) Nees	-	-	X
<i>Panicum sabulorum</i> L.	X	X	X
<i>Panicum schwackeanum</i> Mez	X	X	X
<i>Panicum surrectum</i> Chase ex Zuloaga & Morrone	X	X	-
<i>Paspalum flaccidum</i> Nees	-	X	X
<i>Paspalum polyphyllum</i> Nees ex Trin.	-	X	X
<i>Saccharum asperum</i> (Nees) Steud.	X	-	-
Poaceae 1	-	-	X
Poaceae 2	-	X	-
POLYTRICHACEAE			
<i>Polytrichum</i> sp.	-	X	
PTERIDACEAE			
<i>Doryopteris lomariacea</i> Kl.	-	-	X
ROSACEAE			
<i>Acaena eupatoria</i> Cham. & Schltld.	X	-	-
RUBIACEAE			
<i>Galium equisetoides</i> (Cham. & Schltld.) Standl.	-	X	X
SCROPHULARIACEAE			
<i>Buddleja elegans</i> Cham. & Schltld.	X	-	-
SELAGINELLACEAE			
<i>Selaginella marginata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Spring	X	-	-
SPHAGNACEAE			
<i>Sphagnum</i> spp.	-	-	X
THELYPTERIDACEAE			
<i>Thelypteris rivularioides</i> (Fée) Abbiatti	X	X	X
XYRIDACEAE			
<i>Xyris laxifolia</i> Mart.	-	-	X
<i>Xyris neglecta</i> Alb. Nilsson	-	-	X
<i>Xyris regnelli</i> Nilsson	-	-	X
<i>Xyris</i> sp.	-	X	X
<i>Xyris stenophylla</i> Alb. Nilsson	-	-	X

4.6.2 Zona 1

Nesta área foi registrada a ocorrência de 33 espécies e 13 famílias. Asteraceae (11) e Poaceae (9) foram as famílias de maior riqueza específica, perfazendo juntas 60 % do total de espécies amostradas.

Quanto à fisionomia, a altura do estrato herbáceo-arbustivo variou de 1-110 cm, com espécies herbáceas com altura predominantemente entre 20 e 50 cm e as arbustivas entre 70 e 100 cm.

Restrita a esta zona, em razão de ser a zona mais afetada pela presença da voçoroca, observou-se grande porcentagem de solo exposto, condição presente em todas as 15 parcelas amostradas, abrangendo de 5 a 45 % da área amostral, o que se assemelha às porcentagens de cobertura das espécies de maior valor de importância da referida zona.

Baccharis crista, *Eleocharis squamigera*, *Andropogon leucostachyus* e *Axonopus affinis* foram as espécies que mais contribuíram para a fisionomia e a cobertura do solo. Destacaram-se com os maiores valores de importância relativa (Tabela 12).

Quanto à sociabilidade, 73 % (24 spp.) do total de espécies ocorreram como plantas isoladas (sociabilidade – soc. 1), 18 % (6 spp.) formando pequenos grupos (soc. 2) e 9 % (3 spp.) constituíram grandes grupos (soc. 3), sendo a primeira a forma dominante dentre as demais por ser característica das espécies de maior importância, além do fato de compreender uma grande porcentagem das espécies presentes nesta zona.

TABELA 12 - Parâmetros fitossociológicos, sociabilidade predominante e altura média das dez principais espécies que compuseram a fisionomia da zona 1.

Espécies zona 1	n	FA (%)	FR (%)	CA (%)	CR (%)	IR	soc	altura (cm)
<i>Baccharis crispa</i>	12	80	6,94	264	16,42	23,35	1	72
<i>Eleocharis squamigera</i>	8	53	4,62	221	13,74	18,37	3	9
<i>Andropogon leucostachyus</i>	13	87	7,51	160	9,95	17,46	2	26
<i>Axonopus affinis</i>	10	67	5,78	151	9,39	15,17	2	2
<i>Panicum schwackeanum</i>	13	87	7,51	79	4,91	12,43	2	2
<i>Tibouchina cerastifolia</i>	14	93	8,09	46	2,86	10,95	1	5
<i>Rhynchospora marisculus</i>	9	60	5,20	51	3,17	8,37	2	21
<i>Gaylussacia pseudogaultheria</i>	8	53	4,62	58	3,61	8,23	1	39
<i>Blechnum cordatum</i>	8	53	4,62	45	2,80	7,42	1	15
<i>Danthonia montana</i>	7	47	4,05	38	2,36	6,41	2	30

NOTA: n - número de parcelas em que a espécie ocorreu, FA - frequência absoluta, FR - frequência relativa, CA - cobertura absoluta, CR - cobertura relativa, IR - importância relativa, soc.-sociabilidade.

4.6.3 Zona 2

Corresponde ao compartimento intermediário, com distanciamento aproximado de 25 m da voçoroca.

Na amostragem obtiveram-se 33 espécies vegetais, pertencentes a 16 famílias botânicas. Poaceae (10), Cyperaceae (4) e Asteraceae (4) foram as famílias de maior riqueza, contendo 54 % do total de espécies amostradas. Sete espécies foram determinadas somente em nível de família e outras cinco em nível de gênero.

Em comparação à zona anterior, foram amostrados indivíduos de maior porte, com herbáceos variando de predominantemente de 50 a 60 cm, enquanto a maioria dos representantes arbustivos variaram de 80-100 cm.

São espécies características desse compartimento, a arbustiva *Baccharis crispa* e as demais herbáceas *Paspalum flaccidum*, *Blechnum cordatum* e *Eryngium horridum* (Tabela 13), destacando-se os maiores valores de importância, em função da grande da porcentagem de cobertura que possuem.

No que concerne à sociabilidade, 48 % (16 spp.) consistiram de indivíduos isolados, 36 % (12 spp.) ocorreram como pequenos grupos e 12 % (4 spp.) como grandes grupos, havendo ainda 3 % (1 sp.) que ocorreram na forma de “grandes massas”. Os grandes grupos correspondem à forma dominante perante as demais

por estarem representados pelas espécies de maior importância relativa, sendo elas: *Paspalum flaccidum*, *Baccharis crispa* e *Eryngium horridum* (Tabela 13).

TABELA 13 - Parâmetros fitossociológicos, sociabilidade predominante e altura média das dez principais espécies que compuseram a fisionomia da zona 2.

Espécies zona 2	n	FA (%)	FR (%)	CA (%)	CR (%)	IR	soc	altura (cm)
<i>Paspalum flaccidum</i>	10	77	7,81	369	20,87	28,68	3	44
<i>Baccharis crispa</i>	11	85	8,59	288	16,29	24,88	2	83
<i>Blechnum cordatum</i>	12	92	9,38	265	14,99	24,36	1	49
<i>Eryngium horridum</i>	4	31	3,13	240	13,57	16,70	4	51
<i>Eleocharis squamigera</i>	7	54	5,47	172	9,73	15,20	3	16
<i>Gaylussacia pseudogaultheria</i>	10	77	7,81	19	1,07	8,89	1	30
<i>Trixis lessingii</i>	9	69	7,03	21	1,19	8,22	1	19
<i>Tibouchina cerastifolia</i>	9	69	7,03	17	0,96	7,99	1	11
<i>Xyris</i> sp.	2	15	1,56	86	4,86	6,43	2	55
<i>Cyperus haspan</i>	3	23	2,34	67	3,79	6,13	2	43

NOTA: n- número de parcelas em que a espécie ocorreu, FA- frequência absoluta, FR- frequência relativa, CA- cobertura absoluta, CR- cobertura relativa, IR- importância relativa, soc.-sociabilidade.

4.6.4 Zona 3

Este compartimento se caracteriza pela presença de 37 espécies distribuídas em 16 famílias. Poaceae (7), Asteraceae (6), Xyridaceae (5) e Cyperaceae (4) foram aquelas de maior riqueza, perfazendo 60 % do total de espécies amostradas nesta zona.

A altura do estrato herbáceo variou predominantemente de 60 a 70 cm, enquanto o estrato arbustivo esteve frequentemente entre 80 e 100 cm.

Contribuíram para a maior cobertura do solo: *Paspalum flaccidum*, *Leptocoryphium lanatum*, *Eleocharis nudipes* e *Blechnum cordatum*, além da arbustiva *Baccharis crispa* (Tabela 14).

Do total de espécies, 49 % (18 spp.) ocorreram como plantas isoladas, 41 % (15 spp.) formaram pequenos grupos, 8 % (3 spp.) constituíram grandes grupos, sendo esta a forma dominante entre espécies de maior importância, enquanto apenas uma espécie (3 %) ocorreu na forma de uma grande massa.

TABELA 14 - Parâmetros fitossociológicos, sociabilidade predominante e altura média das dez principais espécies que compuseram a fisionomia da zona 3.

Espécies zona 3	n	FA (%)	FR (%)	CA (%)	CR (%)	IR	soc	altura (cm)
<i>Paspalum flaccidum</i> Nees	9	100	7,26	312	24,53	31,79	3	63
<i>Baccharis crispa</i> Spreng.	9	100	7,26	145	11,40	18,66	1	90
<i>Leptocoryphium lanatum</i> (Kunth) Nees	6	67	4,84	107	8,41	13,25	3	62
<i>Eleocharis nudipes</i> (Kunth) Palla	6	67	4,84	99	7,78	12,62	2	65
<i>Blechnum cordatum</i> (Desv.) Hieron.	5	56	4,03	106	8,33	12,37	1	63
<i>Trixis lessingii</i> DC.	8	89	6,45	43	3,38	9,83	1	49
<i>Gaylussacia pseudogaultheria</i> Cham. & Schltld.	9	100	7,26	26	2,04	9,30	1	49
<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.	8	89	6,45	31	2,44	8,89	1	51
<i>Sphagnum</i> spp.	5	56	4,03	56	4,40	8,43	2	8,6
<i>Barrosoa betoniciiiformis</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	3	33	2,42	63	4,95	7,37	1	57

NOTA: n - número de parcelas em que a espécie ocorreu, FA - frequência absoluta, FR - frequência relativa, CA - cobertura absoluta, CR - cobertura relativa, IR - importância relativa, soc.- sociabilidade.

4.7 BIOMASSA AÉREA

Na tabela 15 constam os valores médios de produção de biomassa aérea de cada um dos componentes avaliados: arbustivo, herbáceo e *Sphagnum* spp. para cada uma das três zonas. A produção de biomassa aérea apresentou variação significativa para cada componente ($p = 0,0008$) e entre a quantidade de biomassa dos componentes dentre as três zonas ($p = 0,0404$) (Apêndice 16).

TABELA 15 - Médias e desvio padrão e comparações múltiplas dos dados obtidos no levantamento da biomassa aérea.

	Componentes (kg.ha ⁻¹)		
	<i>Sphagnum</i> spp.	Herbáceo	Arbustivo
Zona 1	0	223,35 ± 78,88	145,39 ± 37,26
Zona 2	0	548,37 ± 67,36	438,81 ± 139,19
Zona 3	165,84 ± 70,95	738,77 ± 89,28	36,17 ± 10,96
Contrastes ortogonais			Pr>F
arb+herb v. Sph			0,0610
arb v. herb			0,0002
Contrastes não ortogonais			Pr>F
arb v. Sph			0,3100
herb v. Sph			0,0008

NOTA: arb - espécies arbustivas; herb - espécies herbáceas; Sph - *Sphagnum* spp.; v. - versus.

Pôde-se observar que a produção de biomassa aérea total foi maior na zona 3, seguida pelas zonas 2 e 1, em função das alterações pedológicas, reflexo da presença da voçoroca (Tabela 15).

Dentre as três zonas, o componente herbáceo predominou frente aos demais, entretanto, pôde-se verificar a distinção dentre as zonas quanto à participação dos demais componentes, uma vez que as espécies arbustivas se sobressaem na zona 2 e *Sphagnum* spp., na zona 3, localidade em que esteve restrito.

Correlacionando estes resultados aos do levantamento fitossociológico (Item 4.6), pode-se afirmar que nas zonas 2 e 3, Poaceae foi a família de maior contribuição na produção de biomassa para o componente herbáceo, enquanto Asteraceae esteve para o arbustivo. Já para a zona 1, Asteraceae se manteve dominante no componente arbustivo, enquanto a família Cyperaceae despontou pela maior importância para o componente herbáceo.

Além disso, pôde-se observar que a biomassa aérea, assim como o número de espécies amostradas aumenta com o distanciamento da voçoroca, resultado que confirma os estudos de Tilman *et al.* (1996), que observaram aumento significativo da produtividade do ecossistema com o aumento da riqueza específica da área.

O valor de $165,84 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de *Sphagnum* spp. para a zona 3 é reflexo da abundância deste gênero, que ocorre formando pequenas elevações como se fossem “montículos de *Sphagnum*” de aproximadamente 60 cm de altura. De acordo com Rydin *et al.* (2006), esta forma de ocupação do ambiente possivelmente esteja associada à presença de espécies do gênero com boa capilaridade e proteção contra o dessecamento.

À primeira vista esse valor pode não parecer representativo frente ao montante amostrado para o componente herbáceo, por exemplo, entretanto, deve-se estar ciente do potencial do gênero em armazenar água em sua biomassa. De acordo com Hayward e Clymo (1982), sob condições normais, dificilmente o conteúdo de água por unidade de massa seca de *Sphagnum* spp. é inferior a $10 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$, podendo inclusive armazenar mais de $20 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$.

A presença de *Sphagnum* spp. somente na zona em melhor estado de conservação (zona 3), possivelmente está relacionada à permanência do lençol freático próximo da superfície do solo na maior parte do ano. Este resultado

confirmou os obtidos por Hayward e Clymo (1982; 1983) que verificaram que, com o rebaixamento do freático, a taxa de crescimento de *Sphagnum* spp. pode vir a ser comprometida.

Dessa forma, pode-se afirmar que a presença de *Sphagnum* spp. em áreas hidromórficas pode ser uma boa indicação de ambiente em bom estado de conservação, reflexo da manutenção das características de saturação hídrica dos solos sem alteração ou bastante próximas das condições naturais.

Complementar a isso, este estudo confirma resultados obtidos por Esteves (1998), que afirmou que ambientes alagados não impactados pela ação humana apresentam maior capacidade de retenção de carbono quando comparados aos demais alterados, especialmente com relação à biomassa vegetal e ao solo.

4.8 CONCLUSÕES

CONCLUSÃO GERAL

- Alterações das características químicas, físico-hídricas e de temperatura do solo têm influência na composição, estrutura e produção da biomassa da vegetação das nascentes do rio Tibagi. Essas características puderam ser observadas por ter sido estudado um gradiente quanto ao nível de degradação do solo por conta de um processo erosional (voçoroca) que acarretou, nas áreas de maior proximidade, o rebaixamento do lençol freático; a mortalidade de espécies vegetais hidrófilas; a diminuição da cobertura do solo e conseqüente diminuição da biomassa e o aumento da temperatura do solo; a diminuição da porosidade do solo, seguido pelo aumento de sua densidade; e redução da retenção hídrica do solo; afetando diretamente a composição e estrutura vegetacional originais.

SOLOS

- A área amostrada abrangeu uma única classe de solo, Organossolos Háplicos Sápricos. Verificou-se distinção entre as zonas quanto ao subgrupo a que pertencem, reflexo do maior dessecamento promovido pela voçoroca, tendo os solos sido classificados como tértrico, na zona 1, de maior proximidade à voçoroca; e típico, para as demais.
- Observaram-se alterações na estrutura dos solos em proximidade ao processo erosivo, sem perderem, por conta do impacto da voçoroca, as características que o enquadram como Organossolos.
- Foi verificado aumento na quantidade de macroporos e na densidade do solo com o distanciamento da voçoroca e em profundidade, o que influenciou diretamente na capacidade de retenção hídrica do solo.
- A umidade gravimétrica apresentou seus menores valores de porcentagem de água por massa seca de solo em pontos amostrados próximos à voçoroca, reflexo do grau de degradação do solo promovido pelo processo erosional.

LENÇOL FREÁTICO

- Verificaram-se variações expressivas na altura do lençol freático nas três zonas, o que determinou níveis de hidromorfia distintos no solo, estando a uma profundidade média de 70 cm, 45 cm e 30 cm da superfície, respectivamente nas zonas 1, 2 e 3.
- As três zonas são distintas entre si quanto à flutuação do lençol freático. Nelas pôde-se observar a influência da sazonalidade na variação do lençol freático.

LEVANTAMENTO FLORÍSTICO

- Foram amostradas 146 espécies distribuídas em 42 famílias botânicas. 132 destas pertencem ao grupo das angiospermas e 14 às samambaias e licófitas.

- Poaceae, Cyperaceae e Asteraceae foram as famílias de maior riqueza específica da área amostrada como um todo.
- A composição florística da zona 1 diferiu fortemente das demais zonas, tendo sido observadas espécies que puderam indicar a alteração do regime hídrico dos solos em decorrência da voçoroca.

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO

- A estrutura da vegetação original sofreu alteração com a proximidade da voçoroca, sendo possível distinguir em especial três fisionomias distintas, sendo estas: a zona 1, na porção mais degradada (imediatamente ao lado da voçoroca), a zona 2, na porção intermediária e a zona 3, de maior distanciamento da voçoroca, portanto em melhor estado de conservação. As duas últimas, em resposta à análise de agrupamento, são bastante similares floristicamente.
- O impacto promovido pela voçoroca resultou em alterações do meio físico, vindo influir diretamente sobre características qualitativas e quantitativas da vegetação. Na tentativa de restabelecimento da cobertura vegetal, teve início um processo de sucessão secundária, com a entrada de espécies distintas daquelas amostradas em ambiente sob condições hidromórficas.
- *Baccharis crispera* (Asteraceae) esteve entre as espécies de maior valor de importância nas três zonas.
- *Paspalum flaccidum* Nees (Poaceae) foi a espécie de maior valor importância nas zonas 2 e 3, não estando presente sequer entre as dez primeiras na zona 1.
- O solo descoberto foi registrado somente na zona 1, que é a mais alterada, resultado da mortalidade da vegetação hidrófila original.

ANÁLISE DA BIOMASSA AÉREA

- A alteração das características abióticas por conta do voçorocamento, em especial aquelas relacionadas à físico-hídrica dos solos e à altura do lençol freático, observou-se variação dentre as classes de forma biológica, assim como dentre as zonas.
- Em todas as zonas houve prevalência do componente herbáceo na composição da biomassa aérea, exceto para a zona 2, onde os valores foram bastante próximos entre si.
- Na zona 2 observou-se a participação substancial do componente arbustivo comparado às demais zonas, representado predominantemente por *Baccharis crispa* (Asteraceae).
- O componente *Sphagnum* spp. permaneceu restrito à zona 3, que possui o lençol freático mais próximo à superfície por um maior período durante o ano.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C.G. **Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná**. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território). Departamento de Geociências - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa-PR, 2008.
- ALMEIDA, F.F.M. Síntese sobre a tectônica da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., 1981, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBG, v. 1, p. 1-20, 1981.
- ANDRIESSE, J.P. Nature and management of tropical peat soils. **FAO Soils Bulletin**, v. 59, 1988.
- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of Linnean Society**, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.
- ARAUJO, G.M.; BARBOSA, A.A.A.; ARANTES, A.A.; AMARAL, A.F. Composição florística de veredas no município de Uberlândia, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 4, p. 475-493, 2002.
- ASSINE, M.L. **Aspectos da estratigrafia das sequências pré-carboníferas da Bacia do Paraná no Brasil**. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 1996.
- ASSINE, M.L.; SOARES, P.C.; MILANI, É.J. Sequências tectono-sedimentares mesopaleozóicas da Bacia do Paraná, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-89, 1994.
- ASSINE, M.L.; PIRANHA, J.M.; CARNEIRO, C.D.R. Os paleodesertos Pirambóia e Botucatu. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; NEVES, C. D. R. (Ed.). **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. Editora Beca, São Paulo, p. 77-93, 2004.
- BACCHI, O; LEITÃO-FILHO, H. de F.; ARANHA, C. **Plantas invasoras de culturas**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, v. 1-3, 1982.
- BARROS, M. Las juncáceas del estado de Santa Catarina. **Sellowia**, n. 14, p. 9-46, 1962.
- BARROSO, G.M.; BUENO, O.L. Compostas – subtribo Baccharidinae. **Flora Ilustrada Catrinense**, n. 5, 2002.
- BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R.; MARQUES-FILHO, P.L. Estrutura e textura da Formação Furnas e sua significação Paleogeográfica. **Boletim da Universidade Federal do Paraná**, n. 18, 1966.
- BIASI, L.A.; VALLE, F.C. do. Germinação de esporos de *Dicksonia sellowiana* e crescimento inicial sob diferentes níveis de sombreamento. **Scientia Agraria**, v.10, n. 2, p. 119-125. 2009.
- BIRKELAND, P.W. **Soils and geomorphology**. New York: Oxford University Press, 1999.

- BODZIAK JR., C.; MAACK, R. Contribuição ao conhecimento dos solos dos Campos Gerais no estado do Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 1, p. 197-214. 1946.
- BOLDRINI, I.I. **Dinâmica de vegetação de uma pastagem natural sob diferentes níveis de oferta de forragem e tipos de solos, Depressão Central, RS**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 1993.
- BOLDRINI, I.I. Campos do Rio Grande do Sul: Caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências**, n. 56, p.1-39, 1997.
- BOLDRINI, I.I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V.D.P.; MÜLLER, S.C.; CASTILHOS, Z.M.C.; JACQUES, A.V.A. (Ed.) **Campos Sulinos: Conservação e uso sustentável da biodiversidade**. MMA. Brasília/DF, p. 63-77, 2009.
- BOLDRINI, I.I.; EGGERS, L. Vegetação campestre do Sul do Brasil: dinâmica de espécies à exclusão do gado. **Acta Botânica Brasílica**, v.10, n.1, 1996.
- BOLDRINI, I.I.; MIOTTO, S.T.S. Levantamento fitossociológico de um campo limpo da Estação Experimental Agrônômica, UFRGS, Guaíba, RS – 1ª etapa. **Acta Botânica Brasílica**, v. 1, n. 1, p. 49-56, 1987.
- BOLDRINI, I.I.; MIOTTO, S.T.S.; LONGHI-WAGNER, H.M.; PILLAR, V.de P.; MARZALL, K. Aspectos florísticos e ecológicos da vegetação campestre do morro da Polícia, Porto Alegre, RS, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 12, n. 1, p. 89-100. 1998.
- BRASIL. SUDESUL. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado de Santa Catarina**: primeira etapa Zonas Oeste e rio do Peixe. 177 p., 1970.
- BRAUN-BLANQUET, J. **Sociologia vegetal**: estudio de las comunidades vegetales. Buenos Aires: Acme Agency, 1950.
- BREEMEN, N. Van. How *Sphagnum* bogs down other plants. **Tree**, v. 10, n. 7, 1995.
- BRITZ, R.M. de. Aspectos ambientais a serem considerados na restauração da Floresta com Araucária no estado do Paraná. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 55, p. 37-43, 2007.
- BROWN, J.H.; LOMOLINO, M.V. **Biogeografia**. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2006. 691 p.
- BRUMMIT, R.K.; POWELL, C.E. **Authors of plant names**. Kew: The Royal Botanic Gardens, 1992. 732 p.
- BURINGH, P. **Introduction to the study of soils in tropical and subtropical regions**. Waringenigen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 1970.
- BUSELATO, T.C.; BUENO, O.L. Composição florística de dois campos localizados no município de Montenegro, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, v. 26, p. 65-84. 1981.
- CABEZA DE VACA, A. **Naufrações e comentários**. Porto Alegre: L & PM Editores, 1987. 265 p.

- CAILLEUX, A.; TRICART, J. Le relief des cotes (cuestas) avec travaux pratiques. In: **Cours de morphologie, avec travaux pratique**. Paris: Centre de documentation universitaire. v. 1, 1958.
- CAMARGO, E.A.; SOUZA, C.M.F.; CADDAN, M.K.; GOLDENBERG, R. O gênero *Leandra*, seções *Carassanae*, *Chaetodon*, *Niangae*, *Oxymeris* e *Secundiflora* (Melastomataceae) no estado do Paraná. **Rodriguesia**, v. 60, p. 595-631, 2009.
- CAMARGO, F.A. de O.; SANTOS, G. de A.; ZONTA, E. Alterações eletroquímicas em solos inundados. **Ciência Rural**, v. 29, n. 1, p. 171-180, 1999.
- CARDOSO, E.L.; CRISPIM, S.M.A.; RODRIGUES, C.A.; BARIONI JR, W. Biomassa aérea e produção primária do estrato herbáceo em campo de *Elyonurus muticus* submetido à queima anual, no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 8, p. 1501-1507, 2000a.
- CARDOSO, E.L.; CRISPIM, S.M.A.; RODRIGUES, C.A.; BARIONI JR, W. Composição e dinâmica da biomassa aérea após a queima em savana gramíneo-lenhosa no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 11, p. 2309-2316, 2000b.
- CARMO, M.R.B. do. **Caracterização fitofisionômica do Parque Estadual do Guartelá, município de Tibagi, estado do Paraná**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Instituto de Biociências - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Piracicaba-SP, 2006.
- CARPANEZZI, O.T.B. **Espécies vegetais exóticas no Parque Estadual de Vila Velha**: Subsídios para o controle e erradicação. Monografia (Especialização em Análise Ambiental). Setor de Ciências da Terra - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2007.
- CASSETI, V. **Geomorfologia**. 2006. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/index.php>>. Acesso em 07/10/2008.
- CASTELLA, P.R.; BRITZ, R.M. de (Org.). **A floresta com araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Brasília: MMA, 2004.
- 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. **Boletim do Museu Botânico Municipal**, n. 69, p. 1-52, 2007.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.
- CLYMO, R.S. Peat. In: GORE, A.J.P. (Ed.). **Mires: Swamp, bog, fen and moor**. Amsterdam: Elsevier. v. 4A, 1983. p. 159-223.
- CLYMO, R.S. *Sphagnum*-dominated peat bog: a naturally acid ecosystem. **Philosophical transactions of the Royal Society of London**. Serie B. v. 305, p. 487-499, 1984.
- COAN, A.I.; SCATENA, V.L.; GIULIETTI, A.M. Anatomia de algumas espécies aquáticas de Eriocaulaceae brasileiras. **Acta Botânica Brasílica**, v. 16, n. 4, p. 371-384, 2002.

- COLERIDE, S.T. O ciclo hidrológico e a água subterrânea. In: PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J., THOMAS, J.H. (Ed.). **Para entender a Terra**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- CONCEIÇÃO, M. da; GOMES, I.A.; ARAÚJO, W.S. de; CUNHA, T.J.F. da; MARTINETO, L.; SAAB, S. da C. Caracterização dos solos orgânicos do estado do Rio de Janeiro: propriedades físicas e morfológicas como subsídios à classificação. **Pesquisa Andamento-Embrapa Solos**, n. 4, p.1-6, 1999.
- CORREA, M.D.; SILVA, T.R.S. Drosera (Droseraceae). **Flora Neotropica Monograph**, v. 96, 2005.
- CORRÊA, M.A.; MAMEDE, M.C.H. Lentibulariaceae. In: WANDERLEY, M.G.L.; SHEPHERD, G.J.; MELHEM, T.S.; VOLKER, B.; KAMEYAMA, C. (Ed.). **Flora Fanerogâmica do estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP/HUCITEC, v. 2, p. 141-154, 2002.
- CRUZ, G.C.F. Alguns aspectos do clima dos Campos Gerais. In: MELO, M.S.; MORO, R.S.; GUIMARÃES, G.B. (Ed.). **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, p. 59-72, 2007.
- COSTA, C.S.B.; IRGANG, B.E.; PEIXOTO, A.R.; MARANGONI, J.C. Composição florística das formações vegetais sobre uma turfeira topotrófica da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 17; n. 2; p. 203-212, 2003.
- CURCIO, G. R. Relações entre geologia, geomorfologia, pedologia e fitossociologia nas planícies fluviais do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2006.
- CURCIO, G.R.; BONNET, A.; RACHWALL, M.F.G.; GALVÃO, F.; UHLMANN, A. A tectônica e sua relação com as florestas fluviais dos rios Iguaçu e Tibagi no Segundo Planalto paranaense- Paraná- Brasil. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: SEB, 2007.
- DALMOLIN, R.S.D; GONÇALVES, C.N.; KLAMT, E.; DICK, D.P. Relação entre os constituintes do solo e seu comportamento espectral. **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, 2005.
- DELUCCHI, G. Las especies vegetales amenazadas de la Provincia de Buenos Aires: Una actualización. **Aprona Boletín Científico**, v. 39, p. 19-31, 2006.
- DIAS, M.C.; VIEIRA, A.D.S.; NAKAJIMA, J.N.; PIMENTA, J.A.; LOBO, P.C. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi, PR. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 21, n. 2, p. 183-195, 1998.
- DIÁS, A.F.; LARRAÍN, J.; ZEGERS, G.; TAPIA, C. Caracterización florística e hidrológica de turberas de La Isla Grande de Chiloé, Chile. **Revista Chilena de historia Natural**, v. 81, n. 4, 2008.
- EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento de solos do estado do Paraná**. Curitiba: EMBRAPA, Tomo I, 1984a.
- EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento de solos do estado do Paraná**. Curitiba: EMBRAPA, Tomo II, 1984b.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212p. EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 1.

ESTEVEZ, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FERREIRA, P.M. de A.; EGGERS, L. Espécies de Cyperaceae do Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata, município de São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 22, n. 1, p. 173-185, 2008.

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

FOCHT, T.; PILLAR, V.D. Spatial patterns and relations with site factors in a campos grassland under grazing. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n. 3, p. 423-436, 2003.

FONT QUER, P. **Diccionario de Botânica**. Barcelona: Editorial Labor S.A., 1979.

FRANCEZ, A. La dynamique du carbone dans les tourbières à *Sphagnum*, de La Sphaigne à l'effet de serre. **L'année biologique**, v. 39, p. 205-270, 2000.

FRANCO, A.O.B.; HACKSPACHER, P.C.; SAAD, A.R.; HADLER-NETO, J.C. Evidências da evolução pós-Cretácea do Arco de Ponta Grossa: Termocronologia por traços de fissão em apatitas. In: SIMPÓSIO DE VULCANISMO E AMBIENTES ASSOCIADOS, 4., 2008, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2008.

FRANÇA, V. de. O rio Tibagi no contexto hidrográfico paranaense. In: MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O.A.; PIMENTA, J.A. (Ed.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M.E., 2002. p. 39-43.

FREIRE, O. **Solos das regiões tropicais**. Botucatu: FEPAP, 2006.

FURUKAWA, Y.; INUBUSHI, K.; ALI, M.; ITANG, A.M.; TSURUTA, H. Effect of changing groundwater levels caused by land-use changes on greenhouse gas fluxes from tropical peat lands. **Nutrient cycling in agroecosystems**, n. 71, p. 81-91, 2005.

GIRARDI-DEIRO, A.M.; GONÇALVES, J.O.N.; GONZAGA, S.S. Campos naturais ocorrentes nos diferentes tipos de solos no município de Bagé, RS. 2: fisionomia e composição florística. **Iheringia**, n. 42, p. 1-111, 1992.

GONÇALVES, R.B.; MELO, G.A.R. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae s. l.) em uma área restrita de campo natural no Parque Estadual de Vila Velha, Paraná: Diversidade, fenologia e fontes florais de alimento. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, n. 4, p. 557-571, 2005.

GUGLIERI, A.; LONGHI-WAGNER, H.M. Gramineae – Paniceae, gênero *Panicum* L. **Boletim do Instituto de Biociências**, n. 59, p. 1-163, 2000.

GUIMARÃES, B.G.; MELO, M.S. de M.; GIANNINI, P.C.F.; MELEK, P.R. Geologia dos Campos Gerais. In: MELO, M.S.; MORO, R.S.; GUIMARÃES, G.B. (Ed.). **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, p. 23-32, 2007.

HAMMER, O; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9.

HARLEY, R.M. Labiadas 1. *Hyptis*. **Flora Ilustrada Catarinense**, 1985.

HASUI, Y.; SADOWSKI, G.R. Evolução geológica do pré-cambriano na região sudeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 6, n. 3, p. 182-200, 1976.

HATSCHBACH, G.G.; ZILLER, S.R. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná**. Curitiba: SEMA/GTZ, 1995.

HAYWARD, P.M.; CLYMO, R.S. Profiles of water content and pore size in *Sphagnum* and peat, and their relation to peat bog ecology. **Proceedings of the Royal Society, B Biological Sciences**, n. 215, p. 299-325, 1982.

HAYWARD, P.M.; CLYMO, R.S. The growth of *Sphagnum*: experiments on, and simulation of, some effects of light flux and water-table depth. **Journal of Ecology**, n. 71, p. 845-863, 1983.

IAP - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. Portaria n.95, de 22 de maio de 2007. **Lista oficial de espécies exóticas invasoras para o estado do Paraná**. Disponível em: [http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual\)PORTARIAS/PORTARIA_2007_74.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual)PORTARIAS/PORTARIA_2007_74.pdf). Acesso em: 5/11/2009.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Portaria Nº 37-N, de 3 de abril de 1992. **Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/federal/portarias/1992_Port_IBAMA_37.pdf>. Acesso em: 05/10/2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1992. 92p. (Manuais Técnicos em Geociências, n.1).

IMAGUIRE, N. Contribuição ao estudo florístico e ecológico da Fazenda Experimental do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. 2 – O porquê da existência dos campos e matas no primeiro e segundo planaltos paranaenses. **Acta Biológica Paranaense**, v. 8/9, p. 47-72, 1979/1980a.

IMAGUIRE, N. Contribuição ao estudo florístico e ecológico da Fazenda Experimental do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. 3 – Fatores da instalação e adaptação nas diversas comunidades vegetais. **Acta Biológica Paranaense**, v. 8/9, p. 73-106, 1979/1980b.

IPARDES - INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caderno estatístico Município de Ponta Grossa**. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br>>. Acesso em: 23/08/2009.

IPNI - INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX. **The international plant names index database**. Disponível em: <<http://www.ipni.org/index.html>>. Acesso em: 01/09/2008.

JACOMINE, P.K.T. Solos sob matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, p. 27-31, 2000.

JACQUES, A.V.A. A queima das pastagens naturais: efeitos sobre o solo e a vegetação. **Ciência Rural**, v. 33, n. 1, p. 177-181, 2003.

JOHNSTON, M.C.; SOARES, M.A. Ramnáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, 1972.

KÄMPF, N.; SCHNEIDER, P. Caracterização de solos orgânicos do Rio Grande do Sul: Propriedades morfológicas e físicas como subsídio à classificação. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 13, p. 227-236, 1989.

KERSTEN, R. de A.; KUNIYOSHI, Y.S. Conservação das florestas na bacia do rio Iguaçu, Paraná – avaliação da comunidade de epífitas vasculares em diferentes estágios serais. **Floresta**, v. 39, n. 1, p. 51-66, 2009.

KEW - Royal Botanical Garden. **World checklist of selected plant families**. Disponível em: <<http://apps.kew.org/wcsp/home.do>>. Acesso em: 06/08/2008.

KLEIN, R.M. Aspectos dinâmicos da vegetação do Sul do Brasil. **Sellowia**, v. 36, n. 36, p. 5-54, 1984.

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**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2008.

KOZERA, C.; KUNIYOSHI, Y.S.; GALVÃO, F.; CURCIO, G.R. Composição florística de uma Formação Pioneira com Influência Fluvial. **Floresta**, v. 39, n. 2, p. 309-322, 2009.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. **Science**, v. 304, n. 5677, p. 1623-1627, 2004.

LANGE, F.W.; PETRI, S. The Devonian of the Parana Basin. In: BIGARELLA, J.J. (Ed.). Problems in brazilian devonian geology. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 21/22, 1967.

LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3 ed. Campinas: SBCS, 1996.

LINDMAN, C.A.M. **A vegetação no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Universal, 1906.

LINSINGEN, L. von; SONEHARA, J. de S.; UHLMANN, A.; CERVI, A. Composição florística do Parque Estadual do Cerrado de Jaguariaíva, Paraná, Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, v. 35, n. 3-4, p.197-232, 2006.

LONGHI-WAGNER, H.M.; BITTRICH, V.; WANDERLEY, M.G.L.; SCHEPHERD, G.D. (org.). **Flora fanerogâmica do estado de São Paulo – Poaceae**. São Paulo: FAPESP/ HUCITEC, 2001.

LUO, L.; ZHOU, X. **Soil respiration and the environment**. London: Elsevier. 316 p. 2006.

- LUZ, C.L. da. **A família Juncaceae no Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Botânica). Instituto de Biociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2004.
- MAACK, R. Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Jubilee Volume (1946-2001), p. 169-288, 2001.
- MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. Curitiba: Imprensa Oficial, 3ª ed., 2002.
- MANTOVANI, M. **Caracterização de populações naturais de xaxim (*Dicksonia sollowiana* (Presl.) Hooker), em diferentes condições edafo-climáticas no estado de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2004.
- MARTINS, T.D. **Superfícies aplainadas na Bacia Hidrográfica do Altíssimo rio Tibagi- PR**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Setor de Ciências da Terra - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2008.
- MATHIAS, M.E.; CONSTANCE, L.; ARAUJO, D. Umbelíferas. **Flora Ilustrada Catarinense**, 1972. 205p.
- MELO, M.S. Canyon do Guartelá, PR - Profunda garganta fluvial com notáveis exposições de arenitos devonianos. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.L.C. (Ed.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM/CPRM/SIGEP, 2002, v. 1, p. 279-288.
- MELO, M.S.; MEDEIROS, C.V.; GIANNINI, P.C.F.; GARCIA, M. J.; PESSEDA, L.C.R. Sedimentação quaternária no espaço urbano de Ponta Grossa, PR. **Geociências**, v. 22, n. 1, p. 33-42, 2003.
- MELO, M.S.; GUIMARÃES, G.B.; RAMOS, A.F. de; PRIETO, C.C. Relevo e Hidrografia. In: MELO, M.S.; MORO, R.S.; GUIMARÃES, G.B. (Ed.). **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007a. p.49-58.
- MELO, M.S.; MORO, R.S.; GUIMARÃES, G.B. Campos Gerais do Paraná. In: MELO, M.S.; MORO, R.S.; GUIMARÃES, G.B. (Ed.). **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007b. p. 17-21.
- MENDES, J.R.; PETRI, S. Bacia do Paraná. In: MENDES, J.R.; PETRI, S. **Geologia do Brasil**, n.9, 1971.
- MENTZ, L.A. **O gênero *Solanum* (Solanaceae) na região sul do Brasil**. Tese (Doutorado em Botânica). Instituto de Biociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 1999.
- MEYER, F.S. **O gênero *Tibouchina* Aubl. (Melastomataceae) no estado do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Botânica). Departamento de Botânica - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2008.
- MILANI, E.J. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental**. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 1997.

- MILANI, E.J.; FACCINI, U.F.; SCHERER, C.M.; ARAÚJO, L.M.; CUPERTINO, J.A. Sequences and stratigraphic hierarchy of Paraná Basin (Ordovician to Cretaceous), Southern Brasil. **Boletim do Instituto de Geologia da USP**, v. 29, p. 125-173, 1998.
- MINEROPAR - MINERAIS DO PARANÁ S.A. **Mapa Geológico do Paraná**. Curitiba: Secretaria de Indústria, Comércio e do Turismo do estado do Paraná, 2001. 1 CD-ROM.
- MINEROPAR - MINERAIS DO PARANÁ S.A. **Atlas geomorfológico do estado do Paraná**: Escala base 1:250.000 modelos reduzidos 1:500.000. Curitiba: Editora UFPR, 2006. 63p.
- MIRANDA, J.M.D.; RIOS, R.F.M.; PASSOS, F. de C. Contribuição ao conhecimento dos mamíferos dos Campos de Palmas, Paraná, Brasil. **Biotemas**, v. 21, n. 2, p. 97-103, 2008.
- MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. **Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção**. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/instrucao6.pdf>>. Acesso em: 16/12/2009.
- MOBOT - MISSOURI BOTANICAL GARDENS. **Tropicos org**. Disponível em: <<http://www.tropicos.org>>. Acesso em: 01/09/2008.
- MOLDENKE, H.N.; SMITH, L.B. Eriocauláceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, 1976.
- MORO, R.S.; SCHMITT, J.; DIEDRICHS, L.A. Estrutura de um fragmento da mata ciliar do rio Cará-cará, Ponta Grossa, PR. **Publicatio**, v. 7, n. 1, p. 19-38, 2001.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley and Sons, 547 p., 1974.
- MULDERS, M.A. **Remote sensing in soil science**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1987.
- NELDER, J.A.; WEDDERBURN, R.W.M. Generalized linear models. **Journal of Royal Statistical Society: Series A**, v. 135, n. 3, p. 370–384, 1972.
- NORMAN, E. Buddlejaceae. **Flora Neotropica Monograph**, n. 81, 2000.
- OKRUSZKO, H.; ILNICKI, P. The moorsh horizons as quality indicators of reclaimed organic soils. In: PARENT, L.; ILNICKI, P. (Ed.). **Organic soils and pest materials for sustainable agriculture**. Florida: CRC Press, p. 1-14, 2003.
- OLIVEIRA, M.S.; FIDELIS, A.; MÜLLER, S.C. Avaliação da biomassa aérea e subterrânea dos campos sulinos. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço-MG. **Anais...** São Lourenço: SEB, 2009.
- OVERBECK, G.E.; MÜLLER, S.C.; PILLAR, V.D.; PFADENHAUER, J. Floristic composition, environmental variation and species distribution patterns in burned grassland in southern Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v. 66, n.4, p. 1073-1090, 2006.
- OVERBECK, G.E.; MÜLLER, S.C.; FIDELIS, A.; PFADENHAUER, J.; PILLAR, V.D.; BLANCO, C.C.; BOLDRINI, I.I.; BOTH, R.; FORNECK, E.D. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 9, p. 101–116, 2007.

PAGE, A.L.; MILLER, R.H.; KEENEY, D.R. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy: Soil Science Society of America, v. 2, 1982.

PALLARÉS, O.R.; BERRETTA, E.J.; MARASCHIN, G.E. The south american campos ecosystem. In: SUTTIE, J.; REYNOLDS, S.G.; BATELLO, C. (Ed.) **Grasslands of the world**. Rome: FAO, 2005. p. 171-179.

PAVAN, M.A. Alumínio em solos ácidos do Paraná: relação entre o alumínio não-trocável, trocável e solúvel, com o pH, CTC, porcentagem de saturação de Al e matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 7, p. 39-46, 1983.

PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C.; VALLADARES, G.S. Organossolos: ocorrência, gênese, classificação, alterações pelo uso agrícola e manejo. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 4, p. 233-276, 2005.

PETRI, S.; FÚLFARO, V.J. **Geologia do Brasil**. São Paulo: EDUSP. 1988.

PICHI SERMOLLI, R.E.G. **Authors of scientific names in Pteridophyta**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1996.

PILLAR, V.D.; JACQUES, A.V.A.; BOLDRINI, I.I. Fatores de ambiente relacionados à variação da vegetação de um campo natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 8, p. 1089-1101, 1992.

PINESE, J.P.P. Síntese geológica da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O.A.; PIMENTA, J.A. (Ed.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M.E., 2002. p. 21-38.

PORTELLA-FILHO, C.V.; FERREIRA, F.J.F.; ROSA-FILHO, E.F. da; ROSTIROLLA, S.P. Compartimentação magnética-estrutural do sistema aquífero Serra Geral e sua conectividade com o sistema aquífero Guarani na região central do Arco de Ponta Grossa. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 35, n. 3, p. 369-381, 2005.

PRADA-GAMERO, R.M.; VIDAL-TORRADO, P.; FERREIRA, T.O. Mineralogia e físico-química dos solos de mangue do rio Iriri no canal de Bertioga (Santos, SP). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 28, p. 233-243, 2004.

RACHWAL, M.F.G.; CURCIO, G.R. Atributos pedológicos e ocorrência de caixeta no litoral paranaense, Brasil. **Scientia Forestalis**, n. 59, p. 153-163, 2001.

RAMBO, B. O elemento andino no pinhal Riograndense. **Sellowia**, v. 3, n. 3, p.3-39, 1951.

REBOUÇAS, A.C. da. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil**. São Paulo: Escrituras, 2006a. p. 1-35.

REBOUÇAS, A.C. da. Águas subterrâneas. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil**. São Paulo: Escrituras, 2006b. p. 111-144.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 2004.

RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1997.

ROCHA, C.H.; WEIRICH NETO, P.H. Origem dos sistemas de produção e fragmentação da paisagem nos Campos Gerais. In: MELO, M.S.; MORO, R.S.; GUIMARÃES, G.B. (Ed.). **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007. p. 171-179.

ROCHA, F.S.; WAECHTER, J.L. Sinopse das Orchidaceae terrestres ocorrentes no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 20, n. 1, p. 71-86, 2006.

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, 2002.

RODRIGUEZ-JIMÉNEZ, C. Hipericáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, 1980.

ROGERS, C.M.; SMITH, L.B. Lináceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, 1975.

RYDIN, H.; GUNNARSSON, U.; SUNDBERG, S. The role of *Sphagnum* in peatland development and persistence. In: WIEDER, R.K.; VITT, D.H. (Ed.). **Boreal peatland ecosystems**. New York: Springer-Verlag, 2006.

SÁ, J.C.M.; SÁ, M.F.M.; SANTOS, J.B.; OLIVEIRA, A. de. Dinâmica da matéria orgânica nos Campos Gerais. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L.S. da; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 443-461.

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

SAINT-HILAIRE, A. de. **Viagem a Curitiba e provincia de Santa Catarina**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1978. 209p.

SANTOS, A.M.P.V. dos; BOECHAT, S. de C. Gramineae - Tribo Danthoneiae. **Boletim do Instituto de Biociências**, n. 44, p. 1-57, 1989.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. da (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

SANTOS, L.J.C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N.E.; FIORI, A.P.; SILVEIRA, C.T. da; SILVA, J.M.F. da; ROSS, J.L.S. Mapeamento geomorfológico do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 7, n. 2, 2006.

SAS Institute Inc. **SAS/STAT User's Guide**, version 9.1. Cary, NC: SAS Insitute Inc., 2002.

SCHWARTSBURD, P.B.; LABIAK, P.H. Pteridófitas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Hoehnea**, v. 34, n. 2, p. 159-209, 2007.

SCHNEIDER, A.A.; IRGANG, B.E. Florística e fitossociologia de vegetação viária no município Não-Me-Toque, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, v. 60, n. 1, p. 49-62, 2005.

- SETUBAL, R.B.; BOLDRINI, I.I. Florística e caracterização da vegetação campestre de um morro granítico no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** (no prelo), 2010.
- SHIBATTA, O.A.; GEALH, A.M.; BENNEMANN, S.T. Ictiofauna dos trechos alto e médio da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. **Biota Neotrópica**, v. 7, n. 1, p. 125-134, 2007.
- SIKORA, L.J.; KEENEY, D.R. Further aspects of soil chemistry under anaerobic conditions. In: GORE, A.J.P. (Ed.). **Mires: swamp, bog, fen and moor**. Amsterdam: Elsevier, v. 4A, 1983. p. 247-256.
- SILVA, A.C.; HORÁK, I.; CORTIZAS, A.M.; VIDAL-TORRADO, P.; RACEDO, J.R.; GRAZZIOTTI, P.H.; SILVA, E. de B.; FERREIRA, C.A. Turfeira da Serra do Espinhaço Meridional – MG. I – caracterização e classificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1385-1398, 2009.
- SILVA, L.N.M. **Estrutura de uma turfeira de altitude no município de São José dos Ausentes (RS-Brasil)**. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Instituto de Biociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2002.
- SLUSARSKI, S.R.; CERVI, A.C.; GUIMARÃES, O.A. Estudo taxonômico das espécies de *Hypericum* L. (Hypericaceae) no estado do Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 21, n. 1, p. 163-184, 2007.
- SMITH, L.B.; DOWNS, R.J. Xiridáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, 1965.
- SMITH, L.B.; DOWNS, R.J. Solanáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, 1966.
- SMITH, L.B.; DOWNS, R.J.; KLEIN, R.M. Euforbiáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, 1988.
- SMITH, L.B.; SMITH, R.C. Begoniáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, 1988. 408 p.
- SMITH, L.B.; GUIMARÃES, E.F.; FERREIRA, J.F.; NORMAN, E.M.; Loganiáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, 1976. 77p.
- SMITH, L.B.; WASSHAUSEN, D.C.; KLEIN, R.M. Gramíneas. **Flora Ilustrada Catarinense**, 1982. p. 911-1407.
- SMITH, A.R.; PRYER, K.M.; SCHUETTPELZ, E.; SCHNEIDER, H. WOLF, P.G. A classification for extant ferns. **Taxon**, v. 55, n. 3, p. 705-731, 2006.
- SOIL SURVEY STAFF. **Keys to Soil Taxonomy**. Washington: USDA. 332 p. 2006.
- SOUZA, C.R. de G.; SOUZA, A. P. O Escarpamento Estrutural Furnas, SP/PR - Raro Sítio Geomorfológico Brasileiro. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. de A.; QUEIROZ, E.T. de; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.L.C. (Ed.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM/CPRM/SIGEP, v. 1, p. 299-306, 2002
- SOUZA-JÚNIOR, V.S.; RIBEIRO, M.R.; OLIVEIRA, L.B. Caracterização e classificação de solos tiomórficos da várzea do rio Coruripe, no estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 25, p. 977-986, 2001.
- STIPP, N.A.F. (org.) **Macrozoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do rio Tibagi (PR)**. Londrina: Eduel, 2000.

- STIPP, N.A.F. Principais tipos de solos da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O.A.; PIMENTA, J.A. (Ed.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M.E., 2002. p. 39-43.
- SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1222 p., 1998.
- SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Edgard Blucher. 2003. 400p.
- TANNUS, J.L.S.; ASSIS, M.A. Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Itirapina – SP, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 27, n. 3, p. 489-506, 2004.
- TILLMAN, D.; WEDIN, D.; KNOPS, J. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. **Nature**, n. 379, 1996.
- TRINTA, E.F.; SANTOS, E. Campanuláceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, 1989.
- TRYON, R. M.; TRYON, A. F. **Ferns and allied plants with special reference to Tropical America**. New York : Springer-Verlag, 1982.
- VALENTE, O.F.; GOMES, M.A. **Conservação de nascentes**. Viçosa: Aprenda Fácil. 2005.
- VALLADARES, G.S. **Caracterização de Organossolos, auxílio à sua classificação**. Tese (Doutorado em Agronomia). Instituto de Agronomia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2003.
- VALLADARES, G.S.; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C. dos; EBELING, A.G. Caracterização de solos brasileiros com elevado teor de material orgânico. **Magistra**, v. 20, n. 1, p. 95-104, 2008.
- VELOSO, H.P. Os grandes climaxes do Brasil. I – considerações sobre os tipos vegetativos da região Sul. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 60, n. 2, p. 175-194, 1962.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 1991, 124p.
- VENDRUSCOLO, G.S. **Diversidade e distribuição de Solanaceae em formações vegetais altomontanas no Sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Botânica). Instituto de Biociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2009.
- ZALÁN, P.V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; ASTOLFI, M.A.M.; VIEIRA, I.S.; APPI, V.T.; ZANOTTO, O.A. Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3, 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba, 1987.
- ZIMMERMANN, C.M.; GUIMARÃES, O.M.; PERALTA-ZAMORA, P.G. Avaliação da qualidade do corpo hídrico do rio Tibagi na região de Ponta Grossa utilizando análise de componente principais (PCA). **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1727-1732, 2008.
- ZOCCHÉ, J.J.; PORTO, M.L. Florística e fitossociologia de campo natural sobre banco de carvão e áreas mineradas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 6, n. 2, p. 47-84, 1992.

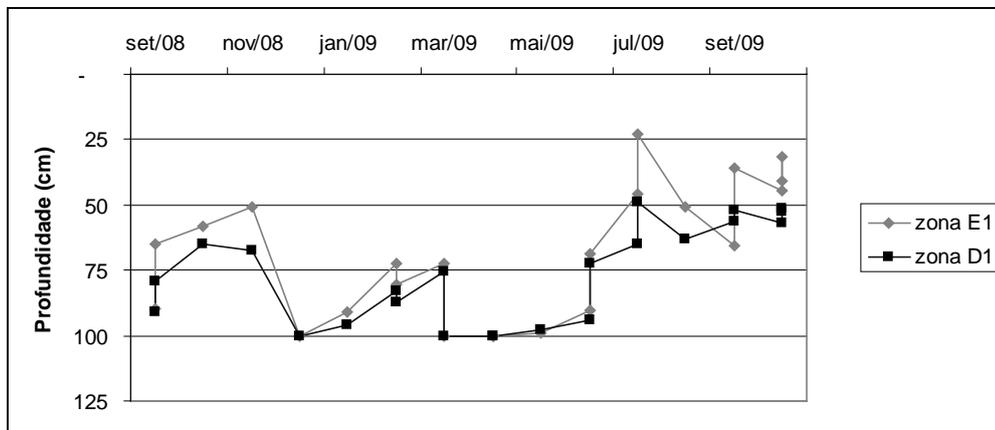
WACHOWICZ, R. **História do Paraná**. Curitiba: Imprensa Oficial do Paraná, 360p. 2001.

WAHID, A.; GELANI, S.; ASHRAF, M.; FOOLAD, M.R. Heat tolerance in plants: an overview. **Environmental and Experimental Botany**, v. 61, p. 199-223, 2007.

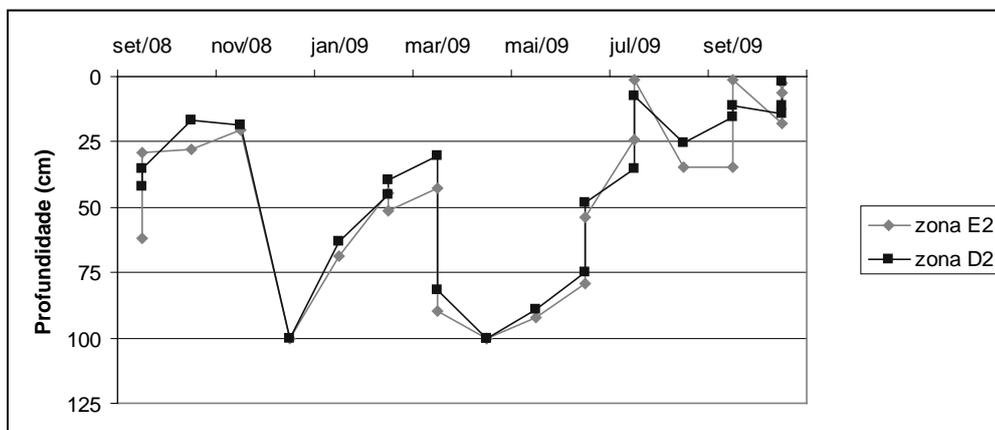
WURDACK, J.J.; SMITH, L.B. Poligaláceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, 1971.

APÊNDICES

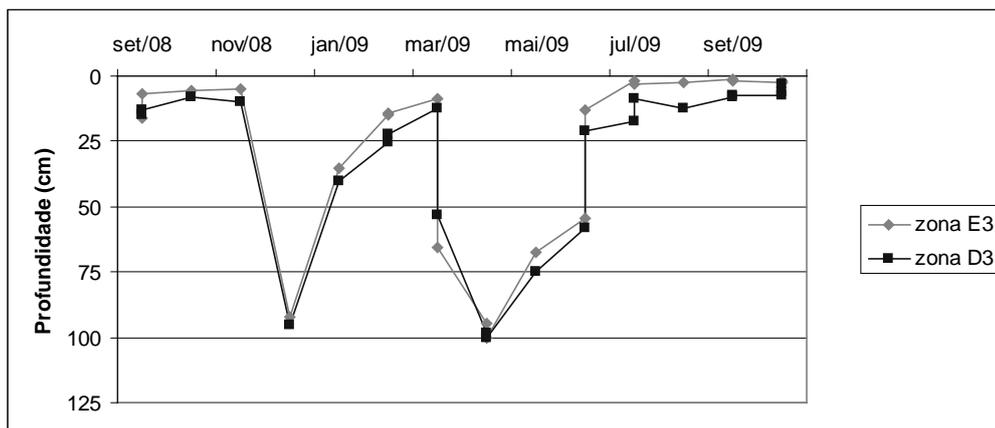
APÊNDICE 1 - Variação da profundidade do lençol freático nas margens esquerda (E) e direita (D) durante 14 meses de leitura na zona 1.



APÊNDICE 2 - Variação da profundidade do lençol freático nas margens esquerda (E) e direita (D) durante 14 meses de leitura na zona 2.



APÊNDICE 3 - Variação da profundidade do lençol freático nas margens esquerda (E) e direita (D) durante 14 meses de leitura na zona 3.



APÊNDICE 4 - Análise de significância pelo teste F entre os fatores analisados e a variável altura do lençol freático.

Fonte de Variação	GL	Lençol freático
Modelo	17	< 0,0001
Zonas (Z)	2	< 0,0001
Margem (M)	1	0,3738
Trans (T)	2	0,4670
Z*T	4	0,4295
Z*M	2	0,3507
M*T	2	0,7493
Z*M*T	4	0,8649
Erro	396	
Coefficiente de Variação (%)		63,83

NOTA: GL: graus de liberdade, *: relação entre fatores.

APÊNDICE 5 - Dados de temperatura do ar e do solo da margem esquerda da voçoroca.

Temperatura do ar (°C)																	
	6/12/08	22/12/08	10/1/09	2/2/09	15/2/09	8/3/09	29/3/09	14/4/09	30/4/09	19/5/09	4/6/09	18/6/09	9/7/09	24/7/09	7/8/09	3/9/09	20/9/09
9h	19	23	18	20	17	21	22	19	23	16	11	10	14	6	12	-	17
14h	31	30	28	32	19	23	25	32	26	16	21	19	15	14	17	16	24
Temperatura à superfície do solo (°C)																	
	6/12/08	22/12/08	10/1/09	2/2/09	15/2/09	8/3/09	29/3/09	14/4/09	30/4/09	19/5/09	4/6/09	18/6/09	9/7/09	24/7/09	7/8/09	3/9/09	20/9/09
E1 9h	22	31	21	21	19	26	30	25	22	17	5	7	15	8	13	-	23
E1 14h	38	56	40	45	26	25	31	42	42	33	26	26	16	22	18	18	33
E2 9h	20	31	19	20	20	23	20	20	18	13	5	8	14	10	13	-	14
E2 14h	32	31	26	23	22	24	23	24	21	23	14	13	15	18	18	16	17
E3 9h	21	23	18	20	21	23	18	18	17	12	4	6	14	9	13	-	11
E3 14h	23	24	25	23	21	22	26	23	18	24	13	12	13	11	16	17	17
Temperatura a 5 cm de profundidade do solo (°C)																	
	6/12/08	22/12/08	10/1/09	2/2/09	15/2/09	8/3/09	29/3/09	14/4/09	30/4/09	19/5/09	4/6/09	18/6/09	9/7/09	24/7/09	7/8/09	3/9/09	20/9/09
E1 9h	18	21	21	20	18	22	20	20	16	13	6	7	14	9	14	-	13
E1 14h	25	29	26	28	21	25	25	27	24	19	14	16	16	16	15	16	23
E2 9h	17	20	19	20	18	21	19	21	16	12	8	9	13	11	12	-	15
E2 14h	25	23	23	23	21	22	21	22	18	16	11	12	14	12	14	16	17
E3 9h	18	20	19	19	19	21	19	18	15	13	7	8	13	9	13	-	12
E3 14h	19	21	23	22	20	24	20	21	17	16	10	10	13	11	15	17	15
Temperatura a 15 cm de profundidade do solo (°C)																	
	6/12/08	22/12/08	10/1/09	2/2/09	15/2/09	8/3/09	29/3/09	14/4/09	30/4/09	19/5/09	4/6/09	18/6/09	9/7/09	24/7/09	7/8/09	3/9/09	20/9/09
E1 9h	20	22	22	21	19	23	21	21	18	15	10	11	15	11	14	-	14
E1 14h	20	23	23	23	21	23	22	22	19	16	11	12	15	12	14	16	16
E2 9h	18	19	20	20	19	21	20	19	17	13	10	12	13	11	12	-	14
E2 14h	19	20	20	22	20	21	20	22	17	15	11	11	14	12	13	15	15
E3 9h	18	20	20	20	19	21	19	17	15	14	9	9	13	10	13	-	14
E3 14h	18	20	20	21	20	21	20	20	17	15	11	11	13	12	14	15	14

continua

OBS.: No dia 03/09/2009, próximo às 9h da manhã até aproximadamente 11h, choveu muito forte, o que impossibilitou a coleta dos dados de temperatura no período da manhã.

continuação

Temperatura do ar (°C)		
	11/10/09	29/10/09
9h	15	19
14h	25	28

Temperatura à superfície do solo (°C)		
	11/10/09	29/10/09
E1 9h	19	23
E1 14h	43	40
E2 9h	12	17
E2 14h	18	19
E3 9h	13	17
E3 14h	18	18

Temperatura a 5 cm de profundidade do solo (°C)		
	11/10/09	29/10/09
E1 9h	14	17
E1 14h	25	26
E2 9h	13	16
E2 14h	16	17
E3 9h	13	16
E3 14h	15	17

Temperatura a 15 cm de profundidade do solo (°C)		
	11/10/09	29/10/09
E1 9h	15	21
E1 14h	17	19
E2 9h	14	16
E2 14h	15	17
E3 9h	14	16
E3 14h	15	17

APÊNDICE 6 - Dados de temperatura do ar e do solo da margem direita da voçoroca.

Temperatura do ar (°C)																	
	6/12/08	22/12/08	10/1/09	2/2/09	15/2/09	8/3/09	29/3/09	14/4/09	30/4/09	19/5/09	4/6/09	18/6/09	9/7/09	24/7/09	7/8/09	3/9/09	20/9/09
9h	19	23	18	20	17	21	22	19	23	16	11	10	14	6	12	-	17
14h	30	30	28	32	19	23	25	32	26	16	21	19	15	14	17	16	24
Temperatura à superfície do solo (°C)																	
	6/12/08	22/12/08	10/1/09	2/2/09	15/2/09	8/3/09	29/3/09	14/4/09	30/4/09	19/5/09	4/6/09	18/6/09	9/7/09	24/7/09	7/8/09	3/9/09	20/9/09
D1 9h	22	48	22	21	20	22	18	23	19	16	6	10	14	9	14	-	23
D1 14h	32	35	31	41	21	24	24	34	24	26	28	15	16	18	19	19	33
D2 9h	19	24	20	19	19	22	18	24	21	18	9	5	14	9	14	-	17
D2 14h	27	44	27	24	21	26	23	35	27	30	19	16	17	16	17	18	18
D3 9h	22	28	19	18	19	23	19	23	17	17	6	7	15	11	14	-	18
D3 14h	33	32	36	22	21	25	26	30	29	32	20	19	17	13	16	18	16
Temperatura a 5 cm de profundidade do solo (°C)																	
	6/12/08	22/12/08	10/1/09	2/2/09	15/2/09	8/3/09	29/3/09	14/4/09	30/4/09	19/5/09	4/6/09	18/6/09	9/7/09	24/7/09	7/8/09	3/9/09	20/9/09
D1 9h	19	20	21	20	20	21	18	19	15	11	4	6	13	10	13	-	13
D1 14h	25	26	24	27	20	23	21	26	19	16	12	9	15	12	16	18	24
D2 9h	17	19	19	19	18	21	19	20	16	13	9	6	13	10	13	-	12
D2 14h	24	24	23	22	19	26	21	26	21	18	14	13	15	13	15	17	14
D3 9h	18	20	19	18	19	22	19	20	16	12	7	6	13	12	14	-	13
D3 14h	29	26	28	21	20	26	23	25	21	18	11	12	16	13	15	17	15
Temperatura a 15 cm de profundidade do solo (°C)																	
	6/12/08	22/12/08	10/1/09	2/2/09	15/2/09	8/3/09	29/3/09	14/4/09	30/4/09	19/5/09	4/6/09	18/6/09	9/7/09	24/7/09	7/8/09	3/9/09	20/9/09
D1 9h	18	20	21	20	20	21	18	19	17	13	8	9	13	11	13	-	14
D1 14h	20	21	21	22	20	22	20	20	17	15	9	10	14	11	14	16	16
D2 9h	17	19	19	19	18	21	19	20	18	15	12	10	13	11	13	-	14
D2 14h	19	20	20	21	19	22	20	20	18	16	12	11	14	13	14	16	14
D3 9h	19	21	18	18	118	23	20	20	18	15	10	10	14	12	14	-	15
D3 14h	22	22	22	20	19	23	22	21	19	16	11	12	15	13	15	16	16

continua

OBS.: No dia 03/09/2009, próximo às 9h da manhã até aproximadamente 11h, choveu muito forte, o que impossibilitou a coleta dos dados de temperatura no período da manhã.

continuação

Temperatura do ar (°C)		
	11/10/09	29/10/09
9h	15	19
14h	25	28

Temperatura à superfície do solo (°C)		
	11/10/09	29/10/09
D1 9h	14	20
D1 14h	19	33
D2 9h	14	18
D2 14h	17	27
D3 9h	14	18
D3 14h	16	32

Temperatura a 5 cm de profundidade do solo (°C)		
	11/10/09	29/10/09
D1 9h	15	17
D1 14h	15	23
D2 9h	15	17
D2 14h	16	22
D3 9h	15	18
D3 14h	15	21

Temperatura a 15 cm de profundidade do solo (°C)		
	11/10/09	29/10/09
D1 9h	15	17
D1 14h	15	18
D2 9h	16	18
D2 14h	15	18
D3 9h	15	18
D3 14h	15	19

APÊNDICE 7 - Parâmetros químicos e granulométricos do horizonte superficial das zonas amostradas.

	pH		Al ⁺³	H ⁺ +Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	SB	T	P	C	V	m	Ca/Mg	Argila g.kg ⁻¹
	CaCl ₂	SMP													
Transecções "a", "b" e "c" da zona 1															
Da 0-30	3,50	3,60	8,60	41,60	0,50	0,1	0,15	0,75	42,35	7,6	432,5	2	92	5	200
Ea 0-30	3,40	3,70	7,60	38,10	0,60	0,20	0,07	0,87	38,97	11	482,5	2	90	3	150
Db 0-30	3,60	4,00	5,20	29,30	1,10	0,30	0,13	1,53	30,83	16,3	306,2	5	77	3,7	200
Eb 0-30	3,30	3,50	8,10	45,50	2,00	0,80	0,22	3,02	48,52	44,6	374,5	6	73	2,5	200
Dc 0-30	3,50	3,70	7,10	38,10	1,30	0,40	0,21	1,91	40,01	15,6	532,4	5	79	3,3	150
Ec 0-30	3,30	3,80	4,60	34,90	1,00	0,20	0,09	1,29	36,19	13,9	267,2	4	78	5	200
Transecções "a", "b" e "c" da zona 2															
Da 0-30	3,50	3,60	6,80	41,60	0,30	0,10	0,14	0,54	42,14	18,4	389,3	1	93	3	200
Ea 0-30	3,40	3,60	6,10	41,60	1,00	0,30	0,13	1,43	43,03	7,8	334,7	3	81	3,3	150
Db 0-30	3,40	4,00	3,00	19,30	0,60	0,20	0,17	0,97	20,27	10,3	145,1	5	76	3	150
Eb 0-30	3,40	3,50	6,40	45,50	1,40	1,30	0,32	3,02	48,52	13,9	438,4	6	68	1,1	200
Dc 0-30	3,60	3,80	6,70	34,90	0,30	0,10	0,09	0,49	35,39	4,9	452,3	1	93	3	175
Ec 0-30	3,60	3,90	5,40	32,00	1,70	0,50	0,11	2,31	34,31	5,6	510,2	7	70	3,4	150
Transecções "a", "b" e "c" da zona 3															
Da 0-30	3,50	3,80	3,80	34,90	0,20	0,10	0,15	0,45	35,35	9,5	242	1	89	2	175
Ea 0-30	3,60	3,90	3,70	32,00	0,40	0,10	0,16	0,66	32,66	10,6	196,4	2	85	4	200
Db 0-30	3,40	4,10	3,40	26,80	0,40	0,10	0,18	0,68	27,48	11,6	332,8	2	83	4	175
Eb 0-30	3,50	3,60	5,70	41,60	1,80	1,40	0,28	3,48	45,08	14,3	367,4	8	62	1,3	150
Dc 0-30	3,60	3,90	4,60	32,00	0,20	0,10	0,15	0,45	32,45	8,2	328,7	1	91	2	150
Ec 0-30	3,60	4,00	3,60	29,30	0,70	0,60	0,15	1,45	30,75	6,7	246	5	71	1,2	150

NOTA: D- margem direita da voçoroca, E- margem esquerda da voçoroca.

APÊNDICE 8 - Análise de significância pelo teste F entre os fatores analisados e as variáveis da análise química do solo.

Fonte de Variação	GL	pH CaCl ₂	pH SMP	Al	H ⁺ + Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	SB	T	P	C	V %	m %
Modelo	7	0,0457	0,5531	0,2607	0,6557	0,0116	0,0387	0,1786	0,0116	0,6312	0,2198	0,5655	0,0035	0,0007
Trans (T)	2	0,1195	0,4272	0,6139	0,5248	0,0186	0,0251	0,0382	0,0099	0,6549	0,1349	0,6304	0,0020	0,0005
Zonas (Z)	2	0,1195	0,2949	0,0360	0,4997	0,1233	0,8691	0,5910	0,5661	0,4936	0,1705	0,2234	0,4853	0,8310
Lado (L)	1	0,1485	0,2459	0,7670	0,2079	0,0036	0,0093	0,5079	0,0032	0,1494	0,4493	0,9086	0,0032	0,0004
Z*L	2	0,0345	0,9849	0,9198	0,8219	0,2434	0,3304	0,3580	0,2057	0,7878	0,4052	0,4854	0,0587	0,0517
Erro	10													
Contrastes (zonas)														
1 v. 2 e 3		0,0743	0,3602	0,0316	0,3474	0,0904	0,6118	0,3994	0,4512	0,3464	0,0664	0,2577	0,4332	0,5529
2 v. 3		0,2767	0,2040	0,1038	0,4889	0,2233	0,9217	0,5759	0,4600	0,4792	1,00	0,1823	0,3680	1,00
Coefficiente de Variação (%)		2,16	5,06	27,8	20,71	41,31	74,70	34,08	42,49	21,17	60,69	31,64	33,40	5,39

APÊNDICE 9 - Análise de significância pelo teste F entre os fatores analisados e as variáveis da análise físico-hídrica do solo.

Fonte de Variação	GL	DS	Paer	Macrop	Água disponível
Modelo	11	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,6736
Zonas (Z)	2	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,7750
Margem (M)	1	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0386
Profundidade (P)	1	< 0,0001	0,0004	0,0228	0,3648
Z*M	2	0,0228	0,0012	< 0,0001	0,9517
Z*P	2	< 0,0001	0,0001	0,0661	0,6051
M*P	1	< 0,0001	0,0456	0,5133	0,8100
Z*M*P	2	0,0384	0,8338	0,3235	0,6051
Erro	24				
Coefficiente de Variação (%)		8,86	14,88	27,96	49,96

NOTA: GL: graus de liberdade, DS: densidade do solo (kg/dm³), P aer: porosidade de aeração, macrop: macroporosidade, Água dispon: água disponível, *:relação entre fatores.

APÊNDICE 10 - Parâmetros físicos dos solos para ambas as margens (D e E) e zonas (1, 2 e 3).

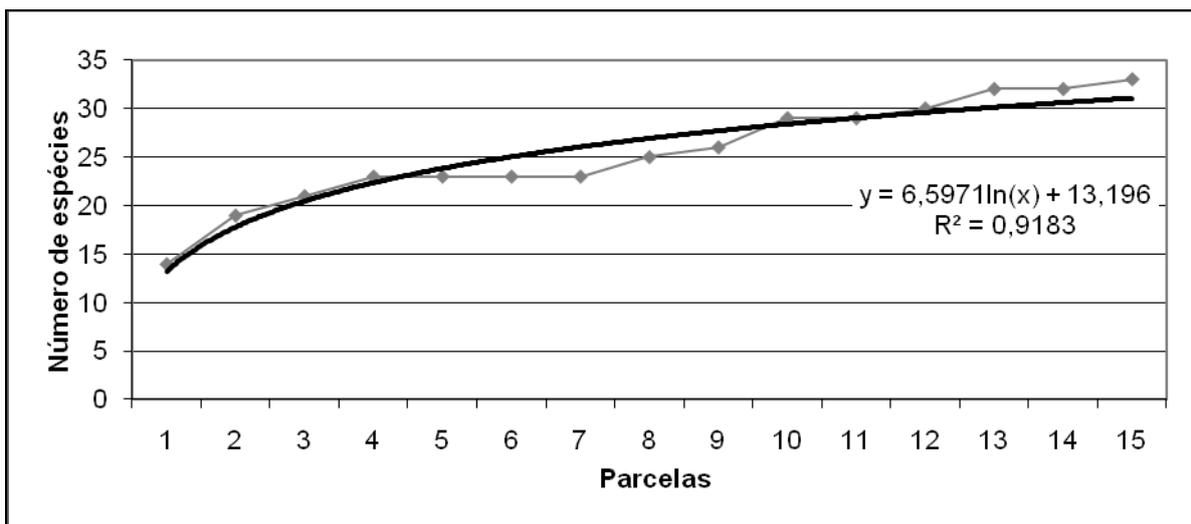
		Prof. (cm)	DS	P aer.	Macrop.	Água dispon
D1	I	0-5	0,282541	0,142603	0,055679	0,090626
D1	II	0-5	0,320154	0,219902	0,110469	0,084703
D1	III	0-5	0,295276	0,219606	0,085888	0,058493
D1	I	0-30	0,229972	0,08648	0,041167	0,115948
D1	II	0-30	0,28802	0,070487	0,046942	0,094032
D1	III	0-30	0,26181	0,110321	0,06101	0,05716
D2	I	0-5	0,086776	0,336739	0,177403	0,043092
D2	II	0-5	0,136236	0,276618	0,138901	0,067377
D2	III	0-5	0,085147	0,365319	0,163187	0,090923
D2	I	0-30	0,11195	0,3089	0,147786	0,069303
D2	II	0-30	0,142011	0,30268	0,157115	0,074633
D2	III	0-30	0,145713	0,259736	0,102177	0,103213
D3	I	0-5	0,11432	0,339701	0,012439	0,085444
D3	II	0-5	0,114912	0,380275	0,018066	0,062046
D3	III	0-5	0,099363	0,329631	0,01777	0,091515
D3	I	0-30	0,106471	0,429735	0,028876	0,01
D3	II	0-30	0,112691	0,39997	0,034651	0,176218
D3	III	0-30	0,106175	0,432993	0,012735	0,09344
E1	I	0-5	0,345328	0,258108	0,074485	0,041611
E1	II	0-5	0,379091	0,232489	0,070783	0,023101
E1	III	0-5	0,390493	0,196061	0,027691	0,048571
E1	I	0-30	0,242411	0,078928	0,021472	0,018806
E1	II	0-30	0,239893	0,086036	0,034207	0,139938
E1	III	0-30	0,251444	0,080409	0,05479	0,062343
E2	I	0-5	0,205242	0,269066	0,208796	0,039242
E2	II	0-5	0,195765	0,224197	0,161262	0,052569
E2	III	0-5	0,200355	0,237228	0,168073	0,055087
E2	I	0-30	0,179772	0,146305	0,08574	0,045609
E2	II	0-30	0,17681	0,154598	0,100696	0,06412
E2	III	0-30	0,172516	0,185843	0,11121	0,056123
E3	I	0-5	0,148082	0,280172	0,227306	0,058493
E3	II	0-5	0,169702	0,27025	0,178735	0,076707
E3	III	0-5	0,156671	0,36058	0,254702	0,070339
E3	I	0-30	0,141271	0,374944	0,305198	0,061454
E3	II	0-30	0,174737	0,21931	0,164816	0,061306
E3	III	0-30	0,144232	0,307123	0,220198	0,025026

APÊNDICE 11 - Análise de significância pelo teste F entre os fatores analisados e as variáveis umidade gravimétrica e volumétrica do solo.

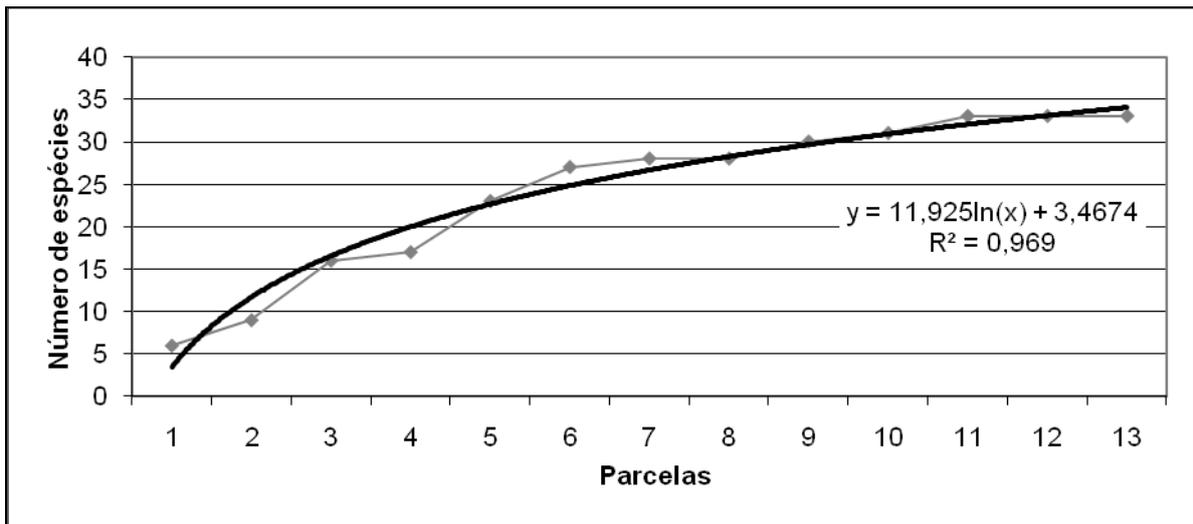
Fonte de Variação	GL	Umidade gravimétrica	Umidade volumétrica
Modelo	35	<0,0001	<0,0001
Margem (M)	1	<0,0001	<0,0001
Transecção (T)	2	<0,0001	0,0004
Zonas (Z)	2	<0,0001	<0,0001
Profundidade (P)	1	0,2787	0,9124
M*T	2	<0,0001	0,0002
M*Z	2	<0,0001	<0,0001
M*P	1	0,0126	<0,0001
T*Z	4	<0,0001	<0,0001
T*P	2	0,1299	0,1307
Z*P	2	<0,0001	<0,0001
M*T*Z	4	<0,0001	<0,0001
M*T*P	2	0,0056	0,0540
T*Z*P	4	0,2529	0,2286
M*T*Z*P	6	0,0129	0,0990
Erro	678		
Coefficiente de Variação (%)		21,22	19,58

NOTA: GL: graus de liberdade, *: relação entre fatores.

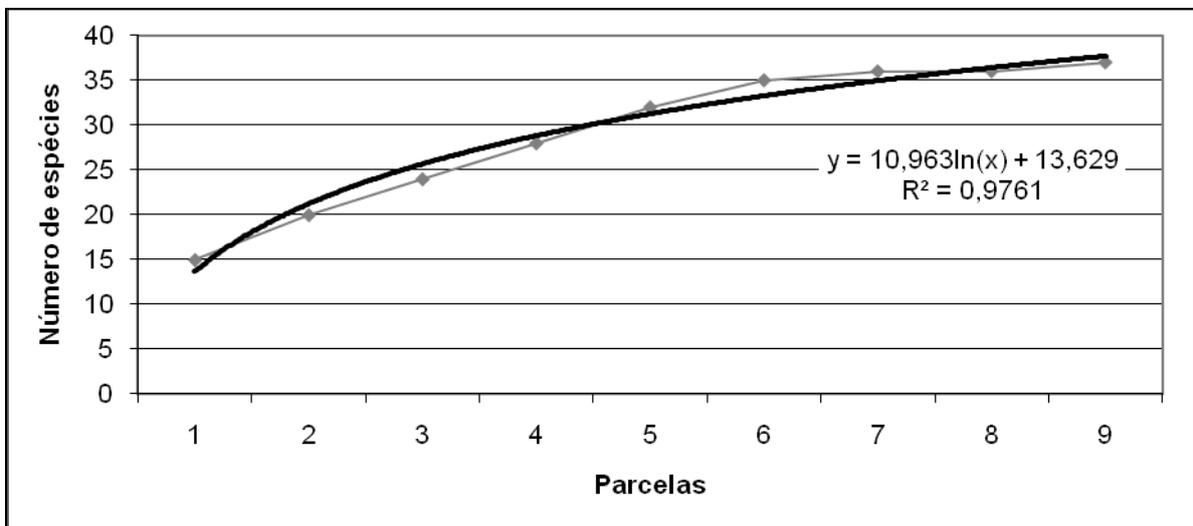
APÊNDICE 12 - Curva de esforço amostral (curva do coletor) da comunidade vegetal da zona 1.



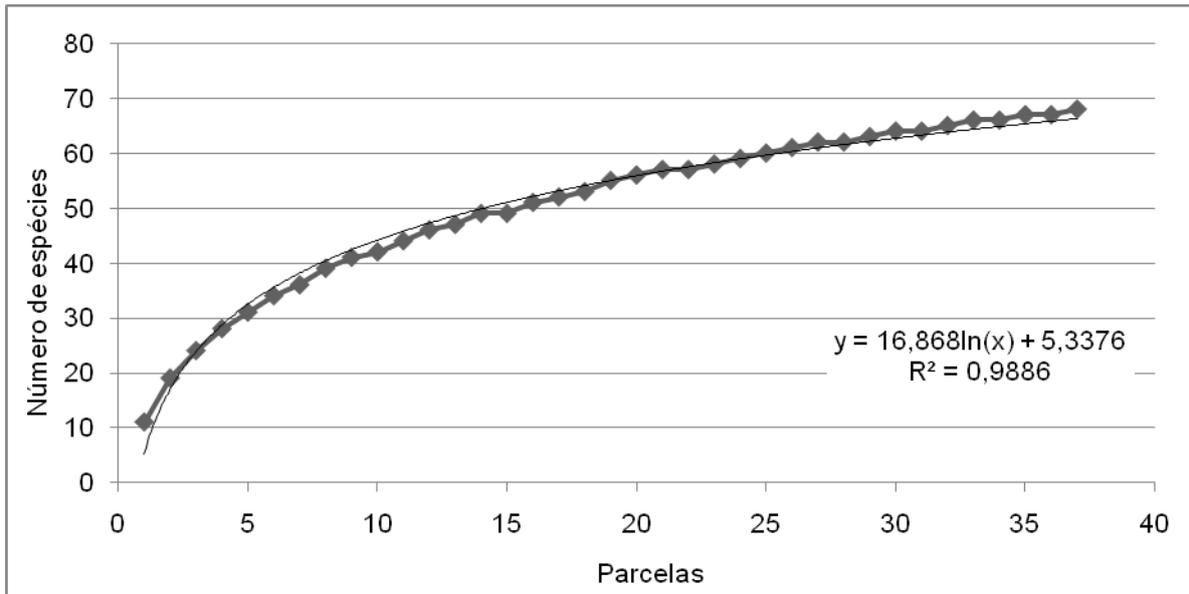
APÊNDICE 13 - Curva de esforço amostral (curva do coletor) da comunidade vegetal da zona 2.



APÊNDICE 14 - Curva de esforço amostral (curva do coletor) da comunidade vegetal da zona 3.



APÊNDICE 15 - Curva de esforço amostral (curva do coletor) para as 37 parcelas do levantamento fitossociológico, ajustada com curva de regressão logarítmica.



APÊNDICE 16 - Análise de significância pelo teste F entre os fatores analisados e variável biomassa aérea.

Fonte de Variação	GL	Biomassa aérea
Modelo	41	0,1305
Zonas (Z)	2	0,0661
Margens (M)	1	0,1857
Transecções (T)	2	0,2606
Forma biológica (FB)	2	0,0008
M*T	2	0,7948
M*Z	2	0,3199
M*FB	2	0,9156
T*Z	4	0,9241
T*FB	4	0,4710
Z*FB	4	0,0404
M*T*Z	4	0,5531
M*T*FB	4	0,3434
T*Z*FB	8	0,6662
Erro	12	
Coefficiente de Variação (%)		102,98

NOTA: GL: graus de liberdade, *: relação entre fatores.

APÊNDICE 17 - Autovalores dos quatro componentes principais extraídos da matriz de correlação das propriedades químicas e granulométricas dos Organossolos.

Fatores	Autovalor	Varição total (%)	Varição acumulada (%)
1	6,69	44,60	44,60
2	3,44	22,95	67,56
3	1,67	11,15	78,71
4	1,21	8,07	86,77

APÊNDICE 18 - Comunalidades e cargas fatoriais obtidas na matriz de correlação das variáveis química e granulométrica dos solos.

	Comunalidades	Cargas fatoriais			
		1	2	3	4
V %	0,9726	0,9802	-0,0003	0,0001	-0,1087
Ca ⁺²	0,9726	0,9204	0,3129	0,1651	-0,0154
SB	0,9932	0,8932	0,3036	0,1345	-0,2916
Mg ⁺²	0,9607	0,7535	0,2629	0,0498	-0,5669
m %	0,9735	-0,9391	0,1493	-0,0265	0,2621
Al ⁺³	0,9229	0,0293	0,9359	0,1450	0,1586
H ⁺ +Al ⁺³	0,9561	0,0671	0,8872	0,3015	-0,2714
T	0,9601	0,1796	0,8680	0,2991	-0,2915
C	0,8627	0,1732	0,8337	-0,3023	0,2151
pH SMP	0,9153	-0,0985	-0,8416	-0,3408	0,2848
Argila	0,6401	-0,2233	0,1138	0,7587	0,0405
P	0,6968	0,3241	0,2309	0,7290	-0,0830
pH CaCl ₂	0,5484	-0,2178	-0,1145	-0,6927	-0,0893
Ca/Mg	0,8640	-0,2275	-0,0399	0,2818	0,8551
K ⁺	0,7771	0,4691	0,1157	0,2342	-0,6992

APÊNDICE 19 - Autovalores dos dez componentes principais extraídos da matriz de correlação das propriedades fitossociológicas avaliadas para a zona1.

Fatores	Autovalor	Varição total (%)	Varição acumulada (%)
1	5,46	16,06	16,06
2	4,68	13,77	29,82
3	4,08	11,99	41,82
4	3,65	10,73	52,54
5	3,21	9,43	61,97
6	2,8	8,21	70,19
7	2,52	7,42	77,60
8	2,34	6,87	84,47
9	1,68	4,95	89,43
10	1,45	4,26	93,69

APÊNDICE 20 - Comunalidades e cargas fatoriais obtidos através da matriz de correlação da análise fitossociológica da zona 1.

Espécies	Comunalidades	Cargas fatoriais									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Sisyrinchium 2</i>	0,9969	0,9863	-0,0332	-0,0189	-0,0090	-0,0704	-0,0674	-0,0848	0,0760	0,0077	-0,0006
<i>Buddleja elegans</i>	0,9969	0,9863	-0,0332	-0,0189	-0,0090	-0,0704	-0,0674	-0,0848	0,0760	0,0077	-0,0006
<i>Panicum schwackeanum</i>	0,9986	0,9513	-0,0388	-0,1900	0,0453	-0,0536	0,1078	0,1840	0,0359	0,0573	-0,0309
<i>Achyrocline satureioides</i>	0,9853	0,7673	-0,1148	-0,0051	-0,0214	0,5599	-0,0823	-0,1418	0,2006	0,0459	-0,0137
<i>Jungia floribunda</i>	0,91069	-0,0493	0,9108	0,1982	-0,0329	-0,0105	-0,0554	-0,0644	-0,1400	-0,0703	-0,0801
<i>Danthonia montana</i>	0,9039	-0,0379	0,8732	-0,2534	-0,1204	-0,0220	-0,0970	0,1760	-0,0978	-0,1030	0,0139
<i>Eleocharis squamigera</i>	0,9271	-0,2363	0,7717	0,2096	-0,2378	-0,1451	-0,2081	-0,2042	0,0459	-0,1145	-0,2322
<i>Axonopus affinis</i>	0,8619	-0,1748	-0,4433	-0,1398	0,2823	0,0980	-0,1426	-0,3269	-0,3584	-0,4346	-0,2852
<i>Calamagrostis sp,</i>	0,9620	-0,0996	-0,0729	0,9276	-0,1424	-0,0753	-0,1114	-0,0270	-0,1740	-0,0566	-0,1171
<i>Selaginella marginata</i>	0,9081	-0,0346	0,1552	0,9217	-0,0036	-0,0135	-0,0387	0,1280	-0,1024	-0,0663	-0,0142
<i>Baccharis megapotamica</i>	0,9647	-0,1364	0,0472	0,8453	-0,0420	0,0306	-0,0528	-0,0859	0,4162	0,1993	-0,0595
<i>Acaena eupatoria</i>	0,9625	-0,0926	-0,1279	-0,0899	0,8992	0,0016	-0,1084	-0,0079	0,0509	-0,2991	-0,1302
Asteraceae 1	0,9692	-0,1098	-0,1338	-0,1270	0,9214	-0,1384	-0,1278	0,0192	-0,0809	0,1379	-0,1129
<i>Panicum sabulorum</i>	0,9597	0,4796	-0,1628	-0,1628	0,7554	-0,0680	-0,0470	-0,0319	-0,0983	0,2965	0,0247
<i>Andropogon leucostachyus</i>	0,8045	-0,0785	-0,1124	-0,1460	-0,6833	-0,2290	-0,3192	0,1168	0,0206	-0,3003	-0,1973
<i>Bidens pilosa</i>	0,9889	-0,0019	-0,1018	-0,0853	0,0011	0,9786	-0,0289	-0,0082	-0,0732	-0,0858	0,0083
<i>Mikania micrantha</i>	0,9889	-0,0019	-0,1018	-0,0853	0,0011	0,9786	-0,0289	-0,0082	-0,0732	-0,0858	0,0083
<i>Thelypteris rivularioides</i>	0,9402	-0,1337	0,5024	0,1892	-0,0684	0,7518	-0,1333	-0,0798	-0,0464	0,1525	-0,1208
<i>Rhynchospora marisculus</i>	0,8948	-0,1360	-0,2277	0,1252	0,4303	0,4612	0,3102	0,3104	0,0918	0,4239	-0,1738
Asteraceae 3	0,9495	-0,0174	-0,0668	-0,0672	-0,0482	-0,0771	0,9613	0,0014	0,0469	-0,0300	-0,0695
<i>Briza calotheca</i>	0,9495	-0,0174	-0,0668	-0,0672	-0,0482	-0,0771	0,9613	0,0014	0,0469	-0,0300	-0,0695

continua

continuação

Espécies	Comunalidades	Cargas fatoriais									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Achyrocline alata</i>	0,9069	-0,0064	-0,0412	-0,1058	-0,1053	-0,0542	-0,0527	0,9288	0,1015	-0,0602	-0,0222
<i>Gnaphalium purpureum</i>	0,9906	-0,0301	0,0836	0,5988	-0,0799	-0,0496	-0,0670	0,7755	-0,0006	-0,0928	-0,0267
<i>Tibouchina cerastifolia</i>	0,9395	-0,1078	0,3744	0,2764	0,3425	0,2671	0,0667	0,6404	0,1949	0,2458	0,0983
<i>Erechtites valerianifolius</i>	0,8308	-0,2238	-0,2290	-0,3420	0,0424	-0,2754	-0,3447	0,4296	-0,2028	0,3538	-0,2528
<i>Blechnum cordatum</i>	0,9480	0,4230	-0,0457	0,0978	-0,2291	-0,1367	0,0183	-0,0797	0,8050	0,1220	-0,1293
<i>Gaylussacia pseudogaultheria</i>	0,9231	0,2974	-0,2239	-0,2089	-0,1317	-0,0179	-0,3423	0,2660	0,7120	-0,1059	0,1309
<i>Baccharis crispa</i>	0,9667	-0,2803	-0,2312	0,0339	0,2563	-0,2580	0,3568	-0,0332	0,6688	-0,0380	0,3523
<i>Juncus</i> sp,	0,6736	-0,0722	-0,4238	0,0631	-0,2763	-0,1647	-0,1488	-0,1923	-0,5092	-0,1597	-0,1934
<i>Kyllinga pumila</i>	0,9834	0,1479	-0,1123	0,0252	0,1408	-0,0390	-0,0959	-0,1160	0,1499	0,9388	-0,0236
<i>Lamiaceae</i> indet,	0,9556	-0,0487	-0,0756	-0,1632	0,1038	-0,0826	-0,0891	0,6234	-0,1819	0,6882	0,0003
<i>Saccharum asperum</i>	0,9838	-0,0888	-0,0312	-0,0481	-0,0170	-0,0972	-0,0188	-0,0717	-0,0558	-0,0985	0,9719
<i>Panicum surrectum</i>	0,9320	0,0706	-0,1913	-0,1916	-0,1538	0,0729	-0,2410	0,0795	0,3444	0,1408	0,7886

APÊNDICE 21 - Autovalores dos dez componentes principais extraídos da matriz de correlação das propriedades fitossociológicas avaliadas para a zona 2.

Fatores	Autovalor	Varição total (%)	Varição acumulada (%)
1	5,87	17,80	17,80
2	5,48	16,61	34,41
3	4,53	13,74	48,14
4	3,85	11,68	59,82
5	2,94	8,93	68,74
6	2,59	7,84	76,58
7	2,43	7,37	83,95
8	1,78	5,41	89,36
9	1,53	4,63	93,99
10	1,18	3,59	97,58

APÊNDICE 22 - Comunalidades e cargas fatoriais obtidos através da matriz de correlação da análise fitossociológica da zona 2.

Espécies	Comunalidades	Cargas fatoriais									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Asteraceae 1</i>	0,9984	0,9883	-0,0317	-0,0793	-0,0843	-0,0430	-0,0669	0,0030	0,0006	0,0271	-0,0076
<i>Baccharis ramboi</i>	0,9944	0,9532	-0,0460	-0,1075	0,0346	-0,0545	0,2576	-0,0187	-0,0223	0,0026	-0,0265
<i>Begonia fischeri</i>	0,9984	0,9883	-0,0317	-0,0793	-0,0843	-0,0430	-0,0669	0,0030	0,0006	0,0271	-0,0076
<i>Thelypteris rivularioides</i>	0,9868	0,9472	-0,0449	-0,0107	-0,1434	-0,1245	-0,1237	-0,1340	-0,0613	-0,0760	-0,0925
<i>Tibouchina cerastifolia</i>	0,9804	0,9110	0,0131	0,1128	0,3056	0,1788	0,0520	-0,0538	-0,0773	-0,0207	-0,0085
<i>Andropogon lateralis</i>	0,9982	-0,0967	0,9797	-0,0307	0,1308	-0,0364	0,0270	-0,0418	-0,0537	-0,0428	0,0490
<i>Euphorbia elodes</i>	0,9780	-0,0751	0,9656	-0,1522	0,0378	0,0171	-0,1172	0,0002	-0,0259	-0,0107	-0,0271
<i>Calamagrostis sp,</i>	0,9781	-0,0750	0,9655	-0,1522	0,0377	0,0171	-0,1171	0,0001	-0,0259	-0,0107	-0,0271
<i>Paspalum polyphyllum</i>	0,9133	0,2586	0,7422	0,2500	-0,1681	-0,1766	0,1971	-0,1324	-0,0992	-0,1264	-0,3023
<i>Sisyrinchium vaginatum</i>	0,9240	-0,1229	0,6090	0,3720	-0,1977	-0,1739	0,4521	-0,1310	-0,1085	-0,1231	0,2859
<i>Eryngium horridum</i>	0,9685	-0,1291	-0,0901	0,8638	0,0507	-0,2720	-0,1087	-0,1103	-0,1022	-0,0833	0,2821
<i>Panicum surrectum</i>	0,9982	-0,1393	-0,0965	0,8562	-0,2019	0,3126	-0,1498	-0,1342	-0,1182	-0,1128	0,1751
<i>Danthonia Montana</i>	0,9913	-0,1110	-0,0730	0,7782	-0,1908	0,3635	-0,1502	-0,1566	-0,1215	-0,1451	-0,3415
<i>Gaylussacia pseudogaultheria</i>	0,9973	0,1773	0,0074	0,5371	-0,1774	-0,2147	0,3325	-0,4212	-0,3019	-0,3494	-0,3138
<i>Paspalum flaccidum</i>	0,9108	0,1283	-0,0978	-0,6322	-0,2593	-0,2363	0,1326	-0,1655	-0,2159	0,5109	-0,0966
<i>Baccharis crispa</i>	0,9834	-0,1124	0,0511	-0,6528	-0,0694	-0,2912	-0,3916	0,3084	0,2072	-0,3831	-0,1187
<i>Juncus microcephalus</i>	0,9912	0,0044	-0,1018	0,0165	0,9863	-0,0343	0,0582	-0,0486	-0,0171	-0,0068	-0,0201
<i>Cyperus reflexus Vahl</i>	0,9990	-0,0307	0,3527	-0,0551	0,9306	-0,0238	-0,0003	-0,0449	-0,0278	-0,0112	-0,0312
Poaceae2	0,9922	-0,0454	-0,1673	-0,1386	0,9228	-0,0807	-0,0292	-0,2350	-0,0979	-0,1380	-0,0072
<i>Blechnum schomburgkii</i>	0,9970	-0,0445	-0,0930	0,0993	-0,0671	0,9776	-0,0735	-0,0490	-0,0438	-0,0442	-0,0687
<i>Eleocharis squamigera</i>	0,9984	-0,0943	0,2104	0,1270	0,6185	0,6612	0,2883	-0,1038	-0,0918	-0,0779	0,0312
<i>Axonopus affinis</i>	0,9970	-0,0445	-0,0930	0,0993	-0,0671	0,9776	-0,0735	-0,0490	-0,0438	-0,0442	-0,0687
<i>Rhabdocaulon lavanduloides</i>	0,9686	-0,0421	0,0050	-0,1004	-0,1340	-0,0211	0,9620	-0,0420	-0,0618	-0,0699	-0,0485

continua

continuação

Espécies	Comunalidades	Cargas fatoriais									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Eleocharis nudipes</i>	0,9946	0,0282	-0,0839	-0,1406	0,3775	-0,0613	0,8966	-0,0345	-0,0820	-0,0519	-0,0784
<i>Cyperus haspan</i>	0,8920	-0,1037	-0,1134	-0,1865	-0,0570	-0,0877	-0,1634	0,8314	-0,2333	-0,2232	-0,0229
<i>Blechnum cordatum</i>	0,9144	-0,0641	-0,1371	-0,0503	-0,3555	-0,1304	-0,0855	0,7568	0,3331	0,2112	-0,0996
<i>Trixis lessingii</i>	0,9944	-0,1506	0,0018	-0,4303	-0,2434	-0,0551	0,1609	0,7430	0,1078	-0,3302	-0,1598
<i>Xyris</i> sp,	0,9919	-0,0350	-0,0919	-0,1271	-0,0796	-0,0639	-0,0775	0,0306	0,9696	-0,0806	-0,0449
Melastomataceae indet,	0,9912	-0,1090	-0,0892	-0,1207	-0,0730	-0,0605	-0,0722	0,0303	0,9663	-0,0824	-0,0442
<i>Panicum sabulorum</i>	0,9349	-0,1426	-0,1066	-0,1560	-0,0930	-0,0780	-0,1046	-0,0914	-0,0977	0,9114	-0,0685
<i>Panicum schwackeanum</i>	0,9649	0,6246	-0,1022	-0,1738	-0,1310	-0,0894	-0,1266	-0,0653	-0,0717	0,6931	-0,0562
<i>Galium equisetoides</i>	0,9894	-0,0595	-0,0021	0,3050	-0,08222	-0,06498	-0,0073	-0,0191	-0,0180	0,0121	0,9386
<i>Polytrichum</i> sp,	0,9892	-0,1571	-0,1767	-0,1246	0,0369	-0,1629	-0,1912	-0,4530	-0,2027	-0,2931	0,7219

APÊNDICE 23 - Autovalores dos sete componentes principais extraídos da matriz de correlação das propriedades fitossociológicas avaliadas para a zona 3.

Fatores	Autovalor	Varição total (%)	Varição acumulada (%)
1	7,33	19,82	19,82
2	7,10	19,18	39,00
3	6,35	17,16	56,16
4	3,99	10,78	66,94
5	3,62	9,79	76,72
6	3,22	8,71	85,44
7	2,87	7,74	93,18

APÊNDICE 24 - Comunalidades e cargas fatoriais obtidos através da matriz de correlação da análise fitossociológica da zona 3.

Espécies	Comunalidades	Cargas fatoriais						
		1	2	3	4	5	6	7
<i>Doryopteris lomariacea</i>	0,9834	0,9749	-0,1303	-0,0965	0,0038	-0,0534	0,0411	-0,0466
<i>Syngonanthus caulescens</i>	0,9834	0,9749	-0,1303	-0,0965	0,0038	-0,0534	0,0411	-0,0466
<i>Xyris</i> sp,	0,9834	0,9749	-0,1303	-0,0965	0,0038	-0,0534	0,0411	-0,0466
<i>Achyrocline alata</i>	0,9833	0,9138	0,3439	-0,1376	-0,0347	-0,0658	0,0400	-0,0627
<i>Trixis lessingii</i>	0,9892	0,8670	0,1759	0,1894	-0,0463	0,2822	-0,1999	0,2211
<i>Thelypteris rivularioides</i>	0,9941	0,7169	-0,2625	-0,0771	-0,0787	-0,2198	0,5804	0,1176
<i>Cyanaeorchis arundinae</i>	0,7518	0,7127	-0,1953	-0,0821	-0,0414	-0,1105	-0,3955	-0,1691
<i>Leiothrix flavescens</i>	0,9997	-0,0113	0,9902	-0,0987	-0,0812	-0,0328	0,0027	-0,0397
<i>Xyris laxifolia</i>	0,9997	-0,0113	0,9902	-0,0987	-0,0812	-0,0328	0,0027	-0,0397
<i>Eleocharis nudipes</i>	0,9962	0,0292	0,9868	0,0508	0,0764	-0,0768	-0,0268	-0,0813
<i>Sphagnum</i> spp,	0,9341	-0,1887	0,7622	0,0716	0,3795	-0,2154	-0,3490	0,0140

continua

continuação

Espécies	Comunalidades	Cargas fatoriais						
		1	2	3	4	5	6	7
<i>Baccharis crispa</i>	0,9999	-0,3509	0,6456	-0,3210	0,4934	0,3146	0,0577	-0,1062
<i>Gaylussacia pseudogaultheria</i>	0,9956	-0,3189	0,5360	-0,3599	-0,1647	-0,3874	0,2108	0,5053
Poaceae 1	0,9880	-0,0526	-0,0341	0,9889	-0,0402	-0,0017	0,0664	-0,0117
<i>Eleocharis squamigera</i>	0,9880	-0,0526	-0,0341	0,9889	-0,0402	-0,0017	0,0664	-0,0117
<i>Baccharis ramboi</i>	0,9503	-0,1456	-0,0726	0,8720	0,3815	-0,0757	0,0155	-0,1096
<i>Xyris regnelli</i>	0,7370	-0,0640	-0,1225	0,7384	-0,0747	-0,0715	-0,3764	-0,1427
<i>Galium equisetoides</i>	0,9246	-0,1938	-0,0907	0,6507	0,6422	-0,1208	-0,0254	-0,1670
<i>Panicum sabulorum</i>	0,9845	-0,2592	0,0618	0,0242	0,9020	-0,2265	-0,2094	-0,0649
<i>Achyrocline satureioides</i>	0,9355	-0,2038	-0,0859	-0,1281	0,8898	-0,1571	-0,1000	-0,2092
<i>Paspalum polyphyllum</i>	0,9283	0,4818	0,4948	-0,2639	0,5605	-0,2223	-0,0379	0,1288
<i>Juncus microcephalus</i>	0,8743	0,3820	-0,2312	0,3916	0,5095	0,4807	0,0109	-0,1753
<i>Panicum schwackeanum</i>	0,6973	-0,2646	-0,2235	-0,2150	-0,5512	-0,2836	-0,2960	-0,2435
<i>Xyris stenophylla</i>	0,6995	-0,2647	0,1051	-0,2445	-0,5704	-0,2905	-0,2910	-0,2532
<i>Rhynchospora marisculus</i>	0,8891	-0,3604	-0,3101	0,0008	-0,5789	-0,3671	0,2550	-0,3578
<i>Xyris neglecta</i>	0,9953	-0,1145	-0,1153	-0,1451	-0,0478	0,9723	0,0097	-0,0097
<i>Sisyrinchium vaginatum</i>	0,9936	-0,0766	-0,0762	-0,1641	0,0513	0,9721	-0,0782	-0,0355
<i>Leptocoryphium lanatum</i>	0,9850	-0,2015	-0,0336	0,6158	-0,1272	0,6813	-0,2451	-0,1537
<i>Blechnum cordatum</i>	0,9856	-0,1053	-0,3201	0,2952	-0,3058	0,6278	0,4894	-0,2400
<i>Barrosoa betoniciiformis</i>	0,8964	-0,1698	-0,1745	-0,1774	-0,1244	-0,1967	0,8438	-0,1987
<i>Eriocaulon ligulatum</i>	0,8966	-0,1813	-0,1678	-0,1707	-0,1240	-0,1894	0,8383	-0,2290
<i>Sinningia elatior</i>	0,9995	-0,2530	-0,2732	-0,1973	-0,5221	-0,3056	-0,5946	-0,3198
<i>Danthonia Montana</i>	0,6924	-0,1574	-0,2190	-0,1076	-0,0949	-0,2166	-0,6817	-0,2958
<i>Blechnum schomburgkii</i>	0,9997	-0,1148	-0,1053	-0,1227	0,0095	-0,1615	0,0021	0,9665
<i>Tibouchina cerastifolia</i>	0,9999	-0,0953	0,6690	-0,1674	-0,0542	-0,1469	0,0036	0,7006
<i>Paspalum flaccidum</i>	0,9987	0,3171	-0,4501	-0,1793	0,0024	0,4051	-0,1572	0,6888
<i>Cyperus haspan</i>	0,8446	-0,3445	-0,1688	-0,3254	-0,4671	-0,2561	-0,1217	0,5413



1 e 2 – voçoroca; 3 - *Andropogon leucostachyus* (Poaceae); 4 – zona 1; 5 – zona 2 na margem esquerda; 6 - *Sisyrinchium vaginatum* (Iridaceae); 7 – vegetação hidromórfica associada ao *Sphagnum* spp. na zona 3; 8 – zona 2 na margem direita; 9 – zona 3 no primeiro plano e zona 2 no plano intermediário; 10 e 11 - *Trixis lessingii* (Asteraceae); 12 - *Sinningia elatior* (Gesneriaceae); 13 - Lamiaceae indeterminada; 14 e 15 - *Utricularia tricolor* (Lentibulariaceae); 16 - *Xyris stenophylla* (Xyridaceae).
FOTOS: Bianca OttAndrade.



17



18



19



20



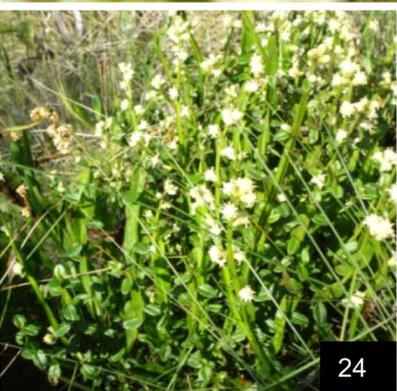
21



22



23



24



25



26



27



28



29



30



31



32

17 e 18 - *Eryngium horridum* (Apiaceae); 19 - *Blechnum schomburgkii* (Blechnaceae); 20 - *Polygala longicaulis* (Polygalaceae); 21 - *Baccharis crispa* Spreng. (Asteraceae); 22 - vista geral da área de amostragem, as pessoas se encontram às margens da voçoroca; 23 e 24 - *Baccharis ramboi* (Asteraceae); 25 e 26 - *Eriocaulon ligulatum* (Eriocaulaceae); 27 - *Xyris* sp. na zona 1; 28 - *Calydorea campestris* Baker; 29 - queimada em área adjacente à de estudo; 30 - *Sphagnum* spp e espécies herbáceas hidrófilas associadas na zona 3; 31 - *Leptocoryphium lanatum* (Poaceae); 32 - pastejo por gado na área, zona 3. FOTOS: Bianca OttAndrade.