

**UNIDADES DA PAISAGEM E SUAS RELAÇÕES COM  
CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS NA ÁREA DA  
MINERAÇÃO VOLTA GRANDE, LAVRAS DO SUL, RS –  
UMA VISÃO EM DIFERENTES ESCALAS**

**Cibele Sippel**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, no Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luiza Porto

Porto Alegre, março de 2003.

*“Um dia o homem se reconhecerá  
ao olhar um pássaro ou uma borboleta.  
Olhará nos olhos de um menino de rua  
e verá o seu próprio filho.*

*Neste momento,  
desejará voltar ao seu princípio  
e retomar o seu antigo comportamento.*

*Para que toda a desgraça que criou ao seu redor desapareça,  
e ele possa, novamente , um dia,  
caminhar pelo campo sorrindo.*

*Cibele Sippel”*

Dedico este trabalho a  
Minha Família, em especial  
ao meu pai Rui e a minha mãe Vâni.

E ao Luis Fernando...  
Meu amor, meu equilíbrio e minha força.

## AGRADECIMENTOS

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Luiza Porto, pela paciência, confiança, orientação e incentivo.

À minha família, em especial aos meus pais Rui Sippel e Vâni Sippel, berço de minha educação, pelo amor, paciência, confiança, incentivo, amparo, nos momentos difíceis desta trajetória.

Ao Luis Fernando Borckhardt, pelo amor, dedicação e paciência nesta difícil etapa da vida, bem como, pelo apoio e incentivo, nos momentos de pouca inspiração.

A minha amiga Viviane Souza do Amaral pelas sugestões na redação, como pela amizade e carinho nestes longos anos de vida científica.

A amiga Heloísa Helena Rodrigues de Andrade, por ter me ensinar o que é ser um profissional, por ter me ensinado a prosseguir sozinha no caminho do descobrimento científico e por acreditar em mim.

Ao Jairo José Zocche, amigo incansável, peça fundamental nas discussões metodológicas e teóricas, e nos trabalhos de campo.

Ao amigo Thomas Berger, elemento responsável pelas amostragens dos perfis de solo, pelas frutíferas discussões e ensinamentos sobre o componente geomorfológico e edáfico da paisagem.

À colega Taís Cristine Ernest Frizzo, pelo acompanhamento nos trabalhos de campo, pelo auxílio na identificação das espécies, e pelas discussões técnicas.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Ecologia de paisagem, em especial a Rogério Both, Eduardo Forneck e Ricardo Weber, por suas contribuições neste trabalho, quer sejam nos trabalhos de campo ou no laboratório.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia Quantitativa, em especial a Enio Egon Sosinski Júnior, pela colaboração na análise estatística dos tipos funcionais.

Aos colegas do Laboratório de geoprocessamento, principalmente a Henrich Hasenack por disponibilizar o seu tempo e seu laboratório para a análise em sistema SIG.

À comissão de Orientação, formada pela Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Luiza Porto, pelo Prof Dr. Valério De Patta Pillar e pelo Prof. Dr. Paulo Luiz de Oliveira, pelas sugestões e acompanhamentos teóricos.

À todas as pessoas que ajudaram na identificação das espécies, em particular para Marcos Sobral, Ilse Boldrini, Paulo Brack, Ana Cláudia Araújo e Maria Salete Marchioretto.

À Maria Lúcia Vidal de Souza, por permitir o acesso à área da mina Volta Grande, propriedade de sua família.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela oportunidade. E aos professores e colegas de curso desse programa, pelas discussões teóricas e pela amizade acolhedora.

À companhia Rio Grandese de Mineração (CRM), por disponibilizar o mapa de localização dos filões.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela persistência em assegurar aos cidadãos o direito a educação gratuita de qualidade neste País.

## RESUMO

A resposta da vegetação às condições ambientais pode ser observada nos diferentes padrões da paisagem. Estas respostas são o reflexo da atuação de fatores bióticos e abióticos que são responsáveis pela distribuição complexa observada nos mosaicos paisagísticos, em diferentes escalas – espaciais e temporais. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo elucidar as possíveis relações entre a vegetação e as características edáficas, em uma área de mineralização de cobre, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Com bases na ecologia de paisagem, utilizamos diferentes ferramentas para analisar a vegetação - métodos dos pontos e determinação dos tipos funcionais de plantas – e o solo – determinação das características geomorfológicas, químicas e físicas do solo, e o processo pedogenético – tendo em vista o estabelecimento de unidades da paisagem - ecótopos. De acordo com os resultados obtidos, distinguiram-se 8 diferentes ecótopos vegetacionais, expressos nas três escalas de abordagem (meso, micro e macro escala). Os ecótopos com maior expressividade são os savanóides, estando estes provavelmente associados às ocorrências dos filões de cobre. Com relação às concentrações de cobre disponível no solo, não se observou, estatisticamente, nenhum valor de correlação entre a as características dos tipos funcionais e as concentrações deste metal nos solos estruturados. Os tipos funcionais revelaram a existência de adaptações escleromórficas nos indivíduos constituintes da vegetação de savana. Além disto, observamos a existência de um gradiente vegetacional – formações campestres, savanas e florestas, e um gradiente edáfico – afloramento rochoso, litossolos e cambissolos, ambos relacionados com a geomorfologia da área da mina.

Palavras-chave: fisionomia, tipos funcionais de planta, solos, geomorfologia, cobre, ecologia de paisagem, ecótopos, zoneamento, mina Volta Grande.

## ABSTRACT

The response of vegetation to the environment conditions can be observed on different landscape patterns. These responses are the reflex from abiotic and biotic factors that are responsible for the complex distribution observed on the landscape mosaics, in different scales – (spatial and temporal). This present work aimed to clarify the possible relationship between the vegetation and the edaphic characteristics, in a copper mineralized area at The Volta Grande Mine, Lavras do Sul, RS. Applying the techniques of Landscape Ecology, it was carried out a several method investigation to analyse the vegetation – point method and plant functional types (PFT) determination– and the soil–determination of the geomorphological characteristics, chemical and physical and the pedogenetic process, looking to stabilish landscape units - ecotope. According to the results, it was verified 8 different vegetal ecotope, expressed on a three-scale approach (meso, micro and macro scale). The ecotope, with the greatest expressivity, are the in the savana area, being, probably, associated to the occurrence of the copper mineralizations. In relation to structured soil available copper concentration, it was not observed, statistically, any value of correlation with the PFTs. The PFT revealed the existence of escleromorphic adaptations on the savana vegetation individuals. Besides that, it was observed the existence of a vegetal gradient – campos formations, savanas and forests, and an edaphic gradient – rocky outcrop, lithosoils e cambisoils, both related to the geomorphology of the mine area.

Key words: Physiognomy, Plant Functional Types, soils, geomorphology, copper, landscape ecology, ecotope, zoning, Volta Grande Mine.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. MATERIAL E MÉTODOS	
2.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS .....	14
2.2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS .....	14
2.2.1. Histórico da mineração .....	15
2.2.3. Geologia, geomorfologia e pedologia .....	16
2.2.4. Clima .....	18
2.2.5. Vegetação.....	18
2.3. ÁREAS AMOSTRADAS PARA O ESTUDO ESPECÍFICO .....	22
2.3.1 Escolha das manchas homogêneas .....	22
2.3.2. Localização e descrição das manchas homogêneas .....	22
2.4. PROCEDIMENTOS AMOSTRAIS .....	28
2.4.1. Amostragem das condições geomorfológicas do terreno .....	28
2.4.2. Amostragem das características físicas do solo .....	29
2.4.3. Amostragem das características químicas do solo .....	30
2.4.4. Amostragem das características estruturais da vegetação .....	30
2.4.5. Amostragem dos tipos funcionais de plantas .....	33
2.5. PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS.....	38
2.5.1. Análise das condições geomorfológicas do terreno .....	38
2.5.2. Análise das características físicas do solo .....	38
2.5.3. Análise das características químicas do solo .....	39
2.5.4. Análise da estrutura da vegetação .....	40
2.5.5. Análise dos tipos funcionais de planta .....	41
2.5.6. Análise por geoprocessamento .....	42
3. RESULTADOS .....	44
3.1. CONDIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS DO TERRENO .....	44

3.1.1. Manchas de campo .....	44
3.1.2. Manchas de savana .....	44
3.1.3. Manchas de floresta .....	45
3.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO .....	47
3.2.1. Manchas de campo .....	47
3.2.2. Manchas de savana .....	48
3.2.3. Manchas de floresta .....	49
3.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO .....	59
3.3.1. Manchas de campo .....	59
3.3.2. Manchas de savana .....	61
3.3.3. Manchas de floresta .....	62
3.4. CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DA VEGETAÇÃO .....	68
3.4.1. Manchas de campo .....	68
3.4.2. Manchas de savana .....	73
3.4.3. Manchas de floresta .....	77
3.5. TIPOS FUNCIONAIS DE PLANTAS .....	83
3.5.1 As fitofisionomias .....	83
3.5.2. Manchas de campo .....	87
3.5.3. Manchas de savana .....	91
3.5.4. Manchas de floresta .....	95
3.6. SÍNTESE TEMÁTICA .....	99
3.6.1 As fitofisiônias .....	99
3.6.2. Manchas de campo .....	101
3.6.2. Manchas de savana .....	101
3.6.3. Manchas de floresta .....	101
4. DISCUSSÃO .....	105
4.1. Sob ponto de vista de unidades da paisagem – mesoescala .....	105
4.2. Sob ponto de vista dos indivíduos – microescala .....	115
4.3. Sob ponto de vista dos indivíduos – macroescala .....	123
5. CONCLUSÕES .....	126
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	129

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área e localização geográfica da Mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. No retângulo, localização das áreas de amostragem – manchas fitofisionômicas – campo I (CI), campo II (CII), campo III (CIII), savana I (SI), savana II (SII), floresta I (FI), floresta II (FII) e floresta III (FIII). ..... 14

Figura 2: Detalhe da região da área de estudos, mina Volta Grande, RS, mostrando os diferentes tipos de formas fitofisionômicas, as áreas de afloramentos rochosos, as vertentes côncavas com declive gradual e as vertentes convexas íngremes. .... 17

Figura 3: Vista geral do Campo I (CI), mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. .... 23

Figura 4: Vista geral do Campo II (CII) e da Floresta III (FIII) na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Destaque desta formação campestre (a). .... 23

Figura 5: Vista geral do Campo III (CIII), na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. .... 24

Figura 6: Vista geral da Savana I (SI), a oeste na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. 25

Figura 7: Vista geral da Savana II (SII), a leste na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. 25

Figura 8: Vista geral da Floresta I (FI), mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. .... 26

Figura 9: Vista geral da Floresta II (FII), mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. .... 27

Figura 10: Desenho esquemático da transeccional utilizada para amostragem geomorfológica e das características físicas do solo (P1 – ponto inicial e Pn – ponto de término). No centro da transeccional geomorfológica, desenho esquemático da alocação das transeccionais para amostragem da vegetação, espaçadas a 0,5m de 10m de comprimento no caso dos campos e de 20m no caso das savanas. .... 28

Figura 11: Desenho esquemático da amostragem da vegetação nos campos e nas savanas, modificado de (EDEN & BOND, 1945 *apud* MONTOVANI & MARTINS, 1990). .... 32

Figura 13: Diagrama de Perfil da vegetação, da geomorfologia e dos solos encontrados na mancha de Campo II, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Obs: Os indivíduos com maior densidade relativa estão representados. A descrição detalhada dos perfis de solo encontra-se em Apêndice 4. .... 51

Figura 14: Diagrama de Perfil da vegetação, da geomorfologia e dos solos encontrados na mancha de Campo III, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Obs: Os indivíduos com maior densidade relativa estão representados. A descrição detalhada dos perfis de solo encontra-se em Apêndice 4. ....	52
Figura 15: Diagrama de Perfil da vegetação, da geomorfologia e dos solos encontrados na mancha de Savana I, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Obs: Os indivíduos com maior densidade relativa estão representados. A descrição detalhada dos perfis de solo encontra-se em Apêndice 4. ....	53
Figura 16: Diagrama de Perfil da vegetação, da geomorfologia e dos solos encontrados na mancha de Savana II, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Obs: Os indivíduos com maior densidade relativa estão representados. A descrição detalhada dos perfis de solo encontra-se em Apêndice 4. ....	54
Figura 17: Diagrama de Perfil da vegetação, da geomorfologia e dos solos encontrados na mancha de Floresta I, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Obs: Os indivíduos com maior densidade relativa estão representados. A descrição detalhada dos perfis de solo encontra-se em Apêndice 4. ....	55
Figura 18: Diagrama de Perfil da vegetação, da geomorfologia e dos solos encontrados na mancha de Floresta II, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Obs: Os indivíduos com maior densidade relativa estão representados. A descrição detalhada dos perfis de solo encontra-se em Apêndice 4. ....	56
Figura 19: Diagrama de Perfil da vegetação e da geomorfologia na mancha de Floresta III, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Obs: Os indivíduos com maior densidade relativa estão representados. ....	57
Figura 20: Diagrama de Perfil da vegetação, da geomorfologia, com ênfase nos pontos de coleta dos solos e dos tipos de solos encontrados na mancha de Floresta III, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Obs: A descrição detalhada dos perfis de solo encontra-se em Apêndice 4. ....	58
Figura 21: Frequência relativa dos indivíduos amostrados em cada categoria de altura na mancha fitofisionômica CI, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	68
Figura 22: Frequência relativa dos indivíduos amostrados em cada classe de altura na mancha fitofisionômica CI, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	69

Figura 23: Freqüência Relativa dos indivíduos amostrados em cada categoria de altura na mancha fitofisionômica CII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	69
Figura 24: Freqüência relativa dos indivíduos amostrados em cada classe de altura na mancha fitofisionômica CII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	70
Figura 25: Freqüência Relativa dos indivíduos amostrados em cada categoria de altura na mancha fitofisionômica CIII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	71
Figura 26: Freqüência relativa dos indivíduos amostrados em cada intervalo classe de altura na mancha fitofisionômica CIII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	71
Figura 28: Freqüência relativa dos indivíduos amostrados em cada intervalo classe de altura, na mancha fitofisionômica SI, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	74
Figura 29: Freqüência relativa dos indivíduos amostrados em cada categoria de altura na mancha fitofisionômica SII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	75
Figura 30: Freqüência relativa dos indivíduos amostrados em cada intervalo classe de altura, na mancha fitofisionômica SII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	76
Figura 31: Freqüência relativa dos indivíduos amostrados em cada categoria de altura na mancha fitofisionômica FI, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	77
Figura 32: Freqüência relativa dos indivíduos amostrados em cada intervalo classe de altura, na mancha fitofisionômica FI, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	78
Figura 33: Freqüência Relativa dos indivíduos amostrados em cada categoria de altura na mancha fitofisionômica FII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	79
Figura 34: Freqüência relativa dos indivíduos amostrados em cada intervalo classe de altura na mancha fitofisionômica FII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	80
Figura 35: Freqüência relativa dos indivíduos amostrados em cada categoria de altura na mancha fitofisionômica FIII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	81
Figura 36: Freqüência relativa dos indivíduos amostrados em cada intervalo classe de altura, na mancha fitofisionômica FIII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	82
Figura 37: Congruência máxima entre a variação da vegetação e a variação das características químicas e físicas do solo, para mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. No eixo horizontal apresenta-se o conjunto de 22 atributos cumulativos da esquerda para direita. No eixo vertical os valores de congruência para cada atributo. ....	83

Figura 38: Diagrama de ordenação das unidades amostrais em relação aos TFPs da mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Foram utilizados os dois primeiros eixos de ordenação (45,2% da variação), tendo sido plotado TFPs que apresentam valores de correlação  $> 0,6$ . As unidades amostrais estão representadas por suas respectivas siglas e pelo número de amostragem. As elipses representam os grupos formados. .... 85

Figura 39: Diagrama de ordenação das unidades amostrais em relação às características físicas e químicas do solo, para a mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Foram utilizados os dois primeiros eixos de ordenação (55,0% da variação), tendo sido plotadas as características que apresentam valores de correlação  $> 0,7$  em azul. As unidades amostrais estão representadas por suas respectivas siglas e pelo número de amostragem. As elipses representam os grupos formados. .... 87

Figura 40: Congruência máxima entre a variação da vegetação de campo e a variação das características químicas e físicas do solo, para mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. No eixo horizontal apresenta-se o conjunto de 22 atributos cumulativos da esquerda para direita. No eixo vertical os valores de congruência para cada atributo. .... 88

Figura 41: Diagrama de ordenação das unidades amostrais de campo em relação aos TFPs da mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Foram utilizados os dois primeiros eixos de ordenação (66,8% da variação), tendo sido plotado os TFPs que apresentam valores de correlação  $> 0,7$ . As unidades amostrais estão representadas por suas respectivas siglas e pelo número de amostragem. As elipses representam os grupos formados. .... 89

Figura 42: Diagrama de ordenação das unidades amostrais de campo em relação às características físicas e químicas do solo, para a mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Foram utilizados os dois primeiros eixos de ordenação (85,4% da variação), tendo sido plotado as características que apresentam valores de correlação  $> 0,7$ . As unidades amostrais estão representadas por suas respectivas siglas e pelo número de amostragem. As elipses representam os grupos formados. .... 91

Figura 43: Congruência máxima entre a variação da vegetação de savana e a variação das características químicas e físicas do solo, para mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. No eixo horizontal apresenta-se o conjunto de 22 atributos cumulativos da direita para esquerda. No eixo vertical os valores de congruência para cada atributo. .... 92

Figura 44: Diagrama de ordenação das unidades amostrais de savana em relação aos grupos de TFPs da mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Foram utilizados os dois primeiros eixos de ordenação (75,8% da variação), tendo sido plotado os TFPs que apresentam valores de correlação  $> 0,7$ . As unidades amostrais estão representadas por suas respectivas siglas e pelo número de amostragem. As elipses representam os grupos formados. .... 93

Figura 45: Diagrama de ordenação das unidades amostrais de savana em relação às características físicas e químicas do solo, para a mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Foram utilizados os dois primeiros eixos de ordenação (91,97% da variação), tendo sido plotadas as características que apresentam valores de correlação  $> 0,7$ . As unidades amostrais estão representadas por suas respectivas siglas e pelo número de amostragem. As elipses representam os grupos formados. .... 95

Figura 46: Congruência máxima entre a variação da vegetação de savana e a variação das características químicas e físicas do solo, para mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. No eixo horizontal apresenta-se o conjunto de 22 atributos cumulativos da direita para esquerda. No eixo vertical os valores de congruência para cada atributo. .... 96

Figura 47: Diagrama de ordenação das unidades amostrais de floresta em relação aos grupos de TFPs da mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Foram utilizados os dois primeiros eixos de ordenação (68,3% da variação), tendo sido plotado os TFPs que apresentam valores de correlação  $> 0,7$ . As unidades amostrais estão representadas por suas respectivas siglas e pelo número de amostragem. As elipses representam os grupos formados. .... 97

Figura 48: Diagrama de ordenação das unidades amostrais em relação às características físicas e químicas do solo, para a mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Foram utilizados os dois primeiros eixos de ordenação (91,97% da variação), tendo sido plotadas as características que apresentam valores de correlação  $> 0,7$ . As unidades amostrais estão representadas por suas respectivas siglas e pelo número de amostragem. As elipses representam os grupos formados. .... 99

Figura 49: Mapa de Uso e ocupação dos solos, baseado nas fitofisionomias, mostrado os ecótopos avaliados na mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. Os números indicam o número da figura representativa do perfil do ecótopo. .... 102

Figura 50: Mapa de declividades para a mina Volta Grande. Os mapas pequenos representam as classes de declividade em cada ecótopo avaliado. ....	103
Figura 51: Mapa de exposição de vertentes para a mina Volta Grande. Os mapas pequenos representam as classes de declividade em cada ecótopo avaliado. ....	104

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Atributos macromorfológicos qualitativos e quantitativos utilizados na descrição da estrutura das manchas fitofisionômicas que ocorrem na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Baseado em PILLAR & ORLÓCI (1993a), PILLAR (1999), BOGGIANO (1995), SOSINSKI (2000). ....	34
Quadro 2: Atributos macromorfológicos quantitativos utilizados na descrição da estrutura da manchas fitofisionômicas que ocorrem na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Baseado em PILLAR & ORLÓCI (1993a), PILLAR (1999), BOGGIANO (1995), SOSINSKI (2000). ....	37
Quadro 3: Média (ME), desvio padrão (DP) e amplitude de variação (valores máximos – MA, e valores mínimos – MI), das características químicas do solo amostradas nas manchas fitofisionômicas de campo, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	65
Quadro 4: Média (ME), desvio padrão (DP) e amplitude de variação (valores máximos – MA, e valores mínimos – MI), das características químicas dos solos amostradas nas manchas fitofisionômicas de savana, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	66
Quadro 5: Média (ME), desvio padrão (DP) e amplitude de variação (valores máximos – MA, e valores mínimos – MI), das características químicas dos solos amostradas nas manchas fitofisionômicas de Floresta, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classes geomorfológicas de acordo com a declividade do terreno para as diferentes manchas fitofisionômicas que ocorrem na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS, modificado de Rapanzzo <i>et. al.</i> (2000). .....	38
Tabela 2: Classes de profundidade dos perfis edáficos para as diferentes manchas fitofisionômicas que ocorrem na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS, adaptado do SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (DE CARVALHO, 1999)	39
Tabela 3: Frequência de ocorrência dos diferentes ângulos de declividade nas manchas fitofisionômicas amostradas, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. ....	46
Tabela 4: Parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies encontradas nas manchas fitofisionômicas de Campo (CI, CII e CIII), mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. Em negrito as espécies com maiores valores de frequência relativa (FR) e densidade relativa (DR). ....	72
Tabela 5: Parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies encontradas nas manchas fitofisionômicas de Savana (SI e SII), mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. Em negrito as espécies com maiores valores de frequência relativa (FR) e densidade relativa (DR). ....	76
Tabela 6: Parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies encontradas nas manchas fitofisionômicas de Floresta, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. Em negrito as espécies com maiores valores de frequência relativa e densidade relativa. ....	82
Tabela 7: Área e frequência de ocorrência de cada ecótopo e demais categorias de classificação na mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. Em destaque, as manchas com maior área e as mais frequentes. ....	100
Tabela 8: Área e frequência de ocorrência de cada ecótopos e demais categorias de classificação encontrados na área de 200m ao redor dos filões de cobre, para a mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. Em destaque, as manchas as mais frequentes. ....	100

## INTRODUÇÃO

A resposta da vegetação às condições ambientais pode ser observada nos diferentes padrões da paisagem. Estas respostas são o reflexo da atuação de fatores bióticos, incluindo os de origem antrópica que atualmente são os agentes modificadores de intensas alterações nas paisagens, que outrora eram naturais. Além destes, os fatores abióticos também interagem com as diferentes formações vegetais o que resulta na distribuição complexa observada nos mosaicos paisagísticos, em diferentes escalas – espaciais e temporais.

A determinação de padrões e de possíveis relações com fatores ambientais pode ser definida em nível de planta, manchas da paisagem, até fatores geomorfológicos, representando diferentes escalas de abordagem (CADENAZZI, 1996).

A ecologia de paisagem pressupõe o estudo destes padrões, tendo em vista a compreensão dos fatores responsáveis pela variabilidade horizontal, vertical e temporal, em diferentes níveis hierárquicos (organismos, populações, comunidades, ecossistemas) (URBAN, *et. al.*, 1987). Uma revisão mais aprofundada dos conceitos em Ecologia de Paisagem, bem como a história desta área da ciência pode ser encontrada em Marcomin & Porto (1997), Landau (1994) e Forman & Godron (1986), entre outros.

Contudo, é importante destacar que para avaliar estes padrões, sejam eles bióticos ou abióticos, naturais ou antrópicos, a ecologia de paisagem trabalha com unidades ou manchas homogêneas (FORNECK, 2001).

O termo homogêneo tem sido usado como sinônimo de falta de variação, de bem misturado, ou de contínuo (PALMER, 1988; *apud* FOCHT, 2001) e é dependente da escala de estudo (FOCHT, 2001).

Estas unidades da paisagem foram inicialmente chamadas de biótopos, onde era determinada a biocenose que ocupava determinada área homogênea (ACIESP, 1987 *apud* FORNECK, 2001). Com a contribuição de outras áreas do conhecimento, já que a Ecologia de Paisagem é uma ciência integradora e interdisciplinar (FORNECK, 2001), foram adicionados à biocenose outros aspectos referentes às condições abióticas e às características sócio-econômicas e culturais. Passou-se então a avaliar nesta área homogênea, todos os constituintes da paisagem e suas relações internas e com os outros padrões estabelecidos, aplicando-se assim o conceito de biótopo, atribuindo-se a este o

papel de unidade de manejo da paisagem. Segundo os ecólogos da paisagem essa unidade funcional atribuiu-se o conceito de Ecótopo.

A compreensão da variabilidade ambiental é de extrema importância para o manejo sustentável, reabilitação de áreas impactadas e indicação de características relevantes (MATTEUCI, *et. al.* 1999), como é o caso da localização de jazidas minerais – Bioprospecção (BROOKS, 1972).

Regiões com teores elevados de metais pesados ocorrem naturalmente, como em áreas de mineração ou são o resultado dos processos de contaminação pela atividade humana. O conhecimento da vegetação que se desenvolve sobre estas áreas, em termos fitossociológicos, bioquímicos e genéticos, é extremamente pertinente para o desenvolvimento de tecnologias limpas e de baixo custo financeiro, podendo ser utilizados tanto na localização dos recursos naturais, quanto na descontaminação de áreas poluídas.

Neste sentido, vários trabalhos têm empregado organismos e populações vegetais na indicação de contaminações por metais pesados e na sua remediação (MALYUGA, *et al.* 1959; BROOKS, *et. al.* 1980; PORTO, 1981, 1986; ZANARDI JÚNIOR, 1990; ZANARDI JÚNIOR & PORTO, 1991; PROCHNOW, 1995; CYMERMAN, *et. al.*, 1997; MCINTYRE & LEWIS, 1997; EBBS & KOCHIAN, 1998; QUIAN, *et. al.*, 1999; PROCTOR, 1999; GIRARDI-DEIRO, 1999; PROCHNOW & PORTO, 2000; SANTOS, 2000; DAL PIVA, 2001, entre outros) ou na localização (indireta ou direta, WHITEHEAD & BROOKS, 1969 *apud* PORTO, 1983) de jazidas minerais (PORTO, 1981, 1983, 1986, 1989a; LIMA E CUNHA, 1982; WENZEL, 1998), uma vez que estes são capazes de tolerar altas concentrações destes elementos (PORTO, 1981). Uma revisão mais detalhada sobre a vegetação que se desenvolve sobre áreas ricas em metais pesados (vegetação metalófila) pode ser encontrada em (PORTO, 1981, 1983, 1986, 1989a, 1989b; ZOCHE, 2002, entre outros). Estes trabalhos focalizaram a tolerância de plantas a metais pesados, utilizando comunidades vegetais, quer de cunho fitossociológico ou de mapeamento com o uso de sensoriamento remoto, como indicativos da ocorrência de metais pesados nas plantas e solos ou da melhor forma de remediação de áreas com teores elevados destes metais.

As comunidades vegetais não se distribuem aleatoriamente no espaço (FOCHT, 2001), se o fizessem, não haveria padrões, nem dependência de escala de observação (PILLAR,

2000). Podani (1992) afirma que a escala espacial afeta a percepção da estrutura e a dinâmica da vegetação.

Zocche (1989) e Zocche & Porto (1993), em seus estudos sobre uma área de ocorrência de carvão, no município de Butiá/RS, identificaram unidades vegetacionais diferenciadas que indicavam correlação com as características do solo, inclusive com as concentrações de metais pesados, sendo estas indicadas para a recuperação de áreas degradadas pela exploração do carvão.

Babalonas *et. al.* (1997) ao estudar áreas que apresentavam na superfície mineralizações de cobre, constatou a presença de diferenças estruturais quanto a composição florística da comunidade relacionadas às características do solo, principalmente no que diz respeito aos metais pesados. Segundo este autor, a estrutura e a fisionomia da vegetação são controladas pelas concentrações de zinco, cobre, magnésio, sódio e pela textura do solo, sendo que existem espécies mais adaptadas a área (dominantes).

Brow (1994) estudando duas áreas contaminadas com metais pesados relata que em ambas, a comunidade adaptada às elevadas concentrações forma zonas distintas das demais formas vegetacionais. Descreve que as espécies adaptadas às áreas são diferenciadas. Além disto, relata que as espécies que ocorrem na zona de alta concentração de metal podem também ocorrer em outras comunidades da área, apresentando um limite de tolerância amplo.

Para a vegetação da mina Volta Grande, objeto de estudo, do presente trabalho, Porto (1981), constatou pela primeira vez para o Rio Grande do Sul a existência de vegetação metalófila, que segundo a mesma autora tem a fisionomia de uma savana arbustiva com predomínio de *Schinus lentiscifolius*. As plantas examinadas, bem como, os mecanismos de resistência e tolerância aos metais pesados, e as quantidades excessivas acumuladas levaram a supor que as plantas em questão formam ecótipos nestas áreas, os quais servem de bioindicadores da qualidade do solo, mais especificamente da quantidade de metais.

Porto (1981, 1983, 1986, 1989c) descreve para a espécie *Schinus lentiscifolius* apresenta características macromorfológicas distintas – como coloração acinzentada dos folíolos, nanismo, entre outras; e estruturas anatômicas – espessura da cutícula, número de estômatos, espessura do mesófilo, presença e número de cristais, número elevado de células secretoras. Segundo a autora estas características diferenciam a savana metalófila das

demais formações savanóides da região, sendo esta o resultado de adaptações às condições edáficas, em particular a concentração de metais pesados.

Resultados semelhantes foram encontrados por Lima e Cunha (1982), na área da mina Volta Grande. Contudo, a esta autora relata que as diferenças observadas na estrutura de *Schinus lentiscifolius*, como folíolos de forma acicular de tamanho reduzido e coloração acinzentada, possam resultar da ausência da estruturação da vegetação que ocasiona maior exposição solar dos indivíduos que habitam áreas anômalas, gerando um microclima específico, fato também observado por Howard-Williams (1970 *apud* ZOCICHE, 2002).

Frizzo (2002) em seus estudos fitossociológicos sobre diferentes formações vegetais, na mina Volta Grande (Lavras do Sul/RS), observou que a espécie *Axonopus affinis* concentrava valores de cobre em suas raízes muito acima dos considerados normais. Além disto, a autora verificou através de técnicas de geoprocessamento (SIG) que a unidade vegetacional “*Schinus lentiscifolius - Heterothalamus alienus*”, por ela determinada, pode estar ligada as ocorrências de filões cupríferos na área.

O mesmo resultado foi encontrado por Zocche (2002) utilizando imagens de satélite para a área da microbacia, que inclui a mina Volta Grande, onde a savana formada por *Schinus lentiscifolius* domina entre as unidades de vegetação detectadas.

Dentro deste contexto, o presente trabalho faz parte de um projeto multidisciplinar intitulado METAIS PESADOS EM PLANTAS: AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS BIOTECNOLÓGICOS, que se iniciou em 1997, e reúne diversos departamentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS, além da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ EMBRAPA, e a Universidade do Extremo Sul Catarinense/UNESC, que visa compreender os mecanismos de tolerância de plantas aos metais pesados, a bioprospecção, a reabilitação e o manejo de áreas degradadas.

Partindo da hipótese que as fitofisionomias são o resultado da funcionalidade das plantas e que essas estão associadas às características edáficas do solo, principalmente a concentração de íons de cobre disponíveis, o presente trabalho teve como objetivos:

- I. Realizar o processamento e análise de imagens digitais (fotos aéreas), visando estabelecer um mapa de uso e ocupação do solo, com base nas diferentes

- fitofisionomias, buscando identificar os ecótopos vegetacionais da área, classificando, descrevendo e localizando espacialmente os mesmos.
- II. Realizar o processamento de dados digitais (curvas de nível), para elaboração de mapas de declividade e exposição de vertentes, para cada ecótopo encontrado.
  - III. Estabelecer para cada mancha fitofisionômica um diagrama do perfil estrutural da vegetação e do solo.
  - IV. Verificar se existem diferenças estruturais – distribuição horizontal e vertical – entre as fitofisionomias avaliadas, bem como avaliar a possível existência de diferenças entre as características macromorfológicas das plantas constituintes das fitofisionomias, através dos tipos funcionais de plantas.
  - V. Verificar se existem diferenças entre as características químicas e físicas do solo na área de abrangência das respectivas fitofisionomias.
  - VI. Verificar se a concentração de cobre disponível é um fator que contribui na distribuição da vegetação na área da mina.
  - VII. Verificar se existem diferenças nas características macromorfológicas da vegetação.
  - VIII. Determinar qual o padrão de distribuição da vegetação e dos solos, tendo em vista a existência de um possível gradiente topográfico.
  - IX. Fornecer subsídios aos estudos de reabilitação de áreas degradadas pela mineração e de prospecção mineral, bem como, contribuir com informações sobre os relictos de vegetação savanóide no sul do País, tão pouco estudados.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

A área de estudo corresponde a Mina Volta Grande, localizada no município de Lavras do Sul, Rio Grande do Sul (manifesto de mina n.190/35 em 1981/Companhia Rio Grandense de Mineração – CRM). Possui área de 598 hectares, estando situada na margem esquerda do arroio Camaquã das Lavras, entre as coordenadas UTM 22850 a 23500 m E e 6588000 a 6584000 m N (figura 1). As altitudes variam de 183 a 356 metros (entrada da mina).

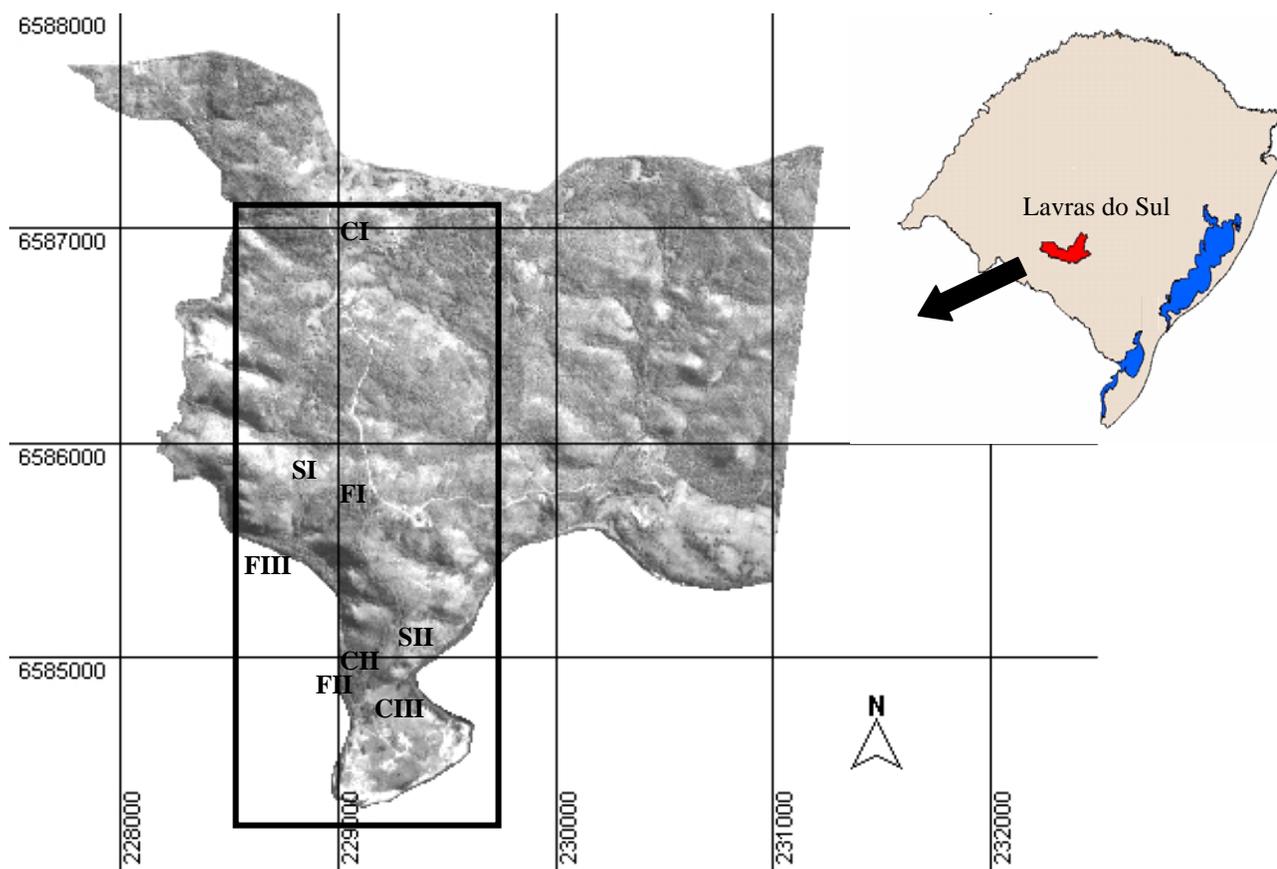


Figura 1: Área e localização geográfica da Mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. No retângulo, localização das áreas de amostragem – manchas fitofisionômicas – campo I (CI), campo II (CII), campo III (CIII), savana I (SI), savana II (SII), floresta I (FI), floresta II (FII) e floresta III (FIII).

## 2.2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

### 2.2.1. Histórico da Mineração

A mina Volta Grande merece destaque, no Rio Grande do Sul, pelas suas jazidas de ouro, cujo histórico pode ser encontrado em Carvalho (1932), Leonardos (1942) e Kaul (1975). Adicionalmente encontram-se jazidas de cobre, de chumbo, de prata e de molibdênio.

Foi explorada pela primeira vez no século XIX, por ocasião da implantação de empresas estrangeiras que buscavam ouro (TEIXEIRA & LENZ, 1942). Houve dois períodos de extração de ouro na mina – de 1885 até 1940 (TEIXEIRA & LENZ, 1942) e de 1976 até 1989. No último período de exploração foi minerado o cobre, além do ouro, assim como, foram realizados trabalhos para avaliação das reservas minerais pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) (GAVRONSKI, 1964).

O ouro encontra-se disseminado na rocha e/ou ocorrendo sob forma de filões, encaixados em falhas de direção próxima a leste-oeste (extensão varia de 20 m a 40m) (KAUL & RHENHEIMER, 1974). Estes filões apresentam uma variação da mineralogia, na qual observa-se, a partir do granito, no sentido leste, quartzos-auríferos tornando-se mais cupríferos e depois mais ricos em chumbo (IBGE, 1986).

Foram determinados os teores médios de ouro para a jazida primária encontrada na mina Volta Grande, o que revelou um total de 6,525Kg de ouro aos quais estão associados 47.000 t de cobre (AZEVEDO, 1981 *apud* HORDBACH *et al*, 1986). Uma análise histórica da garimpagem de ouro e de cobre na mina pode ser encontrada em Carvalho (1932) *apud* (IBGE, 1986).

### 2.2.2. Meio antrópico

A atividade de mineração na mina Volta Grande foi encerrada no início da década de 80, encontrando-se, hoje, somente escombros das usinas de manufaturação (Anexo 1).

A pecuária extensiva é a principal atividade econômica do município de Lavras do Sul, e vem sendo desenvolvida na área de estudos. Os rebanhos de bovinos e ovinos são criados em pequenas propriedades, sendo alimentados com a produção de forrageiras do campo natural. Deste modo, as atividades de queima e de corte da vegetação arbustiva são as principais formas de manejo utilizadas na região para ampliação e manutenção dos campos de criação.

### 2.2.3. Geologia, geomorfologia e pedologia

A mina Volta Grande, localizada no município de Lavras do Sul, está situada na região geomorfológica do Planalto Sul-rio-grandense, correspondente à área de ocorrência do domínio morfoestrutural do Escudo Sul-rio-grandense (IBGE, 1977; MENEGAT *et al.*, 1998, HOLTZ & DE ROZ, 2000). A esta região consagrou-se chamar Serra do Sudeste (CARVALHO, 1932 *apud* IBGE, 1986), expressão errônea (MENEGAT, com. pessoal), visto que, inicialmente, foi criada para designar as cadeias de elevações que ocorrem no sul do Brasil, após o término da Serra Geral. Contudo, empregaremos esta expressão quando nos referimos aos aspectos fisiográficos, dadas às referências existentes.

O Escudo Sul-rio-grandense apresenta quatro divisões geotectônicas, estando o município incluso na divisão Intrageanticlinal Lavras (FERRANDO & FERNADEZ, 1971; PICADA, 1971; HASUI *et al.*, 1975; BASEI, 1985; SOLIANI, 1986; FRAGOSO-CESAR, 1981, 1991; JOST & HARTMANN, 1884; FERNADES *et al.*, 1992; CHEMALE *et al.* 1995; COSTA, 1997; *apud* HOLTZ & DE ROZ, 2000), sobre terrenos do cinturão Granítico-Gnássico Dom Feliciano, com composição estratigráfica descritas nos alogrupos Maricá e Bom Jardim (IBGE, 1986; HOLTZ & DE ROZ, 2000).

A área de estudos encontra-se sob rochas graníticas do Complexo Granítico Lavras, que intrudem na seqüência vulcano-sedimentar da Formação Hilário (NARDI, 1984; *apud* MAXLAS *et al.*, 1990).

Do ponto de vista geomorfológico, o Planalto Sul-rio-grandese encontra-se dividido em unidades menores em função da complexidade da estrutura geológica (HOLTZ & DE ROZ, 2000). Desta maneira, Lavras do Sul pertence à unidade geomorfológica dos Planaltos Residuais Canguçu – Caçapava do Sul. Caracterizada por apresentar o relevo dissecado em formas de colinas, com áreas de topo planas ou incipientemente dissecadas, onde ocorrem os maiores valores de altitude, em torno de 400m (IBGE, 1986).

Na área da mina o relevo é suavemente ondulado em forma de colinas, com topos planos e convexos, onde se observam afloramentos de rocha. As vertentes são côncavas, com declive gradual, e convexas íngremes (figura 2). Nestas últimas, ocorrem afloramentos a semelhança dos topos. Junto ao meandro do arroio Camaquã das Lavras, que confere o nome à mina, identifica-se uma área plana de depósito coluvial e aluvial.



Figura 2: Detalhe da região da área de estudos, mina Volta Grande, RS, mostrando os diferentes tipos de formas fitofisionômicas, as áreas de afloramentos rochosos, as vertentes côncavas com declive gradual e as vertentes convexas íngremes.

Segundo Brasil (1973), o município de Lavras enquadra-se na unidade de mapeamento de Solos Litólicos Eutróficos, A chernozênicos de textura média relevo suavemente ondulado. Para a EMBRAPA (1999) o solo é classificado como Neossolo

Litólico Eutrófico, com saturação de bases (V) maior ou igual a 50% em todos os horizontes dentro de 50cm de superfície do solo.

#### 2.2.4. Clima

Segundo a classificação de *Köppen* a área de estudos encontra-se na abrangência do clima mesotérmico, subtropical úmido, da classe Cfa.

As temperaturas médias anuais variam entre 16<sup>0</sup>C e 18<sup>0</sup>C. A temperatura do mês mais quente é 20<sup>0</sup>C, em janeiro, e do mês mais frio 11<sup>0</sup>C, em junho. Os extremos de temperatura variam entre -4<sup>0</sup>C e 41<sup>0</sup>C. Ocorre a formação de geada entre os meses de abril e novembro, com maior intensidade em junho e agosto (MACEDO, 1984).

As chuvas distribuem-se regularmente ao longo do ano, sendo julho, agosto e setembro os meses de maior incidência (NIMER, 1977, 1990). A precipitação média anual é de 1.500mm. A umidade relativa do ar oscila entre 75% e 85%.

A amostragem de campo foi realizada em quatro etapas durante o ano de 2001: as duas primeiras em janeiro e fevereiro, para amostragem dos solos; e as duas últimas em abril e setembro, para amostragem da vegetação.

#### 2.2.5. Vegetação

A vegetação da área da mina é classificada segundo IBGE (1986), como Savana Gramíneo-Lenhosa sem floresta de galeria. Este tipo de formação caracteriza-se por apresentar um tapete herbáceo contínuo com predomínio de gramíneas, onde se encontram distribuídos regularmente arbustos e árvores, ora isolados ora sob forma de capões.

Para Walter (1975) o termo “savana” designa uma área tropical homogênea de campos com esparsos arbustos e/ou árvores altas ou baixas.

Ruggiero (2000) relata que o termo “savana” é usado de um modo indiscriminado desde os pólos até o Equador, para designar qualquer vegetação que se enquadre na categoria estrutural caracterizada pela presença de árvores ou arbustos esparsos e outras plantas persistentes – como palmeiras – sobre um estrato herbáceo permanente, mais ou menos contínuo (EITEN, 1992).

Na região centroeste e sudeste do país o termo é amplamente difundido (WALTER, 1975; COUTINHO, 1978; EITEN, 1992; WILLIAMS *et alli*, 1996; RUGGIERO, 2000). O Projeto IBGE (1986) utiliza o termo como sinônimo de Cerrado, em suas várias formações (cerradão, campo cerrado, parque e campo). Adicionalmente, o mesmo autor denominou de savana as áreas de formação campestres originais que ocorrem na zona tropical e subtropical do país.

Para o sul do Brasil, o emprego do termo “savana” vem sendo amplamente discutido por inúmeros fitogeógrafos e botânicos, uma vez que as formações vegetais não apresentam todas as características ambientais descritas por IBGE (1986) – clima estacional, solos rasos ou arenosos lixiviados, relevo geralmente aplainado, pedogênese férrica (solos distróficos ou álicos) e vegetação gramíneo-lenhosa.

Uhlmann (1998) destaca a importância da realização de trabalhos nos remanescentes no sul do Brasil, buscando uma melhor caracterização das condições ambientais e da vegetação.

Porto (1981, 1983, 1986, 1989a) cita, pela primeira vez para o estado do Rio Grande do Sul e para esta área de estudos, a ocorrência de vegetação do tipo savana associada à ocorrência de metais pesados no solo, denominada Savana Metalófila Arbustiva – *Schwermettal Savanne*. Em seu trabalho a autora destaca algumas espécies indicadoras de metais pesados, como: *Piptochaetium montevidense* (cabelo-de-porco – erva), *Relbunium hirtum* (erva), *Aristida spagazzini* (capim-barba-de-bode – erva), *Schinus lentiscifolius* (aroeira-braba – arbusto ou árvore), *Lytraea brasiliensis* (aroeira-preta – árvore). Em 1989b, a autora se refere à tolerância ao cobre em ecótipos de *Schinus lentiscifolius*, em áreas de mineração do Estado. Porto (1983) observa a ocorrência de savana metalófila para outras duas áreas no Estado – mina Sanga Negra e mina do Seival. Em 1989, Porto e Silva descrevem ainda, a ocorrência de vegetação metalófila nas áreas de Carajás e Minas Gerais.

Em um estudo da vegetação campestre do Rio Grande do Sul, Lindman (1906) adota a denominação “campos” em seu trabalho, tendo em vista que o termo “savana” não é muito difundido na América do Sul, principalmente no Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina. Este mesmo autor cita para o Estado três tipos de campos: o **campo subarbustivo** ou sujo, formando um tapete contínuo de ervas, subarbustos e plantas em roseta, no qual se sobressaem as inflorescências e as flores; o **campo paleáceo** formado por

ervas e subarbustos eretos (mais rígidos e de maior talhe) que podem alcançar 1,0m de altura; e o **gramado** ou potreiro, formando um tapete herbáceo denso onde predominam as gramíneas.

Rambo (1994) descreve para a Serra do Sudeste onze formações edáficas: campo limpo, campo sujo, vassourais, matinhas arbustivas ou subarborescentes, mato arborescente ou mato alto, matos de parque, capões, matos de galeria ou anteparo, mata virgem, capoeira e palmares.

Girardi-Deiro *et. al.* (1992) e Girardi-Deiro (1999), em seus estudos localizados na Serra do Sudeste, descrevem a existência de campos associados à vegetação arbustiva, onde se destacam, respectivamente, as espécies: *Paspalum notatum* (grama forquilha), *P. dilatatum* (grama comprida), *Desmodium incanum* (pega-pega) e *Stylosanthes* sp.; *Lithraea brasiliensis* (aroeira braba), *L. molleoides* (aroeira branca), *Schinus lentiscifolius* (aroeira-braba), *S. polygamus* (assobiadeira) e *Dodonaea viscosa* (vassoura vermelha). A autora, no trabalho de 1999, menciona a ocorrência de 181 entidades taxonômicas – 136 gêneros e 41 famílias – sendo Poaceae a mais representativa, seguida por Asteraceae, Fabaceae, Cyperaceae, Apiaceae e Malvaceae.

Frizzo (2002) fez o levantamento da composição florística e fitossociológica da vegetação que ocorre na mina Volta Grande, entre campos, savanas e florestas. A autora cita 106 espécies, distribuídas em 79 gêneros e 31 famílias. Destaca os gêneros: *Baccharis*, *Celtis*, *Paspalum*, *Axonopus*, *Eugenia*, *Schinus*. e *Xylosma*.

Cabe ressaltar que a fisionomia de savana é amplamente variável (IBGE, 1986). Rambo (1994) destaca em sua descrição da Serra do Sudeste que o potencial climático da área possibilita o desenvolvimento de floresta, contudo são as condições edáficas que acabam determinando a ocorrência dos campos.

Lindman (1906) menciona em seu trabalho desenvolvido num período de reduzida atividade antrópica: “Mas os campos do Rio Grande do Sul, pelo que pude ver, nunca são exclusivamente campos arbustivos, prados, pastagens, gramados, estepes ou, em outros termos, nunca são completamente destituídos de árvores. Seria certamente difícil encontrar uma só milha quadrada em que não entrasse na paisagem um grupo de árvores ou uma parte florestal”.

Deste modo, apesar de encontrarmos, na área de estudos, a formação do tipo savana gramíneo lenhosa sem florestas de galeria, onde ocorrem campos associados, é importante destacar a presença de formações florestais de diminuta área, vinculadas aos topos das colinas, às nascentes e os rios.

Zocche (2002) produziu um zoneamento da microbacia do arroio Camaquã das Lavras, englobando a área de estudos. O autor *op. cit.* relata a ocorrência de somente 2,79% de formações florestais nesta microbacia.

Trabalhos florísticos e fitossociológicos, que enfoquem as florestas da Serra do Sudeste, são reduzidos quando comparados às outras regiões do Estado. No que diz respeito à área de estudos, praticamente inexistem tais informações.

Girardi-Deiro *et. al.* (1992) assinala a ocorrência de *Scutia buxifolia* (coronilha), *Celtis spinosa* (taleira), *Eugenia uniflora* (pitangueira), *Blepharocalix salicifolius* (murta), *Mimosa ramulosa* (raspa-canela) e *Aloysia* sp. (cambarazinho).

Rambo (1994) ao caracterizar a mata arborescente ou alta, da Serra do Sudeste cita a ocorrência de *Allophylus edulis* (chal-chal), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Erythroxylum* (cocão), *Nectandra* (canelas), *Maytenus cassiniiformis* (coração-de-negro), *Salix humboldtiana* (salgueiro), *Ficus subtriplinervia* (figueira), *Cedrela fissilis* (cedro), *Cabralea oblongifoliola* (cangerana) e *Tecoma* sp. (ipê).

## 2.3. ÁREAS AMOSTRADAS PARA O ESTUDO ESPECÍFICO

### 2.3.1 Escolha das Manchas Homogêneas

A seleção das manchas homogêneas representativas das diferentes formas fitofisiômicas foi feita de forma preferencial, tendo em vista a identificação de padrões característicos.

Para a identificação das manchas homogêneas realizou-se uma interpretação prévia de fotografias aéreas preto e branco, escala 1:60000 de 23 de maio de 1996 (R-023, FX073, 5124 e 5125, SA – 1030) cedidas pela Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do ministério do Exército – 1ª Divisão de Levantamentos (1ª DL). Para tanto, utilizou-se estereoscópio de espelhos marca ZEISS e lupa de mão. A interpretação foi digitalizada no *software* CARTA LINX (CLARK LABS, 1998), onde foi feita uma avaliação aproximada da área de cada mancha, uma vez que não se realizou a ortorretificação para a correção da distorção cônica causada pelas técnicas de aerolevanteamento.

Foi feita uma checagem a campo, para verificar se as manchas identificadas pela fotointerpretação correspondiam a diferentes fitofisionomias.

Determinou-se um retângulo sobre uma das colinas, no sentido norte-sul (figura 1). Foram selecionados oito tipos de manchas representativas das diferentes fitofisionomias, tendo como critérios a acessibilidade e o menor grau de influência antrópica – 3 de campos, 2 de savanas e 3 de florestas.

### 2.3.2. Localização e Descrição das Manchas Homogêneas

Os campos estão distribuídos no topo, na encosta e na planície de deposição de material coluvial e aluvial.

O campo I (CI – Figura 3), localizado no topo da colina, apresenta um tapete herbáceo contínuo, onde predominam *Paspalum* spp. e *Axonopus affinis* e ervas mais altas na qual se destaca o *Erinjum horridum*. Na área este tipo de campo serve de paradoro para a criação de gado e ovelhas, sendo deste modo, altamente impactado pela atividade pastoril.



Figura 3: Vista geral do Campo I (CI), mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS.

O campo II (CII – Figura 4 e 9) localiza-se na encosta sul. Fisionomicamente se caracteriza por apresentar um grande número de gramíneas cespitosas e algumas espécies de *Baccharis*. O acesso a este tipo de formação é mais restrito o que diminui o impacto da atividade antrópica. Pode apresentar, esporadicamente, afloramentos rochosos.



Figura 4: Vista geral do Campo II (CII) e da Floresta III (FIII) na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Destaque desta formação campestre (a).

O campo III (CIII – Figura 5 e 9), está localizado em uma planície ao sul da área de estudos. Apresenta uma expressiva cobertura formada por *Saccharum angustifolius*. As inflorescências desta espécie, que chegam até 2,0m de altura, conferem um aspecto bucólico a paisagem, pois elas movem-se lentamente de acordo com a orientação do vento. Este campo foi impactado pela atividade de mineração aurífera.



Figura 5: Vista geral do Campo III (CIII), na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS.

A savana I (SI – Figura 6 e 8) e a savana II (SII – Figura 7), estão localizadas nas encostas, a oeste e a leste, respectivamente. Possuem um estrato arbustivo descontínuo formado por espécies de aroeiras e espécies de vassouras. Na savana I observa-se o fluxo do gado e a atividade de queima da vegetação. Já na Savana II além destas formas de atividade antrópica, verifica-se também resquícios da atividade de prospecção mineral evidenciada pelas trincheiras abertas.



Figura 6: Vista geral da Savana I (SI), a oeste na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS.



Figura 7: Vista geral da Savana II (SII), a leste na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS.

A floresta I (FI – Figura 8), localizada no topo da colina, apresenta áreas de afloramento de rocha e de solo exposto, um estrato herbáceo e arbustivo reduzido devido ao pisoteio do gado que pernoita nesta área e algumas áreas de clareiras.



Figura 8: Vista geral da Floresta I (FI), mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS.

A floresta II (FII – Figura 9), inicia na encosta baixa sul e termina na planície. Apresenta um ralo estrato herbáceo. Observa-se, também, alguns indivíduos jovens em regeneração. Nesta mancha também foi observada a penetração do gado.



Figura 9: Vista geral da Floresta II (FII), mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS.

A floresta III (FIII – Figura 4) está localizada junto à encosta baixa oeste e estende-se pela planície de deposição aluvial. Possui um grande número de indivíduos no estrato herbáceo e arbustivo. Sazonalmente, uma parte da floresta é inundada pelo arroio Camaquã das Lavras, até uma altura de 2,0m. Acredita-se que devido a sua localização, não foram observados vestígios de penetração do gado.

## 2.4. PROCEDIMENTOS AMOSTRAIS

### 2.4.1 Amostragem das condições geomorfológicas do terreno

Estabeleceu-se uma transeccional em cada uma das oito manchas fitofisionômicas. Esta atravessava o centro da mancha, iniciado e terminado fora dela, do ponto mais alto e ao mais baixo, respectivamente, o que respeitou o sentido do maior comprimento da mancha – amostragem preferencial (Figura 10).

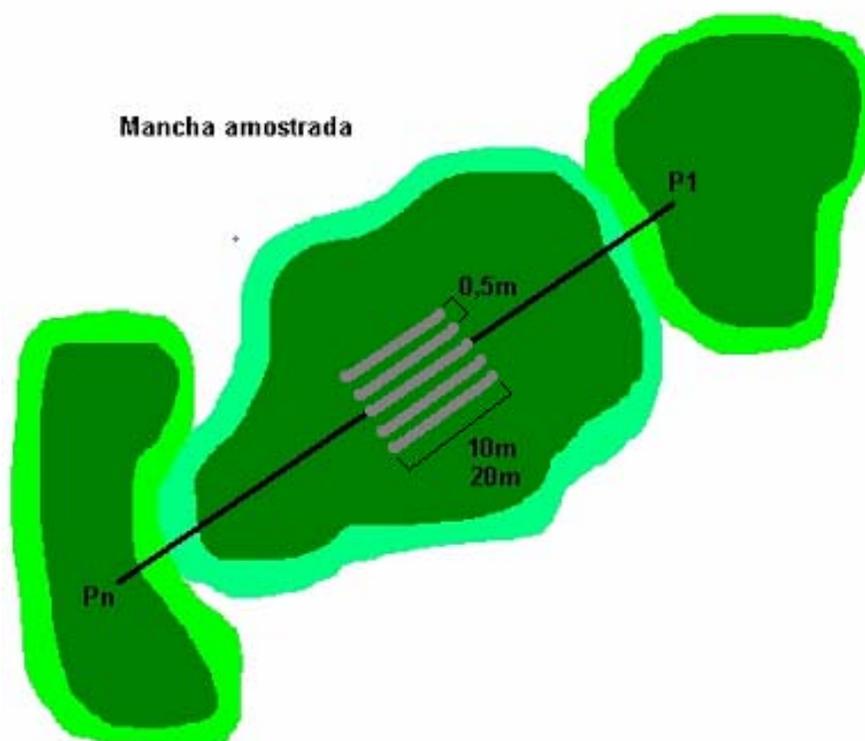


Figura 10: Desenho esquemático da transeccional utilizada para amostragem geomorfológica e das características físicas do solo (P1 – ponto inicial e Pn – ponto de término). No centro da transeccional geomorfológica, desenho esquemático da alocação das transeccionais para amostragem da vegetação, espaçadas a 0,5m de 10m de comprimento no caso dos campos e de 20m no caso das savanas.

Ao longo da transeccional, foram obtidos os dados topográficos com a utilização de um clinômetro, para obtenção do ângulo de declividade. A técnica consiste em marcar-se pontos no início das modificações geomorfológicas no terreno. O número de pontos amostrados varia com o grau de detalhamento pretendido. De acordo com o tipo de

modificação (ex: superfícies convexas), são amostrados vários pontos na transeccional de estudo. Em cada ponto uma pessoa faz a leitura com o clinômetro, mirando para uma régua graduada, no valor de sua própria altura. Em cada leitura do ângulo de declividade mede-se à distância entre os dois pontos de amostragem (ponto do observador com clinômetro e o ponto de posição da régua). A distância medida, com uma trena é considerada linear e horizontal, sendo a trena esticada o mais próximo do solo.

A posição das transeccionais foi documentada com o auxílio de um GPS (GARMIM – *modelo etrex venture*) e a orientação marcada com uma bússola geólogo.

#### 2.4.2 Amostragem das características físicas do solo

Foram feitas sondagens ao longo das transeccionais, com dois trados holandeses (1,0m e 1,50m) e uma pá de corte. Os pontos amostrados foram selecionados de acordo com as modificações geomorfológicas, variando, desde modo o número de sondagens por mancha fitofisionômica. As sondagens foram descritas e coletadas conforme as exigências do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (DE CARVALHO, 1997) e o Manual de Descrição e Coleta de Solos (LEMOS & SANTOS, 1996).

Os perfis de solo foram caracterizados através:

- Da cobertura vegetal – pela quantificação visual da porcentagem ocupada por cada um dos tipos de cobertura (folhas, vegetação herbácea, arbustos e árvores).
- Da posição relevo – pela avaliação visual e pela utilização da carta SH-22-Y-A-IV-3 – 2995/3 da DSG do ministério do Exército – 1ª DL.
- Da declividade do ponto – pela utilização de bússola de geólogo.
- Da orientação da transeccional – pela utilização de bússola de geólogo.
- Da geologia – pela da revisão da literatura.
- Do tipo e do tamanho dos horizontes – pela classificação e medição com auxílio de um especialista de campo.
- Da textura – pelo tato, ou seja, pela sensação ao esfregar um pouco de solo úmido entre os dedos. Esta técnica foi utilizada com o auxílio de um especialista de campo. Em alguns casos de difícil classificação, foram feitas coletas para análise granulométrica da fração fina (menor do que 2mm) e da fração grossa (cascalho e calhaus – maior do que

2mm), no Laboratório de Solos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Estas amostras constituíram um padrão de comparação de campo.

- Da coloração – pela comparação com a caderneta de cores de Munssel (1946).
- Da presença ou ausência de raízes e de pedras – pela classificação visual em categorias (50% de pedras ou raízes – classe 2,  $\cong$ 10% de pedras e raízes – classe 1 e nenhuma pedra ou raiz – classe 0).
- De algumas observações, quando estas eram pertinentes, por exemplo, a presença de raízes queimadas, que evidenciam a atividade de queima da vegetação.

#### 2.4.3 Amostragem das características químicas do solo

A coleta de solo foi feita a 0-20cm de profundidade, com auxílio de um trado holandês (0,50m), em cada unidade amostral de vegetação.

Nas transeccionais da vegetação, o solo foi coletado a cada 2m, totalizando cinco subamostras, no caso dos campos e 10 subamostras no caso das savanas.

Nas parcelas foram coletadas cinco subamostras na porção central e nos ângulos das parcelas (OLIVEIRA, 1999).

As subamostras foram homogeneizadas para cada unidade amostral, o que forneceu 40 amostras compostas.

As amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em caixa de isopor.

#### 2.4.4 Amostragem das características estruturais da vegetação

As unidades amostrais destinadas a análise da estrutura da vegetação foram alocadas de modo preferencial e estratificado em alguns casos (campos e savanas), na parte central da transeccional estabelecida para avaliação das características geomorfológicas do terreno (Figura 10). A locação foi feita obedecendo-se o conceito de que o núcleo das manchas homogêneas contém o padrão representativo da mancha, uma vez que minimiza os efeitos de borda (FORMAM & GODRON, 1996).

Nas manchas de campo (CI, CII e CIII) e de savana (SI e SII) utilizou-se o método dos pontos com agulha isolada (EDEN & BOND, 1945 *apud* MANTOVANI & MARTINS, 1990), modificado e adaptado às condições da área de estudos (Figura 11). A agulha de aço possui 2,5m de altura e 0,05mm de diâmetro, marcada em escala centimétrica (intervalos de 0,25m).

- Campos – para cada um dos campos foram demarcadas cinco transeccionais paralelas de 10m de comprimento. Estas estavam afastadas 2,5m uma da outra. Foram amostrados os indivíduos que ocorriam acima de 0,25m e tocavam no ponto mais alto da agulha. O espaçamento entre os pontos era de 0,50m. Cada unidade amostral possuía 20 pontos, o que conferiu um total de 300 pontos para os campos (15 unidades amostrais).
- Savana – para cada uma das savanas foram demarcadas cinco transeccionais paralelas de 20m de comprimento. Estas estavam afastadas 2,5m uma da outra. Foram amostrados os indivíduos que ocorriam nos dois estratos, o herbáceo e o arbustivo. No estrato herbáceo foram amostrados os indivíduos que ocorriam no intervalo acima de 0,25m e abaixo de 1,0m, e tocavam no ponto mais próximo ao limite superior da agulha. No estrato arbustivo foram amostrados os indivíduos que ocorriam acima de 1,0m e tocavam no ponto mais alto da agulha. Não havendo um toque correspondente, devido à altura da vegetação, era feita a projeção da agulha até o primeiro toque superior. O espaçamento entre os pontos era de 0,50m. Cada unidade amostral possuía 40 pontos por estrato, totalizando 800 pontos para as savanas (10 unidades amostrais).

Foram registrados, nos campos e savanas, os dados referentes à altura do toque (critério de inclusão) e a altura do indivíduo (análise estrutural).

Na Floresta foi utilizado o método das parcelas (10X10m) (MÜLLER-DOMBOIS & ELLEMBERG, 1974), tendo sido amostrado todos os indivíduos com perímetro altura do peito maior que 0,15m. O número de parcelas amostradas, por mancha fitofisionômica, diferiu em função da suficiência amostral. Deste modo, amostrou-se: 10 parcelas em FI, 6 parcelas em FII e 9 parcelas em FIII, totalizando 25 unidades amostrais.

As parcelas foram alocadas igualmente aos campos e às savanas, tendo sido distribuídas paralelamente (Figura 10). Quando não foi possível evitar a influência da borda dispuseram-se às parcelas de modo contíguo.

Foi registrado nas florestas o dado referente à altura total estimada, para cada uma das espécies.

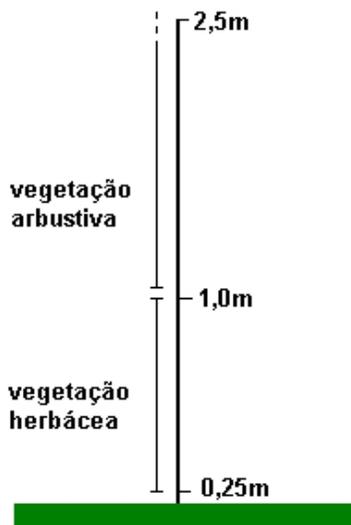


Figura 11: Desenho esquemático da amostragem da vegetação nos campos e nas savanas, modificado de (EDEN & BOND, 1945 *apud* MONTOVANI & MARTINS, 1990).

O critério para inclusão dos indivíduos, em todos os tipos de mancha, está baseado na identificação das espécies que dominam fisionomicamente, cujo arranjo proporciona o aspecto característico de cada mancha (LANDAU, 1994).

A identificação das espécies foi feita a campo, quando possível. As espécies desconhecidas ou de caráter duvidoso, foram coletadas para posterior identificação em consulta a literatura especializada, além das consultas aos herbários Instituto de ciências Naturais (ICN), na Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Anchieta (PACA), na Universidade do Vale do Rio dos Sinos e auxílio de especialistas. Foi utilizada nomenclatura de acordo com o *International Plant Names Index* (IPNI).

#### 2.4.5 Amostragem dos tipos funcionais de plantas

O número de unidades amostrais necessárias para amostrar os Tipos Funcionais de Plantas (TFPs) foi obtido através da análise da curva de suficiência amostral (CAIN, 1938. MÜLLER-DAMBOIS & ELLEMBERG, 1974), para cada uma das manchas fitofisionômicas (Apêndice 3). Deste modo, utilizou-se as primeiras 5 unidades amostrais de cada mancha fitofisionômica, correspondentes a ponto de inflexão da curva do coletor. Nas curvas onde a inflexão ocorreu, mas não houve estabilização tão clara, comparou-se os dados com outros trabalhos realizados, referidos em Mantovani & Martins (1990). Os autores acima citados relatam que 300 pontos (toques) são suficientes para descrever as espécies dominantes de uma comunidade vegetal de campo, e que 400 pontos (toques) são suficientes para se trabalhar nas formações savanóides. No caso das florestas, consultou-se Frizzo (com. pessoal.) para verificação da suficiência amostral.

Em cada unidade amostral foram avaliadas todas as espécies que ocorriam pela primeira vez na unidade amostral, totalizando 252 indivíduos - 70 espécies. (76 indivíduos nos campos - 30 espécies, 75 indivíduos nas savanas - 20 espécies, e 101 indivíduos nas Florestas - 30 espécies, apêndice 2). Estes eram coletados e analisados em campo, para descrição dos atributos macromorfológicos qualitativos (Quadro 1) e quantitativos (Quadro 2). Procurou-se o auxílio da literatura quando não foi possível determinar o estado do atributo no campo. Neste caso, considerou-se idêntico o estado do atributo para todos os indivíduos da mesma espécie (SOSINSKI, 2000). É importante ressaltar, que, os órgãos fotossintéticos representativos foram selecionados de modo preferencial nos indivíduos amostrados; e que nas matas, determinou-se altura mínima de 1,5m para a coleta e avaliação dos atributos nos mesmos, tendo em vista a dificuldade de selecionar o padrão representativo para o indivíduo.

A densidade relativa das espécies foi classificada em intervalos da escala de cobertura, sendo esta modificada a partir de Daubenmire (1968) (Quadro 1).

Quadro1: Atributos macromorfológicos qualitativos e quantitativos utilizados na descrição da estrutura das manchas fitofisionômicas que ocorrem na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Baseado em PILLAR & ORLÓCI (1993a), PILLAR (1999), BOGGIANO (1995), SOSINSKI (2000).

Atributo	Código	Estado do atributo	Fonte de Dado
1. Forma de crescimento	fc	1. Solitário 2. Rizomatosa 3. Rosulado 4. Trepador 5. Cespitosa 6. Agregado	campo
2. Inclinação da Planta	ip	1. Ereta 2. Semi-ereta 3. Prostada	campo
3. Hábito	ha	1. Herbácea 2. Lenhosa	campo
4. Casca	ca	1. Presente 2. Ausente	campo
5. Espinhos e/ou acúleos - caule	es	1. Presente 2. Ausente	campo
6. Odor da planta	oc	1. Presente 2. Ausente	campo
7. Secreção	se	1. Presente 2. Ausente	campo
8. Órgão fotossintético	of	1. Folha Simples 2. Folha Composta 3. Ala	campo
9. Órgão fotossintético em secção transversal	st	1. Plano 2. Enrolado 3. Dobrado 4. Circular	campo

10. Forma do órgão fotossintético	fo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Laminar</li> <li>2. Filamentosa</li> <li>3. ovada</li> <li>4. Aladas</li> <li>5. Lanceoladas</li> <li>6. Elíptica</li> <li>7. Romboédrica</li> </ol>	campo
11. Clorose no órgão fotossintético	cl	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presente</li> <li>2. Ausente</li> </ol>	campo
12. Textura do órgão fotossintético	tx	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membranácea</li> <li>2. Herbácea</li> <li>3. Coreácea</li> <li>4. Subcoreácea</li> </ol>	campo
13. Superfície Dorsal do órgão fotossintético	sd	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Glabro</li> <li>2. Pubescente</li> <li>3. Tomentosa</li> <li>4. Rugosa</li> <li>5. Escabroso</li> </ol>	campo
14. Superfície Ventral do órgão fotossintético	sv	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Glabro</li> <li>2. Pubescente</li> <li>3. Tomentosa</li> <li>4. Rugosa</li> <li>5. Escabroso</li> </ol>	campo
15. Secreção do órgão fotossintético	so	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presente</li> <li>2. Ausente</li> </ol>	campo
16. Mal formações	mf	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presente</li> <li>2. Ausente</li> </ol>	campo
17. Persistência do órgão fotossintético	pe	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perenifólio</li> <li>2. Semicaducifólio</li> <li>3. Caducifólio</li> <li>4. Semicaducifólio e caducifólio</li> <li>5. Não identificado</li> </ol>	literatura
18. Fenologia/floração	as	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1 vez</li> <li>2. 2 vezes</li> <li>3. ano todo</li> </ol>	literatura

19. Densidade relativa da espécie	dr	1. 1% - 4% 2. 25% - 24% 3. 325% - 49% 4. 50% - 74% 5. 75% - 94% 6. 95% - 100%	Laboratório (a partir dos dados coletados em campo – método dos pontos e parcelas)
-----------------------------------	----	--	--

Os atributos macromorfológicos quantitativos foram medidos com régua graduada em mm ou estimados com a trena e a agulha. Posteriormente, estes foram transformados e rescalonados em seis classes no *software MULTIV minor* versão 2.0.3 (PILLAR, 2001) de acordo com o tipo de análise pretendida (Quadro2):

- Entre todas as unidades amostrais utilizou-se uma matriz com todo o conjunto de dados da vegetação. A transformação aplicada aos atributos macromorfológicos quantitativos foi à logarítmica, devido a amplitude de variação.
- Entre as unidades amostrais de campo, entre as unidades amostrais de savana e entre unidades amostrais de floresta utilizou-se três matrizes de dados distintas, cada uma delas com o conjunto de dados da vegetação pertinente as unidades amostrais a serem comparadas. Não foi aplicado nenhum tipo de transformação nos dados quantitativos da vegetação sendo realizado somente um rescalonamento em seis classes.

Para cada matriz de características macromorfológicas foi confeccionada uma matriz correspondente de características químicas e físicas do solo.

Quadro 2: Atributos macromorfológicos quantitativos utilizados na descrição da estrutura da manchas fitofisionômicas que ocorrem na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Baseado em PILLAR & ORLÓCI (1993a), PILLAR (1999), BOGGIANO (1995), SOSINSKI (2000).

Atributo	Código	Estado do atributo				Fonte de Dado
		Todas	Campos	Savanas	Florestas	
20. Altura (m)	al	1. 0,25-0,8 2. 1,0-2,0 3. 2,1-4,0 4. 4,1-7,0 5. 7,1-12,0 6. 12,1-20	1. 0,25-0,35 2. 0,36-0,50 3. 0,51-0,70 4. 0,71-0,80 5. 0,81-1,1 6. 1,2-1,5	1. 0,25-0,55 2. 0,56-0,80 3. 0,81-1,35 4. 1,36-1,75 5. 1,76-2,50 6. 2,51-3,50	1. 1,5-2,0 2. 2,1-4,0 3. 4,1-6,0 4. 6,1-9,0 5. 9,1-12,0 6. 12,1-20,0	campo
21. Largura do órgão fotossintético (cm)	lf	1. 0,1-0,6 2. 0,7-0,15 3. 1,6-3,0 4. 3,1-5,5 5. 5,6-7,0 6. 7,1-9,6	1. 0,01-0,40 2. 0,41-0,80 3. 0,81-1,60 4. 1,61-3,00 5. 3,01-6,00 6. 6,01-6,30	1. 0,1-0,3 2. 0,4-0,6 3. 0,7-0,9 4. 1,0-1,3 5. 1,4-2,2 6. 2,3-3,0	1. 0,7-1,2 2. 1,3-2,1 3. 2,2-3,2 4. 3,3-4,5 5. 4,6-5,2 6. 5,3-9,6	campo
22. Comprimento do órgão fotossintético (cm)	cf	1. 0,3-1,6 2. 1,7-4,4 3. 4,5-10,3 4. 10,4-20,5 5. 20,6-44,0 6. 44,1-94,0	1. 0,3-1,3 2. 1,4-4,3 3. 4,4-9,4 4. 9,5-19,1 5. 19,2-44,0 6. 44,1-94,0	1. 0,7-1,6 2. 1,7-3,4 3. 3,5-9,2 4. 9,3-18,0 5. 18,1-38,5 6. 38,6-70,5	1. 0,5-1,3 2. 1,4-2,3 3. 2,4-4,5 4. 4,6-7,4 5. 7,5-11,9 6. 12,0-19,5	campo
23. Área aproximada do órgão fotossintético (cm <sup>2</sup> )	af	1. 0,1-1,2 2. 1,3-4,4 3. 4,5-12,1 4. 12,2-29,0 5. 29,0-67,2 6. 67,3-70	1. 0,1-1,20 2. 1,3-3,82 3. 3,83-8,67 4. 8,68-22,80 5. 22,9-44,25 6. 44,26-75,2	1. 0,1-1,35 2. 1,36-4,50 3. 4,60-10,88 4. 10,89-26,26 5. 26,27-54,00 6. 54,10-70,00	1. 0,1-1,28 2. 1,29-4,68 3. 4,69-15,69 4. 12,7-31,00 5. 31,01-52,52 6. 52,53-60,00	Calculada A=L.C A: área L:largura C:comprimento

## 2.5. PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

### 2.5.1 Análise das condições geomorfológicas do terreno

A altura real do terreno foi determinada a partir da elaboração do modelo tridimensional. A descrição segue no tópico pertinente, onde foram alocados os pontos obtidos com o GPS (GARMIM – *modelo etrex venture*).

As alturas relativas foram calculadas através do triângulo de Pitágoras. A altura real no terreno, ao longo das transeccionais foi obtida a partir da diferença entre a altitude correspondente no modelo tridimensional e a altura relativa.

Os dados geomorfológicos foram representados em desenhos gráficos, juntamente aos perfis de solo e a estrutura da vegetação.

Para a descrição das manchas, e posterior análise estatística dos TFPs, foram estabelecidas classes geomorfológicas (d) modificadas de Rapanzzo *et. al.* (2000) - tabela 1. A classificação utilizou a frequência de ocorrência dos ângulos de declividade, sendo considerada a frequência relativa acumulada >50%.

Tabela 1: Classes geomorfológicas de acordo com a declividade do terreno para as diferentes manchas fitofisionômicas que ocorrem na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS, modificado de Rapanzzo *et. al.* (2000).

Classe	Intervalo de declividade
Plano	$0 - 1^0$
Inclinação suave	$2^0 - 10^0$
Inclinação acentuada	$<10^0$ e $>20^0$
Plano e inclinado	$0 - 4^0$ e $>25^0$

### 2.5.2 Análise das características físicas do solo

Os perfis de solo foram representados em desenho gráfico, como mencionado anteriormente.

Estes foram classificados de acordo com a seqüência cronológica e a sua gênese. Cabe mencionar que, não foi utilizado novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (DE CARVALHO, 1999), uma vez que não era objetivo do trabalho avaliar o potencial agrícola dos solos.

Calculou-se a frequência de ocorrência para cada fração granulométrica encontrada nos horizontes edáficos e para cada profundidade medida nos perfis de solo. Neste cálculo foram desconsiderados os perfis externos a mancha, que foram amostrados para verificação da possível existência de modificações pedológicas entre as manchas fitofisionômicas.

Na análise estatística dos TFPs, a fração granulométrica (g) e a profundidade (pr) foram transformadas em classes, de acordo com a frequência de ocorrência na mancha. Determinou-se três classes para as frações granulométricas – franco siltoso; franco argiloso; e franco siltoso/argiloso. Já para a profundidade dos solos, estabeleceu-se cinco classes adaptadas do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (DE CARVALHO, 1999) para as condições locais na área - tabela 2.

Tabela 2: Classes de profundidade dos perfis edáficos para as diferentes manchas fitofisionômicas que ocorrem na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS, adaptado do SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (DE CARVALHO, 1999).

Classe	Profundidade do Perfil
Muito raso	<0,25m
Raso	>0,25m <0,50m
Pouco profundo	>0,50m <0,75m
Profundo	>0,75m <1,0m
Muito profundo	>1,0m

### 2.5.3 Análise das características químicas do solo

O teor de umidade do solo (u) foi estimado através da diferença entre o peso fresco e o peso seco, obtido após a desidratação em estufa a 1000C por 48 horas, sendo expresso em porcentagem. As medições foram feitas em balança de precisão SERTORIUS 1265 MPC.

Cada amostra de solo seca foi novamente homogeneizada e quarteada, e dividida em duas amostras. Deste modo, um conjunto de 40 amostras foi encaminhado para o Laboratório de Solos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para análises de rotina, tendo sido determinado: a porcentagem de argila (ar), o pH (ph), o índice para determinação da necessidade de calagem - índice SMP (sm), a concentração de fósforo (p), a concentração de potássio (k), o teor de matéria orgânica (mo), a concentração de alumínio trocável (al), a concentração de cálcio trocável (ca), a concentração de magnésio (mg), a concentração de alumínio disponível adicionado ao hidrogênio (ah), a capacidade de troca catiônica (ctc), a porcentagem de saturação de bases para cálculo da capacidade de troca catiônica (b), a porcentagem de alumínio para cálculo da capacidade de troca catiônica (a), a relação entre a concentração de cálcio e a de magnésio (cm), a relação entre a concentração de cálcio e a de potássio (ck), e a relação entre a concentração de magnésio e potássio (mk). Os métodos de quantificação são descritos em Tedesco *et alli* (1985).

O outro conjunto de 40 amostras foi encaminhado para Centro de Ecologia do Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a fim de se determinar a concentração de íons trocáveis de cobre no solo. Foi feita uma extração com HNO<sub>3</sub> (1,0N) de 10g de solo, totalizando 100ml de solução. Esta foi misturada em agitador horizontal KOTTEMANN 4020, por três horas. A quantificação da concentração de cobre (cu) disponível foi feita em espectrofotômetro de absorção atômica acoplado a forno de grafite THGA Perkim-Elmer modelo SIMMA 6000.

A estes dados aplicou-se estatística univariada, sendo calculado a média e o desvio padrão, para a descrição das manchas fitofisionômicas. A classificação dos componentes químicos do solo foi realizada conforme Bartz *et alli* (1994).

#### 2.5.4 Análise da estrutura da vegetação

Utilizaram-se os dados de todas as unidades amostrais para análise da estrutura da vegetação.

Adotou-se a base fitossociológica da Escola de *Zurich-Montpellier* (BRAUN-BLANQUET, 1979) com abordagens sugeridas em Mueller-Dombois & Elleberg (1974).

Na análise da estrutura horizontal calcularam-se a frequência relativa (FR) e a densidade relativa (DR), para cada espécie vegetal (MARTINS, 1993; LANDAU, 1994). Além disto, calculou-se a frequência relativa das diferentes famílias que ocorriam em cada mancha fitofisionômica.

Para a análise da estrutura vertical calculou-se a FR dos indivíduos/ponto nas diferentes alturas obtidas. Deste modo, obteve-se a moda dos indivíduos/ponto\* (FORNECK, 2001), bem como se estabeleceu o intervalo modal. Este último baseou-se na análise gráfica da distribuição das FR dos indivíduos e no padrão de estratificação observado no campo, para os quais se calculou a frequência relativa acumulada (FRA).

#### 2.5.5 Análise dos tipos funcionais de planta

Para a análise dos dados dos TFPs foi utilizado o programa SYNCOSA v.2.0.3 (*software for character-based community analysis*) de Pillar (2000).

Neste programa os dados entram sob forma de três tabelas, uma referente aos atributos macromorfológicos das populações, outra referente à composição quantitativa das comunidades pelas populações e outra referente aos descritores ambientais (características físicas e químicas do solo, neste caso). Estas tabelas, segundo Sosinski (2000) são submetidas a um algoritmo recursivo, onde pode-se determinar a sequência ótima dos atributos e a importância ecológica dos mesmos. A descrição desta forma de análise multivariada é encontrada em Pillar & Orlóci (1993), Pillar (1999) e Pillar & Sosinski (2003).

Primeiramente, submeteu-se as tabelas ao algoritmo recursivo, para a obtenção do subconjunto ótimo de atributos que maximizou a congruência (coeficiente de correlação de *Pearson* calculado entre as matrizes que representam a variação da vegetação e a variação ambiental). O subconjunto ótimo de atributos que maximizou a congruência foi obtido sem ajustamento e transformações, com a inclusão das espécies vegetais.

A partir do subconjunto ótimo de atributos realizou-se uma análise da estrutura da

\*nas florestas amostrou-se o indivíduo; e nos campos e savanas o ponto, ou toque, uma vez que neste podia ocorrer o mesmo indivíduo.

vegetação, através de uma matriz de semelhança baseada em distância de corda. Realizou-se uma ordenação por análise de coordenadas principais (PCoA) e uma análise de agrupamento pela variância mínima ou soma dos quadrados (PIELOU, 1984 *apud* SOSINSKI, 2000).

Os TFPs foram formados a partir da análise da similaridade dos estados de atributos que compõem subconjunto ótimo de características macromorfológicas em função das características do solo, sendo definido como grupos politéticos (PILLAR & SOSINSKI, 2003).

Posteriormente, realizou-se a análise da estrutura das características físicas e químicas dos solos, através da mesma metodologia descrita para a análise da estrutura da vegetação.

Cabe ressaltar que, esta seqüência de análises foi repetida para cada conjunto de matrizes analisadas – as matrizes contendo as unidades amostrais referentes a todas as manchas fitofisionômicas, as matrizes referentes às unidades amostrais do campo, as matrizes referentes às unidades amostrais das savanas e as matrizes referentes às unidades amostrais da floresta.

#### 2.5.6. Análise por Geoprocessamento

Gerou-se o mapa de ecótopos a partir da fotointerpretação, previamente realizada para a escolha das manchas fitofisionômicas amostradas. A fotointerpretação foi classificada no *software* CARTA LINX v2.0 (CLARK LABS, 1999) e analisada com o auxílio do *software* IDRISI 32 (CLARK UNIVERSITY, 1999). Os arquivos vetoriais, resultantes da classificação, foram transformados em arquivos *raster* com um pixel de 1m (Rotina *INITIAL / IMAGE CONVERSION / REFORMAT / POLYRAS*).

Foram calculadas as áreas aproximadas e a frequência de ocorrência de cada ecótopo, através das rotinas *GIS ANALISYS / AREA / HISTO*.

O arquivo vetorial das curvas de nível foi exportado para o *software* IDRISI32, onde se executou a rotina *SURFACE / ANALISYS / INTERPOLATION / TIN* e *TIN SURFACE* a partir do menu *GIS ANALISYS*, e a rotina *ORTHO*, a partir do menu *DYSPLAY* para a elaboração do Modelo Tridimensional do Terreno.

Para a elaboração do mapa de exposição de vertentes e de declividades se utilizou arquivos do modelo tridimensional. Estes foram submetido às rotinas *GIS ANALYSIS / SURFACE ANALYSIS / TOPOGRAPHIC VARIABLES ASPECT / GIS ANALYSIS/ DATA BASE QUERY/ RECLASS*.

Os mapas de declividades e de exposição foram decompostos através da rotina *OVERLEY*, onde se separaram os 8 ecótopos estudados na área. Sob estes novos mapas se calculou as áreas aproximadas e a frequência de ocorrência de cada classe de exposição de vertentes e de declividade, através das rotinas *GIS ANALISYS / AREA /HISTO*.

Para a elaboração do mapa de ocorrência dos filões foi feita a digitalização do mapa cedido pela Companhia Brasileira de Mineração no *software* CARTA LINX (CLARK LABS, 1998). No *software* IDRISI32, o arquivo vetorial foi transformado em uma imagem *raster*, com um pixel 1m (rotina *INITIAL / IMAGE CONVERSION / REFORMAT / POLYRAS*).

Este arquivo foi submetido a rotina *DISTANCE/ RECLASS/ OVERLEY*, para seleção dos ecótopos que ocorriam em uma faixa de 200m ao redor do filão (PORTO, 1986).

A editoração final dos mapas foi realizado no *software* COREL DRAW v.9.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. CONDIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS DO TERRENO

##### 3.1.1. Manchas de campo

O CI está localizado no topo da colina, a uma altitude de 356m. O desnível é de 6 metros de altura, tendo o ponto mais baixo em 350m de altitude. A configuração geomorfológica da mancha é levemente côncava no início da transeccional – 55m. Posteriormente, torna-se aplainada com declive leve e gradual – 135m. O ângulo de declividade de maior frequência relativa é  $1^{\circ}$  (54,55%), sendo classificada a mancha como plana, segundo os critérios já descritos (tabela3). O eixo de maior comprimento apresenta 190m (figura 12).

O CII encontra-se na encosta sul da colina, a uma altitude de 252m. O desnível é de 22 metros de altura, sendo que o ponto mais baixo da mancha ocorre a 230m de altitude. Geomorfologicamente a mancha é convexa a partir dos 25m até 70m da transeccional, seguido de uma superfície suavemente côncava. Os ângulos de declividade de maior frequência relativa são de  $18^{\circ}$  (40,00%) – na zona convexa – e de  $2^{\circ}$  (20,00%), o que nos permitiu classificá-la como plana e inclinada (tabela3). O eixo de maior comprimento apresenta 140m (figura 13).

O CIII localiza-se na planície de depósito aluvial e coluvial, ao sul da área de estudos, junto ao arroio Camaquã das Lavras. A altitude nesta mancha varia de 200m (ponto mais alto) à 197m (ponto mais baixo). O desnível é de 3 metros de altura, e o eixo de maior comprimento possui 160m (figura 14). A configuração geomorfológica da mancha é plana. O ângulo de declividade de maior frequência relativa é de  $1^{\circ}$  (80,00%) (tabela3).

##### 3.1.2. Manchas de savana

A SI localiza-se na encosta alta oeste, a uma altitude de 300m. O ponto mais baixo encontra-se 290m de altitude, sendo o desnível de 10 metros de altura. A superfície do relevo nesta mancha é suavemente côncava (30m de comprimento), apresentando poucas áreas convexas, sem a formação de picos evidentes, com um caimento que poderia ser descrito “em forma de escada”. Os ângulos de declividade de

maior frequência relativa são  $6^0$  (30,00%) e de  $7^0$  (35,00%), sendo classificada, deste modo na categoria de inclinação suave (tabela 3). O eixo de maior comprimento apresenta 150m (figura 15).

A SII ocorre na encosta alta, ao sul da colina. O ponto mais alto apresenta 263m de altitude. O desnível é de 11 metros de altura, sendo que o ponto mais baixo da mancha ocorre à 252m. A configuração geomorfológica de SII é semelhante a SI sendo, contudo, as áreas de forma côncava de maior extensão – 60m. Além disto, as áreas convexas são mais proeminentes do que em SI. Os ângulos de declividade de maior frequência relativa são de  $6^0$  (30,00%) e de  $7^0$  (20,00%) (tabela3), o que classifica SII na categoria de inclinação suave. O eixo de maior comprimento apresenta 140m (figura 16). Cabe destacar que, o relevo é cortado por uma trincheira de prospecção mineral orientada no sentido leste-oeste (trincheira principal) e por trincheiras menores de aproximadamente 4m de comprimento por 1 a 3m de profundidade, orientadas de modo transversal à trincheira principal.

### 3.1.3. Manchas de Floresta

A FI localiza-se no topo da colina, a uma altitude de 302m. O desnível é de 2 metros de altura, tendo o ponto mais baixo da mancha 300m de altitude. O relevo da mancha é plano, com dois pontos de subida – 10m e 40m, e um de decida – 100m. As áreas de elevação têm superfície suavemente convexa, onde se observam afloramentos rochosos. Os ângulos de declividade de maior frequência relativa são de  $0^0$  (46,15%) e de  $1^0$  (25,00%), sendo a mancha, deste modo, classificada como plana (tabela 3). O eixo de maior comprimento da mancha é de 160m (figura 17).

A FII inicia na encosta baixa da vertente sul e termina na planície de depósito aluvial e coluvial. O ponto de maior altitude é de 240m e o ponto mais baixo apresenta 231m, sendo o desnível de 9 metros de altura. A configuração geomorfológica da mancha é suavemente convexa, com áreas pequenas de superfície suavemente côncava (10m de comprimento). Os ângulos de declividade de maior frequência relativa são de  $3^0$  e  $4^0$  – na área do relevo mais plana, e de  $8^0$  e  $10^0$  – na área mais íngreme (início da transeccional). Todos eles apresentam o mesmo valor de frequência – 15,38%, sendo ela classificada como plana e inclinada (tabela 3). O eixo de maior comprimento da mancha apresenta 110m (figura 18). Cabe ressaltar que, ao norte da mancha, encontramos uma elevação com aproximadamente de 2,5m que não foi amostrada na transeccional de

estudo. Esta elevação, de origem antrópica, resultante da construção de um canal para escoamento de água para manufatura dos minérios, forma uma superfície côncava, muito proeminente. Importante ainda acrescentar que, ao longo da transeccional amostramos a maior declividade, entretanto, a FII apresenta outro desnível em relação ao norte.

A floresta III localiza-se na encosta baixa, a oeste da colina, a uma altitude de 239m. O desnível é de 10 metros de altura, tendo o ponto mais baixo da mancha 229m de altitude. A configuração geomorfológica da mancha é de inclinação acentuada – 2m a 20m, onde se observa o maior desnível de 8m. Após os 20m, o relevo de FIII torna-se plano com um declive suave em forma de degraus, que marcam as zonas de inundação do rio.(50m e 70m –em direção ao rio). O eixo de maior comprimento da mancha apresenta 100m (figura 19). Os ângulos de declividade de maior frequência relativa são de 3° (38,46%) – na área do relevo mais plana, e de 18°, 19°, 22° e 24° (ambos com 7,69%) – na área mais íngreme (início da transeccional) (tabela 3).

Tabela 3: Frequência de ocorrência dos diferentes ângulos de declividade nas manchas fitofisionômicas amostradas, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

Mancha Fitofisionômica	Ângulo (Graus)	Frequência (%)	Classe de declividade
CI	1	54,55	Plano
CII	2	20,00	Plano e inclinado
	18	40,00	
CII	1	80,00	Plano
SI	6	30,00	Inclinação leve
	7	35,00	
SII	6	30,00	Inclinação leve
	7	20,00	
FI	0	46,15	Plano
	1	25,00	
FII	3	15,38	Plano e inclinado
	4	15,38	
	8	15,38	
	10	15,38	

FIII	3	38,46	Plano e inclinado
	18	7,69	
	19	7,69	
	22	7,69	
	24	7,69	

### 3.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO

#### 3.2.1. Manchas de campo

O CI apresenta solos pouco profundos, com predominância nos horizontes edáficos de textura franco argilosa. O horizonte A é bastante desenvolvido, apresentando aproximadamente 0,25m. Já o horizonte B varia de acordo com a posição no terreno de 0,17m a 0,33m. A quantidade de raízes presentes no horizonte A é maior do que em B. Em alguns locais observa-se: a formação de um horizonte O; e a formação de um “espelho d’água”, na parte mais profunda dos perfis, em função do acúmulo de argila. Os solos de CI são classificados como cambissolos com processo de gleinização ou hidromorfismo – horizonte B gleinizado (Bg). O material de origem pode ser tanto coluvial quanto da própria rocha intemperizada. Nos solos circunvizinhos observou-se uma modificação na estrutura e na textura dos horizontes em SI no final da transeccional – não se observou um horizonte B e a textura observada foi a franco siltosa (figura 12, apêndice 4).

O CII apresenta solos litólicos, muito rasos, com textura franco argilosa. O material de origem é proveniente da rocha em processo de intemperismo. O Horizonte A e C são pouco desenvolvidos – aproximadamente 0,05m para ambos. Encontramos raízes somente no horizonte A. Nos solos das manchas circundantes observamos modificação somente no solo sob área de SII, pois este apresentava um horizonte A desenvolvido (0,15m) e um horizonte B (0,26m), o que confere a este outra classificação. Este solo, observado em SII, mais desenvolvido do que em CI, pode ser observado de melhor forma, em um perfil de estrada (PE), próximo o ponto de amostragem (Apêndice 4 e 5), onde se notou o desenvolvimento de 2 horizontes B (figura 13).

O CIII apresenta solo muito profundo (1,40m – mais profundo). O horizonte A é pouco desenvolvido (0,09m). A textura predominante é a franco siltosa e franco argilosa. Os solos da mancha podem ser classificados como cambissolos com processo

de gleinização ou hidromorfismo, com material de origem coluvial e aluvial (horizonte Mg – ou de migração com gleinização). A utilização da sigla M ao invés da B, foi preferida, uma vez que neste caso, observou-se que o material constituinte do horizonte não se desenvolveu *in situ* – característica do horizonte B, mas era proveniente de outras áreas.

O CIII diferencia-se de CI por apresentar um solo mais profundo, com material de origem diferenciado e por ocorrer um processo de redução do ferro, que dá a coloração acinzentada característica do solo de CIII.

Os solos das manchas circundantes de CIII diferiram. O solo de FII é um solo raso com material coluvial – Horizonte M. Já o solo da área de beneficiamento de minérios, apesar de também ser raso, apresenta um horizonte A desenvolvido, que está constituído de forma irregular devido à textura de areia franca cascalhenta e a presença de pedras e materiais de origem da atividade antrópica – Horizonte Ap (figura 14, apêndice 4).

### 3.2.2. Manchas de savana

A SI apresenta solo pouco profundo. O horizonte A é desenvolvido. Apresenta um horizonte B desenvolvido, que em alguns pontos está em processo de diferenciação da rocha matriz (horizonte BC). O horizonte O encontra-se presente. A textura predominante é a franco argilosa. Os solos da mancha podem ser classificados como cambissolos com processo de podzolização, com material de origem coluvial e de material da rocha matriz (figura 15, apêndice 4). Foi encontrada pouca quantidade de raízes nos horizontes edáficos, e entre estas, algumas estavam queimadas – Horizonte Af. Os solos das manchas circundantes diferiram. O solo CI é o mesmo já descrito para esta mancha; já o solo de FII apresenta o horizonte O e não apresenta um horizonte B, e existe processo de migração do horizonte A para o horizonte C - formação do horizonte AC distinto.

A SII possui solo raso. O horizonte A é reduzido e encontra-se sobre um horizonte C desenvolvido com um processo de intemperismo avançado, onde ocorre a migração de matéria orgânica de A para C – formação de horizonte AC e CA. A textura predominante é a franco siltosa e franco argilosa. Os solos da mancha podem ser classificados como litossolos, cujo material de formação provém da rocha matriz. O último perfil de solo analisado diferiu dos demais, assemelhando-se ao perfil obtido fora

da mancha SII, em FII. Este apresentava um horizonte A desenvolvido (perfil P4) de textura franca e franca argilosa, com presença de blocos angulares de origem antrópica (material retirado da trincheira de prospecção mineral localizada próximo do ponto de amostragem figura 16, apêndice 4) – horizonte Ap. Os solos da mancha FI, localizada no início da transeccional, diferiu somente quanto ao tamanho do horizonte A e a presença do horizonte O.

### 3.2.3. Manchas de Floresta

A FI possui solo raso. O horizonte A é desenvolvido (0,20m), e ocorre processo de migração entre A e C – formação do horizonte AC distinto. O horizonte O encontra-se presente. A textura predominante é a franco siltosa e franco argilosa. Os solos da mancha podem ser classificados como litossolos, cujo material de formação provêm da rocha matriz. Os solos das manchas circunvizinhas não diferiram (figura17, apêndice 4).

O solo em FII é pouco profundo. O horizonte A é desenvolvido (0,19m). É marcante a presença do horizonte O. O horizonte M é muito desenvolvido (0,32m), sendo formado por material coluvial decorrente do processo erosivo (de origem natural ou antrópica – foram encontradas muitas pedras com formato arredondado). A textura predominante é a franco siltosa. Os solos da mancha podem ser classificados como cambissolos com processo de podzolização (figura18, apêndice 4). Os solos das manchas circundantes diferiram somente quanto à profundidade.

Em FIII, o solo é muito profundo (1,60m). O horizonte A é desenvolvido. É nítida a distinção entre os perfis de solo dentro da mesma mancha. O primeiro perfil assemelha-se a FI, sendo classificados do mesmo modo, como litossolos. E os três últimos semelhantes a FII, com a mesma classificação – cambissolos – diferindo somente quanto ao material de origem – aluvial. A textura predominante é a franco siltosa. (figura 20). O solo da mancha CI não diferiu do primeiro perfil encontrado na nesta mancha.

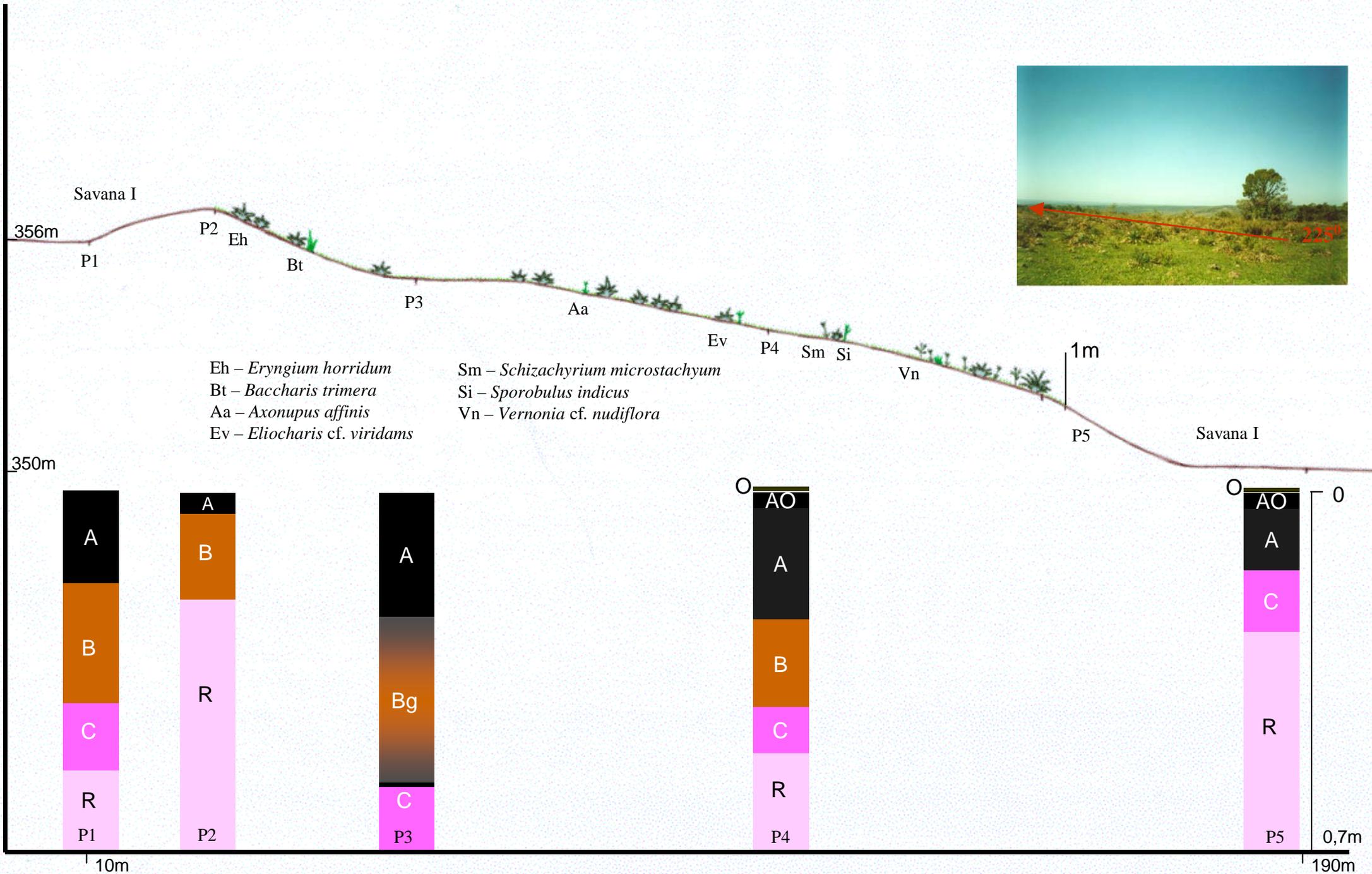


Figura 12: Diagrama de Perfil da vegetação, da geomorfologia e dos solos encontrados na mancha de Campo I, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Obs: Todos os indivíduos amostrados estão representados. A descrição detalhada dos perfis de solo encontra-se em Apêndice 4.

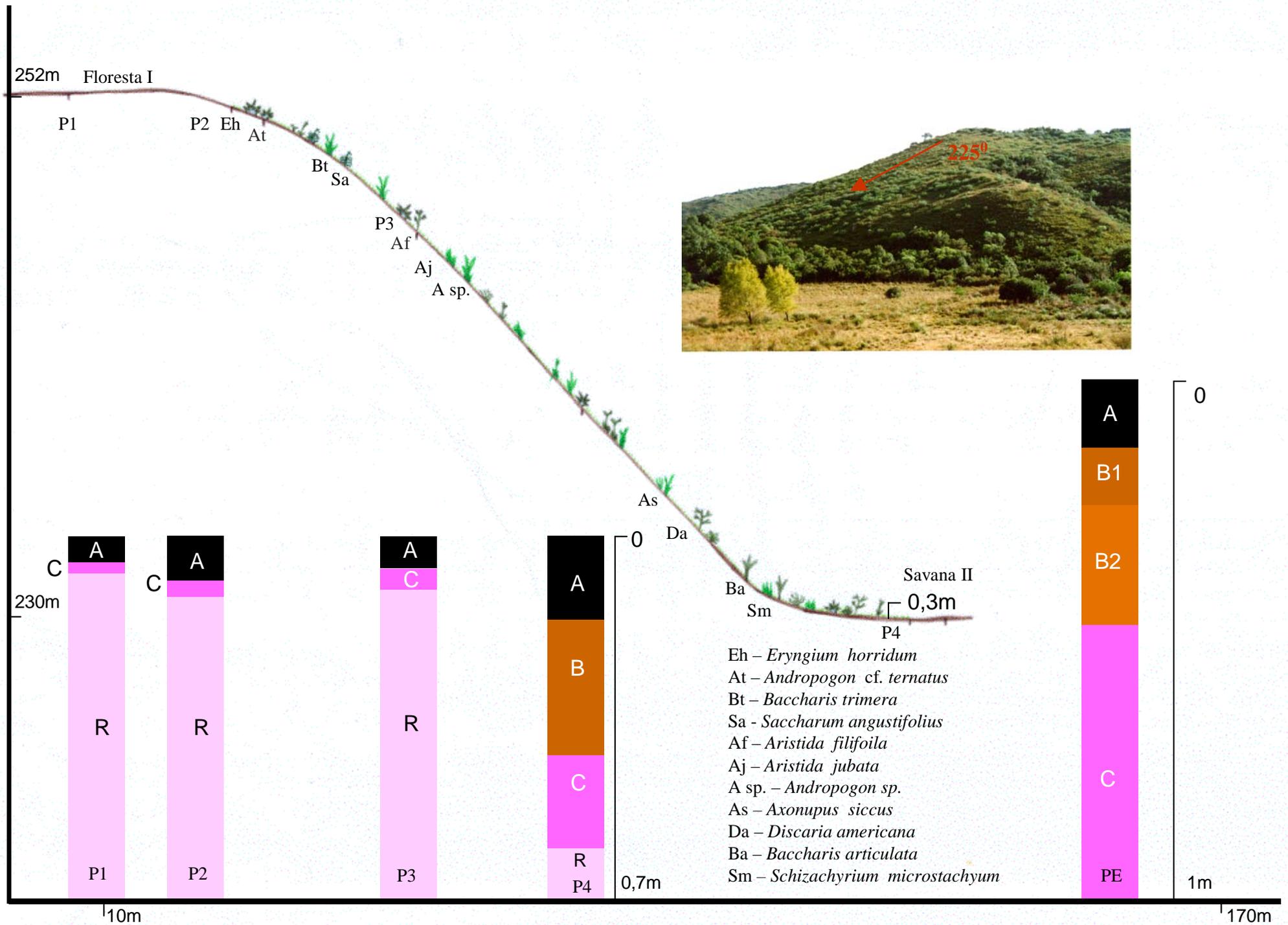


Figura 13: Diagrama de Perfil da vegetação, da geomorfologia e dos solos encontrados na mancha de Campo II, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Obs: Os indivíduos com maior densidade relativa estão representados. A descrição detalhada dos perfis de solo encontra-se em Apêndice 4.

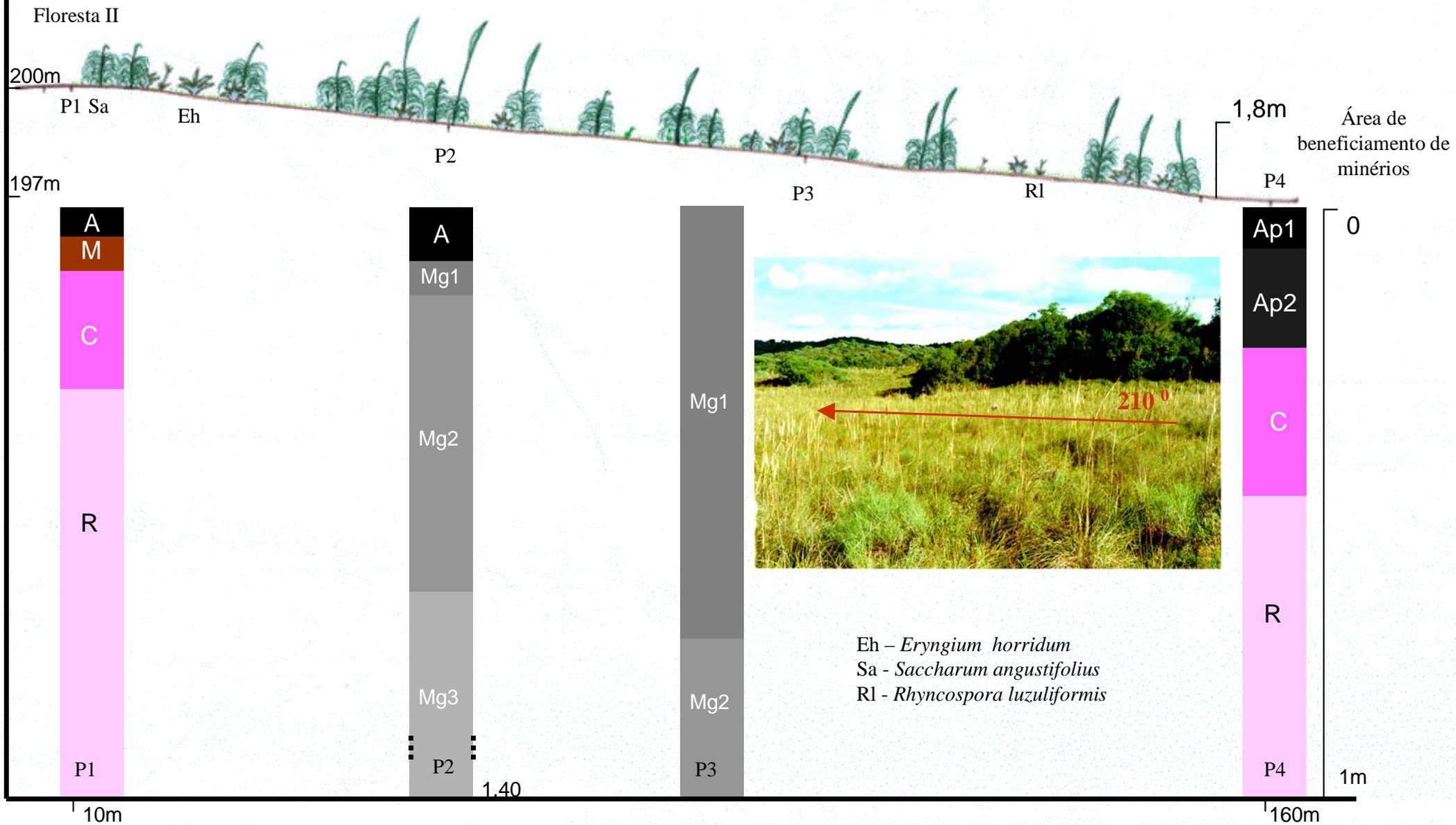


Figura 14: Diagrama de Perfil da vegetação, da geomorfologia e dos solos encontrados na mancha de Campo III, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS.<sup>52</sup> Obs: Os indivíduos com maior densidade relativa estão representados. A descrição detalhada dos perfis de solo encontra-se em Apêndice 4.

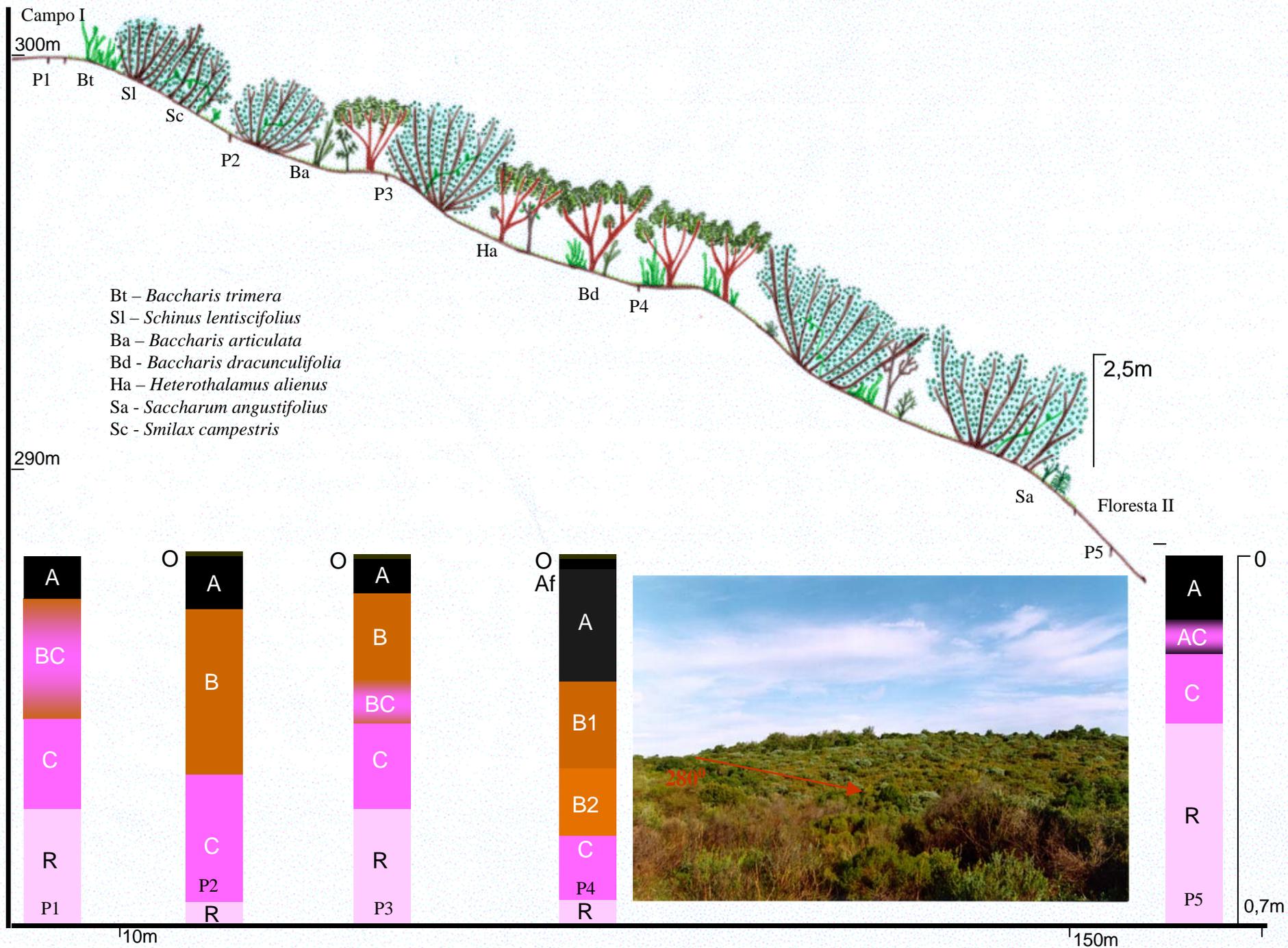


Figura 15: Diagrama de Perfil da vegetação, da geomorfologia e dos solos encontrados na mancha de Savana I, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Obs: Os indivíduos com maior densidade relativa estão representados. A descrição detalhada dos perfis de solo encontra-se em Apêndice 4.

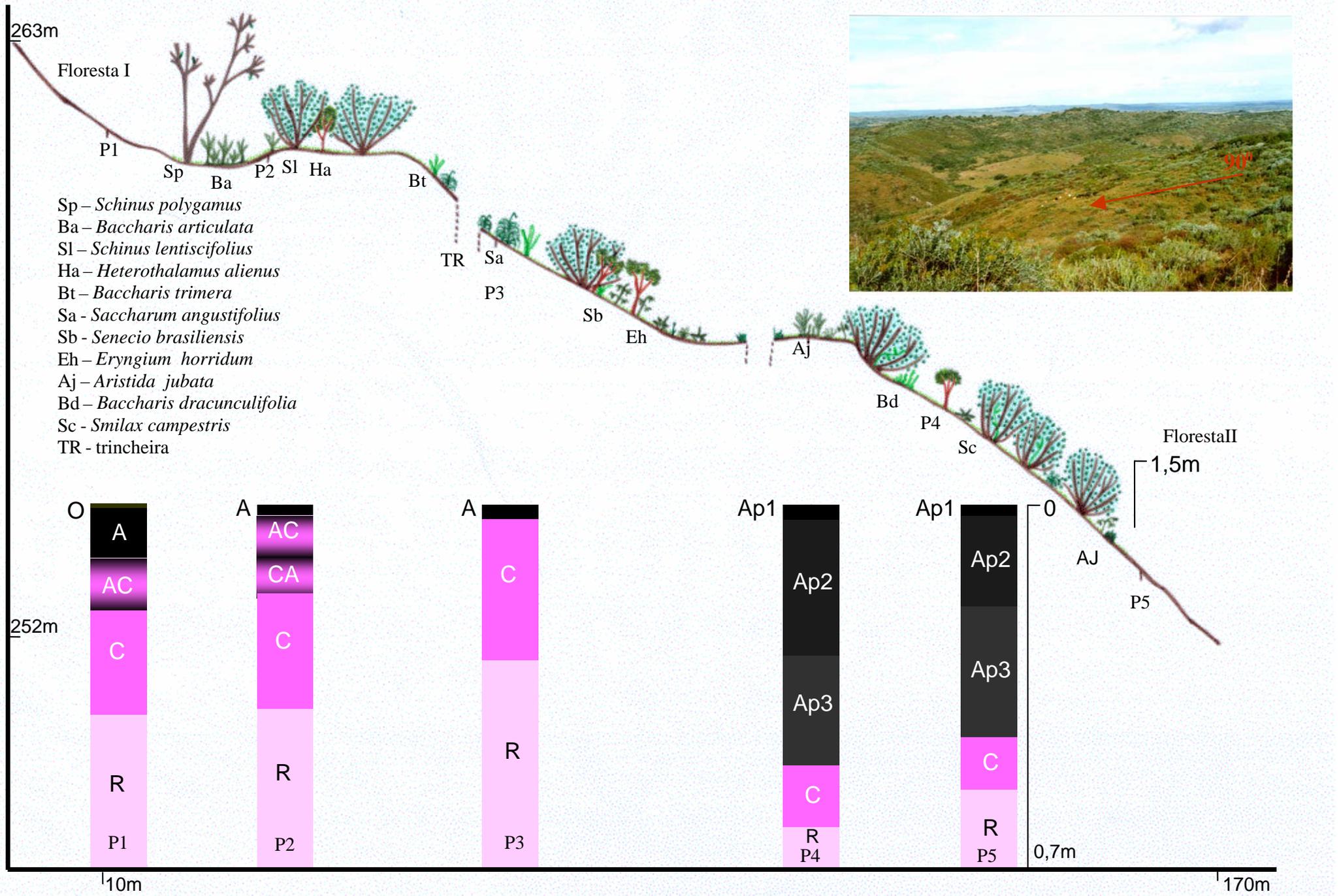


Figura 16: Diagrama de Perfil da vegetação, da geomorfologia e dos solos encontrados na mancha de Savana II, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Obs: Os indivíduos com maior densidade relativa estão representados. A descrição detalhada dos perfis de solo encontra-se em Apêndice 4.

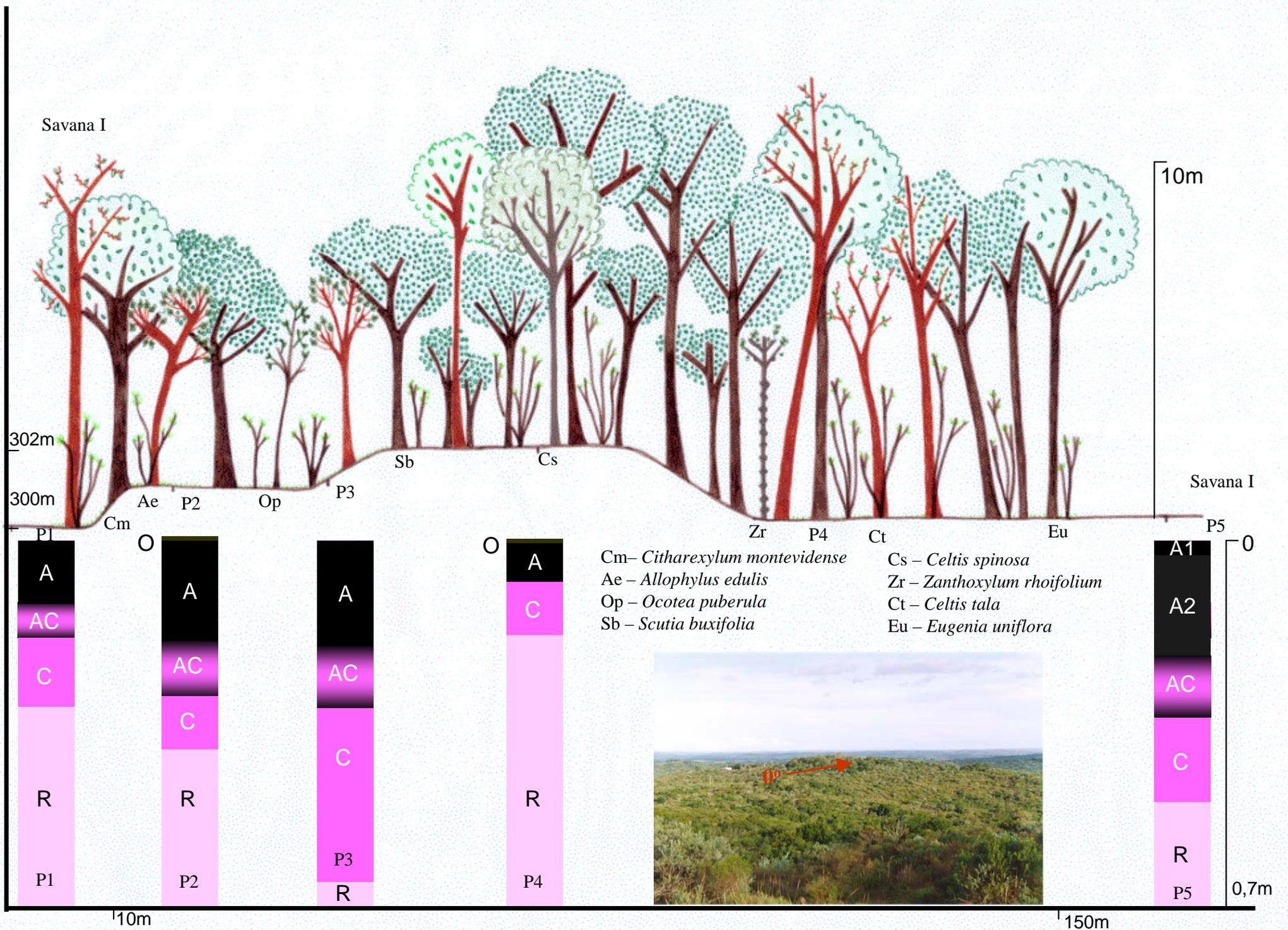


Figura 17: Diagrama de Perfil da vegetação, da geomorfologia e dos solos encontrados na mancha de Floresta I, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Obs: Os indivíduos com maior densidade relativa estão representados. A descrição detalhada dos perfis de solo encontra-se em Apêndice 4.

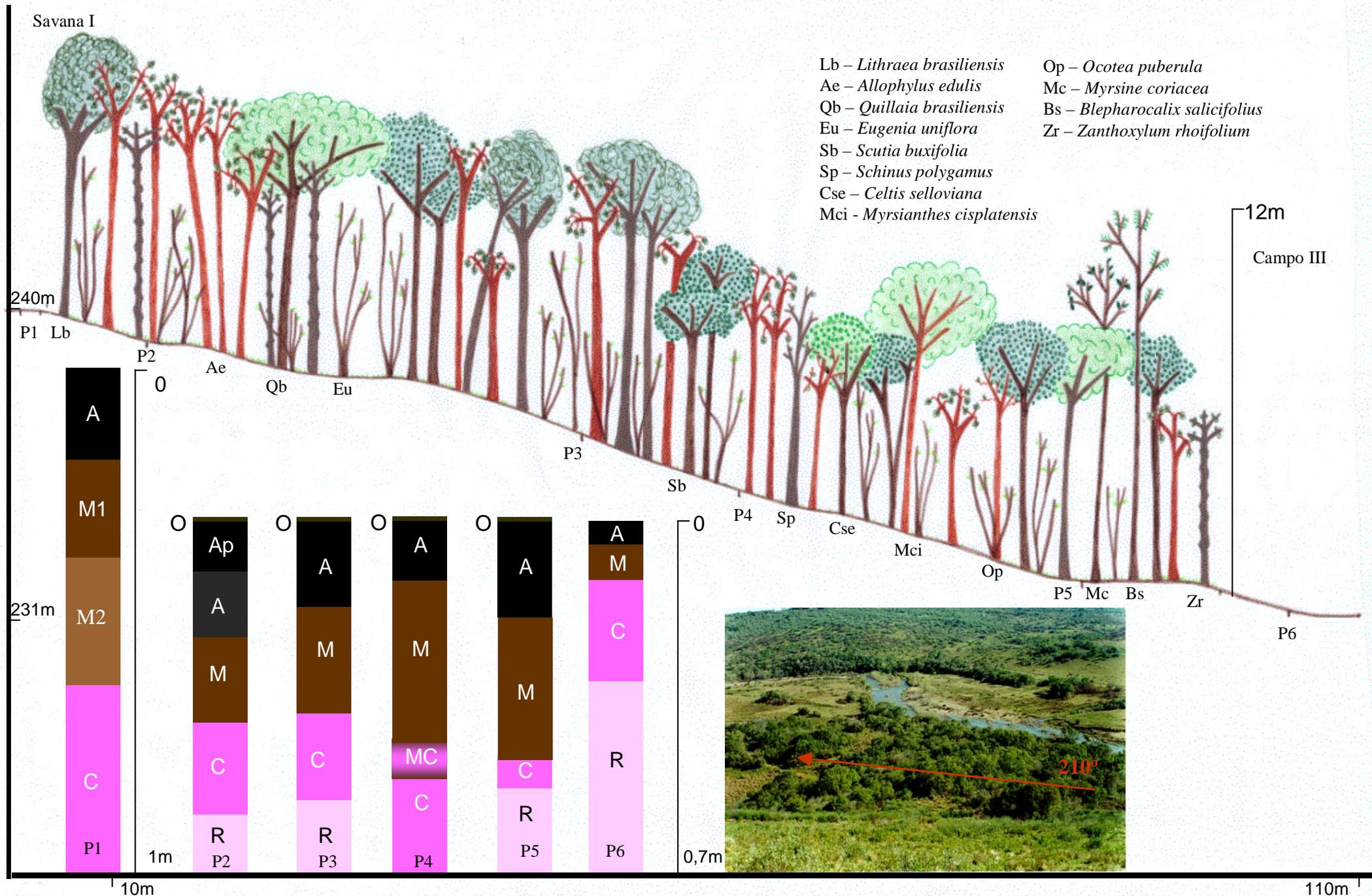


Figura 18: Diagrama de Perfil da vegetação, da geomorfologia e dos solos encontrados na mancha de Floresta II, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Obs: Os indivíduos com maior densidade relativa estão representados. A descrição detalhada dos perfis de solo encontra-se em Apêndice 4.

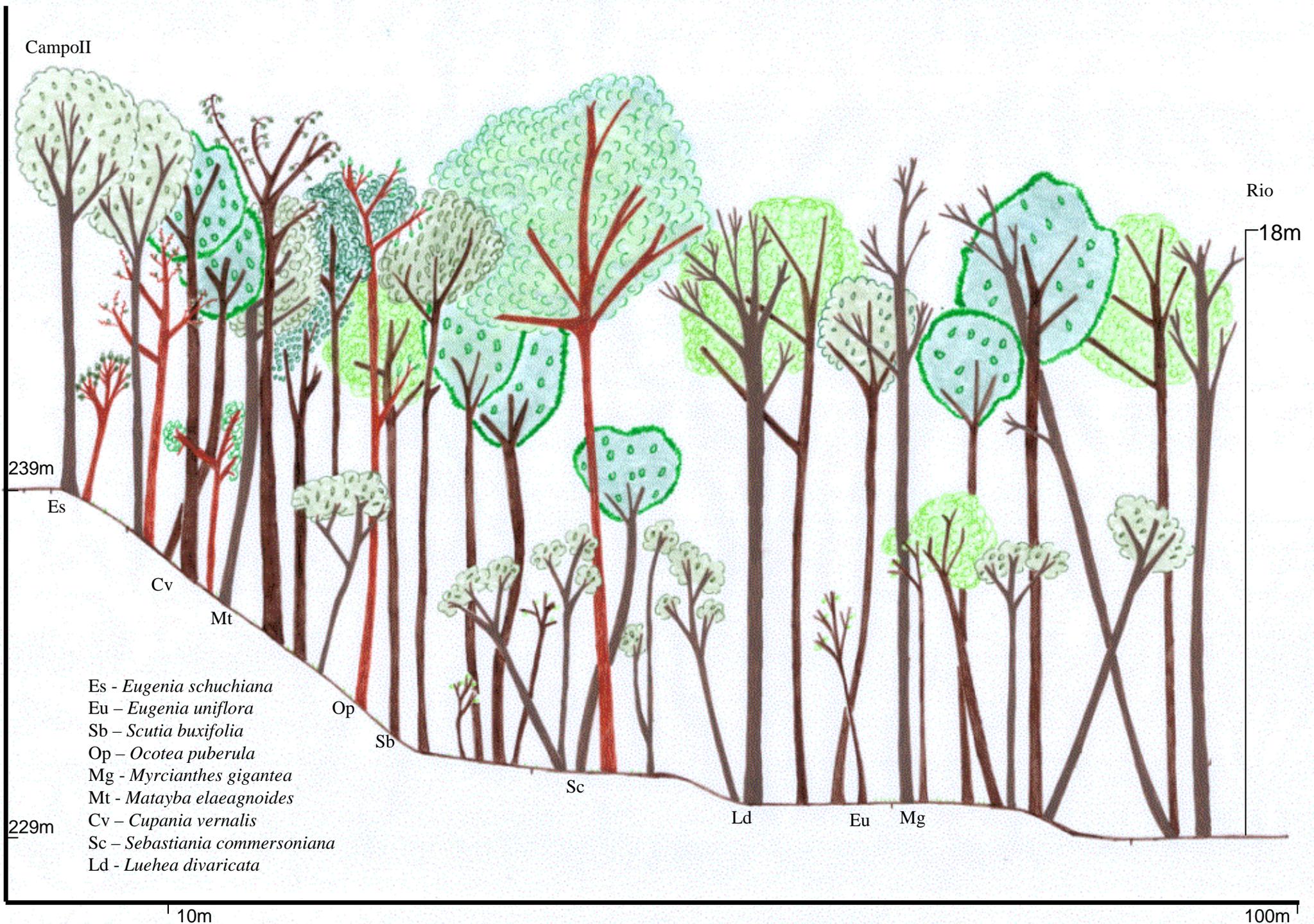


Figura 19: Diagrama de Perfil da vegetação e da geomorfologia na mancha de Floresta III, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Obs: Os indivíduos com maior densidade relativa estão representados.

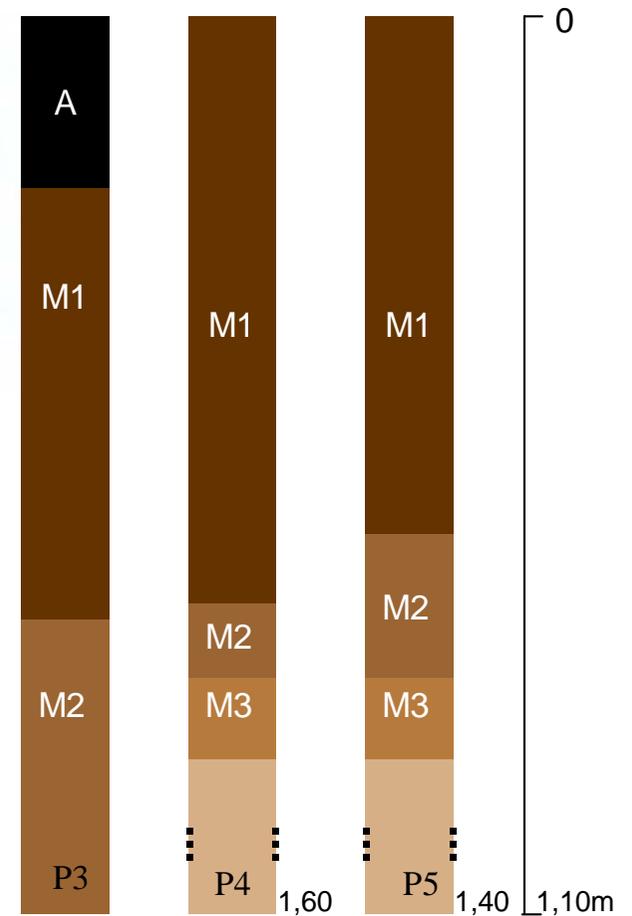
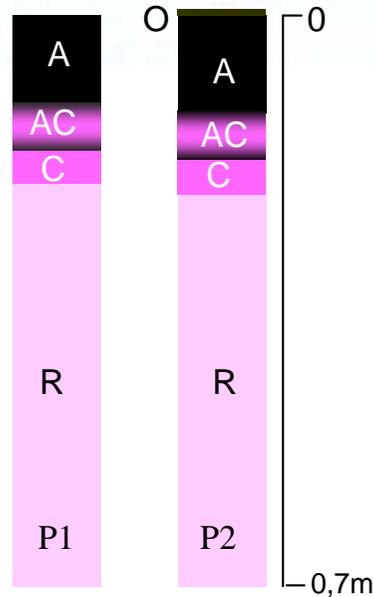
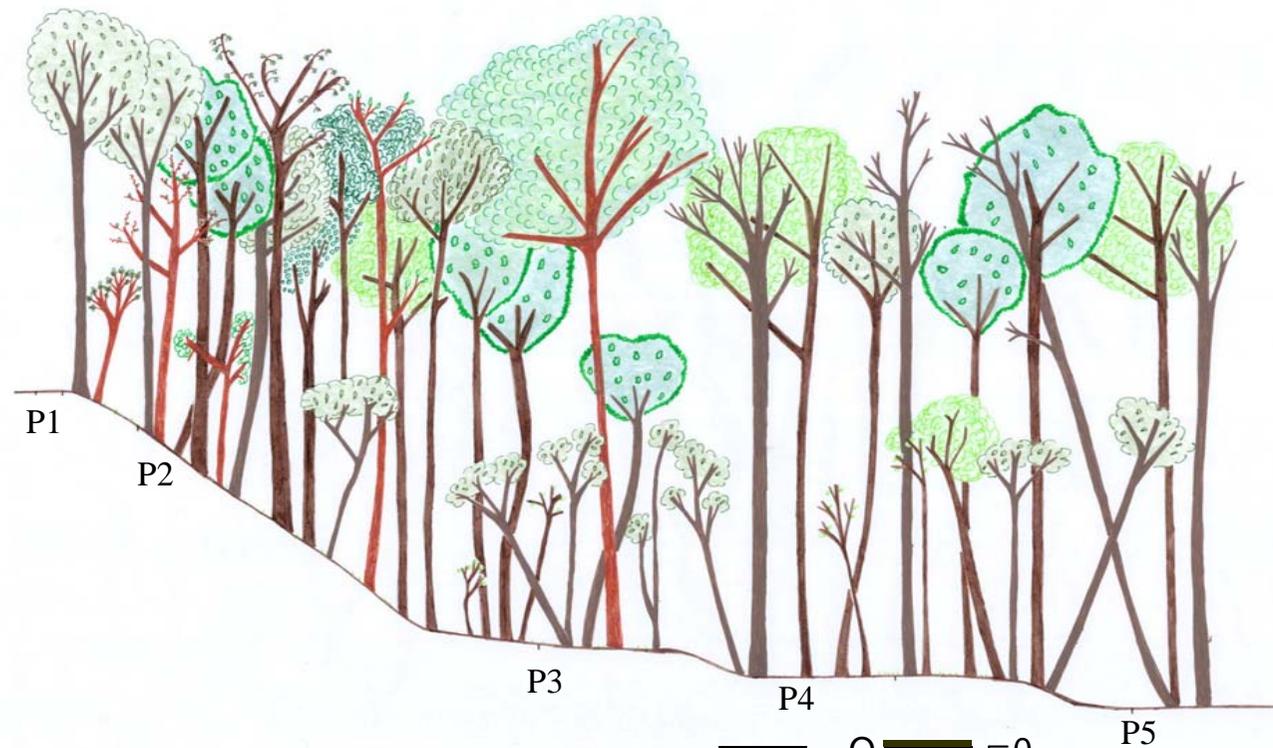


Figura 20: Diagrama de Perfil da vegetação, da geomorfologia, com ênfase nos pontos de coleta dos solos e dos tipos de solos encontrados na mancha de Floresta III, mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Obs: A descrição detalhada dos perfis de solo encontra-se em Apêndice 4.

### 3.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO

#### 3.3.1. Manchas de campo

O CI enquadra-se na classe de solo do tipo 3\* – isto é, solos que apresentam teor de argila variando entre 26 a 40% (quadro 4). O pH desta mancha varia de muito baixo ( $= < 5,0$ ) a baixo ( $5,1 - 5,5$ ). O índice SMP apresentou o valor médio de 5,3 e desvio padrão de 0,1. A concentração de fósforo apresentou um valor médio de  $6,1\mu\text{g.g}^{-1}$  e desvio padrão de  $0,9\mu\text{g.g}^{-1}$ . A concentração de potássio apresentou valor médio de  $217,0\mu\text{g.g}^{-1}$ , sendo classificada na categoria alta ( $> 120\mu\text{g.g}^{-1}$ ). O teor de matéria orgânica enquadra-se nas categorias média (2,6 a 5,0%) e alta ( $>5,0\%$ ), apresentando valor médio para a mancha de 4,9%. A concentração de alumínio trocável apresentou valor médio de  $0,4\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A concentração de cálcio apresentou valor médio de  $2,7\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ , sendo incluída na categoria média ( $2,1-4,0\text{mol}_c\text{L}^{-1}$ ). A concentração de magnésio, considerada alta ( $> 1,0\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ ), apresentou média de  $2,0\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A concentração de alumínio adicionado ao hidrogênio apresentou um valor médio de  $6,6\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$  e desvio padrão de  $0,8\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A CTC apresentou valor médio de 11,9%, e desvio padrão de 0,5%. A média da porcentagem de bases foi de 44,0% e o desvio padrão de 4,8%. A porcentagem de alumínio foi de 2,9% e o desvio padrão de 1,3. A média da relação entre a concentração de cálcio e a de magnésio foi de 1,4. A relação entre a concentração de cálcio e a de potássio apresentou valor médio de 5,1 e desvio padrão de 1,2. Foi obtido o valor médio de 3,7 na relação entre a concentração de magnésio e a de potássio. O valor médio da concentração de cobre foi  $8,2\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A umidade no solo apresentou um valor médio de 29,4% e desvio padrão de 4,4%.

Em CII, a porcentagem de argila apresenta valor médio de 24,2% e desvio padrão de 3,7%, o que enquadra a mancha em duas classes de solos – classes 3 e 4 (classe 4 – teores de argila variando entre 11 a 25%) (quadro 4). O pH apresenta média de 5,4, e desvio padrão de 0,1, sendo considerado de teor baixo e teor médio. O índice SMP apresentou valor médio de 5,4 e desvio padrão de 0,2. A concentração de fósforo apresentou o valor médio de  $13,5\mu\text{g.g}^{-1}$  e desvio padrão de  $2,0\mu\text{g.g}^{-1}$ . A concentração de potássio apresentou média de  $222,8\mu\text{g.g}^{-1}$ , sendo considerada alta. O teor de matéria orgânica enquadra-se nas categorias média e alta, apresentando valor médio para a mancha de 6,4%. A concentração de alumínio trocável apresentou valor médio de

\* Ver item 2.5.3 - Análise das características químicas do solo – a classificação das características químicas do solo **para descrição** segue Bartz *at alli* (1994).

0,1cmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup> e desvio padrão de 0,1. A concentração de cálcio apresentou valor médio de 9,1cmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup> e desvio padrão de 1,1 cmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup>, sendo incluída na categoria alta (>4,0mol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup>). A concentração de magnésio, considerada alta (> 1,0cmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup>), apresentou média de 4,1cmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup>. A concentração de alumínio adicionado ao hidrogênio apresentou um valor médio de 6,1 cmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup> e desvio padrão de 0,8 cmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup>. A CTC apresentou valor médio de 19,9%, e desvio padrão de 2,3%. A média da porcentagem de bases foi de 69,2% e o desvio padrão de 1,5%. A porcentagem de alumínio foi de 0,6% e o desvio padrão de 0,4. A média da relação entre a concentração de cálcio e a de magnésio foi de 2,2. A relação entre a concentração de cálcio e a de potássio apresentou valor médio de 16,8 e desvio padrão de 2,3. Foi obtido o valor médio de 2,8 na relação entre a concentração de magnésio e a de potássio. O valor médio da concentração de cobre foi 10,0 cmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup> e desvio padrão de 1,3. A umidade no solo apresentou um valor médio de 18,2% e desvio padrão de 3,9%.

Em CIII, a porcentagem de argila apresenta valor médio de 27,4% e desvio padrão de 3,7%, o que enquadra a mancha em duas classes de solos – classes 3 e 4. O pH apresenta média de 5,4, sendo considerado de teor baixo. O índice SMP apresentou valor médio de 5,8 e desvio padrão de 0,2. A concentração de fósforo apresentou o valor médio de 7,3μg.g<sup>-1</sup> e desvio padrão de 0,7μg.g<sup>-1</sup>. A concentração de potássio apresentou valor médio de 64,0μg.g<sup>-1</sup>, sendo considerada de teor médio (61-80μg.g<sup>-1</sup>). O teor de matéria orgânica enquadra-se nas categorias média (2,6 a 5,0%) e alta (>5,0%), apresentando valor médio para a mancha de 6,4%. A concentração de alumínio trocável apresentou os mesmos valores de CII. A concentração de cálcio apresentou valor médio de 4,5cmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup> e desvio padrão de 0,7 cmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup>, sendo incluída na categoria alta. A concentração de magnésio, considerada alta (> 1,0cmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup>), apresentou média de 4,7cmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup>. A concentração de alumínio adicionado ao hidrogênio apresentou um valor médio de 4,2 cmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup> e desvio padrão de 0,5 cmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup>. A CTC apresentou valor médio de 12,7%. A média da porcentagem de bases foi de 67,2% e o desvio padrão de 3,1%. A porcentagem de alumínio foi de 0,3% e o desvio padrão de 0,3. A média da relação entre a concentração de cálcio e a de magnésio foi de 0,9. A relação entre a concentração de cálcio e a de potássio apresentou valor médio de 26,6. Foi obtido o valor médio de 29,4 na relação entre a concentração de magnésio e a de potássio. O valor médio da concentração de cobre foi 5,6 cmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup>. A umidade no solo apresentou um valor médio de 75,3% e desvio padrão de 6,1%.

### 3.3.2. Manchas de savana

A SI enquadra-se na classe de solo do tipo 2 (teor de argila variando entre 41 a 55%), com valor médio de 45,5%. O pH desta mancha é de teor baixo, com valor médio de 5,3. O índice SMP apresentou média de 5,28 e desvio padrão de 0,03. A concentração de fósforo apresentou um valor médio de  $7,6\mu\text{g.g}^{-1}$  e desvio padrão de  $0,64\mu\text{g.g}^{-1}$ . A concentração de potássio apresentou valor médio de  $280,4\mu\text{g.g}^{-1}$ , sendo classificada na categoria alta. O teor de matéria orgânica enquadra-se na categoria alta, apresentando valor médio para a mancha de 6,72%. A concentração de alumínio trocável apresentou valor médio de  $0,26\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ , e desvio padrão de  $0,05\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A concentração de cálcio apresentou valor médio de  $4,74\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ , sendo incluída na categoria alta. A concentração de magnésio, considerada alta, apresentou média de  $3,88\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A concentração de alumínio adicionado ao hidrogênio apresentou um valor médio de  $6,82\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$  e desvio padrão de  $0,19\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A CTC apresentou valor médio de 16,18%, e desvio padrão de 0,5%. A média da porcentagem de bases foi de 57,60% e o desvio padrão de 1,92%. A porcentagem de alumínio foi de 1,62% e o desvio padrão de 0,3%. A média da relação entre a concentração de cálcio e a de magnésio foi de 1,26. A relação entre a concentração de cálcio e a de potássio apresentou valor médio de 6,60 e desvio padrão de 0,48. Foi obtido o valor médio de 5,38 na relação entre a concentração de magnésio e a de potássio. O valor médio da concentração de cobre foi  $7,01\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$  e desvio padrão de  $2,19\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A umidade no solo apresentou um valor médio de 14,78% e desvio padrão de 2,74%.

A SII enquadra-se na classe de solos do tipo 3, com valor médio de argila no solo de 33,60% e desvio padrão de 2,88%. O pH é de teor baixo e médio, já que este varia de 5,40 a 5,8. O valor médio de pH é de 5,58 e o desvio padrão de 0,1. O índice SMP apresentou média de 5,82 e desvio padrão de 0,14. A concentração de fósforo apresentou um valor médio de  $18,40\mu\text{g.g}^{-1}$  e desvio padrão de  $7,68\mu\text{g.g}^{-1}$ . A concentração de potássio apresentou valor médio de  $308,0\mu\text{g.g}^{-1}$ , sendo classificada na categoria alta. O teor de matéria orgânica varia de 2,70 a 5,90%, classificando-o na categoria média e alta (média 4,46% e desvio padrão de 0,91). A concentração de alumínio trocável apresentou valor médio de  $0,04\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ , e desvio padrão de  $0,06\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A concentração de cálcio apresentou valor médio de  $8,52\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$  e desvio padrão de  $1,06\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ , sendo incluída na categoria alta. A concentração de magnésio,

considerada alta, apresentou média de  $3,88\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$  e desvio padrão de  $0,62\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A concentração de alumínio adicionado ao hidrogênio apresentou um valor médio de  $4,26\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$  e desvio padrão de  $0,53\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A CTC apresentou valor médio de 17,48%, e desvio padrão de 1,46%. A média da porcentagem de bases foi de 75,40% e o desvio padrão de 3,04%. A porcentagem de alumínio foi de 0,20% e o desvio padrão de 0,32%. A média da relação entre a concentração de cálcio e a de magnésio foi de 2,22. A relação entre a concentração de cálcio e a de potássio apresentou valor médio de 10,20 e desvio padrão de 1,12. Foi obtido o valor médio de 4,58 na relação entre a concentração de magnésio e a de potássio e desvio padrão de 0,66. O valor médio da concentração de cobre foi  $3,57\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$  e desvio padrão de  $1,52\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A umidade no solo apresentou um valor médio de 5,30% e desvio padrão de 2,16%.

### 3.3.3. Manchas de Floresta

Em FI o teor de argila apresenta valor médio de 36,60%. Entretanto, os teores de argila variam de 32,0% a 44, o que enquadra esta mancha nas classes de solo do tipo 2 e 3. O pH desta mancha é de teor médio (média de 5,78 e desvio padrão de 0,06). O índice SMP apresentou média de 5,80 e desvio padrão de 0,04. A concentração de fósforo apresentou um valor médio de  $40,40\mu\text{g.g}^{-1}$  e desvio padrão de  $5,68\mu\text{g.g}^{-1}$ . A concentração de potássio, considerada alta, apresentou valor médio de  $393,20\mu\text{g.g}^{-1}$ . O teor de matéria orgânica apresenta teor médio de 5,24, sendo considerado alto. A concentração de alumínio trocável apresentou valor médio de  $0,04\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ , e desvio padrão de  $0,06\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A concentração de cálcio apresentou valor médio de  $13,68\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ , sendo incluída na categoria alta. A concentração de magnésio apresentou média de  $3,14\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ , sendo considerada alta. A concentração de alumínio adicionado ao hidrogênio apresentou um valor médio de  $4,22\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$  e desvio padrão de  $0,13\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A CTC apresentou valor médio de 80,80%, e desvio padrão de 0,72%. A média da porcentagem de bases foi de 57,60% e o desvio padrão de 1,92%. A porcentagem de alumínio ficou abaixo dos limites de detecção sendo considerada de valor zero. A média da relação entre a concentração de cálcio e a de magnésio foi de 4,42. A relação entre a concentração de cálcio e a de potássio apresentou valor médio de 13,60 e desvio padrão de 1,44. Foi obtido o valor médio de 3,14 na relação entre a concentração de magnésio e a de potássio. O valor médio da concentração de cobre foi

3,92  $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$  e desvio padrão de 0,26 $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A umidade no solo apresentou um valor médio de 23,48% e desvio padrão de 7,06%.

A FII apresentou teor de argila variando entre 13,0% e 34,0%, desta forma sendo classificada nas categorias de solo do tipo 3 e 4. O valor médio de argila foi de 29,60 e o desvio padrão de 6,64. O pH desta mancha é de teor baixo (média de 5,44 e desvio padrão de 0,05). O índice SMP apresentou média de 5,64. A concentração de fósforo apresentou um valor médio de 7,68 $\mu\text{g.g}^{-1}$  e desvio padrão de 2,14 $\mu\text{g.g}^{-1}$ . A concentração de potássio apresentou valor médio de 268,80 $\mu\text{g.g}^{-1}$ , sendo classificada na categoria alta. O teor de matéria orgânica enquadra-se nas categorias baixa e alta (varia de 4,00 a 6,10%), apresentando valor médio para a mancha de 5,18%. A concentração de alumínio trocável apresentou valor médio de 0,06 $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ , e desvio padrão de 0,05. A concentração de cálcio apresentou valor médio de 5,22 $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$  e desvio padrão de 1,06 $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ , sendo incluída na categoria média e na categoria alta (varia de 3,50 a 6,30 $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ ). A concentração de magnésio, considerada alta, apresentou média de 4,36 $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A concentração de alumínio adicionado ao hidrogênio apresentou um valor médio de 4,96 $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$  e desvio padrão de 0,31  $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A CTC apresentou valor médio de 15,20%, e desvio padrão de 2,04%. A média da porcentagem de bases foi de 66,8% e o desvio padrão de 3,44%. A porcentagem de alumínio foi de 0,38% e o desvio padrão de 0,3%. A média da relação entre a concentração de cálcio e a de magnésio foi de 1,2. A relação entre a concentração de cálcio e a de potássio apresentou valor médio de 7,60 e desvio padrão de 1,12. Foi obtido o valor médio de 6,40 na relação entre a concentração de magnésio e a de potássio e desvio padrão de 0,72. O valor médio da concentração de cobre foi 4,06 $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$  e desvio padrão de 0,77  $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A umidade no solo apresentou um valor médio de 31,47% e desvio padrão de 6,07%.

Em FIII o teor de argila apresenta valor médio de 16,20%, sendo classificado na classe de solo do tipo 4. O pH desta mancha varia de 5,50 a 6,10, sendo classificado em três categorias – baixa, média e alta. O valor médio de pH é de 5,78 e desvio padrão de 0,14. O índice SMP apresentou média de 6,24 e desvio padrão de 0,17. A concentração de fósforo apresentou um valor médio de 6,24 $\mu\text{g.g}^{-1}$  e desvio padrão de 0,17 $\mu\text{g.g}^{-1}$ . A concentração de potássio, considerada alta, apresentou valor médio de 135,0 $\mu\text{g.g}^{-1}$ . O teor de matéria orgânica varia de 2,7 a 4,50%, sendo classificado nas categorias média e alta. O teor médio de matéria orgânica apresenta valor de 3,68% e desvio padrão de

0,46%. A concentração de alumínio trocável apresentou valores abaixo do limite de detecção sendo considerada de valor zero. A concentração de cálcio variou de 3,10 a 5,30 $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ , classificando-a nas categorias média e alta (valor médio de 4,20 $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$  e desvio padrão de 0,84). A concentração de magnésio apresentou média de 2,22 $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ , sendo considerada alta. A concentração de alumínio adicionado ao hidrogênio apresentou um valor médio de 2,94 $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$  e desvio padrão de 0,43 $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A CTC apresentou valor médio de 9,68%, e desvio padrão de 1,70%. A média da porcentagem de bases foi de 69,60% e o desvio padrão de 1,52%. A porcentagem de alumínio ficou abaixo dos limites de detecção sendo considerada de valor zero. A média da relação entre a concentração de cálcio e a de magnésio foi de 2,39. A relação entre a concentração de cálcio e a de potássio apresentou valor médio de 12,00. Foi obtido o valor médio de 6,40 na relação entre a concentração de magnésio e a de potássio e desvio padrão de 0,72. O valor médio da concentração de cobre foi 6,38  $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$  e desvio padrão de 2,76  $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ . A umidade no solo apresentou um valor médio de 15,42% e desvio padrão de 7,08%.

Quadro 3: Média (ME), desvio padrão (DP) e amplitude de variação (valores máximos – MA, e valores mínimos – MI), das características químicas do solo amostradas nas manchas fitofisionômicas de campo, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

Características Químicas	CI				CII				CIII			
	ME	DP	MI	MA	ME	DP	MI	MA	ME	DP	MI	MA
Argila (%)	29,80	3,28	26,00	38,00	24,20	3,73	18,00	34,00	27,40	3,73	22,00	33,00
pH(H <sub>2</sub> O)	5,20	0,16	4,90	5,40	5,42	0,09	5,30	5,60	5,44	0,04	5,40	5,50
Índice SMP	5,32	0,14	5,10	5,50	5,42	0,16	5,20	5,90	5,76	0,17	5,50	6,10
P (µg.g <sup>-1</sup> )	6,12	0,90	5,10	7,60	13,50	2,00	9,50	18,00	7,26	0,66	5,90	8,60
K (µg.g <sup>-1</sup> )	217,40	43,52	138,00	306,00	222,80	43,53	135,00	320,00	64,00	7,67	49,00	86,00
Matéria orgânica (%)	4,90	0,12	4,70	5,20	6,44	0,81	4,00	7,60	3,20	0,40	2,40	4,30
Al. troc (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,36	0,17	0,10	0,70	0,12	0,09	0,00	0,30	0,08	0,05	0,00	0,20
Ca. troc (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,68	0,22	2,50	3,20	9,08	1,12	6,50	11,10	4,46	0,71	3,50	6,60
Mg. troc (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,00	0,16	1,80	2,20	4,12	0,48	2,80	5,00	4,72	0,49	4,00	6,00
Al+H (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	6,64	0,83	5,60	8,00	6,14	0,77	3,90	7,30	4,20	0,50	3,30	5,60
CTC (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	11,90	0,48	10,90	12,90	19,92	2,28	13,50	23,10	12,68	0,51	11,30	13,70
%SAT.da.CTC–bases(%)	44,00	4,80	38,00	52,00	69,20	1,53	66,00	72,00	67,20	3,07	58,00	71,00
%SAT.da.CTC–Al(%)	2,94	1,31	0,90	5,40	0,56	0,39	0,00	1,40	0,34	0,34	0,00	0,90
Relação Ca/Mg	1,36	0,13	1,10	1,50	2,22	0,22	1,90	2,80	0,90	0,00	0,90	0,90
Relação Ca/K	5,12	1,15	4,10	8,00	16,80	2,27	10,00	20,00	26,60	1,40	23,00	28,00
Relação Mg/K	3,74	0,57	2,80	5,00	7,40	1,27	5,00	10,00	29,40	1,27	26,00	32,00
Cu (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	8,25	0,19	7,85	8,68	3,50	2,17	1,32	10,00	5,64	0,60	4,17	7,06
Umidade (%)	29,40	4,45	22,06	38,32	18,18	3,95	9,70	25,01	75,32	6,15	61,39	84,71

Quadro 4: Média (ME), desvio padrão (DP) e amplitude de variação (valores máximos – MA, e valores mínimos – MI), das características químicas dos solos amostradas nas manchas fitofisionômicas de savana, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

Características Químicas	SI				SII			
	ME	DP	MI	MA	ME	DP	MI	MA
Argila (%)	45,50	1,84	43,00	48,00	33,60	2,88	27,00	40,00
pH(H <sub>2</sub> O)	5,30	0,04	5,20	5,40	5,58	0,10	5,40	5,80
Índice SMP	5,28	0,03	5,20	5,30	5,82	0,14	5,60	6,10
P (µg.g <sup>-1</sup> )	7,60	0,64	6,50	8,50	18,40	7,68	11,00	31,00
K (µg.g <sup>-1</sup> )	280,40	17,92	249,00	308,00	329,40	35,52	261,00	399,00
Matéria orgânica (%)	6,72	0,18	6,30	6,90	4,46	0,91	2,70	5,90
Al. troc (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,26	0,05	0,20	0,30	0,04	0,06	0,00	0,20
Ca. troc (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	4,74	0,49	4,20	5,80	8,52	1,06	6,50	10,10
Mg. troc (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	3,88	0,11	3,60	4,00	3,88	0,62	2,90	4,90
Al+H (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	6,82	0,19	6,70	7,30	4,26	0,53	3,30	5,10
CTC (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	16,18	0,50	15,70	17,30	17,48	1,46	14,00	19,30
%SAT.da.CTC–bases(%)	57,60	1,92	54,00	61,00	75,40	3,04	72,00	83,00
%SAT.da.CTC–Al(%)	1,62	0,30	1,20	1,90	0,20	0,32	0,00	1,00
Relação Ca/Mg	1,26	0,11	1,10	1,50	2,22	0,19	1,90	2,70
Relação Ca/K	6,60	0,48	6,00	7,00	10,20	1,12	8,00	13,00
Relação Mg/K	5,38	0,50	4,90	6,00	4,58	0,66	3,80	6,00
Cu (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	7,01	2,19	1,52	8,99	3,57	2,29	1,52	7,01
Umidade (%)	14,78	2,74	11,10	19,46	5,30	2,16	1,50	10,27

Quadro 5: Média (ME), desvio padrão (DP) e amplitude de variação (valores máximos – MA, e valores mínimos – MI), das características químicas dos solos amostradas nas manchas fitofisionômicas de Floresta, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

Características Químicas	FI				FII				FIII			
	ME	DP	MI	MA	ME	DP	MI	MA	ME	DP	MI	MA
Argila (%)	36,60	3,52	32,00	44,00	29,60	6,64	13,00	34,00	16,20	3,44	13,00	24,00
pH(H <sub>2</sub> O)	5,78	0,06	5,70	5,90	5,44	0,05	5,40	5,50	5,78	0,14	5,50	6,10
Índice SMP	5,80	0,04	5,70	5,90	5,64	0,07	5,50	5,70	6,24	0,17	6,10	6,50
P (µg.g <sup>-1</sup> )	40,40	5,68	31,00	51,00	7,68	2,14	4,50	11,00	6,24	0,17	6,10	6,50
K (µg.g <sup>-1</sup> )	393,20	33,12	340,00	476,00	268,80	37,36	198,00	333,00	135,00	22,40	105,00	163,00
Matéria orgânica (%)	5,24	0,17	5,00	5,50	5,18	0,70	4,00	6,10	3,68	0,46	2,70	4,50
Al. troc (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,04	0,06	0,00	0,20	0,06	0,05	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca. troc (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	13,68	0,54	12,60	15,00	5,22	1,06	3,50	6,30	4,20	0,84	3,10	5,30
Mg. troc (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	3,14	0,31	2,40	3,50	4,36	0,73	3,10	5,90	2,22	0,38	1,70	3,10
Al+H (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	4,22	0,13	3,90	4,30	4,96	0,31	4,70	5,60	2,94	0,43	2,30	3,30
CTC (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	22,10	0,40	21,20	22,70	15,20	2,04	11,80	18,20	9,68	1,70	7,30	12,10
%SAT.da.CTC–bases(%)	80,80	0,72	79,00	82,00	66,80	3,44	60,00	71,00	69,60	1,52	68,00	73,00
%SAT.da.CTC–Al(%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,30	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00
Relação Ca/Mg	4,42	0,63	3,60	6,00	1,20	0,16	1,00	1,40	2,39	1,93	0,16	6,00
Relação Ca/K	13,60	1,44	10,00	15,00	7,60	1,12	6,00	9,00	12,00	0,40	11,00	13,00
Relação Mg/K	3,14	0,41	2,40	4,00	6,40	0,72	5,00	7,00	6,40	0,72	5,00	7,00
Cu (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	3,92	0,26	3,43	4,30	4,06	0,77	2,93	5,10	6,38	2,76	3,50	11,30
Umidade (%)	23,48	7,06	14,41	36,57	31,47	6,07	21,07	42,14	15,42	7,08	25,15	3,37

### 3.4. CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DA VEGETAÇÃO

#### 3.4.1. Manchas de campo

No CI foram considerados 31 toques. Na distribuição vertical da vegetação obteve-se a altura modal de 0,4m (FR – 25,81%). Existem, ainda, dois conjuntos de categorias de altura dos indivíduos que apresentam valores modais em 0,75m (FR – 9,78%) e em 1,0m (FR – 3,23%) (figura 21).

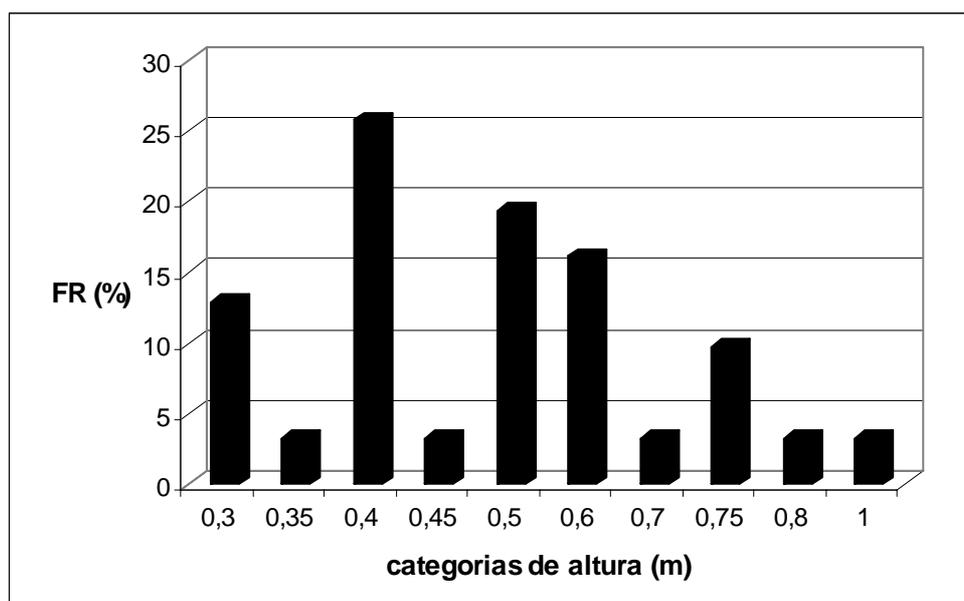


Figura 21: Frequência relativa dos indivíduos amostrados em cada categoria de altura na mancha fitofisionômica CI, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

Adicionalmente, observou-se a distribuição da vegetação em três intervalos modais de altura: 0,3m – 0,6m; 0,65m – 0,8m; e 0,85m – 1,00m. Sendo que a maior frequência relativa ocorre no primeiro intervalo modal (80,65%) (figura 22).

Na distribuição horizontal da vegetação verificou-se que o indivíduo com maior FR e DR foi o *Eryngium horridum* (28,57% e 58,06%, respectivamente), seguido por *Schizachyrium microstachyum*, que apresentou 21,43% de FR e 16,13% de DR (tabela 4).

O total de espécies encontradas foi 7, distribuídas nas seguintes famílias: POACEAE (FR – 42,86%), ASTERACEAE (FR – 28,57%), CYPERACEAE e APIACEAE – ambas com 14,29% de FR.

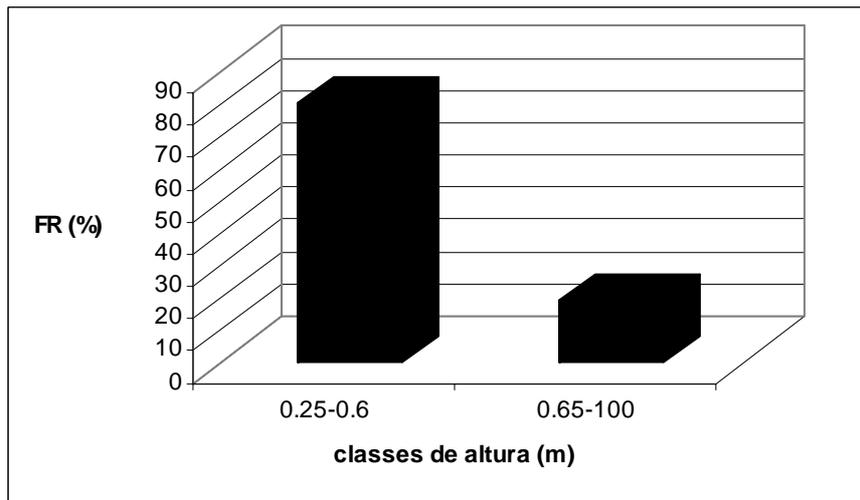


Figura 22: Frequência relativa dos indivíduos amostrados em cada classe de altura na mancha fitofisionômica CI, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

Em CII foram considerados 61 toques. Na distribuição vertical da vegetação obteve-se um valor modal de altura de 0,5m (figura 23). Entretanto, existem dois conjuntos de categorias de altura que se diferenciam graficamente. O primeiro deles apresenta um valor modal na categoria de 0,75m (FR – 5,0%) e o outro apresenta somente um pico na categoria de 1,0m (FR – 1,7%).

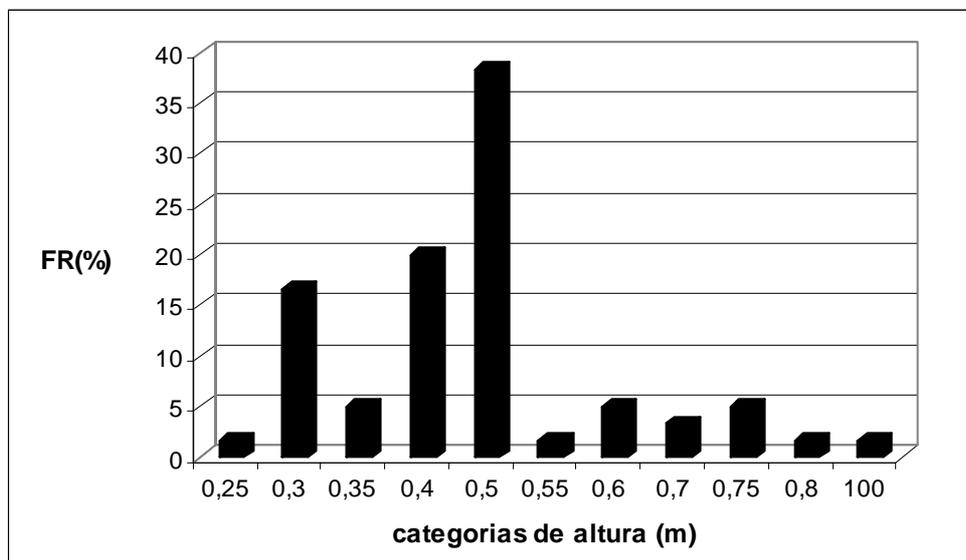


Figura 23: Frequência Relativa dos indivíduos amostrados em cada categoria de altura na mancha fitofisionômica CII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

Classificou-se a vegetação em três intervalos modais de altura: 0,25m – 0,6m; 0,65m – 0,8m; e 0,85m – 1,00m. Sendo que a maior frequência relativa ocorre na primeira classe (88,3%) (figura 24), da mesma forma que CI.

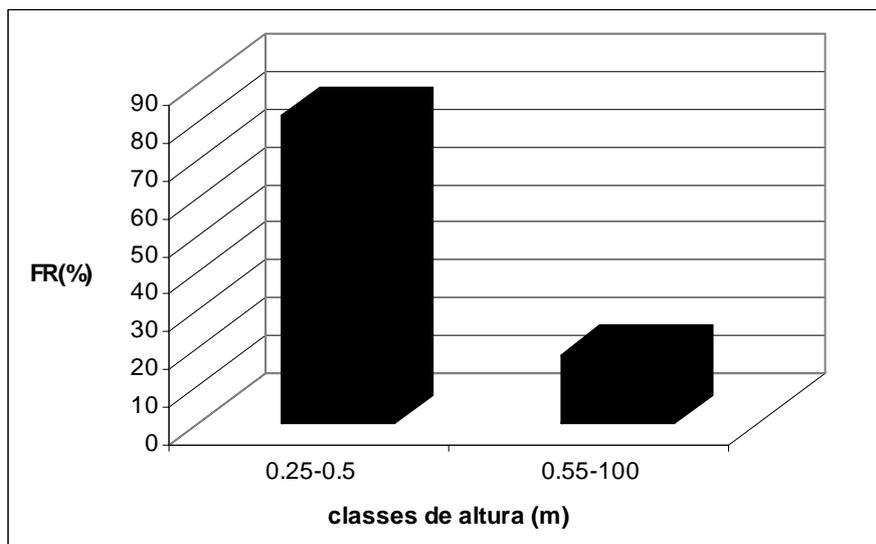


Figura 24: Frequência relativa dos indivíduos amostrados em cada classe de altura na mancha fitofisionômica CII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

Na distribuição horizontal da vegetação verificou-se que a espécie com maior DR foi o *Eryngium horridum* (28, 57%), seguido por *Baccharis trimera* que apresentou valor de 14,75% de DR. As duas espécies apresentaram o mesmo valor de FR (11,90%). Além destas, o *Saccharum angustifolium* teve valor 13,11% de DR, embora seu valor de FR seja baixo (4,76%), quando comparado às espécies acima mencionadas (tabela 4).

O total de espécies encontradas foi 19, distribuídas nas seguintes famílias: POACEAE (FR – 57,89%), ASTERACEAE (FR – 15,79%), CYPERACEAE, FABACEAE, APIACEAE e ANACARDIACEAE – ambas com 5,26% de FR.

Foram amostrados 69 toques, em CIII. A distribuição vertical da vegetação apresentou um pico modal com valor de FR de 22,6%, incluso na categoria de 1,0m de altura. Houve outros valores modais: o primeiro ocorreu na categoria de altura de 0,6m (FR – 19,12), o segundo na categoria de 0,8m (FR - 7,35%), (figura 25).

Pode-se classificar a vegetação em três intervalos modais: 0,25m – 0,6m; 0,65m – 0,9m; e 0,95m – 1,50m. Sendo que a maior frequência relativa ocorre no último intervalo modal (60,29%) (figura 26).

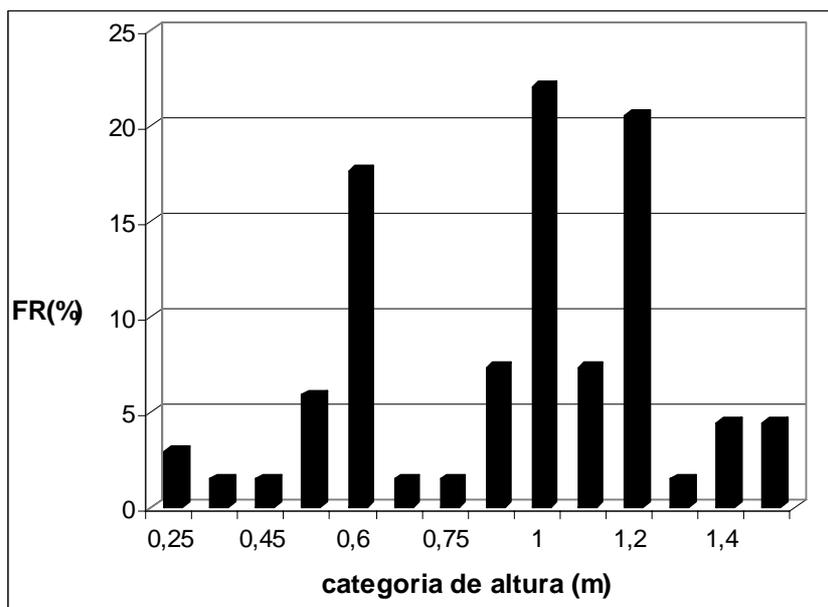


Figura 25: Frequência Relativa dos indivíduos amostrados em cada categoria de altura na mancha fitofisionômica CIII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

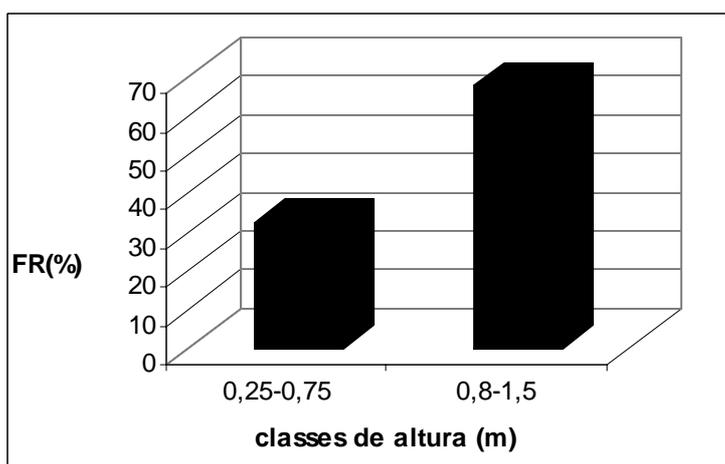


Figura 26: Frequência relativa dos indivíduos amostrados em cada intervalo classe de altura na mancha fitofisionômica CIII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

Verificou-se, na distribuição horizontal da vegetação, que o indivíduo com maior DR foi o *Saccharum angustifolium*(57,4%), seguido por *Eryngium horridum* que apresentou valor de 26,5% de DR. As duas espécies apresentaram o mesmo valor de FR (26,3%) (tabela 4).

Foram encontradas 11 espécies, distribuídas nas seguintes famílias: CYPERACEAE (FR – 45,45%), POACEAE (FR – 36,36%), JUNCACEAE e APIACEAE– ambas com 9,09% de FR.

Tabela 4: Parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies encontradas nas manchas fitofisionômicas de Campo (CI, CII e CIII), mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. Em negrito as espécies com maiores valores de frequência relativa (FR) e densidade relativa (DR).

CI	FR	DR
<i>Eryngium horridum</i>	<b>28,57</b>	<b>58,06</b>
<i>Schizachyrium microstachyum</i>	<b>21,43</b>	<b>16,13</b>
<i>Vernonia nudiflora</i>	14,29	9,68
<i>Sporobolus indicus</i>	14,29	6,45
<i>Axonopus affinis</i>	7,14	3,23
<i>Baccharis trimera</i>	7,14	3,23
<i>Eleocharis cf. viridans</i>	7,14	3,23
CII		
<i>Eryngium horridum</i>	<b>11,90</b>	<b>16,39</b>
<i>Baccharis trimera</i>	<b>11,90</b>	<b>14,75</b>
<i>Saccharum angustifolium</i>	<b>4,76</b>	<b>13,11</b>
<i>Andropogon cf. ternatus</i>	4,76	6,56
<i>Baccharis articulata</i>	7,14	6,56
<i>Aristida jubata</i>	7,14	4,92
<i>Discaria americana</i>	7,14	4,92
<i>Andropogon sp.</i>	7,14	4,92
<i>Aristida filifolia</i>	7,14	4,92
<i>Axonopus siccus</i>	4,76	4,92
<i>Paspalum sp.</i>	4,76	3,28
<i>Schizachyrium microstachyum</i>	4,76	3,28
<i>Carex bonariensis</i>	2,38	1,64
<i>Desmodium incanum</i>	2,38	1,64
<i>Paspalum notatum</i>	2,38	1,64
<i>Setaria geniculata</i>	2,38	1,64
<i>Schinus lentiscifolius</i>	2,38	1,64
<i>Vernonia nudiflora</i>	2,38	1,64
<i>Piptochaetium montevidense</i>	2,38	1,64
CIII		
<i>Saccharum angustifolium</i>	<b>26,32</b>	<b>57,35</b>
<i>Eryngium horridum</i>	<b>26,32</b>	<b>26,47</b>
<i>Rhynchospora luzuliformis</i>	5,26	4,41
<i>Fimbristylis dyphyla</i>	10,53	2,94
<i>Axonopus affinis</i>	5,26	1,47
<i>Schizachyrium microstachyum</i>	5,26	1,47
<i>Juncus. cf. marginatus</i>	5,26	1,47
<i>Rhynchospora rugosa</i>	5,26	1,47
<i>Fimbristylis cf. autumnalis</i>	5,26	1,47
<i>Kyllinga vaginata</i>	5,26	1,47
<i>Paspalum cf. dilatatum</i>	5,26	1,47

### 3.4.2. Manchas de savana

Em SI foram amostrados 281 toques. A distribuição vertical da vegetação apresentou um pico modal com valor de 3,0m (FR – 21,71%) (figura 27). Observou-se outros valores modais nas seguintes categorias de altura: 0,8m; 1,0m e 2,5m.

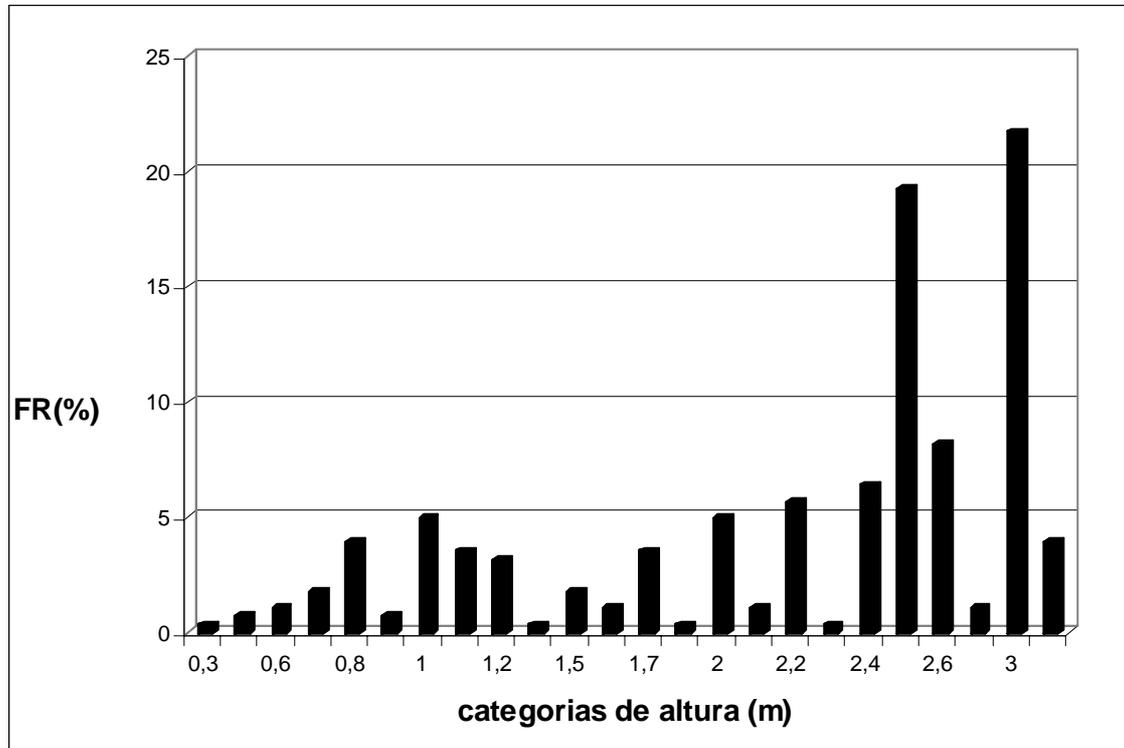


Figura 27: Frequência relativa dos indivíduos amostrados em cada categoria de altura na mancha fitofisionômica SI, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

Pode-se classificar a vegetação em quatro intervalos modais: 0,25m – 0,8m; 0,9m – 1,3m; 1,4m – 2,60m e 2,7m – 3,1m. Sendo que a maior frequência relativa ocorre no intervalo no terceiro intervalo modal (53,02%) e a segunda maior ocorre no último intervalo modal (26,69%) (figura 28).

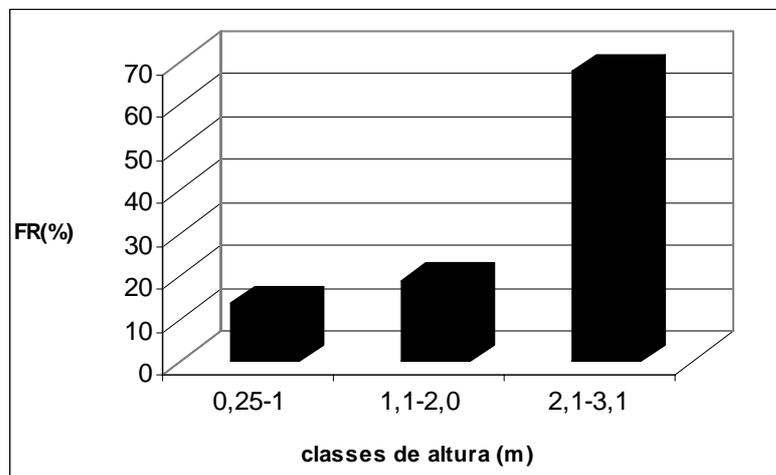


Figura 28: Frequência relativa dos indivíduos amostrados em cada intervalo classe de altura, na mancha fitofisionômica SI, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

Verificou-se, na distribuição horizontal da vegetação, que a espécie com maior DR foi o *Heterothalamus alienus* (37,0%), seguido por *Schinus lentiscifolius* que apresentou valor de 33,5% de DR. As duas espécies apresentaram o mesmo valor de FR (13,9%)(tabela 5).

Foram encontradas 12 espécies, distribuídas nas seguintes famílias: ASTERACEAE (FR – 33,33%), ANACARDIACEAE (FR – 25,00%), POACEAE (FR - 16,67%); e LAURACEAE, SMILACACEAE, RHAMNACEAE – ambas com 8,33% de FR.

Foram amostrados 136 toques, em SII. A distribuição vertical da vegetação apresentou um pico modal com valor de 2,2m (FR – 16,18%) (figura 29). Observou-se outros valores modais nas seguintes categorias de altura: 0,4m; 1,5m e 3,0m.

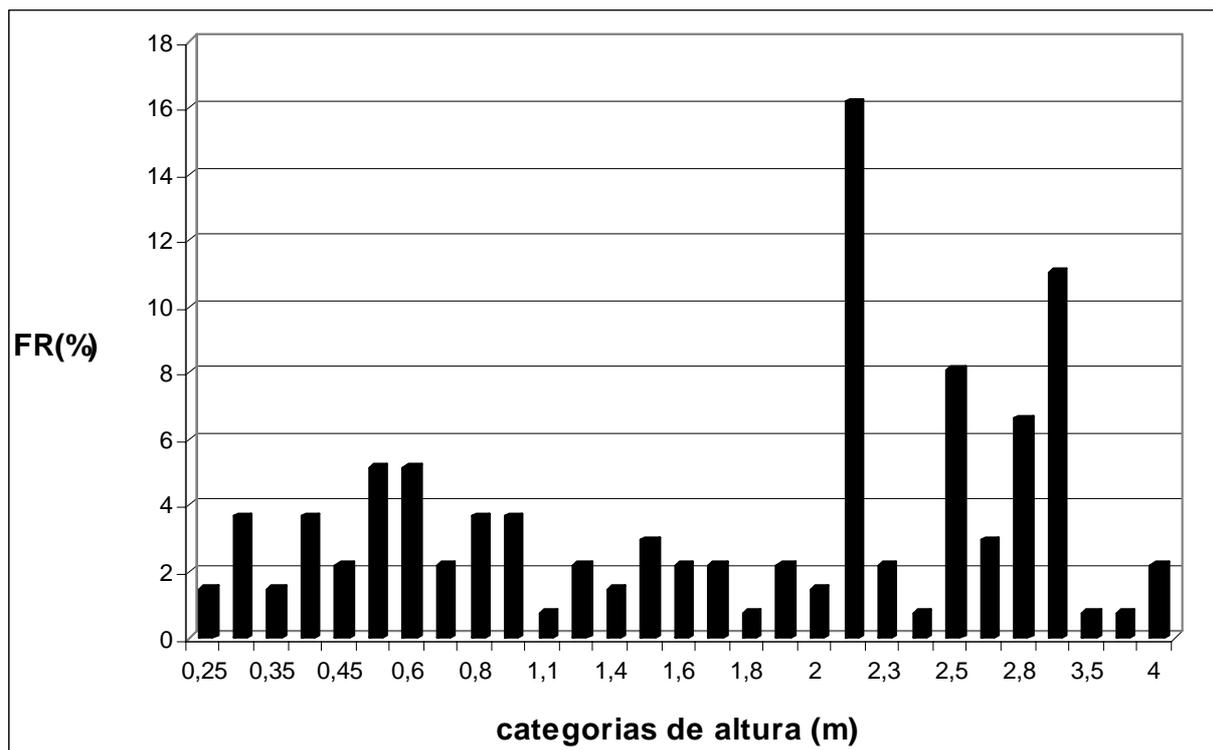


Figura 29: Frequência relativa dos indivíduos amostrados em cada categoria de altura na mancha fitofisionômica SII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

Pode-se classificar a vegetação em quatro intervalos modais: 0,25m – 1,2m; 1,3m – 1,8m; 1,9m – 2,60m e 2,7m – 4m. Sendo que a maior frequência relativa ocorre no primeiro intervalo modal (FR – 33,09%), seguido pelo terceiro intervalo (FR – 30,88%) (figura 30).

Na distribuição horizontal da vegetação o indivíduo com maior FR e DR foi o *Schinus lentiscifolius* (13,9% e 53,7%, respectivamente), seguido por *Heterothalamus alienus* que apresentou valor de 11,1% de FR e 6,6% de DR (tabela 5).

Foram amostradas 16 espécies, distribuídas nas seguintes famílias: ASTERACEAE (FR – 37,50%), POACEAE (FR – 31,25%), ANACARDIACEAE (FR – 12,50%); e LAURACEAE, SMILACACEAE, APIACEAE – ambas com 6,25% de FR.

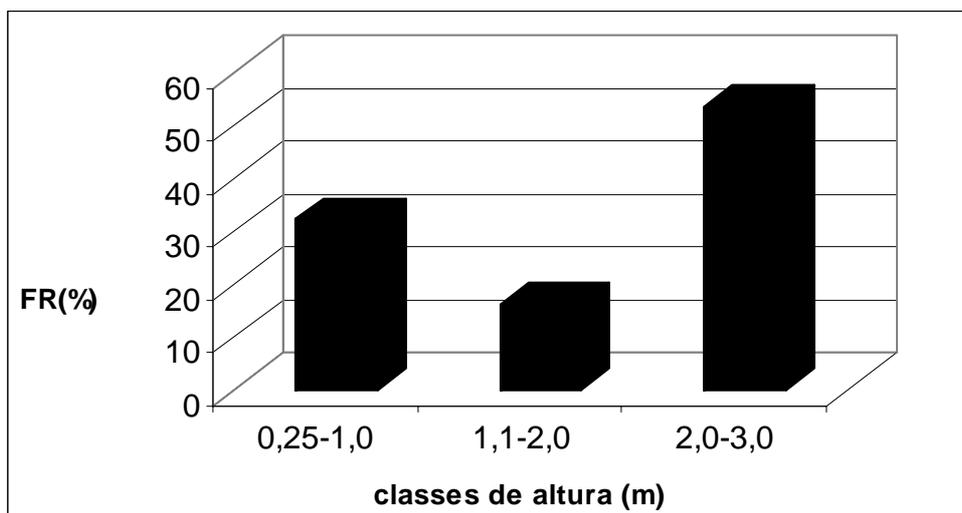


Figura 30: Frequência relativa dos indivíduos amostrados em cada intervalo classe de altura, na mancha fitofisionômica SII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS

Tabela 5: Parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies encontradas nas manchas fitofisionômicas de Savana (SI e SII), mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. Em negrito as espécies com maiores valores de frequência relativa (FR) e densidade relativa (DR).

SI	FR	DR
<i>Heterothalamus alienus</i>	<b>13,89</b>	<b>37,01</b>
<i>Schinus lentiscifolius</i>	<b>13,89</b>	<b>33,45</b>
<i>Baccharis trimera</i>	11,11	9,61
<i>Baccharis articulata</i>	13,89	6,41
<i>Smilax campestris</i>	11,11	5,34
<i>Saccharum angustifolius</i>	11,11	2,85
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	8,33	2,14
<i>Ocotea puberula</i>	2,78	1,07
<i>Schinus polygamus</i>	5,56	1,07
<i>Litreaa brasiliensis</i>	2,78	0,36
<i>Paspalum sp.</i>	2,78	0,36
<i>Discaria americana</i>	2,78	0,36
SII		
<i>Schinus lentiscifolius</i>	<b>13,89</b>	<b>53,68</b>
<i>Heterothalamus alienus</i>	<b>11,11</b>	<b>6,62</b>
<i>Baccharis trimera</i>	11,11	5,15
<i>Schinus polygamus</i>	5,56	5,15
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	5,56	4,41
<i>Saccharum angustifolius</i>	5,56	4,41
<i>Senecio brasiliensis</i>	11,11	3,68
<i>Smilax campestris</i>	5,56	3,68
<i>Baccharis articulata</i>	2,78	2,94
<i>Eryngium horridum</i>	8,33	2,94
<i>Aristida jubata</i>	5,56	2,21

<i>Sorghastrum setosum</i>	2,78	2,21
<i>Aristida filifolia</i>	2,78	0,74
<i>Baccharis coridifolia</i>	2,78	0,74
<i>Ocotea puberula</i>	2,78	0,74
<i>Paspalum sp.</i>	2,78	0,74

### 3.4.3. Manchas de Floresta

Em FI foram amostrados 90 indivíduos. A distribuição vertical da vegetação apresentou um pico modal com valor de 5,0m (FR – 13,79%). O gráfico revelou um outro valor modal da categoria de altura de 9m (figura 31).

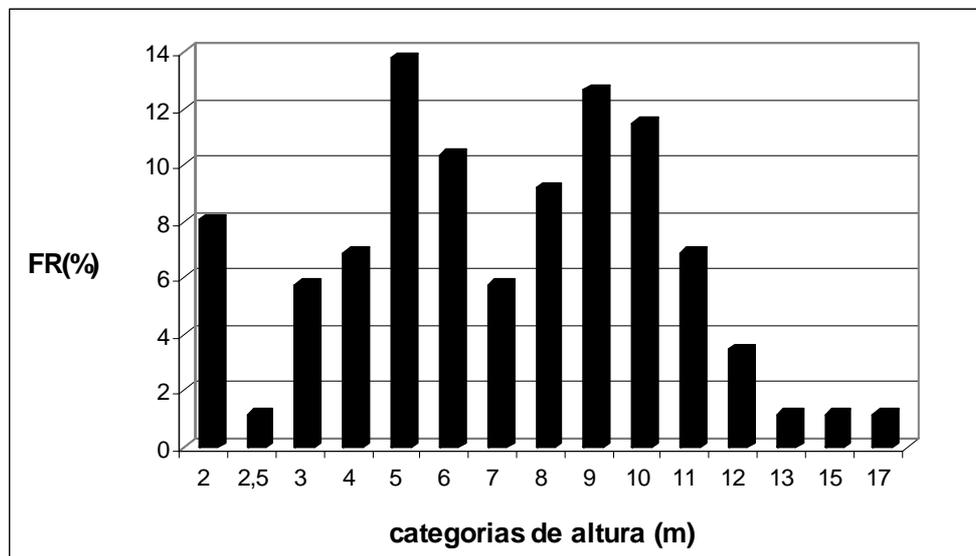


Figura 31: Frequência relativa dos indivíduos amostrados em cada categoria de altura na mancha fitofisionômica FI, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

A vegetação foi classificada em três intervalos modais: 2,0m –6,0m; 7,0m – 12,0m; e 13,0m – 17,0m. Sendo que a maior frequência relativa ocorre no segundo intervalo modal (49,43%) (figura 32).

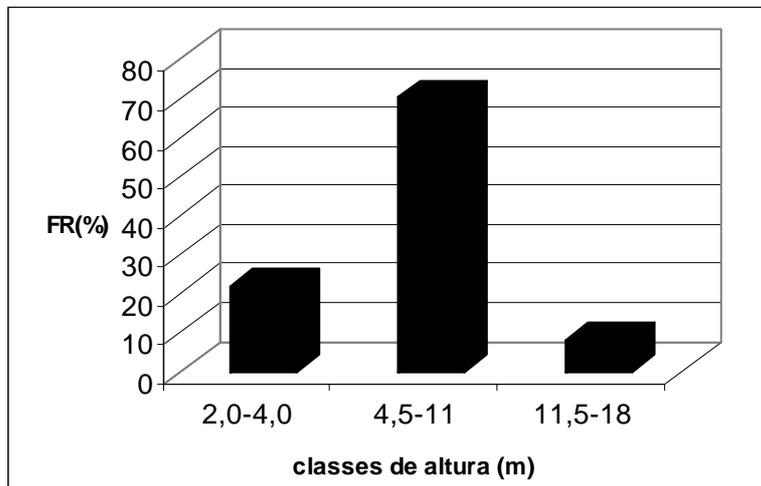


Figura 32: Frequência relativa dos indivíduos amostrados em cada intervalo classe de altura, na mancha fitofisionômica FI, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

Verificou-se, na distribuição horizontal da vegetação, que a espécie com maior DR foi a *Scutia buxifolia* (38,9%), seguido por *Eugenia uniflora* que apresentou valor de 24,4% de DR. As duas espécies apresentaram o mesmo valor de FR (20,9%)(tabela 6).

Foram amostradas 15 espécies, distribuídas nas seguintes famílias: ASTERACEAE (FR – 33,33%), ANACARDIACEAE (FR – 25,00%), POACEAE (FR - 16,67%); e LAURACEAE, SMILACACEAE, RHAMNACEAE – ambas com 8,33% de FR.

Em FII foram amostrados 134 indivíduos. A distribuição vertical da vegetação apresentou um pico modal com valor de 6,0m (FR – 25,37%) (figura 33).

Pode-se classificar a vegetação em três intervalos modais: 1,0m – 3,0m; 4,0m – 6,0m e 7,0m – 12,0m. Destas, a maior frequência relativa ocorre no segundo intervalo modal (FR – 61,94%) (figura 34).

Na distribuição horizontal da vegetação o indivíduo com maior valor de DR foi a *Eugenia uniflora* (26,3%), seguida por *Allophylus edulis* que apresentou 19,5% de DR. As duas espécies apresentaram o mesmo valor de FR – 11,6%, (tabela 6). A espécie *Scutia buxifolia* apresentou valores de FR – 9,30% e de DR – 11,28%, merecendo ser destacada.

Foram amostradas 21 espécies, distribuídas nas seguintes famílias: MYRTACEAE (FR – 28,57%); ULMACEAE, VERBENACEAE e SANTALACEAE (ambas com FR – 13,33%); ANACARDIACEAE (FR – 14,29%); ASTERACEAE, ROSACEAE e SAPINDACEAE (FR – 9,52%); LAURACEAE, MYRSINACEAE, RUTACEAE, SANTALACEAE, SAPOTACEAE e ULMACEAE (FR – 4,76%).

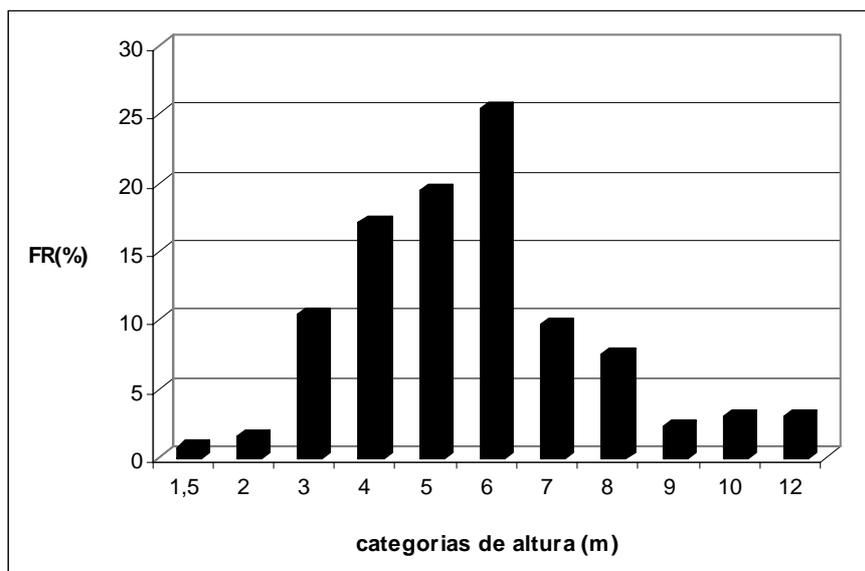


Figura 33: Frequência Relativa dos indivíduos amostrados em cada categoria de altura na mancha fitofisionômica FII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

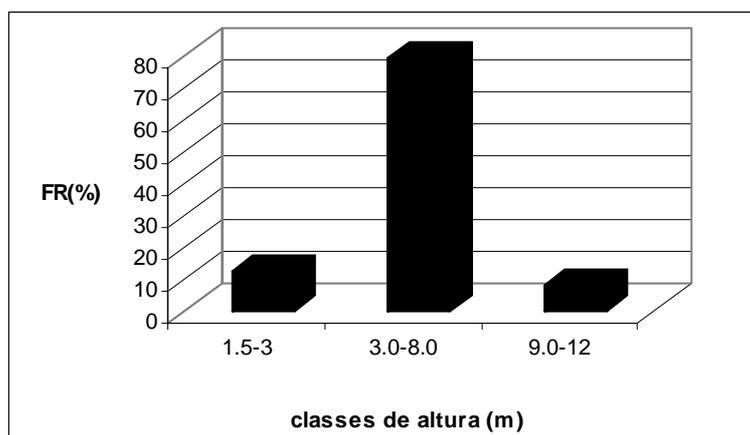


Figura 34: Frequência relativa dos indivíduos amostrados em cada intervalo classe de altura na mancha fitofisionômica FII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

Foram amostrados 108 indivíduos em FIII. A distribuição vertical da vegetação apresentou um pico modal com valor de 10,0m (FR – 25,37%) (figura 35). Nota-se graficamente mais três conjuntos de categorias de alturas. Estes apresentam valores modais em: 2m e 3m; 6m; e 18m.

A vegetação foi classificada em quatro intervalos modais de altura: 1,0m – 4,0m; 5,0m – 7,0m, 8,0m – 12,0m e 13,0m – 20,0m. Sendo que a maior frequência relativa ocorre no terceiro intervalo modal (FR – 54,63%) (figura 36).

Na distribuição horizontal da vegetação o indivíduo com maior valor de FR e DR foi a *Cupania vernalis* (12,50% e 18,52%, respectivamente). A outra espécie que

apresenta um valor alto de DR é a *Eugenia schuchiana* (12,04%). Entretanto, ela ocorre com igual frequência (FR – 7,81%) das espécies: *Matayba elaeagnoides* (DR - 10,19%), *Sebastiania commersoniana*. (DR – 8,33%) e *Ocotea puberula* (DR – 7,41%). Outras espécies que se destacaram foram: *Luehea divaricata* (FR – 9,38% e DR – 10,19%), *Scutia buxifolia* (FR – 10,94% e DR – 9,26%) e *Eugenia uniflora* (FR – 9,38% e DR – 7,41%) (tabela 6).

Foram amostradas 20 espécies, distribuídas nas seguintes famílias: MYRTACEAE (FR – 20,0%); SAPINDACEAE (FR – 15%); ULMACEAE e VERBENACEAE (ambas com FR – 10,0%); e ANACARDIACEAE, EUPHORBIACEAE, LAURACEAE, MIMOSACEAE, POACEAE, POLYGONACEAE, RHAMNACEAE, ROSACEAE, RUBIACEAE (FR – 5,0%).

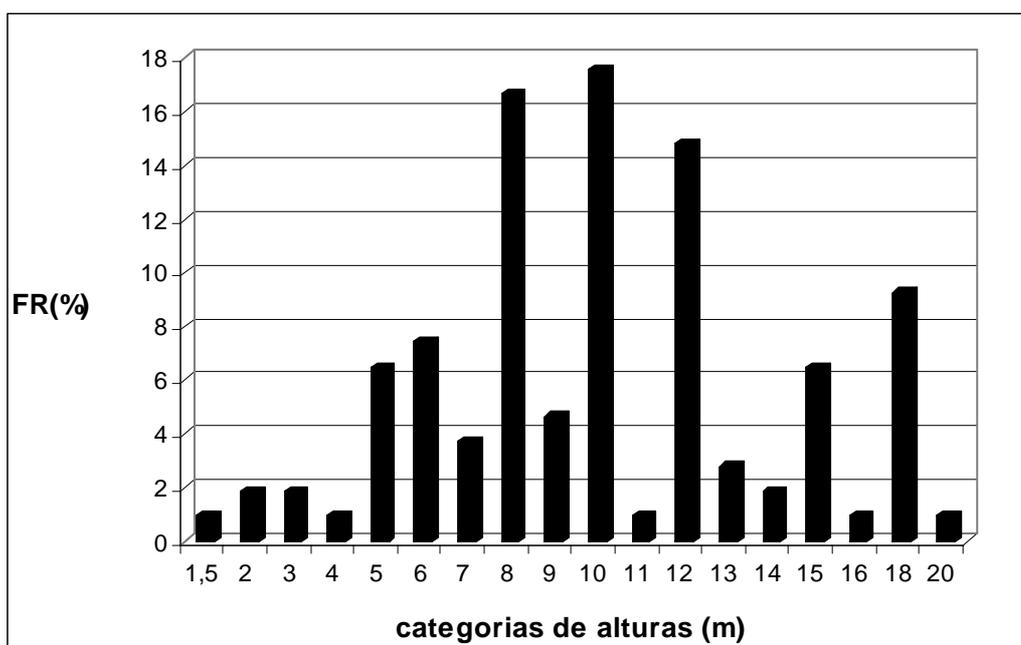


Figura 35: Frequência relativa dos indivíduos amostrados em cada categoria de altura na mancha fitofisionômica FIII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

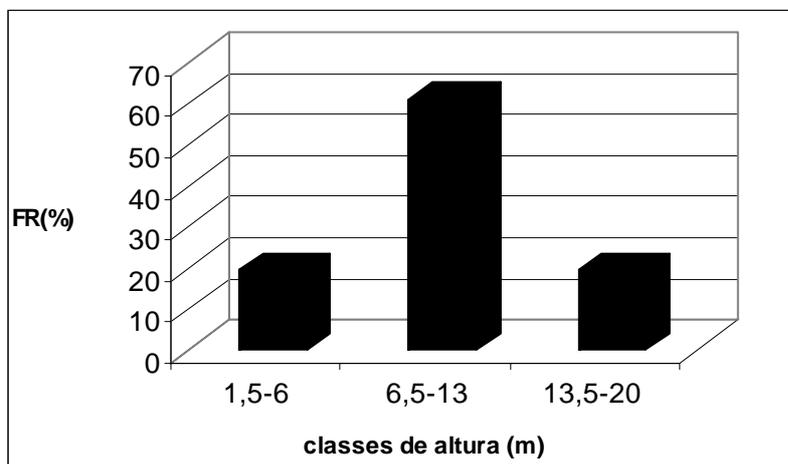


Figura 36: Frequência relativa dos indivíduos amostrados em cada intervalo classe de altura, na mancha fitofisionômica FIII, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.

Tabela 6: Parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies encontradas nas manchas fitofisionômicas de Floresta, mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. Em negrito as espécies com maiores valores de frequência relativa e densidade relativa.

FI	FR	DR
<i>Scutia buxifolia</i>	<b>20,93</b>	<b>38,89</b>
<i>Eugenia uniflora</i>	<b>20,93</b>	<b>24,44</b>
<i>Celtis tala</i>	6,98	6,67
<i>Citharexylum montevidense</i>	9,30	5,56
<i>Allophylus edulis</i>	9,30	4,44
<i>Celtis spinosa</i>	6,98	4,44
<i>Iodina rhombifolia</i>	2,33	3,33
<i>Ocotea puberula</i>	4,65	2,22
<i>Zanthoxylum rhoifolia</i>	4,65	2,22
<i>Xylosma cf. pseudosalzmanni</i>	2,33	2,22
<i>Acanthosyris spinescens</i>	2,33	1,11
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	2,33	1,11
<i>Myrrhinium artropurpureum</i>	2,33	1,11
<i>Sebastiania cf. brasiliensis</i>	2,33	1,11
<i>Aloysia gratissima</i>	2,33	1,11
<b>FII</b>		
<i>Eugenia uniflora</i>	<b>11,63</b>	<b>26,32</b>
<i>Allophylus edulis</i>	<b>11,63</b>	<b>19,55</b>
<i>Scutia buxifolia</i>	<b>9,30</b>	<b>11,28</b>
<i>Celtis sellowiana</i>	6,98	6,77
<i>Lithraea brasiliensis</i>	2,33	6,02
<i>Quillaia brasiliensis</i>	9,30	5,26
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	4,65	5,26
<i>Zanthoxylum rhoifolia</i>	6,98	3,76
<i>Myrsine coriacea</i>	6,98	3,01
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	2,33	2,26
<i>Schinus polygamus</i>	4,65	1,50
<i>Ocotea puberula</i>	2,33	1,50

<i>Gochnatia polymorpha</i>	2,33	1,50
<i>Feijoa sellowiana</i>	2,33	0,75
<i>Iodina rhombifolia</i>	2,33	0,75
<i>Eugenia uruguayensis</i>	2,33	0,75
<i>Myrrhinium arthropurpureum</i>	2,33	0,75
<i>Schinus molle</i>	2,33	0,75
<i>Gochnatia polymorpha</i>	2,33	0,75
<i>Pouteria salicifolia</i>	2,33	0,75
<i>Cupania vernalis</i>	2,33	0,75
<b>FIII</b>		
<i>Cupania vernalis</i>	<b>12,50</b>	<b>18,52</b>
<i>Eugenia schuechiana</i>	<b>7,81</b>	<b>12,04</b>
<i>Luehea divaricata</i>	<b>9,38</b>	<b>10,19</b>
<i>Matayba elaeagnoides</i>	<b>7,81</b>	<b>10,19</b>
<i>Scutia buxifolia</i>	<b>10,94</b>	<b>9,26</b>
<i>Sebastiania commersoniana</i>	<b>7,81</b>	<b>8,33</b>
<i>Ocotea puberula</i>	<b>7,81</b>	<b>7,41</b>
<i>Eugenia uniflora</i>	<b>9,38</b>	<b>7,41</b>
<i>Myrcianthes gigantea</i>	4,69	2,78
<i>Celtis spinosa</i>	3,13	1,85
<i>Lithraea brasiliensis</i>	3,13	1,85
<i>Vitex megapotamica</i>	3,13	1,85
<i>Parapiptadenia rigida</i>	1,56	1,85
<i>Allophylus edulis</i>	1,56	0,93
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	1,56	0,93
<i>Citharexylum montevidense</i>	1,56	0,93
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	1,56	0,93
<i>Quillaja brasiliensis</i>	1,56	0,93
<i>Guettarda uruguayensis</i>	1,56	0,93
<i>Celtis iguanaeus</i>	1,56	0,93

### 3.5. TIPOS FUNCIONAIS DE PLANTAS

#### 3.5.1 A fitofisionomia

O subconjunto ótimo de atributos, considerando todas as manchas de vegetação representativo da variação das características da vegetação em função das características físicas e químicas do solo, apresentou valor de congruência máxima de 0,472 (figura 37).

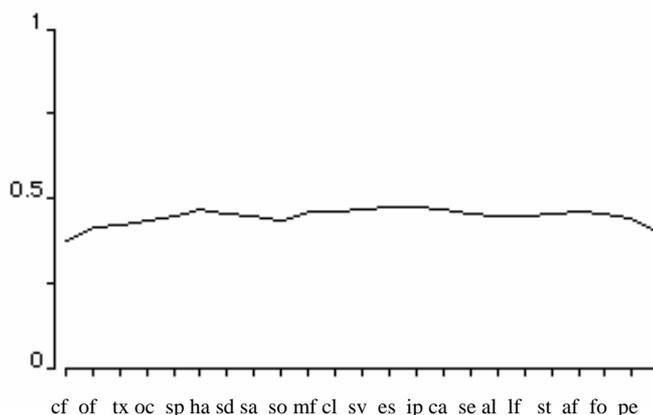


Figura 37: Congruência máxima entre a variação da vegetação e a variação das características químicas e físicas do solo, para mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. No eixo horizontal apresenta-se o conjunto de 22 atributos cumulativos da esquerda para direita. No eixo vertical os valores de congruência para cada atributo.

As características da vegetação que definem este subconjunto ótimo de atributos são: comprimento do órgão fotossintético (cf), órgão fotossintético (of), textura do órgão fotossintético (tx), odor (oc), espécie (sp), hábito (ha), superfície dorsal do órgão fotossintético (sd), fenologia/floração (sa) e secreção do órgão fotossintético (so).

Formaram-se 18 grupos funcionais pela definição politética, os quais foram utilizados para avaliar a ordenação e o agrupamento das unidades amostrais em função das características macromorfológicas e das características física e química dos solos (características de todos os TFPs e porcentagens de presença e performance encontram-se no apêndice 5).

Na análise de ordenação das unidades amostrais pelos grupos de tipos funcionais (figura 38, apêndice 5) observou-se a existência de um gradiente que separa as unidades fitofisionômicas quanto as suas características macromorfológicas. Os 2 eixos plotados no diagrama de dispersão contém 45,2% da variação analisada, sendo que o eixo 1 contém 28,1% (figura 38).

Através da comparação entre a análise de agrupamento (apêndice 5) e o diagrama de dispersão obteve-se a formação de quatro grupos nítidos.

O primeiro grupo, formado pelos CIII e CI, localiza-se no extremo esquerdo do diagrama de dispersão. Nesta posição observamos o TFPs 1 com o maior valor de correlação (-0,8) e o TFPs 3, ambos em relação ao eixo 1.

O TFPs 1 apresenta como espécie característica o *Eryngium horridum*. As características deste grupo são folhas simples de 10,4 a 20,5cm de comprimento, com textura herbácea e superfície dorsal glabra, sem odor, sem secreções na folha, de hábito herbáceo, com forma de crescimento rosulada, florescendo uma vez ao ano. Este TFPs ocorre na área com valor de 42,5% de presença.

O TFPs 3 também apresenta o *Eryngium horridum* como espécie característica. Além desta espécie é formado por: *Axonopus affinis*, *Saccharum angustifolius*, *Paspalum cf. dilatatum*, *Kyllinga vaginata* e *Andropogon cf. ternatus*. Este grupo apresenta as mesmas características do TFPs 1 diferindo na forma de crescimento que, neste caso, é cespitoso. Este TFPs apresenta 22,5% de presença na área de estudos.

Os CII, que formam o segundo grupo, estão localizados no lado esquerdo do diagrama de dispersão.

As SI, SII e a FI formam o terceiro grupo. Este apresenta valores de correlação negativos e positivos com o eixo 1; e positivos em relação ao eixo 2.

As SI apresentam valores de correlação negativos e positivos com o eixo 1, e encontram-se próximas do grupo TFPs 2, que apresenta maior valor de correlação com o eixo 2 (0,76).

As SII estão positivamente correlacionadas com os eixos de ordenação, localizando-se na parte mais superior do gráfico com valores de correlação positiva mais elevada do que os que ocorrem na FI. O TFPs mais próximo das savanas é o TFPs2 (SI) e o TFPs7 (SII). Já nas FI o TFPs mais próximo da sua posição é TFPs11.

O TFPs 2 apresenta como espécie característica o *Baccharis trimera*, sendo formado por mais duas espécies – *Discaria americana* e *Baccharis articulata*. Este TFPs ocorre na área com valor de 37,5% de presença, caracterizando-se por apresentar alas de 4,5 a 10,3cm de comprimento, com textura membranácea e superfície dorsal glabra, sem odor, sem secreções nas alas, de hábito herbáceo, com forma de crescimento solitária, florescendo uma vez ao ano.

O TFPs 7 apresenta como espécie característica o *Schizachyrium microstachyum*. Apresenta como características a presença de folhas simples de 10,4 a

20,5cm de comprimento; com textura herbácea e superfície dorsal glabra; sem odor; sem secreções nas folhas; de hábito herbáceo; com forma de crescimento cespitosa; florescendo uma vez ao ano. Este TFPs ocorre na área com valor de 22,5% de presença.

O TFPs 11 apresenta como espécie característica o *Schinus lentiscifolius*. Além desta espécie, é formado por mais 5 espécies – *Myrcianthes cisplatensis*, *Schinus polygamus*, *Schinus molle*, *Ruprechtia laxiflora*, *Blepharocalix salicifolius*. Apresenta como características folhas simples de 1,7 a 4,4cm de comprimento, com textura subcoriácea e superfície dorsal glabra, com odor, com secreções nas folhas, de hábito lenhoso, com forma de crescimento solitária, florescendo uma vez ao ano. Este TFPs ocorre na área com valor de 37,5% de presença.

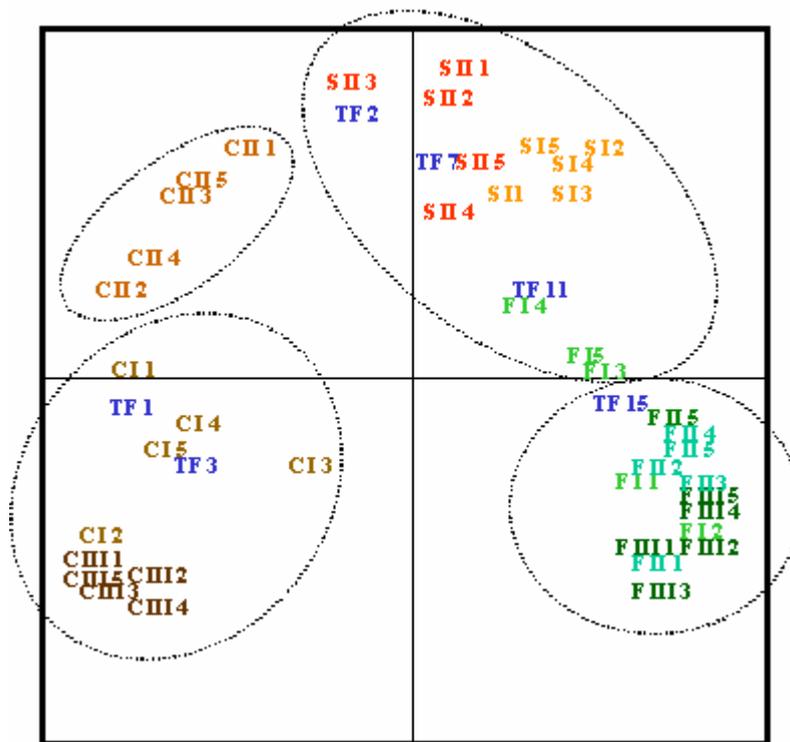


Figura 38: Diagrama de ordenação das unidades amostrais em relação aos TFPs da mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Foram utilizados os dois primeiros eixos de ordenação (45,2% da variação), tendo sido plotado TFPs que apresentam valores de correlação > 0,6. As unidades amostrais estão representadas por suas respectivas siglas e pelo número de amostragem. As elipses representam os grupos formados.

As outras florestas – FII e FIII – formam o quarto grupo, estando localizado no lado direito no extremo inferior do gráfico de dispersão. Próximo a este grupo,

observamos no gráfico de dispersão o TFPs de número 15, que apresenta o maior valor de correlação positiva em relação ao eixo 1 (0,79).

O TFPs 15 apresenta como espécie característica o *Scutia buxifolia*. Além desta espécie, é formado por mais 8 espécies – *Myrsine coriacea*, *Eugenia uniflora*, *Allophylus edulis*, *Heterothalamus alienus*, *Celtis tala*, *Eugenia schuechiana*, *Blepharocalix salicifolius*, *Eugenia uruguayensis*. Apresenta como características folhas simples de 1,7 a 4,4cm de comprimento, com textura membranácea e superfície dorsal glabra, com odor, sem secreções nas folhas, de hábito lenhoso, com forma de crescimento solitária, florescendo uma vez ao ano. Este TFPs ocorre na área com valor de 50,0% de presença.

A análise de ordenação pelas características físicas e químicas do solo (figura 39, apêndice 5) revelou a existência de 3 grupos de unidades amostrais, quando considerados os 2 primeiros eixos de ordenação. Estes contêm 55,0% da variação analisada, sendo o primeiro eixo apresenta 32,9% (figura 39). A análise de agrupamento confirmou os resultados obtidos na análise de ordenação (apêndice 5).

O primeiro grupo é formado pelos CI, pela SII, pela FII (ambos negativamente correlacionados com o eixo 1), pelo CII (correlacionado positivamente com o eixo 2).

O segundo grupo é formado pelos CIII e pelas FIII que estão positivamente correlacionados com o eixo 1 e negativamente com o eixo 2.

O terceiro grupo, formado pela FI e SII, está positivamente correlacionado com o eixo 1.

As características do solo correlacionadas positivamente ao eixo 1 são: a porcentagem de base - mais alto valor de correlação positiva (0,85), granulometria, o pH e a concentração de fósforo.

Ainda em relação ao primeiro eixo de ordenação, as características do solo que apresentam valores de correlação negativos são: concentração de alumínio na forma disponível (troçável) – mais alto valor de correlação (-0,72), forma de alumínio adicionado às concentrações de hidrogênio e valores de alumínio preparados para o cálculo da porcentagem de saturação da capacidade de troca catiônica.

As características do solo correlacionadas positivamente com o segundo eixo de ordenação são: a capacidade de troca catiônica – mais alto valor de correlação (0,85), a concentração de potássio e a quantidade de matéria orgânica. Negativamente correlacionado a este eixo encontra-se a profundidade dos solos (-0,84).

Cabe destacar que a concentração de cobre não apresentou nenhuma correlação com os dois primeiros eixos de ordenação.

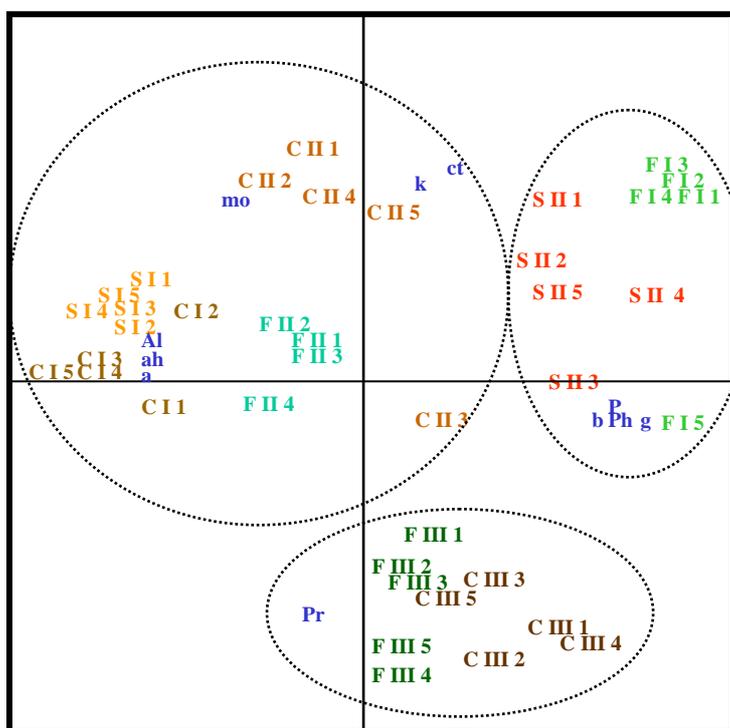


Figura 39: Diagrama de ordenação das unidades amostrais em relação às características físicas e químicas do solo, para a mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Foram utilizados os dois primeiros eixos de ordenação (55,0% da variação), tendo sido plotadas as características que apresentam valores de correlação  $> 0,7$  em azul. As unidades amostrais estão representadas por suas respectivas siglas e pelo número de amostragem. As elipses representam os grupos formados.

### 3.5.2. Manchas de campo

O subconjunto ótimo de atributos, representativo da variação das características da macromorfológicas das manchas de campo em função das características físicas e químicas do solo, apresentou valor de congruência máxima de 0,824 (figura 40).

As características da vegetação que definem este subconjunto ótimo de atributos são: altura (al), comprimento do órgão fotossintético(cf), tipo de órgão fotossintético(of), odor da planta (oc), largura do órgão fotossintético(lf), órgão fotossintético em secção transversal (st), hábito (ha) e espinhos (es).

Formaram-se 15 grupos funcionais pela definição politética, os quais foram utilizados para avaliar a ordenação e o agrupamento das unidades amostrais em função

das características macromorfológicas e das características física e química dos solos (características de todos os TFPs e porcentagens de presença e performance encontram-se no apêndice 5).

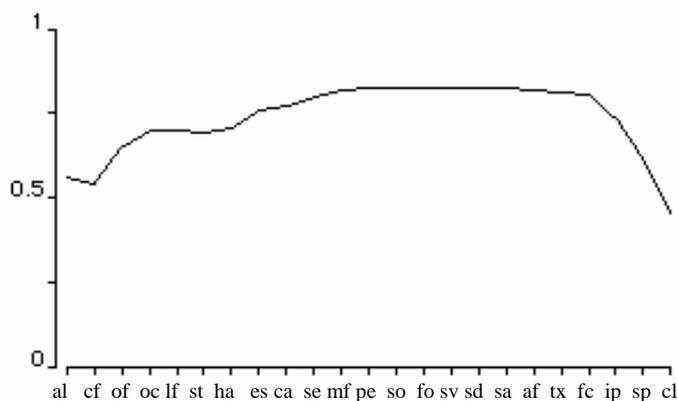


Figura 40: Congruência máxima entre a variação da vegetação de campo e a variação das características químicas e físicas do solo, para mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. No eixo horizontal apresenta-se o conjunto de 22 atributos cumulativos da esquerda para direita. No eixo vertical os valores de congruência para cada atributo.

Na análise de ordenação das unidades amostrais pelos grupos de tipos funcionais (figura 41, apêndice 5) observou-se a existência de três grupos distintos, sendo cada grupo formado por um tipo de campo. Os 2 eixos plotados no diagrama de dispersão contém 66,8% da variação analisada, sendo que o eixo 1 contém 40,3% (figura 41). O resultado obtido na análise de agrupamento foi o mesmo (apêndice 5).

O primeiro grupo, formado pelos CI, está localizado no extremo esquerdo do gráfico de dispersão. Nesta posição observamos o grupo do TFPs 1 com o mais alto valor de correlação negativa em relação ao eixo 1 ( $-0,71$ ).

O grupo de TFPs 1 é formado pelas espécies de *Eryngium horridum* e de *Smilax campestris*. As características deste grupo são folhas simples de 4,4 a 9,4cm de comprimento por 1,61 a 3,0cm de largura; com secção transversal plana; de 0,36 a 0,50m de altura; e hábito herbáceo; sem odor na planta e sem espinhos. Este TFPs ocorre entre as manchas de campo com valor de 46,6% de presença.

Os CII, que formam o segundo grupo, estão localizados no lado esquerdo do gráfico de dispersão. Próximos a eles, no diagrama de dispersão encontramos os grupos de TFPs 10 e 9 - valor de correlação com o eixo 2 de 0,82 e 0,75, respectivamente.

O TFPs 10, que apresenta o maior valor de correlação positiva com o segundo eixo de ordenação, é formado pelas espécies de *Baccharis trimera* e *Baccharis articulata*. As características que definem este grupo são alas de 0,3 a 1,3cm de comprimento por 0,01 a 0,40cm de largura, com secção transversal dobrada, de 0,36 a 0,50m de altura, de hábito herbáceo, sem odor na planta e sem espinhos. Este TFPs ocorre entre as manchas de campo com valor de 33,3% de presença.

O TFPs 9 é formado por 7 espécies - *Aristida jubata*, *Piptochaetium montevidense*, *Axonopus siccus*, *Carex bonariensis*, *Andropogon cf. ternatus*, *Aristida filifolia*. As características que definem este grupo são: folhas simples de 0,3 a 1,3cm de comprimento por 0,01 a 0,40cm de largura, com secção transversal plana, de 0,36 a 0,50m de altura, de hábito herbáceo, sem odor na planta e sem espinhos. Este TFPs ocorre entre as manchas de campo com valor de 26,6% de presença.

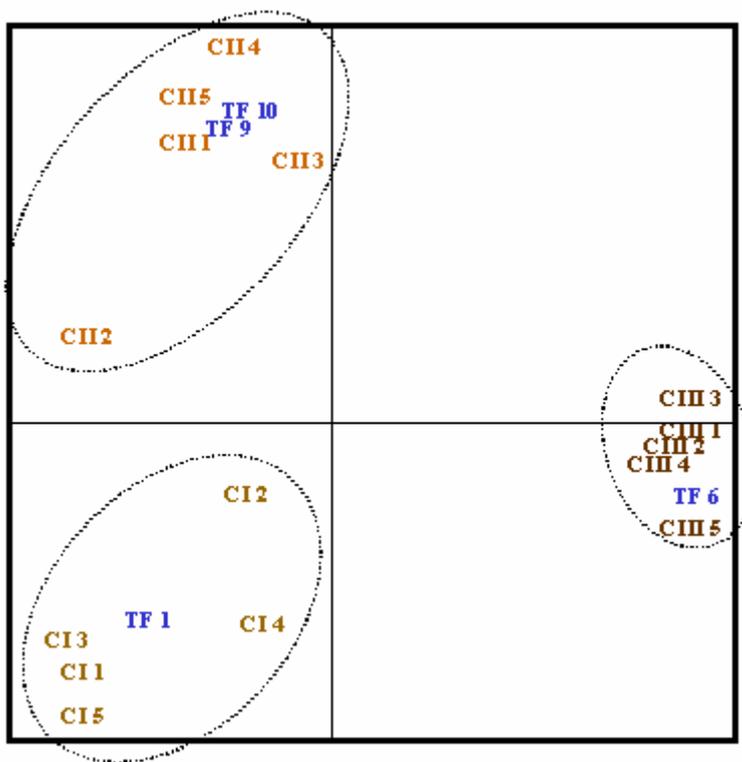


Figura 41: Diagrama de ordenação das unidades amostrais de campo em relação aos TFPs da mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Foram utilizados os dois primeiros eixos de ordenação (66,8% da variação), tendo sido plotado os TFPs que apresentam valores de correlação  $> 0,7$ . As unidades amostrais estão representadas por suas respectivas siglas e pelo número de amostragem. As elipses representam os grupos formados.

O terceiro grupo é formado pelos CIII que estão correlacionados positivamente com o eixo de ordenação 1. O grupo funcional, mais próximo da sua posição é o de número 6, que apresenta o maior valor de correlação positiva com o eixo 1 (0,94).

O TFPs 6 é formado por 5 espécies - *Eryngium horridum*, *Saccharum angustifolius*, *Schizachyrium microstachyum*, *Sporobolus indicus* e *Rhynchospora luzuliforme*. As características que definem este grupo são: folhas simples de 0,03 a 1,6cm de comprimento por 0,01 a 0,40cm de largura, com secção transversal plana, de 0,71 a 0,80m de altura, de hábito herbáceo, sem odor na planta e sem espinhos. Este TFPs ocorre entre as manchas de campo com valor de 40% de presença.

A análise de ordenação pelas características físicas e químicas do solo (figura 42, apêndice 5) revelou a existência de 3 grupos de unidades amostrais, quando foram considerados os 2 primeiros eixos de ordenação. Estes contêm 85,4% da variação analisada, sendo que o primeiro contêm 48,3% (figura 42). O mesmo resultado foi obtido na análise de agrupamento (apêndice 5).

Os grupos formados são compostos: pelos CI (negativamente correlacionado com os eixos de ordenação), pelos CII (negativamente correlacionados com o eixo 1 e positivamente correlacionados com o eixo 2) e pelos CIII (correlacionados positivamente com o primeiro eixo de ordenação).

As características do solo que se correlacionam positivamente com o primeiro eixo de ordenação são: granulometria – com o maior valor de correlação (0,96), a umidade, a relação entre a concentração de magnésio e potássio e a profundidade dos solos.

Em contraposição, as características que se correlacionam negativamente com o eixo 1 são: a quantidade de matéria orgânica – com o mais alto valor de correlação (-0,87) a concentração de Potássio, a relação entre a concentração de cálcio e magnésio e pelo alumínio adicionado à concentração de hidrogênio.

Em relação ao segundo eixo, as características do solo que apresentam valores de correlação positivos são: a porcentagem de bases – com o mais alto valor de correlação (0,95), a concentração de cálcio, a concentração de magnésio, a concentração de fósforo, a declividade do terreno e o pH.

As características que se correlacionam negativamente com o segundo eixo de ordenação são: o alumínio na forma de porcentagem de saturação da capacidade de troca catiônica (-0,81), a concentração de alumínio disponível e a concentração de cobre – que apresentou valor de correlação de -0,70.

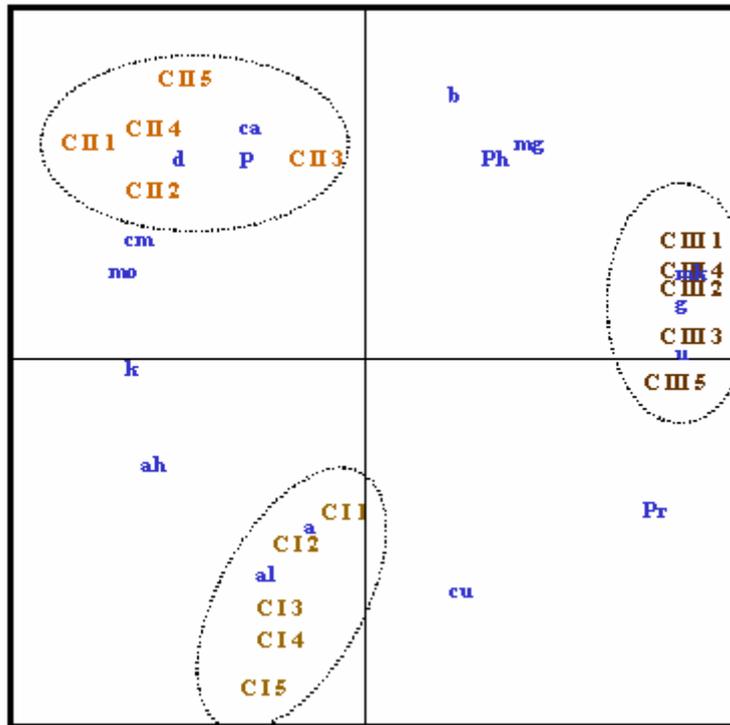


Figura 42: Diagrama de ordenação das unidades amostrais de campo em relação às características físicas e químicas do solo, para a mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Foram utilizados os dois primeiros eixos de ordenação (85,4% da variação), tendo sido plotado as características que apresentam valores de correlação  $> 0,7$ . As unidades amostrais estão representadas por suas respectivas siglas e pelo número de amostragem. As elipses representam os grupos formados.

### 3.5.3. Manchas de savana

O subconjunto ótimo de atributos, representativo da variação das características da vegetação em função das características físicas e químicas do solo, apresentou valor de congruência máxima de 0,862 (figura 43).

As características da vegetação que definem este subconjunto ótimo de atributos são: altura (al), textura (tx) e forma de crescimento (fc).

Formaram-se 14 grupos funcionais pela definição politética, os quais foram utilizados para análise de ordenação e de agrupamento do mesmo modo descrito para os campos (características de todos os TFPs e porcentagens de presença e performance encontram-se no apêndice 5).

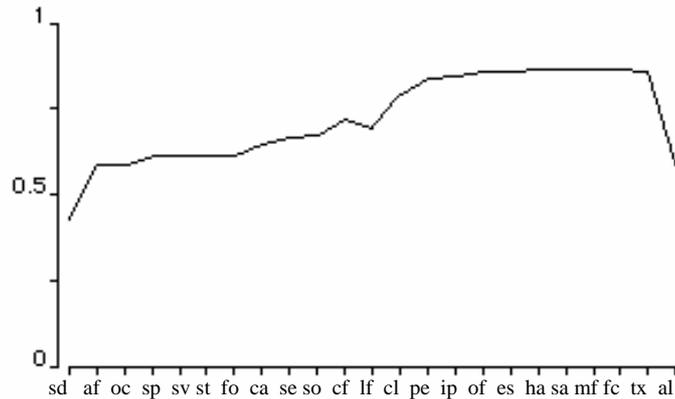


Figura 43: Congruência máxima entre a variação da vegetação de savana e a variação das características químicas e físicas do solo, para mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. No eixo horizontal apresenta-se o conjunto de 22 atributos cumulativos da direita para esquerda. No eixo vertical os valores de congruência para cada atributo.

Na análise de ordenação das unidades amostrais pelos grupos de TFPs (figura 44, apêndice 5) observou-se a existência de 2 grupos de unidades amostrais correspondentes aos dois tipos de savana amostrada. Os 2 eixos plotados no diagrama de dispersão contém 75,8% da variação analisada, sendo que o eixo 1 contém 60,8%. Os resultados obtidos na análise de agrupamento confirmam a existência destes dois grupos, sendo importante destacar que uma unidade amostral de SII (1) assemelha-se ao grupo formado por SI (apêndice 5).

O grupo formado pelos SI correlaciona-se positivamente com o eixo 1, enquanto que o grupo formado pela SII correlaciona-se negativamente com este eixo.

Os TFPs que ocorrem em posições, no diagrama de dispersão, próxima as SI são o número 2 – mais alto valor de correlação positiva em relação ao eixo 1 (0,92) – e o número 3.

O TFPs 2 é formado pelas espécies de *Schinus lentiscifolius*, de *Schinus polygamus*, de *Ocotea puberula* e de *Lithraea brasiliensis*. Este TFPs apresenta como características a forma de crescimento solitária, textura da folha subcoreácea e altura de 2,51 a 3,50m. Está presente em 70% das unidades amostrais de savana.

Já o TFPs 3, que é formado pelas espécies de *Baccharis trimera*, de *Heterothalamus alienus*, de *Senecio brasiliensis*, de *Baccharis articulata*, *Baccharis dracunculifolia*, e de *Discaria americana*, apresenta a mesma altura e a mesma forma de crescimento, diferindo somente quanto à textura das folhas, que neste caso é membranácea. Está presente em 80% das unidades amostrais de savana.

O TFPs 12, que é formado pelas espécies de *Heterothalamus alienus*, apresenta a forma de crescimento isolada, folhas membranáceas e altura de 2,51 a 3,5m. Está presente em 40% das unidades amostrais de savana.

Em relação ao grupo formado pelas SII, encontram-se próximos os grupos de TFPs de número 6 – que apresenta o valor de correlação negativa mais alto (-0,89), de número 9 e de número 1, ambos correlacionados com o eixo 1.

O TFPs 6 caracteriza-se por possuir forma de crescimento solitária, com folhas de textura subcoreáceas e altura de 1,36 a 1,75m. Este grupo é formado pelas espécies *Schinus lentiscifolius* e *Schinus polygamus*. Entre as manchas de savana apresenta 40% de presença.

O TFPs 9 é formado pela espécie *Eryngium horridum*. Este TFPs apresenta como características a forma de crescimento rosulada, textura da folha coreácea e altura de 0,25 a 0,55m. Está presente em 30% das unidades amostrais de savana.

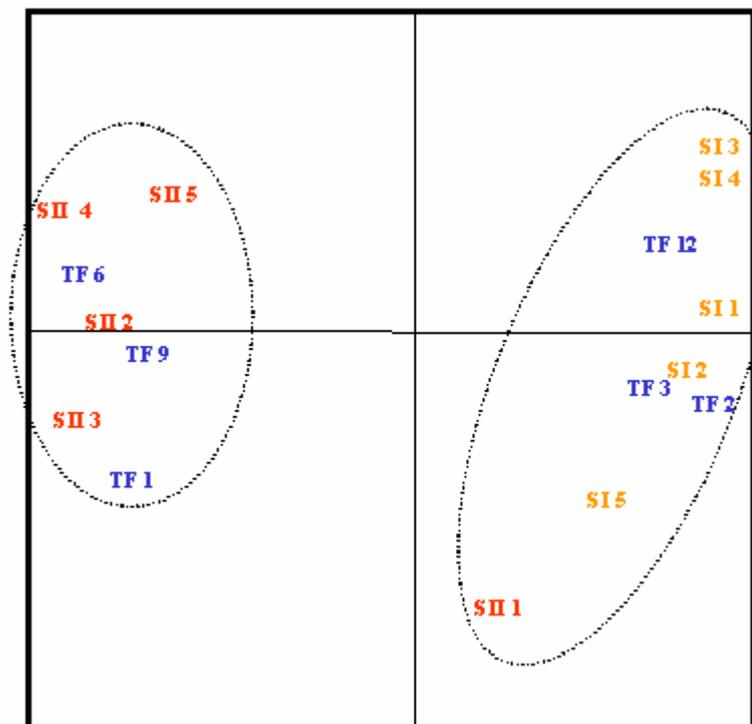


Figura 44: Diagrama de ordenação das unidades amostrais de savana em relação aos grupos de TFPs da mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Foram utilizados os dois primeiros eixos de ordenação (75,8% da variação), tendo sido plotado os TFPs que apresentam valores de correlação > 0,7. As unidades amostrais estão representadas por suas respectivas siglas e pelo número de amostragem. As elipses representam os grupos formados.

O TFPs 1 caracteriza-se por possuir forma de crescimento solitária, com folhas de textura herbácea e altura de 0,56 a 0,80m. Este grupo é formado pelas espécies *Baccharis trimera*, de *Senecio brasiliensis*, de *Baccharis articulata*, de *Baccharis dracunculifolia* e de *Baccharis coridifolia*. Entre as unidades amostrais de savana apresenta 70% de presença.

Não existem grupos de TFPs com valor de correlação maior do que 0,7 em relação ao segundo eixo de ordenação.

A análise de ordenação pelas características físicas e químicas do solo (figura 45, apêndice 5) revelou a existência de 2 grupos de unidades amostrais correspondentes aos dois tipos de savana amostrada. Os 2 eixos plotados no diagrama de dispersão contém 91,97% da variação analisada, sendo que o eixo 1 contém 85,2%. Os resultados obtidos na análise de agrupamento confirmam a existência destes dois grupos (apêndice 5).

O grupo formado pelos SI correlaciona-se positivamente com o eixo 1, enquanto que o grupo formado pela SII correlaciona-se negativamente com este eixo.

As características do solo correlacionadas positivamente com o primeiro eixo de ordenação são: alumínio na forma adicionada ao hidrogênio (com o mais alto valor de correlação - 0,98), a declividade do terreno, a profundidade dos solos, o alumínio na forma de porcentagem de saturação da capacidade de troca catiônica, a concentração de alumínio disponível.

Ainda em relação ao eixo um temos a granulometria com o mais alto valor de correlação negativo com o eixo 1 (-0,97), a porcentagem de bases, o índice SMP, a relação entre o cálcio e o magnésio, a concentração de cálcio e a relação entre a concentração de cálcio e potássio.

Em relação ao segundo eixo de ordenação, ocorre somente correlações positivas, onde se destaca a capacidade de troca catiônica com o maior valor - 0,89 - e a concentração de magnésio.

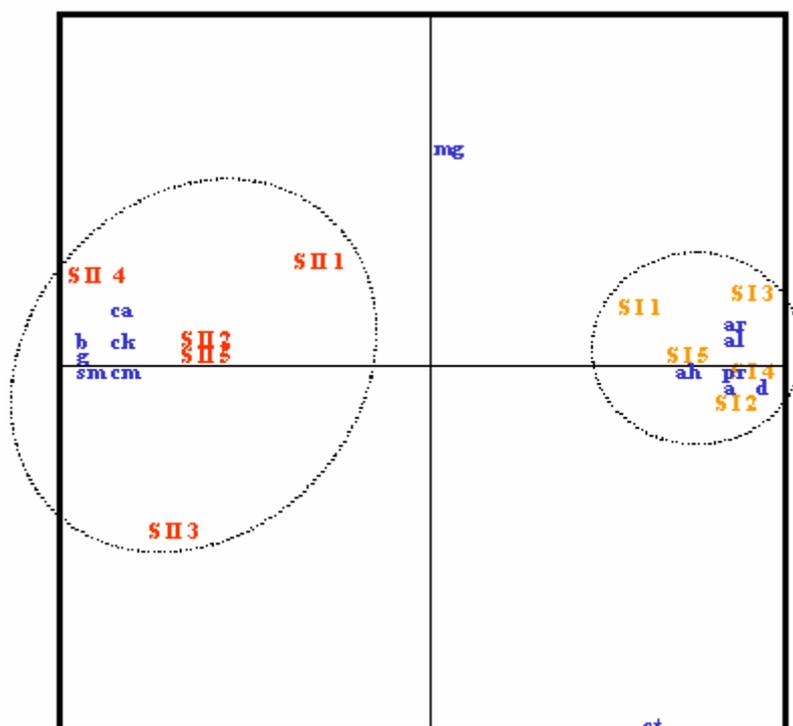


Figura 45: Diagrama de ordenação das unidades amostrais de savana em relação às características físicas e químicas do solo, para a mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Foram utilizados os dois primeiros eixos de ordenação (91,97% da variação), tendo sido plotadas as características que apresentam valores de correlação > 0,7. As unidades amostrais estão representadas por suas respectivas siglas e pelo número de amostragem. As elipses representam os grupos formados.

#### 3.5.4. Manchas de Floresta

O subconjunto ótimo de atributos, representativo da variação das características da vegetação em função das características físicas e químicas do solo, apresentou valor de congruência máxima de 0,782 (figura 46).

As características da vegetação que definem este subconjunto ótimo de atributos são: superfície ventral do órgão fotossintético (sv), espécie (sp), forma de crescimento(fc) e fenologia/floração(sa).

Formaram-se 11 tipos funcionais pela definição politética, os quais foram utilizados para análise de ordenação e de agrupamento do mesmo modo descrito para os campos (características de todos os TFPs e porcentagens de presença e performance encontram-se no apêndice 5).

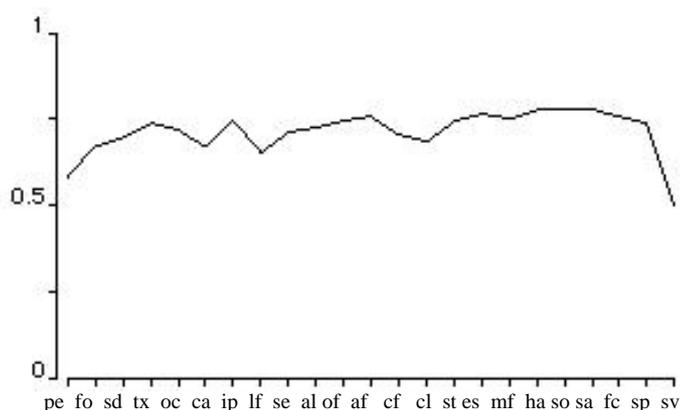


Figura 46: Congruência máxima entre a variação da vegetação de savana e a variação das características químicas e físicas do solo, para mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. No eixo horizontal apresenta-se o conjunto de 22 atributos cumulativos da direita para esquerda. No eixo vertical os valores de congruência para cada atributo.

Na análise de ordenação das unidades amostrais pelos grupos de tipos funcionais (figura 47, apêndice 5) observou-se a existência de 3 grupos de unidades amostrais correspondentes aos 3 tipos de floresta amostrada. Os 2 eixos plotados no diagrama de dispersão contém 68,3% da variação analisada, sendo que o eixo 1 contém 26,2%. Os resultados obtidos na análise de agrupamento confirmam a existência destes 3 grupos. Contudo, mostra a existência do quarto grupo, formado pelas unidades amostrais FI3 e FI4, assemelhando-se mais as unidades de FIII (apêndice 5). Este quarto grupo não se mostrou nítido na análise de ordenação.

O grupo formado pelas FI correlaciona-se positivamente com ambos os eixos. O grupo formado pelas FIII correlaciona-se negativamente com o eixo 2, enquanto que o grupo formado pelas FII correlaciona negativamente com o eixo 1.

O TFPs 1, que se localiza mais próximo do grupo das FI, no diagrama de dispersão, apresenta como espécie característica a *Celtis tala*. Além desta, é formado por mais 6 espécies: *Ocotea puberula*, *Iodina rhombifolia*, *Scutia buxifolia*, *Allophylus edulis*, *Matayba elaeagnoides* e *Xylosma cf pseudosalzmanni*. Este TFPs apresenta como características a forma de crescimento solitária, superfície ventral do órgão fotossintético glabra, florescendo uma vez por ano. Está presente em 93,3% das unidades amostrais de floresta.

O TFPs 7, 9 e 11 se localizam, no diagrama de dispersão, próximos do grupo das FIII.

O TFPs 7 apresenta como espécie característica a *Xylosma* cf *pseudosalzmanni*. Além desta, é formado por mais 4 espécies – *Cupania vernalis*, *Luehea divaricata*, *Feijoa sellowiana* e *Vitex megapotamica*. Este TFPs apresenta como características a forma de crescimento solitária, superfície ventral do órgão fotossintético pubescente, florescendo uma vez por ano. Está presente em 46,6% das unidades amostrais de floresta.

O TFPs 9 apresenta as mesmas características diagnósticas do TFPs 1, diferindo somente em sua composição de espécies – *Sebastiania* cf. *brasiliensis* (espécie característica), *Lithraea brasiliensis*, *Myrcianthes gigantea*, *Celtis spinosa*, *Eugenia schuechiana*, *Gochnatia polymorpha* e *Schinus molle*. Este TFPs está presente em 46,6% das unidades amostrais de floresta.

O TFPs 11 apresenta como espécie característica a *Lithraea brasiliensis*. Além desta, apresenta a espécie *Sebastiania commersoniana*. Este TFPs apresenta como características a forma de crescimento solitária, superfície ventral do órgão fotossintético pubescente, florescendo todo ano. Está presente em 20,0% das unidades amostrais de floresta.

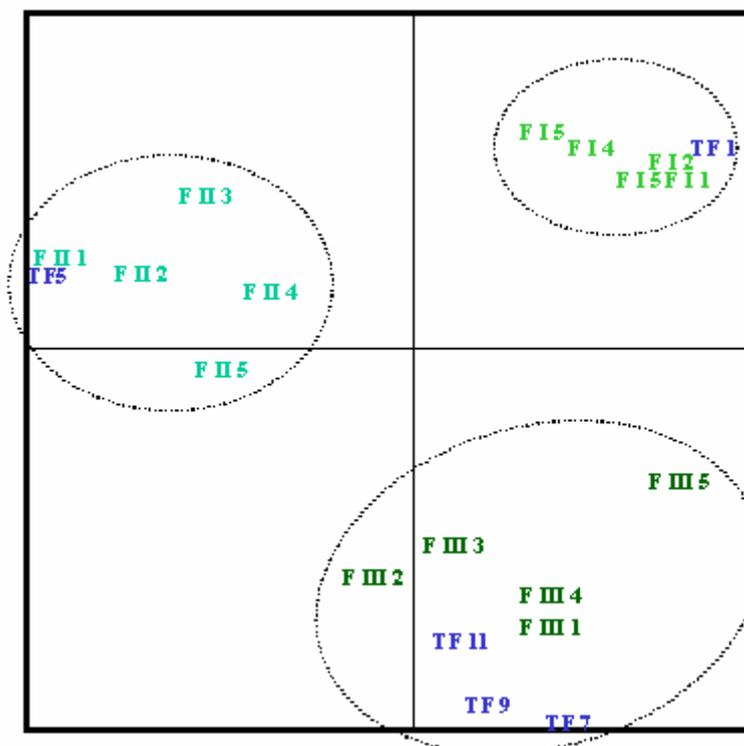


Figura 47: Diagrama de ordenação das unidades amostrais de floresta em relação aos grupos de TFPs da mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Foram utilizados os dois primeiros eixos de ordenação (68,3% da variação), tendo sido plotado os TFPs que apresentam valores de correlação > 0,7. As unidades amostrais estão representadas por

suas respectivas siglas e pelo número de amostragem. As elipses representam os grupos formados.

A análise de ordenação pelas características físicas e químicas do solo (figura 48, apêndice 5) revelou a existência de 3 grupos de unidades amostrais correspondentes aos 3 tipos de floresta amostradas. Os 2 eixos plotados no diagrama de dispersão contém 88,6% da variação analisada – eixo 1 contém 55,8%. Os resultados obtidos na análise de agrupamento confirmam a existência destes dois grupos (apêndice 6).

O grupo formado pelos FII correlaciona-se positivamente com o eixo 1, enquanto que o grupo formado pelas FI correlaciona-se negativamente com este eixo. Já o grupo das FIII correlaciona-se positivamente com o eixo 1 e negativamente com o eixo 2.

As características do solo correlacionadas positivamente com o primeiro eixo de ordenação são: a declividade do terreno (com o mais alto valor de correlação - 0,93), a relação entre a concentração de magnésio e a concentração de potássio.

Ainda em relação ao eixo 1, as características do solo que se correlacionam negativamente são: a granulometria (com o mais alto valor de correlação negativo – 0,99), a concentração de cálcio, a concentração de fósforo, a relação entre a concentração de cálcio e a concentração de magnésio, a porcentagem de bases, a capacidade de troca catiônica, a profundidade do solo, e a concentração de potássio.

Em relação ao segundo eixo de ordenação, as características do solo que apresentam correlações positivas são: o alumínio na forma adicionada ao hidrogênio (com o mais alto valor de correlação – 0,90), a concentração de magnésio, a concentração de alumínio disponível, o alumínio na forma de porcentagem de saturação da capacidade de troca catiônica e a quantidade de matéria orgânica.

Ainda em relação ao segundo eixo de ordenação, as correlações negativas são apresentadas pelas seguintes características: o índice SMP (com o mais alto valor de correlação - -0,88) e o pH.

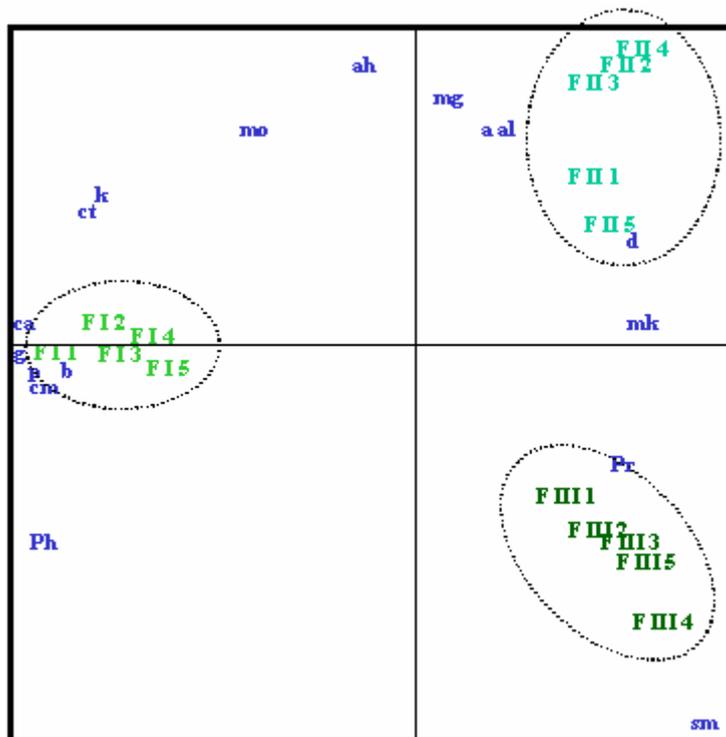


Figura 48: Diagrama de ordenação das unidades amostrais em relação às características físicas e químicas do solo, para a mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Foram utilizados os dois primeiros eixos de ordenação (91,97% da variação), tendo sido plotadas as características que apresentam valores de correlação > 0,7. As unidades amostrais estão representadas por suas respectivas siglas e pelo número de amostragem. As elipses representam os grupos formados.

### 3.6. SÍNTESE TEMÁTICA

#### 3.6.1 A fitofisionomia

Na análise da fotografia aérea encontramos 13 categorias de uso e ocupação do solo, das quais 8 categorias são os ecótopos avaliados - vegetação herbácea baixa (CI), vegetação herbácea baixa-densa (CII), vegetação herbácea alta (CIII), vegetação savanóide baixa (SII), vegetação de savanóide alta (SI), vegetação arbustiva arbórea (FII), vegetação arbórea baixa (FI) e vegetação arbórea alta (FIII) – figura 49.

Os ecótopos mais frequentes e de maior área são o de vegetação savanóide baixa e de vegetação savonóide alta (tabela 7). Cabe destacar que, para a área de 200m ao redor dos filões, determinada pelas técnicas de geoprocessamento, os dois ecótopos acima descrito apresentaram as maiores áreas e as mais altas frequências de ocorrência (tabela 8).

Tabela 7: Área e frequência de ocorrência de cada ecótopo e demais categorias de classificação na mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. Em destaque, as manchas com maior área e as mais frequentes.

Ecótopo e demais categorias de classificação	Área (m <sup>2</sup> )	Frequência(%)
Vegetação herbácea baixa	651600000000	1,76
Vegetação herbácea baixa-densa	729900000000	1,97
Vegetação herbácea alta	693000000000	0,19
Vegetação savanóide baixa	<b>1947600000000</b>	<b>5,26</b>
Vegetação savanóide alta	<b>1845000000000</b>	<b>4,98</b>
Vegetação arbustiva arbórea	252000000000	0,07
Vegetação arbórea baixa	171000000000	0,05
Vegetação arbórea alta	369900000000	1,00
Área de sombra	105300000000	0,28
Corpos d'água	108000000000	0,03
Solo descoberto	504000000000	0,14
Áreas construídas e pavimentadas	477000000000	0,13
Áreas de beneficiamento de minérios	972000000000	0,26

Tabela 8: Área e frequência de ocorrência de cada ecótopos e demais categorias de classificação encontrados na área de 200m ao redor dos filões de cobre, para a mina Volta Grande Lavras do Sul, RS. Em destaque, as manchas as mais frequentes.

Ecótopo e demais categorias de classificação	Área (m <sup>2</sup> )	Frequência
Vegetação herbácea baixa	94970000000	8,2
Vegetação herbácea baixa-densa	170870000000	14,8
Vegetação savanóide baixa	581440000000	50,4
Vegetação savanóide alta	219890000000	19,0
Vegetação arbórea alta	31750000000	2,8
Área de sombra	42100000000	3,6
Corpos d'água	3300000000	0,3

Na análise do mapa de declividade observa-se que a área de estudos apresenta como declividades mais frequentes as inclusas entre os ângulos de 10 e 20<sup>o</sup> (figura 50).

Na análise do mapa de exposição verifica-se a exposição solar de maior frequência é a sudeste, sul e sudoeste (figura 51).

### 3.6.2. Manchas de campo

Nos dois ecótopos de vegetação herbácea as declividades predominantes ocorrem entre 10 e 20<sup>0</sup>(figura 50).

A exposição solar mais freqüente no ecótopo de vegetação herbácea baixa (CI) é a sul. Já nos ecótopo de vegetação herbácea baixa densa (CII) e no ecótopo de vegetação herbácea alta (CIII) a exposição mais freqüente é a sudeste (figura 51).

### 3.6.3. Manchas de savana

Nos ecótopo de vegetação savanóide alta (SI) e de vegetação savanóide baixa (SII) verifica-se que as declividades mais freqüentes ocorrem no intervalo de a 10 a 20<sup>0</sup>(figura 50).

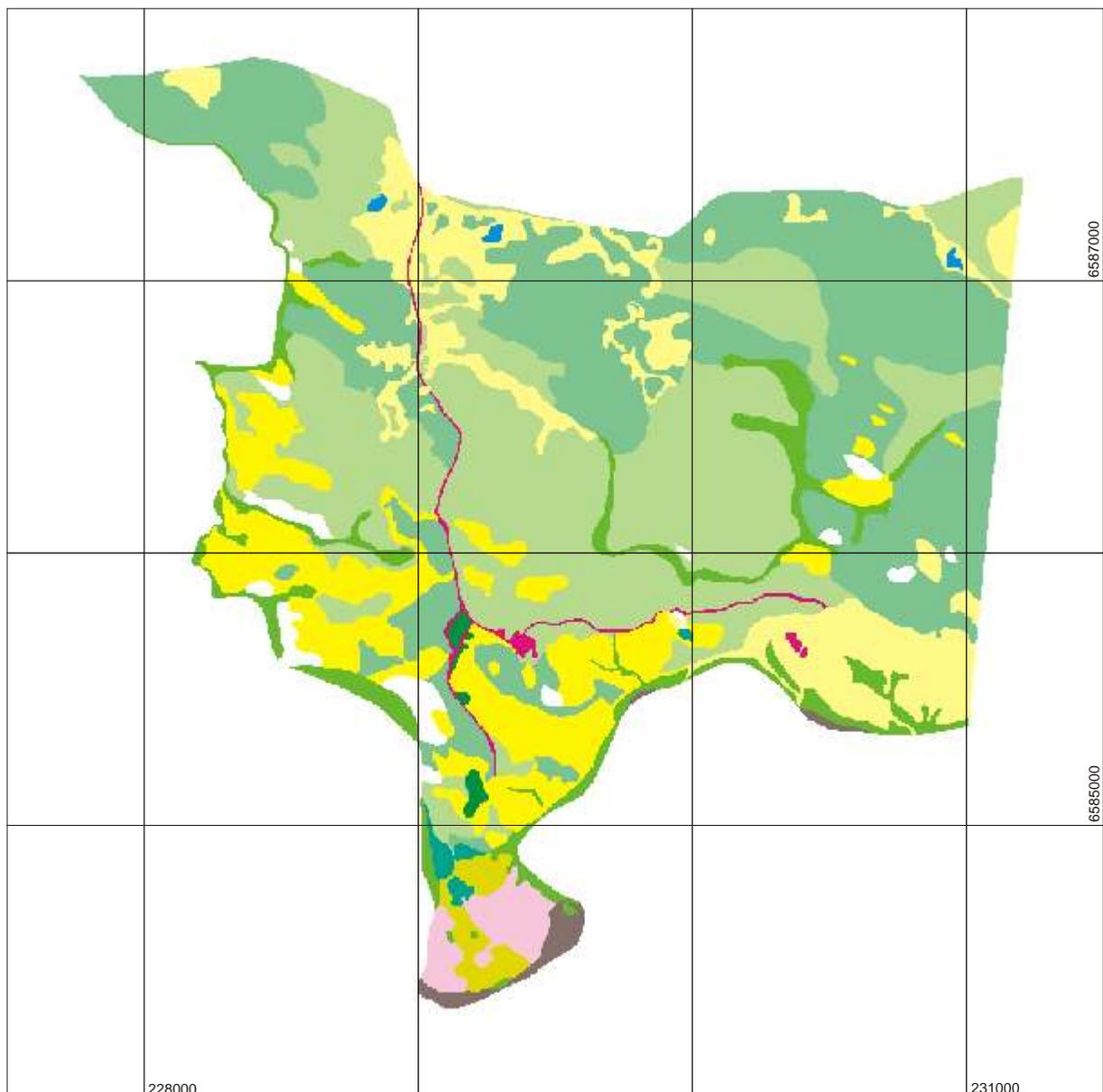
A exposição solar mais freqüente nos 2 ecótopos de vegetação savanóide (SI e SII) é a sul (figura 51).

### 3.6.4. Manchas de Floresta

Nos ecótopos de vegetação arbustiva arbórea (FII), de vegetação arbórea baixa (FI) e vegetação arbórea alta (FIII) as declividades predominantes ocorrem entre 10 e 20<sup>0</sup>(figura 50).

A exposição solar mais freqüente no ecótopo de vegetação arbustiva arbórea (FII) é a oeste. O ecótopo de vegetação arbórea baixa (FI) apresenta como vertente de maior freqüência a de exposição nordeste. No ecótopo de vegetação arbórea alta (FIII) a exposição mais freqüente é a sudeste (figura 51).

# Fisionomia



- Herbácea baixa
- Herbácea baixa-densa
- Herbácea alta
- Savana baixa
- Savana alta
- Arbustiva arbórea
- Arbórea baixa
- Arbórea alta

- Sombra/não mapeado
- Água
- Solo exposto
- Área construída
- Área de beneficiamento

0 0,5 1 km

Escala 1:25.000

Projeção UTM Fuso 22 Datum horizontal WGS84  
Origem da quilometragem UTM: Equador e meridiano 51°W,  
acrescidas as constantes 10.000 km e 500 km respectivamente.

Base cartográfica: Fotogramas preto e branco, R-023 FX-073,  
5125 r 5124, 1:60000.

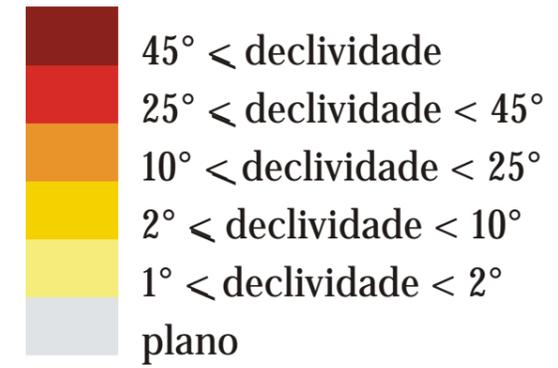


Figura 49: Mapa de Uso e Ocupação dos Solos na mina Volta Grande Lavras do Sul/RS, baseado nos ecótipos encontrados.

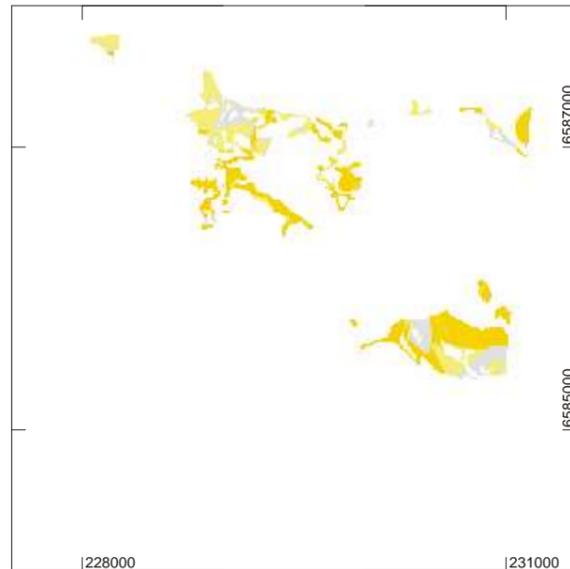
# Declividade

Projeção UTM Fuso 22 Datum horizontal WGS84  
Origem da quilometragem UTM: Equador e meridiano 51°W,  
acrescidas as constantes 10.000 km e 500 km respectivamente.

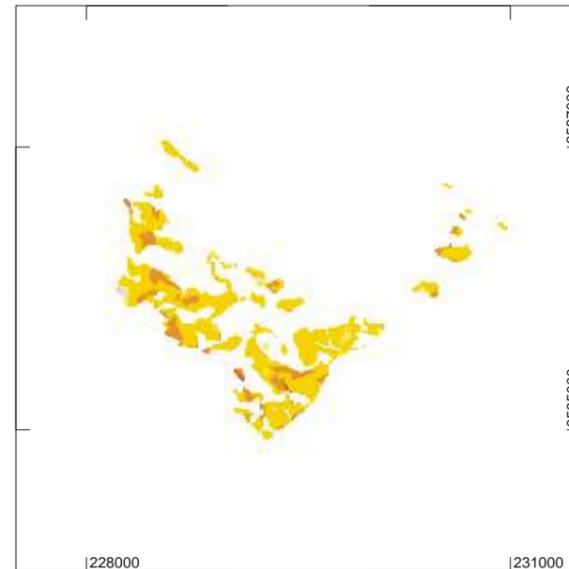
Base cartográfica: Carta do Exército SH-22-Y-A-IV-3MI  
2995/3 (Lavras do Sul).



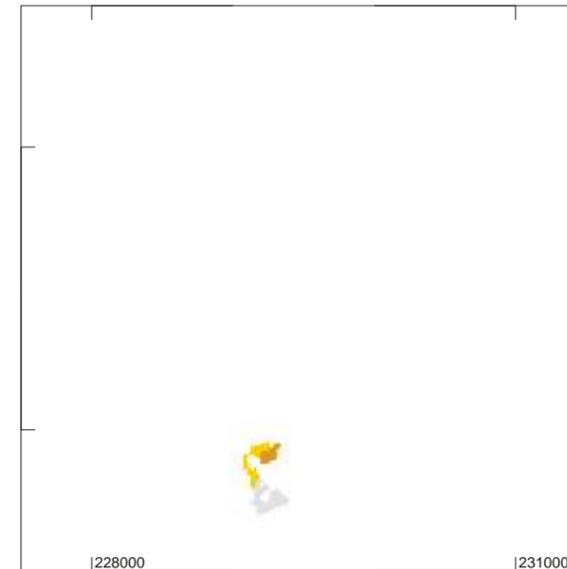
nas áreas de vegetação  
herbácia baixa



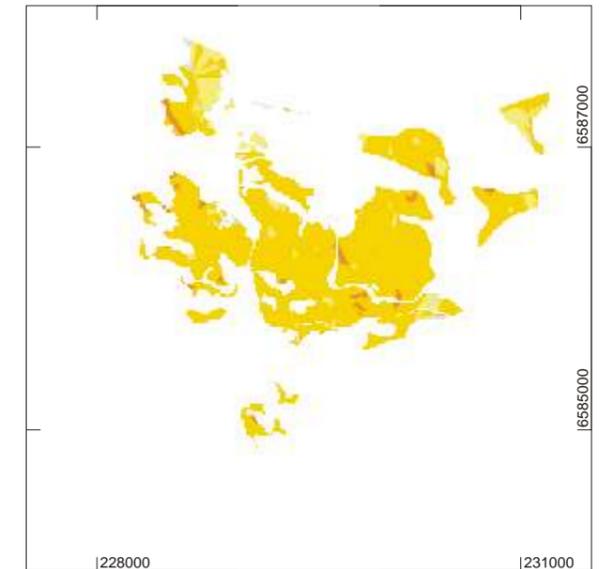
nas áreas de vegetação  
herbácia baixa-densa



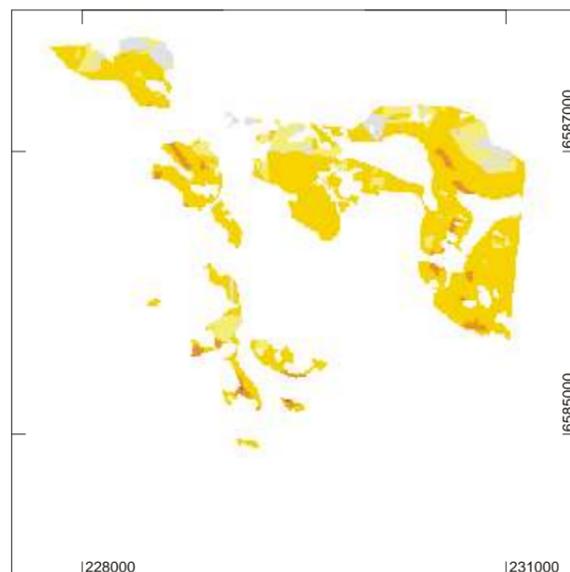
nas áreas de vegetação  
herbácia alta



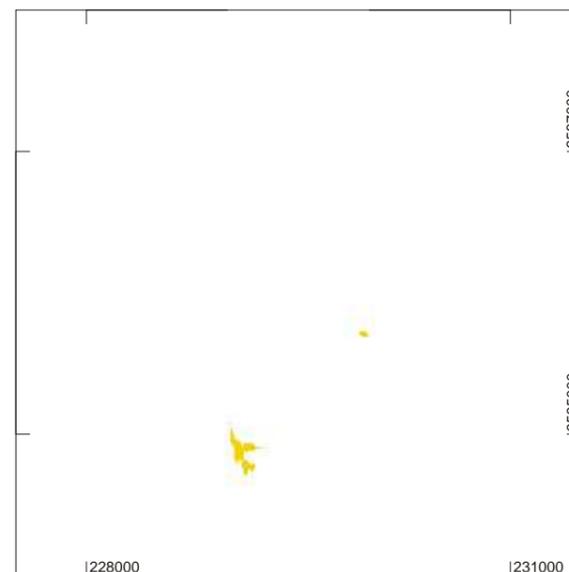
nas áreas de vegetação  
savanóide baixa



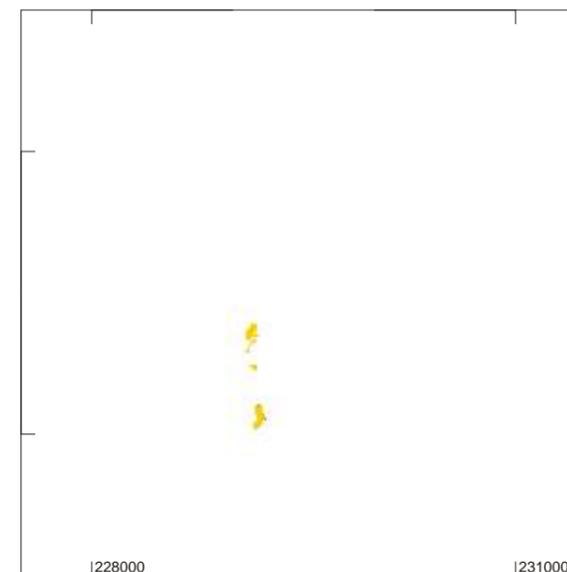
nas áreas de vegetação  
savanóide alta



nas áreas de vegetação  
arbustiva arbórea



nas áreas de vegetação  
arbórea baixa



nas áreas de vegetação  
arbórea alta

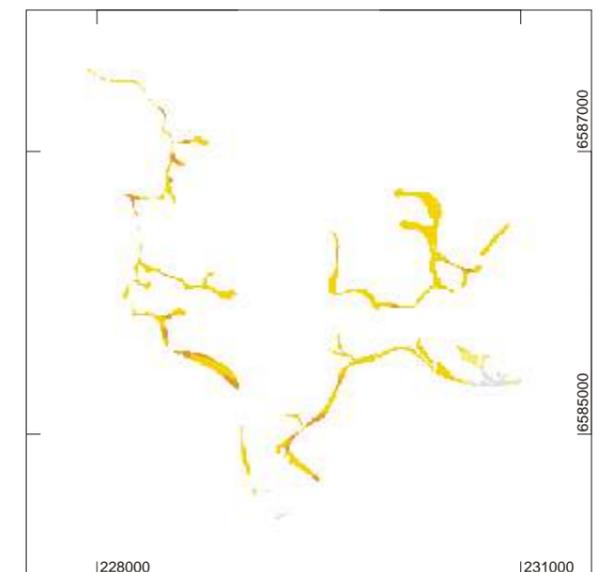
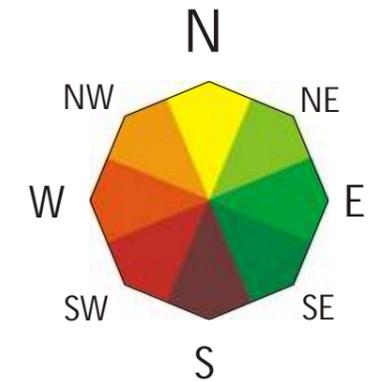


Figura 50: Mapas de declividade para a Mina Volta Grande. Os mapas pequenos representam as classes de declividade em cada ecótipo.

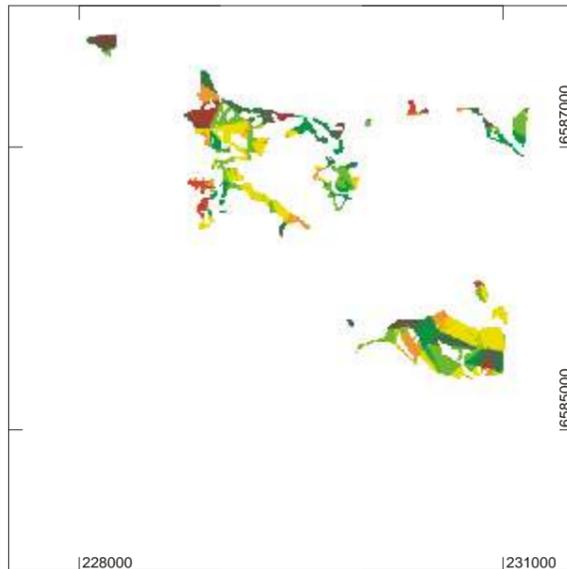
# Exposição de encostas

Projeção UTM Fuso 22 Datum horizontal WGS84  
Origem da quilometragem UTM: Equador e meridiano 51°W,  
acrescidas as constantes 10.000 km e 500 km respectivamente.

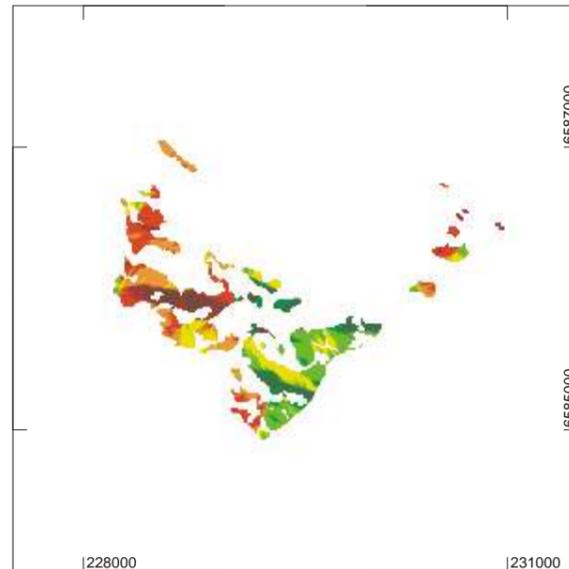
Base cartográfica: Fotogramas preto e branco, R-023 FX-073,  
5125 r 5124, 1:60000.



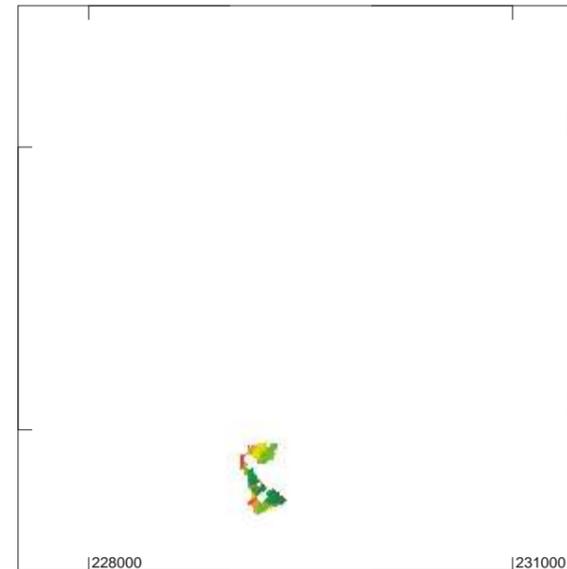
nas áreas de vegetação  
herbácia baixa



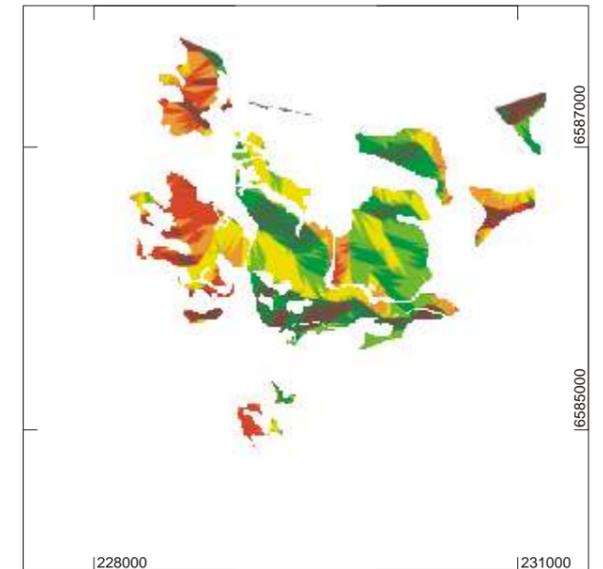
nas áreas de vegetação  
herbácia baixa-densa



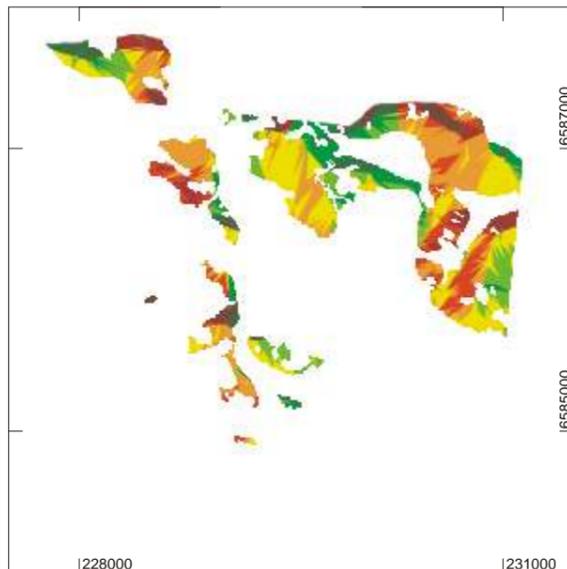
nas áreas de vegetação  
herbácia alta



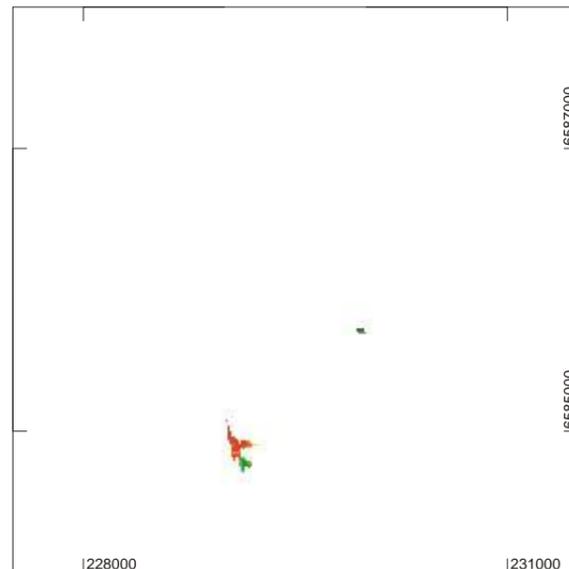
nas áreas de vegetação  
savanóide baixa



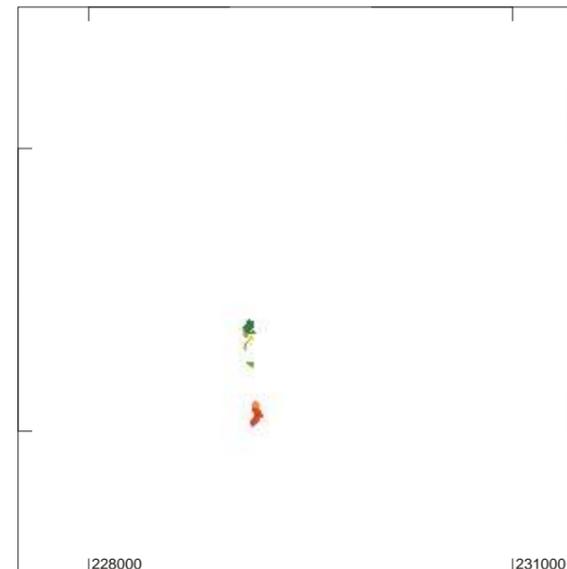
nas áreas de vegetação  
savanóide alta



nas áreas de vegetação  
arbustiva arbórea



nas áreas de vegetação  
arbórea baixa



nas áreas de vegetação  
arbórea alta

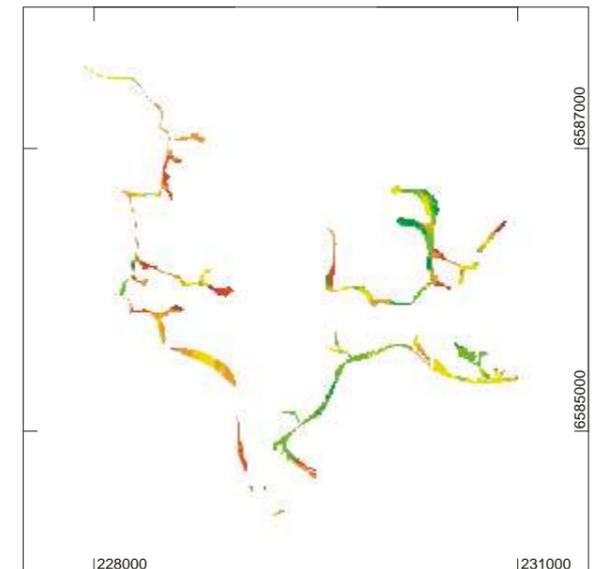


Figura 51: Mapas de exposição de vertentes para a Mina Volta Grande. Os mapas pequenos representam as classes de exposição de vertentes em cada ecótipo.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Sob ponto de vista de unidades da paisagem – Mesoescala

Os fatores topográficos e edáficos são de grande importância na distribuição e configuração das comunidades vegetais.

As características dos solos atuam sobre a vegetação influenciando no estabelecimento das formações vegetais, tanto na sua estrutura horizontal quanto na estrutura vertical, que em última análise, é o resultado do estabelecimento ou não das espécies vegetais, bem como da capacidade das mesmas em se desenvolver no meio sob pressões de competição pelos recursos disponíveis.

Cabe ressaltar que, além do clima, do relevo e do tempo, a vegetação também age sobre o material de origem do solo, atuando nos processos pedogenéticos. A íntima associação entre estes dois componentes da paisagem torna difícil a observação da influência de um sobre o outro. Neste sentido, no presente trabalho, optou-se, em um primeiro momento, por uma abordagem ao nível fisionômico de mesoescala (escala da visão mamífera, do homem).

Os ecótipos (manchas fitofisionômicas) amostrados apresentam distinções quanto ao seu relevo e as suas posições topográficas, resultados estes, que parecem concordar com os de Mecena (1980). Esta autora, estudando uma área de savana em Brasília, encontrou uma pequena correlação entre a profundidade dos solos e o padrão florístico, observando ainda, que os fatores físicos e geomorfológicos preponderavam sobre os químicos, na distribuição e nos agrupamentos florísticos e aspectos da vegetação.

Um aspecto bastante característico da área de domínio da vegetação de Cerrado, segundo Ab'Saber (1971), que inclui as principais formações savanóides do Brasil, é a geomorfologia, pois todas as variações vegetacionais deste tipo de complexo encontram-se dentro da unidade morfoclimática e climatobotânica dos chapadões do Brasil Central, nos interflúvios deste descendo até a base das vertentes, onde cedem lugar às florestas de galeria.

Os ecótopos de vegetação herbácea (manchas de campo), na área de estudos, estão distribuídos desde os topos até as planícies, o que resulta, segundo Resende *et. al.*(1999) em modificações nos tipos de solos encontrados, em termos de processos pedológicos.

No presente trabalho, Os ecótopos de vegetação herbácea (campos) localizados no topo da colina apresentam solos que variam de litossolos muito rasos (ecótopo de vegetação herbácea baixa – CI, figura 12) até cambissolos pouco profundos com processos de gleinização (CIII, figura 14). Esta variação pedológica resulta da posição no relevo. Os solos litólicos encontrados sob os ecótopos de vegetação herbácea baixa (CI, figura 12), no topo da colina, podem ser observados sob áreas onde a rocha matriz apresenta forma plana ou com um suave declive, o que acarreta em um acúmulo de material decorrente do intemperismo em uma camada muito fina, a qual está submetida aos fatores erosivos. Já os cambissolos hidromórficos sob os ecótopos de vegetação herbácea baixa (CI, figura 12), localizados no topo, ocorrem em áreas onde a rocha matriz forma uma bacia côncava, que impede a perda de material por erosão. Neste ecótopo, as características da rocha favorecem o acúmulo de água e a migração de partículas de argila, havendo a formação, algumas vezes de um espelho d'água subterrâneo.

Camargo (1971) fala da importância do aspecto topoclimático, no qual o relevo – no caso de formações côncavas e depressões de terreno – podem afetar tanto o balanço hídrico quanto à disponibilidade de água, este condicionando, muitas vezes, as diferentes formas de vegetação savanóide ocorrentes no Cerrado – campo sujo, cerrado, cerrado *sensu stricto*, cerradão.

Os solos sob os ecótopos de vegetação herbácea baixa-densa, localizados na encosta (CII, figura 13) são, de um modo geral, litólicos, devido a declividades acentuadas e a estrutura da rocha matriz convexa, que possibilitam a atuação dos fatores ambientais erosivos. A profundidade dos solos de encosta sob vegetação herbácea baixa densa, que periodicamente é queimada, varia de acordo com sua posição topográfica, ou seja, solos mais rasos são encontrados mais próximos a região de encosta alta, e solos com um perfil mais desenvolvido são observados na encosta média e na baixa.

Girardi-Deiro (1999) em seu trabalho sob vegetação na Serra do Sudeste observou que em áreas onde as plantas foram cortadas, a vegetação herbácea foi influenciada por fatores associados à inclinação do terreno e a profundidade do solo. Já nas áreas onde

houve o emprego do fogo como técnica de manejo a influência foi da declividade e da concentração de cobre.

Nos ecótopos de vegetação herbácea alta (CIII, figura 14), localizados nas planícies, encontramos cambissolos muito profundos, formados por material originário da erosão da colina e de material de origem aluvial. A grande quantidade de argila presente nestas áreas é decorrente da mobilidade desta em meio aquoso, principal via de transporte de material para formação do solo das planícies (RESENDE *et. al.*, 1999).

Uhlmann, *et al.*(1998) em seus estudos fisionômicos sob vegetação savanóide no Paraná, descreve a presença de formações campestres sobre áreas de solos hidromórficos e semi-hidromórficos.

Os ecótopos savanóides (vegetação savanóide alta –SI, figura 15; e vegetação savanóide baixa –SII, figura 16) ocorrem nas encostas, sem preferência de posição topográfica na mesma, sob solos litólicos e cambissolos. Em algumas áreas de campo espécies características da vegetação savanóide, como *Heterothalamus alienus* e *Schinus lentiscifolius* se estabelecem, devido ao microrelevo, dando origem a este tipo de formação vegetal na área.

San Jose *et al.* (1998) ao estudar a savana na região de Orinoco, na América do Sul, constatou 3 diferentes associações vegetais, sendo que estas estavam distribuídas de acordo com a fertilidade e a umidade dos solos, bem como com a topografia.

Os ecótopos de vegetação arbórea localizam-se nos topos, nas áreas de nascentes e na planície de depósito coluvial e aluvial. Estas se encontram tanto sobre solos litólicos (vegetação arbórea baixa – FI, figura, 17), quanto sobre cambissolos (vegetação arbórea alta – FIII, figura 20). Os ecótopos de vegetação arbustiva arbórea (FII, figura 18) localizam-se na encosta baixa sob cambissolos. Estão associadas às posições no relevo que favorecem o acúmulo de água no solo ou o escoamento da mesma. Nas áreas de savana, onde as características do solo permitem – variação do microrelevo em função da rocha matriz (RESENDE *et. al.*,1999), ou da cobertura da vegetação (BRESHERAS & BARNES, 1999) – espécies pioneiras da floresta se desenvolvem, como *Schinus polygamus*, *Schinus molle* e *Ocotea puberula*.

Breshears & Barnes (1999) citam que em áreas de savana as áreas sob influência da copa e daquelas entre as copas tem muita influência na heterogeneidade da umidade do

solo, sendo as áreas da copa propícias para o estabelecimento de algumas espécies pioneiras.

Frizzo (2002) relata para a mina Volta Grande que as formações florestais estariam associadas a solos mais úmidos e profundos. Contudo, nossos resultados mostram que manchas de floresta também se desenvolvem sobre solos rasos, como é o caso de FI.

Furley (1996) em seus estudos mostrou a influência da geomorfologia na presença das formas savanóides (Cerrado), indicando que estas estavam relacionadas às regiões de interflúvios, enquanto que as fisionomias florestais estavam relacionadas à presença de corpos d'água, à variação do lençol freático, ocorrendo em áreas mais ou menos bem drenadas.

Observa-se, deste modo, um gradiente vegetacional relacionado às condições geomorfológicas e edáficas, caracterizando uma vegetação azonal (WALTER, 1975), que é considerada por muitos autores um mosaico vegetacional.

O gradiente inicia-se pela vegetação de campo – ecótopos de vegetação herbácea (início do processo de sucessão ecológica), que atua sobre a rocha matriz, principalmente nas áreas mais íngremes e de afloramento rochoso, área esta potencialmente restrita as formações campestres. Contudo, os campos estendem-se na mina, por uma área maior do que seria esperado. Desta forma, acredita-se que os ecótopos de vegetação herbácea estariam restritos a pequenas manchas fitofisionômicas que ainda não teriam sido invadidas pelas espécies savanóides. A expressividade dos ecótopos de vegetação herbácea (campos) é provavelmente o resultado da atividade antrópica (pastejo, corte e queimadas), tendo em vista a sua utilização na pecuária (FRIZZO, 2002; ZOCCHÉ, 2002).

Porto (1998) cita para os morros graníticos de Porto Alegre que a presença de cactáceas nos campos e formas arbóreas de pequeno porte, como os butiás, revelam que estes são relictos de uma vegetação ancestral há mais de 400 mil anos, que ocupavam uma região restrita aos topos dos morros, acima de 200m de altitude. Situação semelhante é observada na área da mina, o que por analogia geomorfológica, faz-nos supor que os campos (ecótopos de vegetação herbácea baixa-densa, CII) também seriam relictos vegetacionais de origem geo-histórica.

Deste modo, provavelmente, a área total potencial para o desenvolvimento das savanas (ecótopos de vegetação savanóide) não seja ocupada pelas mesmas, uma vez que as espécies pioneiras são controladas pela atividade humana.

Na escala de sucessão ecológica, encontram-se as florestas (ecótopo de vegetação arbustiva arbórea e ecótopos de vegetação arbórea) posteriormente às savanas.

Segundo Porto (1998):

[...]" As matas baixa de encosta dos morros avançam pelos campos e savanas em um tempo geológico recente, quando predominava um clima quente úmido, como o que ainda hoje prevalece no sul do Brasil. A vegetação, à medida que se afastava das encostas e vales mais sombreados, tornou-se de porte mais baixo, apresentando uma tortuosidade nos ramos das árvores e arvoretas. Ela estendeu-se também em locais com solo raso, em que haviam matações e lajeados de rochas ainda não intemperizadas. A conquista dessa formação ainda está se desenvolvendo, pois é compatível com o clima atual, e tem possibilidade de avançar sobre formações abertas como os campos secos e savanas”.

Contudo, parece-nos que o avanço das florestas sob as savanas está condicionado às características químicas do solo e ao tipo de manejo empregado na área, já que segundo Rambo (1994) o clímax climático para o Estado do Rio Grande do Sul é a formação florestal.

Nossos resultados mostram haver uma transição gradual entre as diferentes formações vegetais na área. Contudo, Uhlmann, *et al.* (1998) descreve em seu trabalho, para uma área de savana no Paraná, que o fogo (natural ou de origem antrópica) promove uma transição abrupta da floresta para a savana, pois impede o estabelecimento de espécies florestais, em contraposição as condições hidromórficas dos solos impedem o estabelecimento da vegetação lenhosa de savana sobre os campos.

Cabe destacar que em nossos estudos, ficou evidente a influência da vegetação e do solo, um sobre o outro. Isto também pode ser visualizado através dos perfis edáficos coletados fora das manchas fitofisionômicas. Estes perfis diferiram completamente em termos de processos pedogenéticos, assemelhando-se ao perfil amostrado para o tipo de ecótopo específico (fitofisionomia); ou apresentaram características intermediárias, devido à dificuldade de se estabelecer os limites do efeito de borda (ODUM, 1993).

Deste modo, observa-se para a área, além de um gradiente vegetacional, a presença de um gradiente edáfico característico para áreas com influência da topografia, iniciando-se nos afloramentos rochosos, que se desenvolvem em litossolos e posteriormente em cambissolos. Segundo Resende, *et. al.* (1999) a evolução esperada para esta seqüência pedogenética seria um solo do tipo B textural, que não foi observado na área. Cabe destacar que os horizontes B observados, não se caracterizavam como B textural, pois não apresentava desenvolvimento *in situ*.

Além disto, podemos supor que estes solos sejam muito jovens, sob baixa atividade de intemperismo físico e químico (e/ou biológico). É importante acrescentar ainda, que durante a atividade da mineração, que ocorreu até a década de 80, os solos da mina estavam expostos devido à eliminação da cobertura vegetal. Este fato associado às características climáticas da área podem estar afetando o desenvolvimento dos solos na mina.

Nos Cerrados Brasileiros, em contraposição, os solos são muito diferentes dos encontrados na área de estudos. De um modo geral, encontramos nos Cerrados, solos do tipo latossolos arenosos, areno-barrentos ou argilosos, muitas vezes cascalhentos, profundos, permeáveis, extremamente ricos em ácidos e base (QUEIROZ-NETO, 1968 *apud* QUEIROZ NETO 1982). Além deste tipo, Reatto, *et. al.* (1998) descreve a ocorrência de 7,3% de litossolos e 3,1% de cambissolos.

Os ecótopos (fitofisionomias) distinguiram-se na área estudada de acordo com alguns componentes amostrados da estrutura horizontal, como composição florística, densidade e freqüência dos indivíduos. Além da distribuição horizontal, as observações e as medidas de altura dos indivíduos mostraram haver diferenças na estrutura vertical.

O ecótopo de vegetação herbácea baixa (CI, figura 12) apresentou o menor número de espécies, fato este que resulta, provavelmente do método de amostragem, onde se considerou somente o estrato superior. Este estava baseado na inclusão de espécies que ocorriam acima de 0,25cm. Deste modo, algumas espécies de baixo porte, como gramíneas rizomatosas, não foram amostradas, pois não há distinção fisionômica destas espécies, uma vez que estas formam um tapete herbáceo, normalmente contínuo. Contudo, é importante enfatizar que as espécies não amostradas fazem parte da comunidade vegetal. Frizzo (2002) em seus estudos sobre o mesmo campo da mina Volta Grande, observou que este ecótopo (mancha fitofisionômica) pertence a uma unidade vegetacional distinta, denominada de

“Unidade Vegetacional de “*Axonopus affinis-Paspalum pumilum*”, sendo estas espécies diferenciais de grupo.

Em nosso estudo as espécies com maior frequência e densidade relativa para este ecótopo (CI) foram *Eryngium horridum* e *Schizachyrium microstachyum*, provavelmente por que estas espécies não são normalmente pastejadas pelo gado, destacando-se na paisagem, devido a sua altura e a forma de crescimento.

Segundo Boldrini (1997), o grande problema da criação de ovinos é a seletividade da vegetação pastejada, sendo este pastejo muito junto ao solo, o que elimina muitas vezes os pontos de crescimento de espécies preferenciais.

É importante destacar que os resultados apresentados para o ecótopo de vegetação herbácea baixa (CI) diferiram dos obtidos por Frizzo (2002), uma vez que a autora teve por objetivo caracterizar a comunidade vegetal, enquanto que no presente trabalho buscamos averiguar diferenças estruturais nos indivíduos dominantes da paisagem, cujo arranjo proporciona o aspecto fisionômico característico (LANDAU, 1994), tendo em vista a identificações de padrões representativos da área em termos de bioindicação de fatores ambientais relacionados ao solo da mina.

Em termos de altura, o ecótopo de vegetação herbácea baixa (CI) é semelhante ao ecótopo de vegetação herbácea baixa-densa (CII, figura 13). A diferença entre eles está no espaçamento dos indivíduos, observada em campo, e na forma de crescimento das espécies constituintes.

O maior número de espécies vegetais foi encontrado no CII (ecótopo de vegetação herbácea baixa-densa), onde destacam - se *Eryngium horridum*, *Baccharis trimera* e *Saccharum angustifolium*. Além disto, a densidade dos indivíduos e a forma de crescimento cespitosa diferenciou este ecótopo, apesar da altura dos indivíduos ser semelhante ao ecótopo de vegetação herbácea baixa (CI), como já foi mencionado.

Focht (2001) cita a ocorrência de *Paspalum notatum*, *Aristida jubata* e *Eryngium horridum* em partes altas e porções superiores da encosta com baixos teores de umidade, a semelhança do que ocorre neste campo, para uma área situada no município de Eldorado do Sul.

Zocche (2002) relata para área da mina que em locais onde o solo é mais raso, exposto, com presença de afloramentos rochosos ou pedregulhos *Eryngium horridum*

ocorre formando agrupamentos homogêneos, enquanto que em locais onde a profundidade do solo é um pouco maior e com poucos afloramentos encontramos uma vegetação campestre mais densa com predomínio de *Saccharum angustifolium*.

Já o ecótopo de vegetação herbácea alta (CIII, figura 14) diferiu completamente do ecótopo de vegetação herbácea baixa (CI), assemelhando-se a CII (ecótopo de vegetação herbácea baixa-densa), uma vez que as espécies e o hábito eram semelhantes. Contudo, notou-se diferença nas frequências e densidades dos indivíduos, sendo *Saccharum angustifolium* a espécie com maior densidade relativa, sendo a mais expressiva fisionomicamente devido à altura que a planta atingida nesta área. Esta observação permitiu-nos caracterizar este ecótopo de vegetação herbácea como alta, onde 60,29% dos indivíduos encontram-se no intervalo modal de 0,95 m 1,50m.

Frizzo (2002) também observou dissimilaridades entre estes dois ecótopos no que diz respeito à estrutura vertical, que segundo a autora poderia estar relacionada à adaptação dos táxons específicos em resposta as características do solo e a inclinação do terreno. Ela coloca que esta dissimilaridade fitossociológica levou a distinção da unidade vegetacional de “*Eryngium horridum-Saccharum angustifolius*” para o ecótopo de vegetação herbácea alta (CIII) e a subunidade *Eryngium horridum-Piptochaetium montevidense* para o ecótopo de vegetação herbácea baixa-densa (CII).

Os ecótopos savanóides diferiram quanto à frequência dos indivíduos em cada intervalo modal de altura. O ecótopo de vegetação savanóide alta (SI, figura 15) apresentou o maior número de indivíduos no estrato arbustivo, nos intervalos modais de 1,4m – 2,6 (60,29%) e 2,7m – 3,1m, onde se destacam *Heterothalamus alienus* e *Schinus lentiscifolius*, nesta ordem.

Já no ecótopo de vegetação savanóide baixa (SII, figura 16), as espécies ocorreram com maior frequência no estrato herbáceo ou “subarbustivo”, no intervalo modal de 0,25m – 1,2m. Isto ocorre neste ecótopo (SII), provavelmente porque as espécies arbustivas, de porte mais baixo encontram-se mais espaçadas o que permite a maior penetração de luz, e conseqüente desenvolvimento das espécies herbáceas. O mesmo resultado foi observado por Frizzo (2002), que obteve valores baixos de densidade de indivíduos no estrato arbustivo.

Frizzo (2002) relata que os 2 ecótopos encontradas na área da mina Volta Grande compõem a mesma unidade vegetacional denominada “*Schinus lentiscifolius-Heterothalamus alienus*”. A autora ainda descreve que existem diferenças fitofisionômicas, provavelmente associadas à declividade e as características do solo.

Cabe destacar que o estrato herbáceo dos ecótopos savanóides é formado pelas mesmas espécies que ocorrem nos ecótopos de vegetação herbácea (campos), formando um contínuo de vegetação. Fato este que vem corroborar a hipótese do avanço das savanas sobre os campos.

Neste sentido, Girardi-Deiro *et al.* (1992) relata em seu trabalho sobre a vegetação do município de Bagé, que nos campos limpos e nos campos com dois estratos de vegetação (savanas) ocorrem espécies comuns em ambas as formações, sendo estas do gênero *Briza* e *Aristida*, assim como *Saccharum angustifolium*, *Eryngium horridum* e *Paspalum notatum*.

Zocche (2002) registrou para a savana (ecótopo de vegetação savanóide alta – SI) espécies comuns às encontradas no presente trabalho nos ecótopos de vegetação herbácea, tais como: *Eryngium horridum*, *Axonopus affinis*, *Schizachyrium microstachyum*, *Sporobolus indicus*, *Aristida jubata*, *Aristida filifolia*, entre outras.

Os ecótopos de vegetação arbustiva arbórea e arbórea diferiram principalmente quanto às espécies mais frequentes e de maior densidade, e quanto à altura dos indivíduos. Daubenmire (1968) diz que a dominância de algumas espécies em relação a outras pode indicar a aptidão destas em competir em determinado ambiente, já que estão bem adaptadas às condições do local.

O ecótopo de vegetação arbustiva arbórea (FII, figura 18) é uma floresta mais baixa do que o ecótopo de vegetação arbórea baixa (FI), pois a grande maioria dos indivíduos – que formam o dossel – se encontram no intervalo modal de 4,0-6,0m – com predomínio de espécies arbustivas. Poucas são as espécies emergentes. Estas podem atingir até 12m. Além disto, observa-se nesta floresta que a grande maioria das árvores apresenta fuste ramificado, normalmente desde a base. Esta adaptação é observada, principalmente na espécie de *Eugenia uniflora*, que é a espécie mais representativa desta fitofisionomia. Além desta, *Allophylus edulis* e *Scutia buxifolia* também caracterizam na mancha. O estoque de plântulas e arvoretas é mais expressivo nesta floresta do que em FI.

No ecótopo de vegetação arbórea baixa (FI, figura 17) o maior número de indivíduos encontra-se na classe de 7,0-12m - com pico modal em 9m – constituintes do dossel, seguido pela classe de 2,0-6,0m (pico modal de 5m), sendo que as espécies emergentes apresentam até 17m. As espécies com maior expressividade são *Scutia buxifolia* e *Eugenia uniflora*. Este ecótopo (FI) caracteriza-se por apresentar um grande número de clareiras e por ser dividida por uma estrada. Além disto, observa-se que o número de plântulas é reduzido, provavelmente pelo pisoteio do gado que pernoita neste local.

O ecótopo de vegetação arbórea alta (FIII, figura 18) é o mais alto da área. O maior número de indivíduos que formam o dossel encontram-se no intervalo modal de 8,0-12,0m, sendo o pico modal apresenta valor de 10m. Os indivíduos emergentes podem atingir até 20m de altura. Além disto, este ecótopo (FIII) apresenta um grande número de árvores e arvoretas, de menor porte, estas inclusas em outros intervalos modais, que podem chegar até 7m de altura. A espécie característica da mancha é a *Cupania vernalis*, maior constituinte do dossel. Cabe destacar que o número de plântulas encontrado neste ecótopo (FIII) é o maior provavelmente pela baixa influência antrópica, decorrente da sua posição topográfica que dificulta o acesso até o mesmo. Periodicamente é inundado pelo rio que está situado na sua margem oeste. Além disto, a grande variação na altura dos indivíduos, e conseqüentemente no número de estratos constituintes, dá-nos indicativos que esta é uma floresta em estágio sucessional mais avançado (BUDOWSKI, 1963; *apud* ARAÚJO & MARTINS, 1999). Esse tipo vegetacional pode chegar até os cursos d'água que estão encaixados nas rochas, tomando excepcionalmente, onde se depositam sedimentos, a fitofisionomia floresta ciliar.

Para Frizzo (2002) os 2 ecótopos de vegetação arbórea e o ecótopo de vegetação arbustiva arbórea compõem a unidade vegetacional “*Eugenia uniflora- Cupania vernalis*”. A autora subdividiu esta unidade em 2 subunidades vegetacionais denominadas de “*Eugenia uniflora- Cupania vernalis*”, correspondente ao ecótopo de vegetação arbórea alta (FIII) e a “*Eugenia uniflora- Allophylus edulis*”, correspondente ao ecótopo de vegetação arbórea baixa (FI) e ao ecótopo de vegetação arbustiva arbórea (FII), associando a subdivisão às posições diferenciadas no relevo. Com relação à última subunidade mencionada a mesma autora ainda cita:

[...] “As ocorrências em diferentes posições topográficas conferem uma certa dissimilaridade estrutural a esta subunidade, apesar de formarem um grupo fitossociológico único. Quando nas encostas, a maioria dos indivíduos apresenta um hábito arbustivo, com o tronco ramificado desde a base. Nos capões, localizados nos topos, o hábito arbóreo é o mais comum”.

#### 4.2. Sob ponto de vista dos indivíduos – Microescala

Não apenas as fitofisionomias podem estar relacionadas a características do solo, mas algumas espécies podem ter sua distribuição, ou a variação de determinadas características das espécies, associadas a diferentes aspectos edáficos, revelados pelos tipos funcionais de plantas.

Deste modo, neste item abordaremos a possível relação das características macromorfológicas das espécies com as características edáficas, através da utilização de TFPs, o que no presente estudo chamamos de microescala de abordagem.

Vários trabalhos sobre vegetação savanóide do Cerrado são contraditórios, como é o caso dos trabalhos desenvolvidos por Silva Junior, *et al.* (1987), Batista (1988), Silva Junior (1988) e Silva (1993). Nos trabalhos acima citados, os autores encontraram diferentes fisionomias de Cerrado variando simultaneamente com as características edáficas do solo. Ao contrário, alguns trabalhos mostraram a variação de características edáficas onde não foi observada diferença fisionômica na vegetação (RATTER, *et al.*, 1997; FURLEY & RATTER, 1988). Por outro lado, Goodland & Pollard (1973) em seus estudos enfatizaram que a fertilidade do solo não é necessariamente a causa do gradiente fisionômico observado na formação do cerrado, destacando as concentrações de alumínio como principal fonte de variação fisionômica na formação.

Neste sentido, o emprego de tipos funcionais de plantas poderia demonstrar a existência ou não de diferenças macromorfológicas estruturais na vegetação não observada na escala fitofisionômica. Segundo Breshears & Barnes (1999) a utilização de TFPs permite se compreender a resposta complexa da comunidade às condições ambientais (BRESHEARS & BARNES, 1999), uma vez que as plantas individuais são o componente principal das comunidades (PILLAR & ORLÓCI, 1993).

Sosinski (2000) cita que:

[...] "Em escala regional, os estudos indicam que as condições climáticas são o fator predominante na determinação da estrutura da vegetação. À medida que se reduz a escala de estudo, os distúrbios e interações bióticas passam a ser os fatores mais relevantes na estruturação da vegetação. Conjectura-se que essa hierarquia de fatores atue como um filtro selecionador de plantas com determinadas características morfológicas e funcionais que as tornem mais aptas a persistirem sob determinadas condições. Somente aqueles genótipos que apresentam forma e função mais adaptadas prevalecem".

Nos resultados obtidos na análise de todas as manchas fitofisionômicas através dos TFPs (figura 38) observou-se um gradiente vegetacional que se inicia pelos campos (CI, CIII e CII), passa pelas savanas (SII e SI), pela formação intermediária entre as savanas e as florestas (FII), chegando nas formas mais desenvolvidas da floresta (FI e FIII). Este gradiente revela a adaptação da vegetação às condições de substrato e as diferentes pressões ambientais, onde se pode observar os possíveis estágios de sucessão ecológica potencial para a área, conforme já referido no item mesoescala.

Cabe ressaltar que os atributos utilizados explicaram 45,2% da variação contida na vegetação, sendo as características macromorfológicas selecionadas eficazes para elucidar o gradiente vegetacional existente na área, mas não eficaz para distinguir as formações vegetais entre si, nesta escala de abordagem. Em contraposição, quando analisamos as manchas de vegetações representativas da mesma formação vegetal, obtivemos valores altos de explicação nos eixos do diagrama de ordenação, tanto no que diz respeito aos atributos das plantas selecionados (66,8% - campos, 75,8% - savanas e 68,3% - florestas), quanto nas características edáficas utilizadas (85,4% - campos, 91,97% - savanas e 88,6%). Estes resultados mostram, que em outra escala de análise os mesmos atributos selecionados foram eficazes em distinguir as distintas formações vegetais, tanto no que diz respeito as suas características macromorfológicas dos indivíduos, quanto às características edáficas

Uhlmann, *et al.* (1998) cita para a região de Jaguariaíva, no estado do Paraná, um gradiente para o grupo savânico de campo limpo/campo sujo, passando pelo campo cerrado até o cerrado *sensu stricto*, mencionando a existência de formações florestais que variam de uma área de ecótono floresta/savana até florestas de galeria.

Os grupos formados na análise de todas as manchas fitofisionômicas pelos TFPs estão relacionados com as características dos órgãos fotossintéticos – comprimento, tipo de órgão, textura, superfície dorsal, presença e/ou ausência de odor e secreção. Além disto, a espécie, o hábito e a fenologia/floração contribuíram para a distinção dos mesmos (figura 37). Entretanto, é importante relatar que o valor de congruência de 0,472, considerado baixo, pode ter ocorrido devido à amplitude e variação dos dados, uma vez que foram analisadas diferentes formações vegetais (SOSINSKI, informação verbal.), pois todas as rotinas de análise que poderiam levar a um incremento no valor da congruência não foram efetivas. Esta explicação parece-nos pertinente, tendo em vista que quando analisamos cada um dos tipos de manchas fitofisionômicas, representativas da mesma formação vegetal, obtivemos valores altos de congruência.

Woodward & Cramer (1996 *apud* MCINTYRE, *et al.*, 1999), relatam que a escolha dos atributos utilizados difere com aplicação, e McIntyre, *et al.*(1999), diz que é necessário contrabalançar a criatividade e a necessidade de uniformizar as características descritivas utilizadas. Pillar (1999) relatam a importância de se estabelecer uma lista unificada de atributos a fim de que os trabalhos com tipos funcionais possam ser comparativos.

O primeiro grupo formado por CI e CIII (figura 38) apresenta folhas simples mais longas, de textura herbácea, sem odor e secreções, com forma de crescimento cespitoso (TFPs1) ou rosulado (TFPs3). Já o segundo grupo (CII), apesar de não estar associado a nenhum grupo funcional específico encontra-se em uma posição no gráfico de dispersão que leva-nos a crer que as características macromorfológicas sejam semelhantes ao primeiro grupo formado, distinguindo-se destes em função das espécies constituintes.

O terceiro grupo, que é formado pelas formações de transição entre os campos e as florestas (SII, SI e FII), apresentam como atributos macromorfológicos o reflexo desta condição. Deste modo, observa-se associado às duas formações savanóides TFPs de número 2 e 7 com características semelhantes às encontradas nos campos (TFPs3), variando as espécies constituintes e além de outras características de vegetação herbácea como alas com 4,5 a 10,3 cm de comprimento, sem odor e secreção, de forma de crescimento solitária (TFPs 2). Além disto, próximo às savanas – principalmente SI – e junto às FII no gráfico de dispersão encontra-se o TFPs 11 que apresenta uma modificação do hábito, que agora passa a ser lenhoso, de crescimento solitário com folhas simples de

tamanho mais reduzido e textura subcoriácea, com odor e secreção nas folhas, com espécies constituintes distintas. Estes resultados nos mostram que estas três formações vegetais adaptaram-se a condições ambientais distintas dos dois primeiros grupos ao longo do processo evolutivo, apresentando aspectos escleromórficos.

Estas características revelam provavelmente uma deficiência hídrica, onde as plantas evoluíram com mecanismos adaptativos para evitar a perda d'água, recurso este altamente disputado, principalmente entre espécies de hábitos distintos (herbáceo e lenhoso) (WALTER & BRECKLE, 1984).

O aspecto esclerófilo das formações que compõe o Bioma do Cerrado vem sendo pesquisado desde a década de 40, uma vez que este tipo de formação intrigava os pesquisadores, já que ocorriam em áreas com potencial para o desenvolvimento de florestas (RAWITSCHER, 1984). Lopes e Cox (1977), em revisão sobre o tema, apontam as cinco teorias mais aceitas para explicar a ocorrência do cerrado, nas áreas potencialmente favoráveis ao desenvolvimento de floresta semidecídua: deficiência de água disponível, clímax relacionado à ação do fogo, alagamento temporário, escleromorfismo oligotrófico e escleromorfismo aluminotóxico.

Neste sentido, Porto (informação verbal), por analogia com a vegetação dos cerrados e sua correlação com as concentrações de alumínio, levanta a hipótese para a área da mina, que as características escleromórficas observadas sejam decorrentes das condições edáficas, principalmente no que diz respeito às concentrações de cobre.

Howard-Williams (1970) destaca que a presença de elementos metálicos nos solos de áreas anômalas provoca modificações nas características edáficas, o que submete a vegetação a condições distintas das que a cerca. O autor ressalta que nestes solos há a tendência da vegetação assumir porte reduzido e originar comunidades vegetais abertas, aumentando a penetração de luz, o que leva a incrementos na evapotranspiração, na temperatura e retenção de calor, acentuando o processo erosivo e a perda d'água. Segundo o mesmo autor, este conjunto de feições microclimáticas dá as plantas, particularmente a algumas espécies, feições xeromórficas.

Zocche (2002), relata que devido às condições acima citadas as plantas que se desenvolvem sobre solos geoquimicamente anômalos, podem estar sujeitas não somente

aos efeitos tóxicos destes solos, mas também estão submetidas às alterações microclimáticas.

Contudo, nossos resultados não mostraram elevados teores de Cobre disponível no solo (MALUYGA, 1964; BROOKS, 1972), embora Porto (1981) encontre valores elevados junto às anomalias geoquímicas e em áreas de rejeitos de mineração. Do mesmo modo, não se observou estatisticamente nenhuma relação entre o conteúdo deste metal com a distribuição da vegetação, nesta escala de abordagem. Entretanto, é importante destacar que não foram avaliados no presente trabalho outros metais que ocorrem na área, que poderiam estar influenciando na adaptação das espécies vegetais na área de estudos, assim como a presença de íons totais no substrato.

Este resultado está parcialmente de acordo com os encontrados por Zocche (2002). O autor encontrou uma correlação muito fraca entre a concentração de Cobre disponível no solo estruturado e as espécies vegetais de savana aberta, que se desenvolve na área da mina sobre um dos filões de cobre.

Porto (1981, 1983, 1989a, 1989b) em seus trabalhos sobre a vegetação da região, sugere que a savana arbustiva, cuja espécie dominante é o *Schinus lentiscifolius*, forma um ecótipo distinto, condicionado as áreas de ocorrência de metais pesados no solo. A autora descreve adaptações para a espécie de *Schinus lentiscifolius* na sua estrutura anatômica (esclerofilia), na altura dos indivíduos e na coloração dos folíolos que apresentam um tom de verde distinto das espécies que não ocorrem sob áreas de mineralização. No presente trabalho encontramos variação de altura nos indivíduos constituintes das duas formações savanóides. Entretanto, a concentração de cobre, neste trabalho, não se mostrou uma variável edáfica importante na distinção dos solos destas fitofisionomias, para esta escala de abordagem.

Lima e Cunha (1982) menciona que em solos com ausência de mineralizações, os folíolos de *Schinus lentiscifolius* são maiores e com contorno arredondado e com tonalidade de verde escuro. A autora relata que os representantes do gênero *Schinus*, dominantes não somente na área de estudos (mina Volta Grande), como também nos demais distritos cupríferos do Estado, provavelmente estão condicionados ao microclima e as condições edáficas, formando um ecótipo distinto que pode ser utilizado como indicador indireto na prospecção mineral.

Girardi-Deiro (1999) constatou que o manejo do fogo acarretou em uma diminuição do conteúdo total de cobre no solo, e observou um aumento deste metal na parte aérea das plantas herbáceas analisadas, provavelmente pelo aumento de íons disponíveis. Neste mesmo trabalho observou que *Stipa filifolia*, *Desmodium affine* e *Dichondra sericea* ocorreram em locais com maiores concentrações de cobre na área, sendo que a última estava presente em um gradiente de vegetação possivelmente relacionado às concentrações de cobre no solo.

Dal Piva (2001) estudando ecótipos de *Baccharis trimera* e sua relação com metais pesados verificou incrementos nas concentrações de metabólitos secundários (saponinas) nos caules e alas, sendo estes relacionados às altas concentrações (totais) de cádmio, chumbo e cobre.

Frizzo (2002), encontrou valores considerados acima do normal nas raízes de *Axonopus affinis*, na área de ocorrência da mancha CI. Em nosso estudo, encontramos nesta fitofisionomia os valores mais altos de cobre, que se encontra na forma disponível devido ao baixo pH e a constituição geomorfológica (bacia de sedimentação), que impede a perda por lixiviação.

O quarto grupo (figura 38), formado pelas FI e FIII, difere do terceiro grupo porque apresentam, somente, as características pertinentes as formações florestais, que na área são do tipo Floresta Estacional Semidecidual (VELOSO; GÓES-FILHO, 1982). Frizzo (2002) cita ainda a ocorrência de elementos da Floresta Ombrófila Densa – Mata Atlântica – e da Floresta Ombrófila Mista – Mata dos Pinhais (VELOSO; GÓES-FILHO, 1982). As florestas são descritas pelo TFPs número 15. Este difere do TFPs 11 somente quanto à composição florística, textura da folha e ausência de secreções.

Nos resultados obtidos na análise de todas as manchas fitofisionômicas, através das características físicas e químicas do solo (figura 39), observamos que a posição topográfica, assim como os processos pedogenéticos, influenciaram direta ou indiretamente na formação dos grupos. Cabe destacar que 55,0% da variação ambiental que influencia o estabelecimento, distribuição e a estrutura das diferentes formações vegetais na área foram explicadas pelas características químicas e físicas do solo selecionadas para o estudo.

Focht (2001) em seus estudos sobre vegetação campestre constatou que esta apresenta padrões que variam no espaço, em função dos fatores ambientais que estão

associados a essa variação, ou seja, estão associados à umidade do solo, e a posição do relevo. Este autor diz que estas condições ambientais influenciam outros fatores, tais como níveis de alumínio, pH no solo e capacidade de troca catiônica.

Observa-se, deste modo, que o primeiro grupo formado pelos CI, SI, FII e CII diferiram dos demais pela concentração de alumínio mais elevada em todas as suas formas (troçável, adicionado às concentrações de hidrogênio e valores de alumínio calculados para o cálculo da capacidade de troca catiônica). Além desta característica, a elevada capacidade de troca catiônica, em alguns casos, bem como teores altos de matéria orgânica, assim como a alta concentração de potássio contribuiu para a distinção deste grupo, no que se refere aos solos.

Tedesco *et al.* (1995) refere que concentrações elevadas de elementos tóxicos como alumínio e manganês são encontradas em solos ácidos. O mesmo autor cita que a mineralização da matéria orgânica pelos microorganismos do solo libera o íon  $H^+$  – que baixa o valor do pH – atuando sobre os minerais, liberando  $Al^{3+}$ . Este cátion, dependendo da quantidade de argila, fica retido nas cargas negativas das partículas da mesma ou é perdido por lixiviação.

Verifica-se, deste modo, que os baixos valores de pH nas fitofisionomias possibilitou a maior liberação de alumínio da rocha matriz, que está em contato direto principalmente em CI, SI e CII.

Além disto, os valores elevados de alumínio de FII decorrem da lixiviação deste elemento, uma vez que esta fitofisionomia localiza-se nas encostas baixas, posteriormente as SI e CII.

Contudo, é importante destacar que os valores de alumínio encontrados em todas as fitofisionomias não são considerados tóxicos, segundo Tedesco, *et al.* (1995).

Goodland & Pollard (1973) mostraram a existência de uma correlação negativa entre a concentração de alumínio e um gradiente fisionômico do cerrado – campo até cerrado.

Os valores mais elevados de CTC são observados em CII. Este se localiza na encosta alta com valores de declividade acentuada e baixa quantidade de argila, que facilitam a perda do  $Al^{3+}$ . Além disto, parece-nos que a atuação do intemperismo é muito mais pronunciada nesta mancha uma vez que a camada de solo sob a rocha nesta formação

apresenta no máximo 9cm, o que disponibiliza muitos cátions que contribuem para o valor aumentado de CTC (TEDESCO, 1995). Contudo, cabe destacar que à medida que as declividades diminuem o solo da mancha se altera e torna-se o mais desenvolvido da área, o que nos revela mais uma vez alta atividade intempérica.

O segundo grupo (CIII e FIII) diferiu dos demais devido à profundidade dos solos. Isto é decorrente da sua posição no relevo uma vez que ambas as manchas se localizam na planície de depósito, tanto coluvial quanto aluvial (RESENDE, *et. al.*, 1999).

O terceiro grupo, formado FI e SII, agruparam-se por apresentar a mais alta porcentagem de bases, e conseqüentemente valores mais altos de pH (TEDESCO, 1995).

O potencial hidrogeniônico (pH) controla, ou está correlacionado com diversas condições, incluindo as concentrações de  $H^+$  e  $Al^+$  na solução do solo, saturação de bases, solubilidade de ferro, manganês e outros elementos traço, solubilidade e especiação química de fosfatos e capacidade nitrificante (TYLER & FALKENGREN-GRENGRERUP, 1998).

Segundo Tedesco (1995), os teores de fósforo inorgânico variam de acordo com a rocha matriz, o grau de intemperismo dos solos, o pH, enquanto que os teores de fósforo orgânico variam de acordo com a quantidade de restos de tecido vegetal e animais incorporados ao solo.

Deste modo, acredita-se que os valores elevados de fósforo são decorrentes dos valores baixos de pH e dos processos intempéricos que são muito ativos nestes solos, já que estes estão em processo de formação - litossolos. Além disto, os valores de fósforo no caso de FI podem estar aumentados uma vez que o gado pernoita nesta área.

Coaldrake & Haydock (1958), não encontraram relação entre os níveis de fósforo no solo e os padrões da vegetação que havia sido apontada como uma das principais hipóteses para explicar a distribuição das diferentes comunidades vegetais na Austrália.

Cabe destacar que quanto à concentração dos macronutrientes avaliados no solo observou-se que não há restrições do ponto de vista nutricional.

Em contraposição, Lopes (1984) relata que os solos sob o cerrado apresentam deficiências nutricionais, principalmente, no que diz respeito aos elementos fósforo, cálcio trocável, magnésio; e dentre os micronutrientes o zinco parece ser o mais limitante. O mesmo autor ainda cita que os valores de alumínio trocável apresentam nível médio a alto,

no entanto, devido aos baixos valores de CTC efetiva, o alumínio trocável é o cátion predominante no complexo de troca, fato este, não observado na área de estudos.

Ruggiero (2000) em seu trabalho distinguiu as fitofisionomias de floresta estacional semidecídua e floresta ripária das formações savanóides de cerrado, de acordo com as características edáficas (pH; teor de matéria orgânica; fósforo disponível; teores trocáveis de potássio, cálcio, magnésio, e alumínio; CTC, e porcentagem de saturação por alumínio para cálculo da CTC). No entanto a autora não obteve distinção entre as fisionomias de cerrado entre si a partir destas variáveis do solo.

Os resultados obtidos entre as fitofisionomias (análise entre os campos, figura 41; entre as savanas, figura 44; e entre as florestas, figura 47), no que diz respeito aos TFPs nos mostram que estruturalmente elas diferem entre si quanto as suas características macromorfológicas. Neste sentido, apesar de na análise inicial entre todas as fitofisionomias elas se agruparem formando um gradiente, quanto comparadas entre si mostram que diferem fisionomicamente - com valores altos de ordenação nos eixos, como foi mencionado no item 4.1. Sob ponto de vista de unidades da paisagem – Mesoescala.

Nos resultados obtidos na análise das características edáficas entre as fitofisionomias (análise entre os campos, figura 42; entre as savanas, figura 45; e entre as florestas, figura 48), que apresentam altos valores de explicação nos eixos de ordenação, observamos que as características do solo são distintas, o que nos revela que os padrões observados em cada mancha refletem a persistência das espécies em se manter e tolerar as condições bióticas e abióticas dos sítios específicos onde se encontram conforme Weither, *et. al.* (1999).

#### 4.3. Sob ponto de vista das fitofisionomias – Macroescala

Segundo Cole (1986), de uma forma mais abrangente, a distribuição das savanas, das diferentes fitofisionomias associadas e das comunidades vegetais, é uma expressão da interação de fatores ambientais, como o clima, relevo, os solos e o fogo, ao longo do tempo. Ou seja, a distribuição da vegetação esteve e está em contínua mudança, em resposta à evolução geomorfológica da paisagem, aos eventos geológicos e às grandes mudanças climáticas (RUGGIERO, 2000).

Neste sentido, empregou-se o uso de técnicas de geoprocessamento como uma forma de abordagem, a qual chamamos macroescala, para avaliar se as associações homogêneas fitofisionômicas formam um padrão na paisagem característico (FRIZZO, 2002) em resposta aos fatores ambientais analisados (ocorrência de mineralizações cupríferas, exposição solar e declividade).

Os resultados obtidos a partir das técnicas de geoprocessamento (figura 49) nos mostram 8 ecótopos de vegetação - vegetação herbácea baixa (CI), vegetação herbácea baixa-densa (CII), vegetação herbácea alta (CIII), vegetação savanóide baixa (SII), vegetação de savanóide alta (SI), vegetação arbustiva arbórea (FII), vegetação arbórea baixa (FI) e vegetação arbórea alta (FIII), cuja relação com o solo já foram discutidas nos itens 4.1. Sob ponto de vista de unidades da paisagem – Mesoescala e 4.2. Sob ponto de vista dos indivíduos – Microescala.

Além disto, que os dois ecótopos savanóides ocorrem com maior frequência na área da mina. Esta tendência é mantida na área de 200m ao redor dos filões mineralizados por cobre, mostrando-nos que existe uma melhor adaptação deste tipo de vegetação à região sob influência de metais pesados. Contudo, os resultados discutidos no item 4.2. Sob ponto de vista dos indivíduos – Microescala, mostram que se existe alguma relação entre o padrão de distribuição da vegetação e os metais pesados, este não foi observada no que diz respeito às concentrações de cobre sob forma disponível.

Tais achados também foram encontrados por Frizzo (2002). A autora descreve que a unidade de vegetação “*Schinus lentiscifolius – Heterothalamus alienus*” corresponde a 63,32% da área total da mina Volta Grande, cobrindo mais da metade das ocorrências minerais conhecidas.

O mesmo resultado é encontrado por Zocche (2002) em análise espectral, utilizando imagem Landsat TM5, para a região da microbacia do arroio Camaquã das Lavras.

Porto (1981, 1983, 1986 e 1989b) e Lima e Cunha (1982), acreditam que existe relação entre as ocorrências de mineralizações e os padrões da vegetação, tendo sido esta comprovada pelas autoras em trabalhos desenvolvidos em minas em Lavras do Sul, Bagé e Encruzilhada do Sul.

Porto (1986) cita para a mina Volta Grande a grande influência do Cobre e outros metais para as formações de savana, pois seus resultados mostram que à medida que as

amostras se aproximam das formações florestais, todos os conteúdos de metais no solo sofrem decréscimos, ocorrendo o mesmo nas plantas. A autora ainda cita a ocorrência de altas concentrações de Cobre disponível para a área (2000 ppm) em áreas de rejeitos de mineração.

Tais achados, aparentemente contraditório aos encontrados no presente trabalho podem ser explicados, tendo em vista que Porto realizou seus estudos em plena atividade de mineração, sobre áreas altamente impactadas por esta atividade, e especialmente sobre os rejeitos dessa mineração. Este fato nos leva a crer que em algumas áreas a influência dos metais pesados era mais intensa devida a não estruturação dos perfis edáficos. Além disto, as atividades na área propiciavam a liberação de elementos metálicos da rocha matriz, que contaminavam os solos. Contudo, as observações e os resultados do nosso trabalho fazem-nos acreditar que, atualmente, as concentrações de cobre disponível encontram-se reduzidas, uma vez que, o solo recuperou sua estrutura e cobertura vegetal, evidenciando uma possível recuperação natural da área.

Os resultados obtidos na análise de exposição de vertentes (figura 50) nos mostram que não existe relação entre a exposição solar e a distribuição dos ecótopos, nesta escala.

Já os resultados obtidos nas classes de declividade (figura 51) nos revelam que existe uma ocorrência preferencial para os ecótopos, mostrando uma relação entre a geomorfologia e a vegetação. Contudo, esta relação algumas vezes não é mantida, podendo a vegetação desenvolver-se sob áreas com outras declividades.

## 5. CONCLUSÕES

- I. Existem distinções na estrutura vertical e horizontal das formações vegetais (fitofisionomias) da Mina Volta Grande, nas três escalas de abordagem. Do mesmo modo, os solos também apresentam diferenças nas suas características químicas e físicas.
- II. As diferenças observadas na vegetação e no solo estão relacionadas com a posição topográfica, uma vez que esta está influenciando nos processos pedogenéticos. Contudo, outros fatores bióticos, como forma de estabelecimento, adaptação, competição e utilização antrópica; abióticos, como variações climáticas, concentração de metais (disponível e total), e regime hídrico, interagem neste processo.
- III. Existe um gradiente vegetacional relacionado às condições geomorfológicas e edáficas, caracterizando uma vegetação azonal. O gradiente inicia-se pela vegetação de campo (início do processo de sucessão ecológica), que atua sobre a rocha matriz, principalmente nas áreas mais íngremes e de afloramento rochoso, área esta potencialmente restrita as formações campestres. Os campos estendem-se na mina, por uma área maior do que seria esperado.
- IV. A expressividade dos campos é provavelmente o resultado da atividade antrópica (pastejo, corte e queimadas), tendo em vistas a sua utilização na pecuária. Além disto, conclui-se que apesar da área total potencial para o desenvolvimento das savanas não ser ocupada pela mesma, uma vez que as espécies pioneiras são controladas pela atividade humana, esta é a formação vegetal mais adaptada às condições locais. Deste modo, a área total potencial para o desenvolvimento das savanas não é ocupada pelas mesmas, uma vez que as espécies pioneiras são destruídas pela atividade humana. Na escala de

sucessão ecológica, encontram-se, atualmente, avançando sobre as áreas de savana.

- V. Existe um gradiente edáfico característico para áreas com influência da topografia (afloramentos de rocha - litossolos – cambissolos) podendo este, estar ligado à questão solos serem muito jovens, sob baixa atividade de intemperismo físico e químico (e/ou biológico), não apresentando problemas nutricionais.
- VI. As unidades da paisagem (ecótopos) analisadas, na área da mina Volta Grande, parecem ser de grande utilidade para o manejo e prospecção na área, uma vez que estas podem ser facilmente identificados por outros pesquisadores e são caracterizados por consistentes indicadores ambientais.
- VII. Os ecótopos savanóides são os mais freqüentes e os que ocupam a maior área na mina. Este padrão se mantém sobre a área de 200m ao redor dos filões, o que leva-nos a supor sobre a relação existente entre a vegetação e os metais pesados no substrato.
- VIII. Nos ecótopos savanóides, assim como no ecótopo de vegetação arbustiva arbórea, verificou-se a existência de características tipos funcionais de plantas que indicam adaptações de escleromorfismo. No entanto, no presente trabalho, não podemos determinar qual o princípio que gera estas características.
- IX. Os métodos utilizados na análise dos tipos funcionais para as comunidades vegetais mostrou-se também efetivo na definição de unidades da paisagem, que também revelam suas relações de funcionalidade (fitofisionomias).
- X. A abordagem em diferentes escalas, como pretende a ecologia de paisagem, mostrou-se satisfatória, na compreensão das relações (funcionalidade) entre

a vegetação e o solo. Neste sentido, a utilização de uma classificação fitofisionômica, a descrição da vegetação através dos tipos funcionais de plantas e a interpretação de fotografias aéreas mostraram-se boas ferramentas na compreensão dos padrões observados nos mosaicos da paisagem, bem como a integração entre os seus elementos.

- XI. Com relação às concentrações de cobre disponível no solo, não se observou, estatisticamente, nenhum valor de correlação entre as características dos tipos funcionais e as concentrações deste metal nos solos estruturados.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB´SABER Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados. In: FERRI, M.G. (coord.) III Simpósio sobre o Cerrado. Ed. Edgard Blucher/EDUSP, São Paulo, p. 117-124, 1971.

ARAÚJO, F.S. & MARTINS, F.R. Fisionomia e Organização da Vegetação do Carrasco no Planalto da Ibiapaba, Estado do Ceará. *Acta Botânica Brasileira*, v.13, n.1, p. 1-13, 1999.

ARENS, K. O Cerrado como vegetação oligotrófica. *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letra*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 224, n. 15, 59-77, 1958.

BABALONAS, D.; MAMOLOS, A.P. & KONSTANTINO, M. Spatial variation in grassland on soil rich in heavy metals. *Journal of Vegetation Science*, v.8, p. 601-604, 1997.

BATALHA, M.A. & MANTOVANI, W. Floristic composition of the cerrado in the Pé-de-gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, Southeastern, Brazil). *Acta Botânica Brasília*, v.15, n.3, p. 289-304, 2001.

BATISTA, E.A. *Influência de fatores edáficos no cerrado da Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, SP*. 1988, 188p. Tese (doutorado na escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”), Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BEDÊ, L. WEBWER, M. RESENDE, S.; PIPER, W.; SCHULTE, W. Manual para mapeamento de biótopos: base para um planejamento ambiental eficiente. Brasília. Fundação Alexandre Brandt, 2ed., 1997, 146p.

BOGGIANO, P.R.. *Relações entre estrutura da vegetação e pastejo seletivo de bovinos em campo natural*. Dissertação (mestrado em Zootecnia) Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995. 159p.

BOLDRINI, I.I. Campos do Rio Grande do Sul: Caracterização Fisionômica e Problemática ocupacional. *Em pauta – Boletim do Instituto de Biociências da UFRGS*, Porto alegre, n.56, p.1-38, 1997.

BRASIL. 1ª. Divisão de levantamento, Ministério Do Exército Brasileiro. *Folha SH-22-Y-A-IV-3 MI-2995/3 –Lavras do Sul*. Porto Alegre, 1996a. Escala 1:50.000.

BRASIL. 1ª. Divisão de levantamento, Ministério Do Exército Brasileiro. *Foto aérea*. Porto Alegre, 1996b. FX – 073 n<sup>o</sup> 5125. Escala 1:60.000.

BRASIL. 1ª. Divisão de levantamento, Ministério Do Exército Brasileiro. *Foto aérea*. Porto Alegre, 1996c. FX – 073 n<sup>o</sup> 5124. Escala 1:60.000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisa agropecuária, Divisão de Pesquisa Pedológica. *Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul*. Rio de Janeiro: Boletim Técnico do DNPEA, n.30, 1973.

BRAUN-BLANQUET, J. *Fitosociologia – Bases para el Estudio de las Comunidades Vegetales*. Madrid:H.Blume. Ediciones, 1979. 820p. Editora H. Blume Ediciones. 820p.

BRESHERAS, D.D. & BARNES, F. J. Interrelationships between plant functional types and soil moisture heterogeneity for semiarid landscapes within the grassland/forest continuum: a unified conceptual model. *Landscape Ecology*, Netherlands, n. 14, p 465-478, 1999

BROOKS, R.R. *Biological methods of prospecting for minerals*. Ed. Harper-Row, New York, 1972. 320p.

BROOKS, R.R.; REEVES, R.S; MORRISON, R.S.; MALAISSE, F. Hyperaccumulation of Cooper and cobalt – a review. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg*, v.113, p.166-172, 1980.

BROWN, G. Soil factors affecting richness in community composition of heavy metal-contaminated areas of Western Europe. *Vegetatio*, v.115, p. 77-90, 1994.

CADENAZZI, M.G. *Otimização de amostragem para estudo de padrões em vegetação campestres*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996. 179p.

CAIN, S.A. *The species-area curve*. Ed. The American Midland Naturalist, Notre Dame, v.19. 1938. 581p.

CAMARGO, A.P. Clima do Cerrado. In: FERRI, M.G. (coord.) III Simpósio sobre o Cerrado. Ed. Edgard Blucher/EDUSP, São Paulo, p. 93-115, 1971.

CARVALHO, P.F. Reconhecimento geológico no Estado do Rio Grande do Sul. *Boletim do Serviço geológico e Mineralógico do Brasil*, Rio de Janeiro, n.66, p-1-72, 1932.

CLARK LABS. *CARTALINX software: the espacial data builder*. Clark University. Worcester, v. 2.0. 1999.

CLARK UNIVERSITY. *IDRISI software*. Clark University. Worcester, v.3.2. 1999.

COALDRAKE, J.E. & HAYDOCK, K.P. Soil phosphate and vegetal pattern in some natural communities of south-eastern Queensland, Australia. *Ecology*, n. 39, v.1, p. 1-5, 1958.

COLE, M.M. *The Savannas – Biogeography and Geobotany*. Academic Press, 1986, 438p.

COUTINHO, L.M. O Conceito de Cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v.1, p. 17-23, 1978.

CYMERMAN, A.S.; MARCZONEK, A., KEMPERS, A.J. Bioindication of heavy metals in soil by Liverworts. *Arch. Environ. Contam.*, v.33, p.162-171, 1997.

DAL PIVA, G.G.S. *Metais pesados (cádmio, cobre e chumbo) e sua relação com a biossíntese de metabólitos secundários em ecótipos de Baccharis trimera (Less.) a p. de Candolle – Compositae*. 2001. 205p. Tese (Doutoramento em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

DAUBENMIRE, R. *Plant communities: a text book of plant sinecology*. Ed. Harper & Row, New York, 1968. 300p.

DE CARVALHO, A. P.; et al. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – EMBRAPA, Centro de Pesquisas de Solo, Ministério da Agricultura, Rio De Janeiro, 4ª Aproximação, 1997.142p.

EBBINGHAUS, E.; KREEB, K.H.; WEINMANN-KREEB, R. GIS supported monitoring long-termed urban trace elements loads with bark of *Aesculus hippocastanum*. *Angew. Bot.*, v. 71, p.205-211, 1997.

EBBS, S.D. & KOCHIAN, L.V. Phytoextraction of zinc by Oat (*Avena sativa*), Barley (*Hordeum vulgare*) and Indian Mustard (*Brassica juncea*). *Environ. Sci. Technol.*, v.32, p.802-806, 1998.

EITEN, G. How names are used for vegetation. *Journal of Vegetation Science*, Ed. Opulus Press Uppsala, Sweden, v. 3, n. 3, p.169-178, 1992.

FERNANDES, A. *Fitogeografia Brasileira*. Ed. Multigraf, Fortaleza, 1998. 340p.

FOCHT, T. *Padrões Espaciais em comunidades Vegetais de um Campo Pastejado e suas relações com Fatores de Ambiente*. Dissertação (Mestrado em Ecologia) Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. 154p.

FORMAM, R.T.T & GODRON, M. *Landscape Ecology*. New York: Jhon Wiley, 1986.619p.

FORNECK, E. D. *Biótopos Naturais Florestais nas Nascentes do Arroio Dilúvio (Porto Alegre, RS): Caracterização por vegetação e Avifauna*. Dissertação (mestrado em Ecologia) Curso de Pós-Graduação em Ecologia, dissertação de mestrado Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. 100p.

FRANGI, J.L.; BARRERA, M. D. Biodiversidad y dinámica de pastizales em la Sierra de la Ventana, Província de Buenos Aires, de Argentina. In: SARMIENTO, G. ; CABIDO, M. (eds.). *Biodiversidad y funcionamiento de pastizales y sabanas en América Latina*. Mérida: CYTED y CIELAT, 1964. 48p.

FRIZZO, T.C.E. *Zoneamento da Vegetação e sua Relação com Metais Pesados na Mina Volta Grande, Lavras do sul, RS*. Dissertação (dissertação de mestrado em Ecologia) Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. 130p.

FURLEY, P.A. & RATTER, J.A. Soil resources and plant communities of the central Brazilian cerrado and their development. *Journal of Biogeography*, n.15, p. 97-108, 1988.

FURLEY, P.A. The influence of slope on the nature and distribution of soils and plant communities in the central Brazilian cerrado. *Advances in Hillslope Processes*, n. 1, v. 15, p. 327-345, 1996.

GAVRONSKY, E.F. *Relatório final dos trabalhos de pesquisa nas ocorrências de cobre em Volta Grande, Vista Alegre, município de Lavras do Sul, nos anos 1959 a 1963*. Porto Alegre:DNPM, 1984, 48p.

GIRARDI-DEIRO, A.M.; GONÇALVES, J.O.N. & GONZAGA, S.S. Campos naturais ocorrentes nos diferentes tipos de solo no Município de Bagé, RS. *Iheringia*, Porto Alegre, n. 42, p-55-79. 1992.

GIRARDI-DEIRO, A.M. 1999. *Influência de Manejo, Profundidade do solo, Inclinação do Terreno e Metais Pesados sobre a Estrutura e a Dinâmica da Vegetação Herbácea da Serra do sudeste, RS*. Tese (Doutorado em Ciências) Curso de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre:. 116p.

GOODLAND, R. & FERRI, M.G. *Ecologia do Cerrado*. Editora da Universidade de São Paulo, 1979. 237p.

GOODLAND, R. & POLLARD, R. The Brazilian cerrado vegetation: fertility gradient. *Journal of Ecology*, n. 61, p. 219-224, 1973.

HOLTZ, M. e DE ROZ, L.F. *Geologia do Rio Grande do Sul*. Ed. da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000. 445p.

HOWARD-WILLIAMS, c. The ecology of *Becium homblei* in Central Africa with special reference to metalliferous soils. *Journal Ecology*, v.58, p. 745-763, 1970.

IBGE – Folha SH 22 – Porto Alegre e parte das Folhas SH 21 – Uruguaiana e SI 22 – Lagoa Mirim: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro: IBGE., v.33, 796p. 1986

IBGE - Geografia do Brasil. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Diretoria Técnica. Rio de Janeiro: Sergraf., v.3, p.50-53. 1977.

KAUL, P.F.T. Distrito aurífero de Lavras do Sul (RS) – Histórico dos trabalhos de pesquisa e exploração. *Mineração e Metalurgia*, n. 364, p. 18-22, 1975.

KAUL, P.F.T. Geologia. In: Geografia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. v.2:Região Sul. p.29 – 54.

LANDAU, E. C. Ecologia de Paisagem da região do Vale do Rio dos Sinos – Santa Cristina do Pinhal, Parobé/RS: em bases fitossociológicas e de geoprocessamento. 1994. 136p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LEMOS, R. C. & DOS SANTOS, R. D. *Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo*. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Campinas, 3ª Edição, 1996. 84p.

LEONARDOS, O. H. O ouro de Lavras, Rio Grande do Sul. *Mineração e metalurgia*, Rio de Janeiro, v.6., n.34, p.176, 1942.

LEWIS, J.P. Pastizales y sabanas de la Provincia de Santa Fe, Argentina. . In: SARMIENTO, G. ; CABIDO, M. (eds.). *Biodiversidad y funcionamiento de pastizales y sabanas en América Latina*. Mérida: CYTED y CIELAT, 1996. P.79-102.

LIMA E CUNHA, M.C. *A Biogeoquímica na prospecção mineral – Aplicação do método em área mineralizada a cobre no Rio Grande Do Sul*. 1982. 89p. Tese (Doutorado em Geociências) – Curso de Pós-Graduação em Geociências, Iniversidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LINDMAN, G. A. M. 1906. *A Vegetação no Rio Grande do Sul*. Ed. Universal, Porto Alegre, 1906. 350p.

LOPES, A.S. & COX, F.R. Cerrado vegetation in Brazil: an edaphic gradient. *Agronomy Journal*, n. 69, p. 828-831, 1977.

LOPES, A.S. *Solos sob “cerrado” características, propriedades e manejo*. Associação Brasileira para Pesquisa de Potássio e de Fosfato, Piracicaba, 1984, 162p.

MACEDO, W. *Levantamento do reconhecimento dos solos do município de Bagé, RS*. Brasília, Departamento de Difusão de Tecnologia (EMBRAPA-UEPAE de Bagé. Documentos, 1), 1984. 69p.

MALYUGA,D.P.; MALASHKINA, N.S.; MAKAROVA, A.I. Biogeochemical Investigations at Kadzharan, Armenien SSR. *Geomiya*, v.5, 1959.

MALUYGA, D.P. *Biogeochemical methods of porspecting*. Ed. Consultants Bureau, 1964. 205p.

MANTOVANI, W. & MARTINS, F.R. O método dos pontos. *Acta Botânica Brasileira*, São Paulo, v. 4, n. 2, 1990, p. 95-122.

MARCOMIN, F.E. & PORTO, M.L. A ecologia de paisagem e o sistema de informações geográficas (GIS) na avaliação do Rio Tubarão – SC. *Episteme*, v.4/5, n. 12/13, p. 97-119, 1997.

MARTINS, F. R. *Estrutura da floresta mesófila*. 2 ed. Campinas: Ed. Da Universidade Estadual de Campinas, 1993, 246p.

MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. & PLA, L. Biodiversidad Vegetal en el árido Falconiano (Venezuela). *Iterciência*, v. 24, n.5, p. 300-307, 1999.

MAXLAS *et alli.*. O Sistema Hidrotermal Fóssil da Volta Grande, Lavras do Sul/RS – Parte II – Geoquímica das Cloritas. *Geoquímica Brasileira*, São Paulo, v. 4, n. 2. p.159-174, 1990.

MCINTURE, T. & LEWIS, G. M. The advancement of Pytoremediation as na innovate environmental technology for stabilization, remediation, or restoration of contaminated sites in Canadá: A discussion Paper. *Journal of Soil Contamination*, v.6, n.3, p.227-2441, 1997.

MCINTYRE, S., DÍAZ, S. LOVERAL, S & CRAMER, W. Plant funtional types and disturbance dynamics - Introducion. *Journal of Vegetation Science*, Ed. Opulus Press Uppsala, Sweden, v. 10, n.5, p. 604-608, 1999.

MECENA, V.V. *Relação entre a vegetação e fatores pedológicos, com ênfase em Gramineae e Leguminosae*. 1980. 102p. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília,

MENEGAT, R.; FERNANDES, L.A.D.; KOESTER, E. & SCHERER, C.M.S. Porto Alegre antes do homem: Evolução geológica. In: MENEGAT, R. *at alli* . *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Prefeitura Municipal de Porto Alegre e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Porto Alegre, p.11-22, 1998.

MULLER-DOMBOIS, D. & ELLEMBERG, H. *Aims and Methods of vegetation Ecology*. Ed. John Wiley & Songs. New York, 1974, 547p.

MUNSELL COLOR COMPANY. *Munsell Soil color Chart*. Ed. Baltimore, 1946, 22p.

NARDI, L.S.V. *Geochemistry and petrology of the Lavras Granite Complex, Lavras do Sul, RS*. Tese (tese de doutorado) Universidade de Londres, Londres, 1984, 286p.

ODUM, E. *Ecologia*.Ed. Guanabara, São Paulo, 1993, 434p.

OLIVEIRA, M.L.A.A. *Zoneamento do Padrão de Distribuição Espacial de comunidades Vegetais do Parque Estadual Delta do Jacuí – Mapeamento e Subsídios ao Zoneamento da Unidade de Conservação*. Tese (tese de doutorado em Ciências), Curso de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999, 233p.

PILLAR, V.D. & ORLÓCI, L.. Character-based community analysis: the theory and na aplicação program. Netherlands: SPB Academic (Ecological computations series), v. 5, 270p. 1993

PILLAR, V.D.P. *MULTIV: Aplicativo para análise multivariada e testes de hipóteses*.do de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

PILLAR, V. D. On the identification of optimal plant functional types. *Journal of Vegetation Science*, Ed. Opulus Press Uppsala, Sweden, v. 10, n.5, p.631-640. 1999.

PILLAR, V.P. *SYNCSA software: character based community analysis*. Departamento de Ecologia Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.

PILLAR. *MULTIV: Aplicativo para análise multivariada e teste de hipóteses – versão 2.0.3*. Departamento de Ecologia Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

PODANI, J. Space series analysis of vegetation: Processes Reconsidered. *Acta Botânica*,Budapest, n.16, p. 25-29, 1992.

PORTO, M.L. *Beiträge zur Schwermetallvegetation von Rio Grande do Sul, Brasilie*. Tese (tese de doutorado – Doktor der Naturwissenschaften) – Fakultät für Naturwissenschaften und Mathematik der Universität Ulm, Ulm, 1981. 76p.

PORTO, M.L. *Aerolevantamento e seus reflexos sobre o desenvolvimento e segurança nacionais: As modernas técnicas de aerolevantamento e uso de imagens de satélite*. [Brasília]: ESG, 1983. 102p.

PORTO, M.L. Vegetação metalófila e o desenvolvimento do setor mineral. In: SIMPÓSIO DE TRÓPICO ÚMIDO, 1., Belém. *Anais...*Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. P. 171-183.

PORTO, M.L. Plantas detectoras de metais. *Ciência Hoje*, v. 10, n.55, p.8-9, 1989a.

PORTO, M.L. Tolerância ao cobre em ecótipos de *Schinus lentiscifolius* March (Anacardiaceae) de para áreas de mineração no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta botânica brasílica*, v.3, n.2, p.23-31. 1989b.

PORTO, M.L; SILVA, M.F.F. Tipos de vegetação metalófila em áreas da Serra de Carajás e de Minas Gerais, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, v.3, n.3., p.13 – 21. 1989a.

PORTO, M.L. As formações vegetais: evolução e dinâmica da conquista. In: MENEGAT, R. *at alli* . *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul,

Prefeitura Municipal de Porto Alegre e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Porto Alegre, p.47-56, 1998.

PROCHNOW, T.R. & PORTO, M.L. Avaliação de áreas com rejeitos da mineração de carvão, com ênfase em bioindicadores vegetais para metais pesados. In: CENTRO DE ECOLOGIA/UFRGS. Carvão e meio ambiente Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2000.P. 673-694.

PROCHNOW, T.R. *Avaliação de áreas com rejeitos da mineração de carvão, com ênfase em bioindicadores vegetais para metais pesados, no município de Charqueadas, RS.* Dissertação de mestrado (mestrado em Ecologia) – Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.1991. 173p.

PROCTOR, J. Toxins, nutrient shortages and droughts: serpentine challenge. Ed. Elsevier Science Ltd., *News & Comment*, v.14, n.9, p.334-335, 1999.

QUEIROZ-NETO, J.P. Solos da região dos cerrados e suas interpretações (revisão de literatura). *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 6, n.1, p. 1-12, 1982.

QUIAN, J.H.; ZAED, A.; ZHU, Y.L.; YU, M.; TERRY, N. Phytoaccumulation of trace elements by wetland plants: III. Uptake and accumulation of ten trace elements by twelve plant species. *J. Environ. Qual*, v. 28, p.1448-1455, 1999.

RAMBO, B. *A fisionomia do Rio Grande do Sul.* Ed. da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 3ª Edição, 1994, 481p.

RAPANZZO, S.E.; SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R.; HEMKE-OLIVEIRA, C.; RIGO, C.P. & MOSCHINI, L.E. Caracterização Ambiental da Unidade de Conservação da Região do alto Uruguai – Marcelino Ramos (RS). In: *I Fórum de Debates – Em Ecologia de paisagem e Planejamento Urbano*, Rio Claro, Horto Florestal Navarro de Andrade e Instituto de Biociências/ Universidade Estadual de São Paulo. (Meio-digital).

RATTER, J.A. & DARGIE, T.C.D. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. *Journal of Botany*, Edinburg, v. 49, n. 2, p. 235-250, 1992.

RATTER, J.A.; ASKEW, G.P.; MONTGOMERY, R.F. & GIFFORD, D. R. Observações adicionais sobre o cerrado de solos mesotróficos no Brasil Central. In: FERRI, M.G. (coord.) IV Simpósio sobre o Cerrado. Itatiaia, São Paulo, p. 303-316, 1977.

RAWITSCHER, F. The water economy of the vegetation of the “campos cerrado” in southern Brazil. *Journal Ecology*, n. 36, v.2, p. 237-268, 1948.

REATTO, A.; CORREIA, J.R.5. & SPERA, S.T. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S.M. & ALMEIDA, S.P. *Cerrado: Ambiente e Flora*. Embrapa, Planaltina, 1998, 556p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. & CORRÊA. *Pedologia: Bases para distinção de ambientes*. Viçosa: NEPUT, 1999. 338p.

RUGGIERO, P.G.C. 2000. *Levantamento pedológico relacionado às fitofisionomias encontradas na Gleba Cerrado Pé-de-Gigante, Parque Estadual de Vassununga, Santa Rita do Oassa Quatro, SP*. Dissertação (dissertação de mestrado em Ciências), Curso de Pós-Graduação em Ciências na Área de Ecologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000, 159p.

SAN JOSE, J.J.; MONTES, R.; & MAZORRA, M. The nature of savana heterogeneity in the Orinoco Basin. *Global Ecology and Biogeography letters*. Ed. Blackwell Science Ltd, New York, n. 7, p. 441-455, 1998.

SANTOS, M. *Paspalum notatum Flüge var. notatum (Poaceae) em ambientes com e sem rejeitos de carvão: morfo-anatomia e bioacumulação de metais pesados*. Tese (Tese de doutora em Ciências), Curso de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000. 195p.

SILVA JÚNIOR, M.C.; BARROS M.F. de CÂNDIDO, J.F. Relações entre parâmetros do solo e da vegetação de cerrado na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, n.10, p.125-137, 1987.

SILVA, J.G.M. *Relações solo-vegetação como instrumento para manejo da vegetação do cerrado no triângulo mineiro*. 1993, 136p. Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa.

SOSINSKI, E.E.J. *Tipos Funcionais em Vegetação Campestre: Efeitos de Pastejo e Adubação Nitrogenada*. Dissertação (dissertação de mestrado em Ecologia), Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000, 135p

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. VOLKWEISS, S.L. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, Departamento de solos. n.p (Boletim Técnico, n.5), 1995, 174p. KAUL, P.F.T. & RHENHEIMER, D. 1974. *Projeto Ouro no Rio Grande do Sul e Santa Catarina: relatório final*. Diretoria Nacional de Pesquisas Minerais – DNPM, Companhia Riograndese de Mineração – CPRM. Porto Alegre. v.4 130p (inédito).

TEIXEIRA, E. & LEINZ, V. Ouro no Bloco do Butiá (Rio Grande do Sul). *Diretoria Nacional de Pesquisas Minerais*, Rio de Janeiro. Boletim n.5, 1942, 181p.

UHLMANN, A.; GALVÃO, F. & SILVA, S.M. Análise da Estrutura de duas Unidades Fitofisionômicas de Savana (Cerrado) no Sul do Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, São Paulo, v.12, n. 3, p. 231-247, 1998.

URBAN, D.L.; O'NEIL, R.V. & SHUGART, H.H. Landscape Ecology. *Bioscience*, n. 37, p. 119-127, 1987.

WALTER, H. & BRECKLE, S.W. *Ecological Systems of the Geobiosphere: Tropical and subtropical zonobiomes*. Ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 1984. 465p.

WALTER, H. 1975. *Vegetation of the Earth and Ecological Systems of the Geobiosphere*. Nova York: Editora Springer-Verlag New York Inc., 1975. 274p.

WARMING, E. *Lagoa Santa*. Ed. da Universidade de São Paulo, Belo Horizonte, 1973. 386p.

WEIHER, E.; VAN DER WERF, A.; THOMPSON, K. RODERICK, M.; GARNIER, E. & ERIKSSON, O. Challenging Theophrastus: A common core list of plant traits for functional ecology. *Journal of Vegetation Science*, Ed. Opulus Press Uppsala, Sweden, v. 10, n.5, p. 609-620, 1999.

WENZEL, W.W. & JOCKWER, F. Accumulation of heavy metals in plants grown on mineralised soils of the Austrian Alps. *Environmental Pollution*, v. 104, p.145-155, 1999.

WILLIAMS, R. J.; DUFF, G.A.; BOWMAN, D.M.J.S. & COOK, G.D..1996. Variation in the Composition and Structure of Tropical savannas as a function of rainfall and soil texture along a large-scale climatic gradient in the Northern Territory Australia. *Journal of Biogeography*, v.23, p.747-756, 1996.

ZANARDI JÚNIOR, V. *Avaliação do sistema de lagoas em área de mineração de carvão a céu aberto, com ênfase nas concentrações de metais pesados em água, planta e substrato*. Dissertação de mestrado (mestrado em Ecologia) – Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.1990. 98p.

ZANARDI JÚNIOR, V. & PORTO, M. L. Avaliação do sistema de lagoas em áreas de mineração de carvão a céu aberto: metais pesados na água, plantas e substrato. *Em pauta – Boletim do instituto de Biociências da UFRGS*, Porto Alegre, n.49, p. 1-83, 1991.

ZOCHE, 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. 1993b.

ZOCHE, J.J. *Comunidades Vegetais de Savana sobre Estruturas Mineralizadas de Cobre, na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS*. Tese (Tese de doutorado em Ciências), Curso de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. 250p.

APÊNDICE 1.– A: Escombros da usina de manufatura de minérios.



APÊNDICE 1.– B: Detalhe das esteiras de transporte do material para moagem.

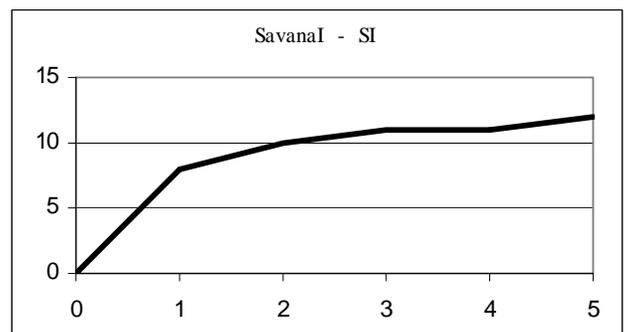
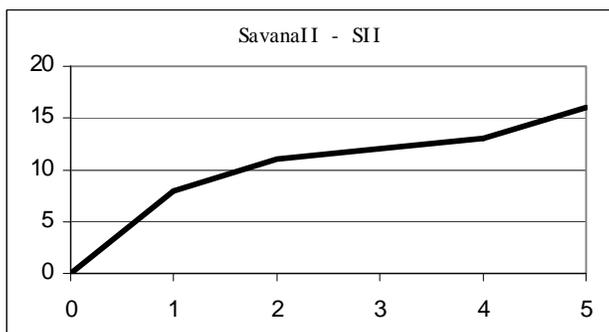
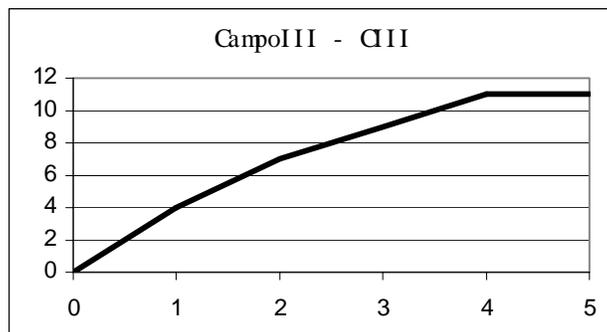
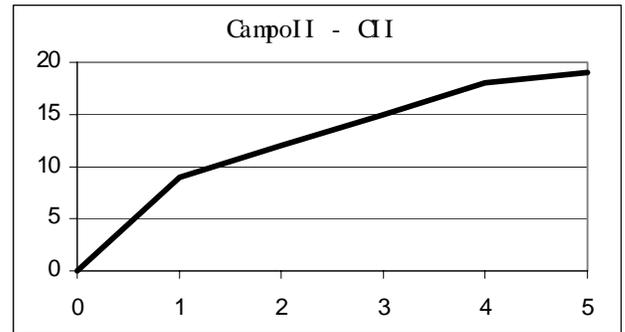
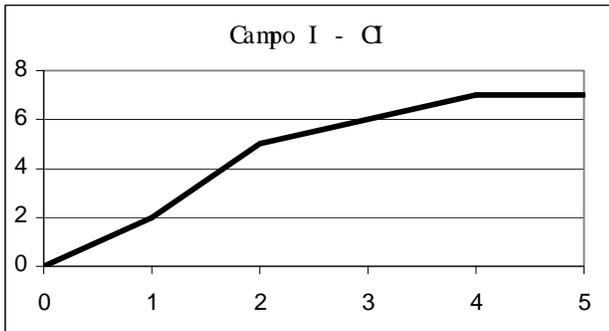


APÊNDICE 2.– Lista de espécies amostradas na mina Volta Grande , Lavras do Sul RS. Na última coluna encontram-se as siglas utilizadas na análise dos Tipos Funcionais de Plantas. Obs.: As plantas que não apresentam sigla não foram utilizadas na análise, sendo somente utilizadas na caracterização estrutural do ecótopo.

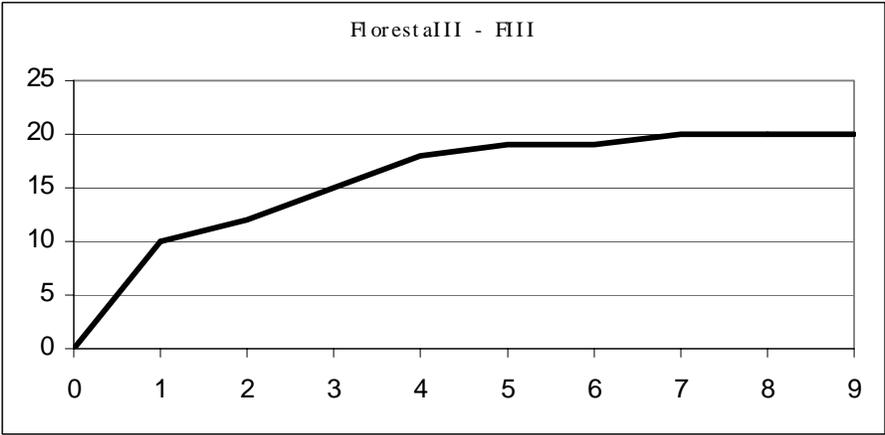
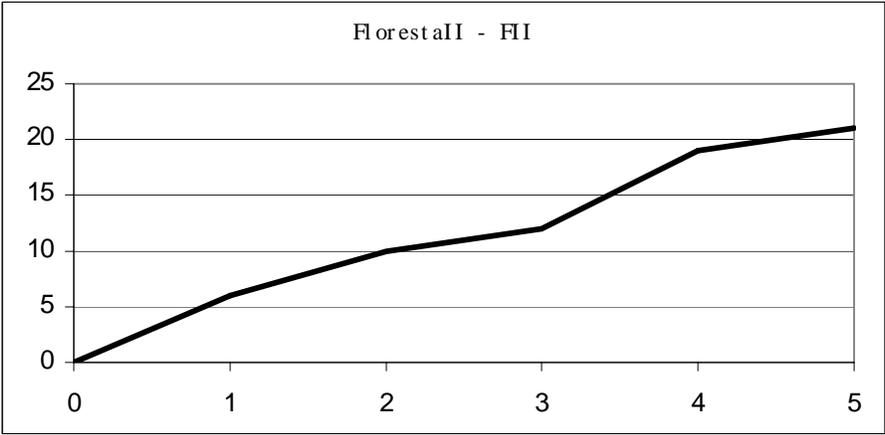
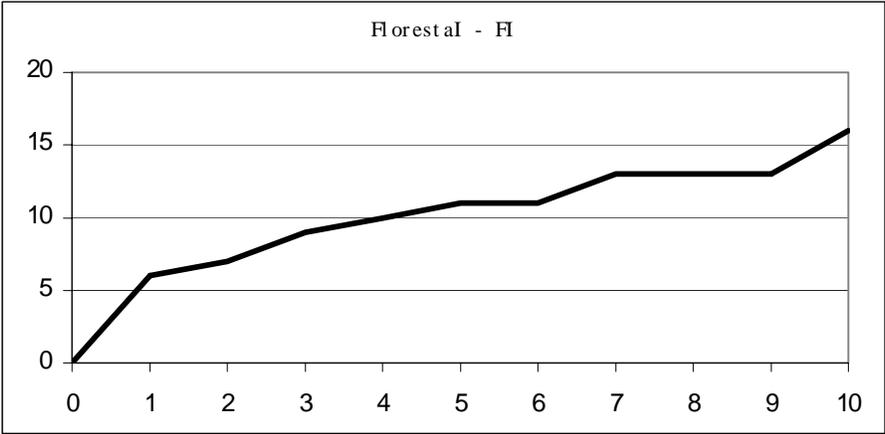
Família	Nome científico	Nome Popular	Sigla
ANACARDIACEAE	<i>Schinus lentiscifolius</i> March.	aroeira-do-campo	Scle
ANACARDIACEAE	<i>Lithraea brasiliensis</i> March.	aroeira-brava	Libr
ANACARDIACEAE	<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabrera	assobiadeira	Scpo
ANACARDIACEAE	<i>Schinus molle</i> Linn.	aroeira-salvo	Scmo
APIACEAE	<i>Eryngium horridum</i> Malme	caraguatá-hórrido	Erho
ASTERACEAE	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	carqueja	Batr
ASTERACEAE	<i>Vernonia nudiflora</i> (Less.)	alecrim-do-campo	Venu
ASTERACEAE	<i>Baccharis articulata</i> Pers.	carquejinha	Baar
ASTERACEAE	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	vassoura	Badr
ASTERACEAE	<i>Heterothalamus alienus</i> Kuntze	alecrim	Heal
ASTERACEAE	<i>Senecio brasiliensis</i> Less.	maria-mole	Sebr
ASTERACEAE	<i>Baccharis coridifolia</i> DC.	mio-mio	Baco
ASTERACEAE	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	cambará	Gopo
CYPERACEAE	<i>Carex bonariensis</i>	-	Cabo
CYPERACEAE	<i>Eleocharis cf. viridams</i> Lindel	-	Elcf
CYPERACEAE	<i>Rhynchospora luzuliforme</i> Bock	-	Rhlu
CYPERACEAE	<i>Rhynchospora rugosa</i> Bock	-	Rhru
CYPERACEAE	<i>Fimbristylis cf. autumnalis</i> Vahl.	-	Ficf
CYPERACEAE	<i>Kyllinga vaginata</i> Lam.	-	Kyva
CYPERACEAE	<i>Fimbristylis dyphyla</i> Vahl.	-	Fidy
EUPHORBIACEAE	<i>Sebastiania cf. brasiliensis</i> Spreng.	leiterinho	Secf
EUPHORBIACEAE	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baillon) L. B. Smith & R. J. Downs	branquilho	Seco
FABACEAE	<i>Desmodium incanum</i> DC.	pega-pega	Dein
FLACOURTIACEAE	<i>Xylosma cf pseudosalzmanni</i> Sleum.	sucará	Xycf
JUNCACEAE	<i>Juncus. cf. marginatus</i> Rostk.	-	Jucf
LAURACEAE	<i>Ocotea puberula</i> Nees	canela-guaicá	Ocpu
MIMOSACEAE	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	angico-branco	
MYRSINACEAE	<i>Myrsine coriacea</i> R. Br.	capororoquinha	Myco
MYRTACEAE	<i>Eugenia uniflora</i> Linn.	pitangueira	Euun
MYRTACEAE	<i>Blepharocalix salicifolius</i> (H. B. K.) Berg.	guamirim-murta	Blsa
MYRTACEAE	<i>Myrrhinium artropurpureum</i> Schott	guamirim-pau-ferro	Myar
MYRTACEAE	<i>Feijoa sellowiana</i> Berg.	goiabeira-do-campo	Fese
MYRTACEAE	<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	guamirim	Euur

MYRTACEAE	<i>Myrcianthes cisplatensis</i> Berg.	murta	Myci
MYRTACEAE	<i>Eugenia schuechiana</i> Berg.	guamirm-uvá	Eusc
MYRTACEAE	<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	guamirim-araçá	Mygi
POACEAE	<i>Axonopus affinis</i> Chase	grama-missioneira	Axaf
POACEAE	<i>Schizachyrium microstachyum</i> (Desv.) Roseng., Arril. de Maffei & Izag. de Artucio	rabo-de-burro	Scmi
POACEAE	<i>Sporobolus indicus</i> R. Br.	capim-touceirinha	Spin
POACEAE	<i>Andropogon</i> cf. <i>ternatus</i> Ness.		Ancf
POACEAE	<i>Aristida jubata</i> (Arech.) Herter	barba-de-bode	Arju
POACEAE	<i>Paspalum</i> sp.		Pasp
POACEAE	<i>Andropogon</i> sp.		Ansp
POACEAE	<i>Aristida filifolia</i> (Arech.) Herter	barba-de-bode	Arfi
POACEAE	<i>Saccharum angustifolius</i> Nees	macega-estaladeira	Saan
POACEAE	<i>Paspalum notatum</i> Fluegge	grama-forquilha	Pano
POACEAE	<i>Setaria geniculata</i> Beauv.	capim-rabo-de-raposa	Sege
POACEAE	<i>Axonopus siccus</i> Kuhlman.	capim-cabeludo	Axsi
POACEAE	<i>Piptochaetium montevidense</i> Parodi	cabelo-de-porco	Pimo
POACEAE	<i>Paspalum</i> cf. <i>dilatatum</i> Poir.	capim-de-mula	Pacf
POACEAE	<i>Sorghastrum setosum</i> ???		Sose
POLYGONACEAE	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meissn.	marmeleiro-do-mato	Rula
RHAMNACEAE	<i>Discaria americana</i> Gill. & Hook.	brusca	Diam
RHAMNACEAE	<i>Scutia buxifolia</i> Reiss.	coronilha	Scbu
ROSACEAE	<i>Quillaja brasiliensis</i> Mart.	sabão-de-soldado	Qubr
RUBIACEAE	<i>Guettarda uruguensis</i> Cham. et Schldl.	veludo	Guur
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica-de-cadela	Zarh
SANTALACEAE	<i>Acanthosyris spinescens</i> Griseb.	sombra-de-touro	
SANTALACEAE	<i>Iodina rhombifolia</i> Hook. & Arn. ex Reissek	espinheira-santa	Iorh
SAPINDACEAE	<i>Allophylus edulis</i> Radlk. ex Warm.	chal-chal	Aled
SAPINDACEAE	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	camboatá-vermelho	Cuve
SAPINDACEAE	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	camboatá-branco	Mael
SAPOTACEAE	<i>Pouteria salicifolia</i> Radlk.	sarandi-mata-olho	Posa
SMILACACEAE	<i>Smilax campestris</i> Griseb.	cipó-unha-de-gato	Smca
TILIACEAE	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	açoita-cavalo	Ludi
ULMACEAE	<i>Celtis tala</i> Gil. ex Planch.	taleira	Ceta
ULMACEAE	<i>Celtis spinosa</i> Spreng.	Esporão-de-galo	Cesp
ULMACEAE	<i>Celtis selloviana</i> Miq.	-	Cese
ULMACEAE	<i>Celtis iguanaeus</i> Sarg.	joá-mirim	Ceig
VERBENACEAE	<i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng.) Moldenke	tarumã-de-espinho	Cimo
VERBENACEAE	<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc.	cidró-silvestre	Algr
VERBENACEAE	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	tarumã-preto	Vime

APÊNDICE 3 – Curvas de Suficiência Amostral de todas as manchas fitofisionômicas amostradas. Nas absissas o número de unidades amostrais e na ordenada o número de espécies amostradas.



APÊNDICE 3 – Curvas de Suficiência Amostral de todas as manchas fitofisionômicas amostradas.  
 Continuação.



## APÊNDICE 4 – Perfis de solo amostrados na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS.

Exemplo do modelo descritivo dos perfis de solo:

### **Mancha: Nome ou Sigla da mancha fitofisionômica**

*Perfil: Número do perfil na mancha*

*Tipo de vegetação ou forma de uso encontrado no ponto ( cobertura do ponto: arbórea%, arbustiva%, herbácea%, Folhagem%) / Posição geomorfológica / declividade do ponto% / Geologia / Exposição°*

*Tipos de Horizonte / profundidade/ Coloração / Textura / Presença de pedras / Quantidade de raízes.*

### **Mancha: CI**

Perfil: P1

SI(0%, 0%, 95%, 80%) / Topo / 1% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 225°

A / 0-18 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ franco siltoso / 0 / 0

B / 18-42 / bruno (10YR5/3) / argila siltosa / 0 / 1

C / 42-55 / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido) e bruno-acinzentado (10YR4/2, úmido) / argila siltosa / com cascalhão

### **Mancha: CI**

Perfil: P2

CI (0%, 0%, 98%, 80%) / Topo / 5% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 225°

A / 0-4 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ franco argiloso / 0 / 1

B / 4-21 / bruno (10YR5/3) / franco argiloso / 0 / 1

### **Mancha: CI**

Perfil: P3

CI (0%, 0%, 95%, 90%) / Topo/ 6% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 225°

A / 0-24 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco argiloso / 0 / 0

Bg / 24-57 / bruno acinzentado (10YR4/2, úmido)/ franco argiloso / 0 / 1

C / 57-70 / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido) e bruno-acinzentado (10YR4/2, úmido)/ areia grossa com cascalho

### **Mancha: CI**

Perfil: P4

CI (0%, 0%, 95%, 80%) / Topo/ 5% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 225°

AO / 0-3 / preto (10YR2, úmido)/ franco siltoso / 1 / 2

A / 3-25 / mosqueado: bruno escuro (10YR3/3, úmido)com vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido)/ franco siltoso / 1 / 1

B / 25-42 / mosqueado: bruno escuro (10YR3/3, úmido) com vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido)/ argila / 1 / 1

C / 42-51+ / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido) com cinza (10YR6/1, úmido)/ argila cascalho cascalhão

### **Mancha: CI**

Perfil: P5

SI (0%, 70%, 90%, 90%) / Topo / 1% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 225°

O / 1-0 / preto (10YR2, úmido)/ folhas muito decompostas

AO / 0-3 / preto (10YR2, úmido) / franca / 0 / 2

A / 3-15 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido) / franca / 0 / 0

C / 15-30 / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido) e bruno-acinzentado (10YR4/2, úmido) / rocha decomposta

### **Mancha: CII**

Perfil: P1

FI(0%, 5%, 95%, 10%) /Topo/ 0% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 225°

A / 0-5 / bruno escuro (10YR2/2, úmido) / franco argiloso / 0 / 1

C / 5-7 / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e preto(N2, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: CII**

Perfil: P2

CII (0%, 5%, 95%, 10%) / Encosta alta / 1% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 225°

A / 0-9 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco argiloso / 0 / 3

C / 9-11 / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e preto(N2, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: CII**

Perfil: P3

CII (0%, 5%, 90%, 10%) / Encosta média/ 20% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 225°

A / 0-6 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco argiloso / 0 / 1

C / 6-10 / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e preto(N2, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: CII**

Perfil: P4

CII (0%, 5%, 90%, 10%) / Encosta média / 22% / Grupo Maricá - Formação Hilário/ 225°

A / 0-7 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco argiloso / 0 / 1

C / 7-10 / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e preto(N2, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: CII**

Perfil: P5

CII (0%, 0%, 90%, 2%) / Encosta baixa / 20% / Grupo Maricá - Formação Hilário/ 225°

A / 0-15 / bruno escuro (10YR3/3, úmido) / franco argiloso / 0 / 1

B / 15-35 / bruno acinzentado (10YR5/2, úmido)/ franco siltoso / 2 / 0

C / 35-45 / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e preto(N2, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: CII**

Perfil: P estrada – foto no apêndice 5.

SII (0%, 0%, 98%, 2%) / Encosta baixa/ 2%/ Grupo Maricá - Formação Hilário/ 225°

A / 0-13 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco argiloso / 0 / 1

B1 / 13-25 / bruno acinzentado (10YR5/2, úmido)/ franco siltoso / 2 / 0

B2 / 25-48 /mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza claro (10YR7/1, úmido) e preto(N2, úmido)/ franco siltoso / 2 / 0

C / 48-100 / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e preto(N2, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: CIII**

Perfil: P1

FII(10%, 10%, 80%, 0%) / Encosta baixa / 3% / Grupo Maricá - Formação Hilário e Sedimento / 210°

A / 0-5 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco siltoso / 0 / 1

M (B) / 5-12 / bruno escuro (10YR3/3, úmido) / franco Siltoso cascalhento / 2 / 0

C / 12-32+ / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e preto(N2, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: CIII**

Perfil: P2

CIII (0%, 0%, 98%, 5%) / Planície / 1% / Sedimento / 210°

A / 0-9 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco siltoso / 0 / 2

Mg(Bg)1 / 9-15 / mosqueado cinza brunado muito escuro (10YR3/2, úmido) e vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido)/ franco siltoso / 0 / 1

Mg(Bg)2 / 15-75 / cinza brunado muito escuro (10YR3/2, úmido)/ franco argiloso / 0 / 0

Mg(Bg)3 / 75-140+ / cinza escuro (10YR4/1)/ argila siltosa / 0 / 0

### **Mancha: CIII**

Perfil: P3

CIII (0%, 0%, 98%, 5%) / Planície / 1% / Sedimento / 210°

M1(Ap) / 0-73 / cinza brunado muito escuro (10YR3/2, úmido)/ franco arenoso / 0 / 1

M2(Bg) / 73-100+ / cinza escuro (10YR4/1, úmido)/ franco argiloso / 0 / 2

### **Mancha: CIII**

Perfil: P4

Área de beneficiamento de minérios (0%, 0%, 98%, 2%) / Planície/ 3% / Sedimento / 210°

Ap1 / 0-7 / bruno amarelado claro (10YR6/4, úmido)/ areia franco cascalhenta / 2 / 0

Ap2 / 7-25 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco cascalhento / 2 / 0

C / 25-50+ / cinza claro (10YR7/1, úmido) / rocha decomposta

### **Mancha: SI**

Perfil: P1

CI (0%, 0%, 95%, 2%) / Topo/ 4% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 280°

A / 0-8 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ franco siltoso / 0 / 1

BC / 8-31 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco argiloso cascalhento/0 / 0

C / 31-48/ mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e bruno(10YR5/3, úmido)/ rocha decomposta com pouco material fino

### **Mancha: SI**

Perfil: P2

SI (0%, 80%, 80%, 10%) / Topo/ 4% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 280°

O / 1-0 / bruno (10YR5/3) / folhas grandes

A / 0-10 / bruno escuro(10YR3/3, úmido)/ franco siltoso / 1 / 0

B / 10-42 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco argiloso / 3 / 0

C / 42-66 / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e bruno(10YR5/3, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: SI**

Perfil: P3

SI(0%, 80%, 80%, 10%) / Encosta alta / 14% Grupo Maricá - Formação Hilário / 280°

O / 0,3-0 / bruno escuro (10YR3/3, úmido) / folhas grandes

A / 0-7 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco siltoso com pedras / 2 / 0

B / 7-25 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco siltoso com pedras / 2 / 0

BC / 25-34 / bege colorido / franco siltoso com rocha decomposta / 2 / 0

C / 34-50/ mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e bruno(10YR5/3, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: SI**

Perfil: P4

SI(0%, 30%, 80%, 2%) / Encosta média / 4% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 280°

Af / 0-2,5 / preto (N2, úmido)/ franco siltoso com cinzas (fogo) / 0 / 1

A / 2,5-21 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco siltoso / 0 / 0

B1 / 21-38 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco argiloso / 0 / 0

B2 / 38-51 / Bruno (10YR5/3)/ franco argiloso / 2 / 0  
C / 51-63+ / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e bruno(10YR5/3, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: SI**

Perfil: P5

FII (80%, 5%, 40%, 10%) / encosta média / 2% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 280°

O / 0,5-0 bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ folhas muito decompostas

A / 0-19 / bruno forte (7,5YR5/6)/ franco argiloso / 0 / 1

AC / 19-30 / bruno forte alaranjado / rocha dec./ 0 / 1

C / 30-40 / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e bruno(10YR5/3, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: SII**

Perfil: P1

FI (10%, 85%, 85%, 15%) / Topo/ 2% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 90°

O / 1,5-0 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ folhas, raízes e galhos bastante decompostos

A / 0-10 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco siltoso / 0 / 1

AC / 10-20 / bruno amarelo escuro (5YR4/6)/ franco siltoso / 2/ 0

C / 20-40 / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e bruno(10YR5/3, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: SII**

Perfil: P2

SII(0%, 70%, 85%, 10%) / Topo/ 4% / Grupo Maricá - Formação Hilário /90°

A / 0-2 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ franco argiloso / 1/ 2

AC / 2-10 / bruno amarelo escuro (5YR4/6)/ franco siltoso muito cascalhento / com cascalhão 2 / 0

CA / 10-18 / bruno amarelo escuro (5YR4/6) / rocha decomposta com pouco material fino/ 2 / 0

C / 18-40 / Mosqueado: bruno (10YR5/3) e vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: SII**

Perfil: P3

SII (0%, 30% 75%, 5%) / Encosta alta / 10% Grupo Maricá - Formação Hilário / 90°

A / 0-3 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ franco siltoso / 0 / 1

C / 3-40 / bruno amarelo escuro (5YR4/6)/ rocha decomposta

### **Mancha: SII**

Perfil: P4

SII (0%, 75%, 90%, 10%) / Encosta alta/ Grupo Maricá - Formação Hilário / 90°

Ap1 / 0-5 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ franca / 0 / 2

Ap2 / 5-31 / bruno forte (7,5YR5/6)/ franco argiloso / 0 / 0

Ap3 / 31-52 / bruno amarelo escuro (5YR4/6)/ franco argiloso / 0 / 0

C / 52-64 / Mosqueado: bruno (10YR5/3) e vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: SII**

Perfil: P5

FII (0%, 60%, 90%, 10%) / Encosta média / 15% / Hilário / 90° / alti

Ap1 / 0-2 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ franco siltosa / 0 / 2 / 2

Ap2 / 2-20 / bruno forte (7,5YR5/6)/ franco siltoso / 0 / 1 / 1

Ap3 / 20-45 / bruno amarelo escuro (5YR4/6)/ franco siltoso / 2 / 0

C / 45-55 / mosqueado: bruno (10YR5/3) e vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: FI**

Perfil: P1

SI (5%, 75%, 90%, 12%) / topo / 4% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 0°

A / 0-12 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ franco argiloso / 0/ 2  
AC / 12-19 / bruno amarelo escuro (5YR4/6)/ franco siltoso / 0/ 1  
C / 19-32 / mosqueado: bruno (10YR5/3) e vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido)/ rocha decomposta com material fino

### **Mancha: FI**

Perfil: P2

FI (80%, 5%, 40%, 10%) / topo / 2% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 0°  
O / 0,5-0 bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ folhas muito decompostas  
A / 0-19 / bruno forte (7,5YR5/6) / franco argiloso / 0 / 1  
AC / 19-30 / bruno amarelo escuro (5YR4/6)/ rocha dec./ 0 / 1  
C / 30-40 / mosqueado: bruno (10YR5/3) e vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: FI**

Perfil: P3

FI (80%, 5%, 40%, 40%) / topo / 2% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 0°  
A / 0-20/ bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ franco siltoso / 0 / 2  
AC / 20-32 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco argiloso / 0 / 1  
C / 32-65+ / mosqueado: bruno (10YR5/3) e vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: FI**

Perfil: P4

FI(70%, 5%, 95%, 95%) / topo/ 3% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 0°  
O / 1-0 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ folhas, raízes, galhos decompostos  
A / 0-8 / bruno forte (7,5YR5/6)/ franco siltoso / 0/ 1  
C / 8-18 /mosqueado: bruno (10YR5/3) e vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: FI**

Perfil: P5

SI(0%, 80%, 90%, 30%) / encosta alta / 5% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 0°  
A1 / 0-3 / preto (10YR2/1)/ franco siltoso / 0 / 2  
A2 / 3-22 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ franco siltoso / 0 / 1  
AC / 22-34 / bruno amarelo escuro (5YR4/6)/ franco siltoso / 0 / 0  
C / 34-50 / mosqueado: bruno (10YR5/3) e vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: FII**

Perfil: P1

SI (0%, 0%, 90%, 5%) / Encosta baixa / 18% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 210° /  
A / 0-18 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco siltoso / 0 / 1  
M1(B1) / 18-38 / bruno escuro (10YR3/3, úmido) / franco argiloso / 1 / 0  
M2(B2) / 38-63 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ franco argiloso / 1 / 0  
C / 63-100+ / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e preto(N2, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: FII**

Perfil: P2

FII (90%, 5%, 10%, 80%) / Encosta baixa / 14% / Sedimento e Grupo Maricá - Formação Hilário / 210°  
O / 1,0-0 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ folhas grandes  
Ap / 0-10 / bruno (10YR4/3) / areia siltosa cascalhenta / 1 / 2  
A / 10-33 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ franco siltoso / 0 / 1  
B / 33-50 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco siltoso / 0/ 0  
C / 50-58+ / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e preto(N2, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: FII**

Perfil: P3

FII (90%, 0%, 5%, 80%) / Encosta baixa / 8% / Sedimento e Grupo Maricá - Formação Hilário / 210°

O / 0,5-0 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ folhas miúdas

A / 0-17 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco siltoso / 0 / 2

M(B) / 17-39 / bruno (10YR5/3) / cascalho e cascalhão em matriz argilosa / 2 / 1

C / 39-58+ / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e preto(N2, úmido)/ argila com pouca areia

### **Mancha: FII**

Perfil: P4

FII (90%, 5%, 5%, 80%) / Encosta baixa / 2% / Sedimento e Grupo Maricá - Formação Hilário / 210°

O / 0,5-0 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ folhas miúdas

A / 0-12 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco siltoso / 0 / 2

M(B) / 12-44 / bruno (10YR5/3)/ franco argiloso / 0 / 1

MC / 44-52 / bruno amarelo claro (10YR6/4) e vermelho e amarelo (5YR4/6)/ franco argiloso/ 2 / 0

C / 52-64+ / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e preto(N2, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: FII**

Perfil: P5

FII (90%, 10%, 85%, 5%) / Encosta baixa / 4% / Sedimento e Grupo Maricá - Formação Hilário / 210°

O / 0,8-0 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ folhas decompostas

A / 0-19 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco siltoso / 0 / 1

M(B) / 19-37 / bruno (10YR5/3)/ franco argiloso / 0 / 0

C / 52-64+ / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e preto(N2, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: FII**

Perfil: P6

CIII (10%, 10%, 80%, 0%) / planície / 3% / Sedimento / 210°

A / 0-5 / bruno escuro (10YR3/3, úmido) / franco siltoso / 0 / 1

M(B) / 5-12 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco siltoso cascalhento / 2 / 0

C / 12-32+ / mosqueado: vermelho-amarelo (5YR4/6, úmido), cinza (10YR6/1, úmido) e preto(N2, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: FIII**

Perfil: P1

CI (0%, 0%, 98%, 2%) / Topo/ 2% / Grupo Maricá/Formação Grupo Maricá - Formação Hilário / 280°

A / 0-8 / bruno forte (7,5YR5/6, úmido)/ franco siltoso / 0 / 0

BC / 8-31 / bruno escuro (10YR3/3, úmido)/ franco argiloso cascalhento / 1 / 0

C / 31-48/ laranja / rocha decomposta

### **Mancha: FIII**

Perfil: P1

CII (0%, 0%, 95%, 2%) / Encosta baixa / 24% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 214°

A / 0-11 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ franco siltoso / 0 / 0

AC/11-17 /bruno acinzentado (10YR4/1, úmido) com bruno amarelo claro (10YR6/4)/ franco siltoso/ 2/0

C / 17-21 / cinzento bruno claro (2,5YR6/2, úmido)/ rocha decomposta

### **Mancha: FIII**

Perfil: P2

FIII (75%, 0%, 2%, 95%) / Encosta baixa / 28% / Grupo Maricá - Formação Hilário / 214°

O / 1,0-0/ Bruno (1-YR4/3, úmido)/ folhas grandes e miúdas

A / 0-12 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ franco siltoso / 0 / 0

AC / 12-17 / bruno acinzentado (10YR4/1, úmido) com bruno amarelo claro (10YR6/4)/franco siltoso/2/0  
C / 17-21 / cinzento bruno claro (2,5YR6/2, úmido)/ rocha decomposta

**Mancha: FIII**

Perfil: P3

FIII (85%, 0%, 0%, 3%) / Encosta baixa / 6% / Sedimento e Grupo Maricá - Formação Hilário/ 214°  
A / 0-21 / bruno muito escuro (10YR2/2, úmido)/ franco siltoso / 0/ 0  
M1(B1) / 21-84 / bruno acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido)/ franco siltoso / 0 / 0  
M2(B2) / 81-100+ / bruno acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido) com bruno amarelo claro (10YR6/4)/ franco siltoso com cascalho / 2/ 0

**Mancha: FIII**

Perfil: P4

FIII (80%, 0%, 30%, 10%) / Planície de inundação aluvial / 0% / Sedimento / 214°  
M1(A1) / 0-73 / bruno claro (10YR3/1, úmido)/ areia fina com silte / 0/ 0  
M2(A2) / 73-83 / bruno escuro (10YR2/2, úmido) / areia fina com silte, pouca argila / 0 / 0  
M3(B1) / 83-100 / bruno amarelo escuro (5YR4/6, úmido)/ areia grossa cascalho fino / 2 / 0  
M4(B2) / 100-160+ / bruno escuro (10YR2/2, úmido) e claro / areia fina com silte / 1 / 0

**Mancha: FIII**

Perfil: P5

FIII (80%, 10%, 5%, 30%)/ Planície de inundação aluvial / 0% / Sedimento / 214°  
M1(A1)/ 0-73 / bruno claro (10YR3/1)/ areia fina com silte / 0 / 0  
M2(A2)/ 73-83 / bruno escuro (10YR2/2, úmido)/ areia fina com silte, pouca argila / 0/ 0  
M3(B1) / 83-100 / Bruno amarelado (10YR5/6, úmido)/ areia grossa cascalho fino / 2 / 0  
M4(B2) / 100-140+ / bruno escuro (10YR2/2, úmido) e bruno claro (10YR3/1) / areia fina com silte / 1 / 0 / 0

APÊNDICE 5 – Análise estatística dos tipos funcionais de plantas para a mina Volta Grande, Lavras do Sul RS - Valores de congruência dos atributos macromorfológicos, valores de ordenação das unidades amostrais pelos dos tipos funcionais, e valores de ordenação das unidades amostrais pelas características físicas e químicas do solo.

A – Análise de todas as manchas fitofisionômicas

CHARACTER-BASED COMMUNITY ANALYSIS                      SYNCSA v.2.0.2

-----  
 CHARACTER RANKING  
 -----

Fri Dec 20 12:28:39 2002  
 Session:     40r22a  
 Formatted data: 40r22a.formda  
 Character ranking criterion: 1 (congruence community resemblance/environmental resemblance)  
 Pooling of CSTs: 2 (polythetic)  
 Ranking algorithm: 1 (stepwise)  
 Data partition type: mixed  
 Fuzzy transformation: none (crisp)  
 Resemblance option: 10 (squared chord distance)

cf	of	tx	oc	sp	ha	fc	sd	sa	so	mf	cl	sv	es	ip	ca	se	al	lf	st	af	fo	pe
6	19	16	19	19	18	20	19	19	18	18	16	17	16	20	19	15	18	18	19	17	18	19
0,401	0,441	0,453	0,462	0,452	0,445	0,445	0,457	0,465	0,472	0,472	0,467	0,460	0,464	0,435	0,446	0,456	0,469	0,450	0,435	0,419	0,412	0,372

CHARACTER-BASED COMMUNITY ANALYSIS                      SYNCSA v.2.0.2

-----  
 EXPLORATION OF COMMUNITY DATA STRUCTURES  
 -----

Fri Dec 20 11:28:40 2002  
 Session:     ptotal  
 Formatted data: ptotal.formda  
 Unformatted data: 40r22a.formda  
 Character set:  
 Order:       cf of tx oc sp ha fc sd sa so  
 Number of states: 6 5 4 2 70 2 6 4 4 2  
 Character type: 3 2 2 1 2 1 2 2 2 1  
 Pooling of CSTs: 2 (polythetic)

CSTs	cf	of	tx	oc	sp	ha	fc	sd	sa	so	CI 1	CI 2	CI 3	CI 4	CI 5	CI1	CI2	CI3	CI4	CI5	CI11	CI12	CI13	CI14	CI15
1	4	1	2	2	Erho	1	3	1	1	2	5	4	0	3	5	2	3	2	2	2	3	2	3	2	4
2	3	3	1	2	Batr	1	1	1	1	2	2	0	0	0	0	4	4	6	4	4	0	0	0	0	0
3	4	1	2	2	Erho	1	5	1	1	2	0	2	0	0	0	0	2	2	2	0	3	8	6	8	4
4	5	3	2	2	Axaf	1	5	2	1	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	3	2	2	Elcf	1	5	1	2	2	0	2	5	2	0	0	2	0	0	2	2	0	2	0	0
6	2	1	1	1	Scmi	1	1	4	1	2	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	1	2	2	Scmi	1	5	1	1	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0
8	3	1	2	2	Spin	1	5	2	1	2	0	0	0	0	0	4	0	2	2	2	0	0	0	0	0
9	4	1	2	2	Scmi	1	5	1	1	2	0	0	0	0	0	4	0	2	4	2	2	2	2	0	0
10	5	4	2	2	Venu	1	5	5	1	2	0	0	0	0	0	2	2	4	2	4	0	0	0	0	0
11	2	1	4	1	scl	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	2	1	1	2	Venu	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	3	1	1	1	Erho	2	1	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	2	1	4	1	Saan	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	2	1	1	1	Scbu	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	3	1	3	1	Pano	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	3	1	1	1	Axsi	2	1	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	3	1	4	1	Arfi	2	1	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuação

CSTs	cf	of	tx	oc	sp	ha	fc	sd	sa	so	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5	
1	4	1	2	2	Erho	1	3	1	1	2	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0
2	3	3	1	2	Batr	1	1	1	1	2	4	1	2	1	0	3	3	3	4	4	4
3	4	1	2	2	Erho	1	5	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	5	3	2	2	Axaf	1	5	2	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
5	4	3	2	2	Elcf	1	5	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	1	1	1	Scmi	1	1	4	1	2	0	2	2	2	1	0	0	2	0	1	1
7	4	1	2	2	Scmi	1	5	1	1	2	2	2	0	0	0	1	1	2	1	1	1
8	3	1	2	2	Spin	1	5	2	1	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
9	4	1	2	2	Scmi	1	5	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	5	4	2	2	Venu	1	5	5	1	2	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0
11	2	1	4	1	scl	2	1	1	1	1	2	4	3	4	5	3	3	2	3	3	3
12	2	1	1	2	Venu	2	1	1	1	2	4	2	2	1	2	3	0	0	0	0	0
13	3	1	1	1	Erho	2	1	4	1	2	2	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0
14	2	1	4	1	Saan	2	1	1	1	2	1	2	0	0	1	2	2	1	1	4	4

15	2	1	1	1	Scbu	2	1	1	1	2	0	0	0	2	0	0	3	4	4	2
16	3	1	3	1	Pano	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	3	1	1	1	Axsi	2	1	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	3	1	4	1	Arfi	2	1	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuação

											MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	MII1	MII2	MII3	MII4	MII5	MIII1	MIII2	MIII3	MIII4	MIII5
1	4	1	2	2	Erho	1	3	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	3	1	2	Batr	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	1	2	2	Erho	1	5	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	5	3	2	2	Axaf	1	5	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	3	2	2	Elcf	1	5	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	1	1	1	Scmi	1	1	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	1	2	2	Scmi	1	5	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	3	1	2	2	Spin	1	5	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	4	1	2	2	Scmi	1	5	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	5	4	2	2	Venu	1	5	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	2	1	4	1	scl	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	2	1	1	2	Venu	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	3	4	2	0	0	0	0
13	3	1	1	1	Erho	2	1	4	1	2	0	0	4	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	2	1	4	1	Saan	2	1	1	1	2	0	0	0	0	2	0	3	2	2	2	4	0	2	5	2
15	2	1	1	1	Scbu	2	1	1	1	2	0	4	0	0	0	0	0	6	3	2	4	2	0	4	6
16	3	1	3	1	Pano	2	1	1	1	2	6	4	3	3	2	5	3	4	4	2	4	5	4	2	2
17	3	1	1	1	Axsi	2	1	1	4	2	0	3	0	0	0	2	1	0	0	2	6	5	6	5	5
18	3	1	4	1	Arfi	2	1	4	1	2	0	0	2	0	0	2	4	2	5	4	0	0	4	0	0

CSTs pooled according to groups (PFTs):

CST#	Species
1	Erho
2	Batr Diam Baar
3	Erho Axaf Saan Ansp Pacf Kyva <i>Ancf</i>
4	Elcf Spin Sose
5	Scmi
6	Vecf Baco Badr
7	Scmi
8	VEcf Pano Pasp Dein
9	Axsi Cabo Ancf Sege Fidy Kyva Ficf
10	Arfi ARfi Arju Pimo
11	Scl Myci Scpo Scmo Rula Blsa

12 Scbu	Aled	Heal	Sebr	Alcf	Xycf					
13 Ceig	Aled	Scpo	Badr	Guur	Ludi	Cesp	Secf			
14 Vime	Scbu	Mygi	Libr	Ocpu	Smca	Scpo	OCpu	Zarh	OCpu	Posa
15 Scbu	Myco	Euun	Aled	Heal	Ceta	Eusc	Blsa	Euur		
16 Seco	Mael	Cuve	Libr	Jorh	Eusc					
17 Myco	Cimo	Qubr	Cese	Myar						
18 Scbu	Qubr	Ocpu	Gopo	Zarh	Fese					

Presence(%) and dominance (average performance when CST is present):

CST	Presence(%)	Avg.perf.
15	50	3.4
1	42.5	270588
14	40	28125
2	37.5	326667
11	37.5	293333
13	32.5	230769
3	22.5	411111
16	22.5	388889
12	22.5	344444
7	22.5	166667
6	20	1875
17	17.5	328571
10	17.5	271429
9	17.5	257143
5	17.5	242857
18	15	3.5
8	15	2
4	10	2

-----  
 ORDINATION  
 -----

Fri Dec 20 11:36:20 2002

Based on nominal resemblances.

Level: 1

Eigenvalues:	825.304	500.923	305.327	232.186	20.803	191.112	15.371	142.114	0,923277	0,716586	0,55223	0,409491	0,323732	0,268615	0,235261	0,189687	0,0857875	0,033457
Percent:	28,1	17,1	10,4	7,92	7,09	6,52	5,24	4,85	3,15	2,44	1,88	1,4	1,1	0,916	0,802	0,647	0,293	0,114

Scores of relevés on the first 6 components:

	CI1	CI2	CI3	CI4	CI5	CI11	CI12	CI13	CI14	CI15	CI111	CI112	CI113	CI114	CI115
Axis 1:	-0,56	-0,67	-0,24	-0,46	-0,53	-0,33	-0,61	-0,48	-0,53	-0,44	-0,72	-0,59	-0,68	-0,57	-0,69
Axis 2:	-0,01	-0,36	-0,18	-0,15	-0,17	0,46	0,14	0,34	0,21	0,37	-0,38	-0,42	-0,43	-0,43	-0,41
Axis 3:	0,09	-0,13	-0,15	-0,18	-0,10	0,34	0,24	0,39	0,35	0,36	-0,03	-0,06	-0,06	-0,10	-0,09
Axis 4:	-0,20	-0,29	-0,26	-0,57	-0,44	0,18	0,11	0,36	0,37	0,20	0,02	0,29	0,15	0,24	0,00
Axis 5:	-0,30	-0,13	-0,27	-0,38	-0,31	-0,09	-0,14	-0,09	-0,02	-0,29	0,09	0,47	0,29	0,47	0,20
Axis 6:	-0,09	-0,03	-0,23	-0,11	-0,05	-0,02	-0,09	-0,09	-0,05	-0,20	0,04	0,21	0,13	0,22	0,14

	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5	SI11	SI12	SI13	SI14	SI15
Axis 1:	0,07	0,03	-0,24	0,18	0,11	0,14	0,32	0,28	0,27	0,24
Axis 2:	0,61	0,54	0,51	0,35	0,43	0,63	0,41	0,34	0,40	0,45
Axis 3:	-0,22	-0,17	-0,11	-0,18	-0,34	-0,17	0,28	0,19	0,25	0,32
Axis 4:	0,15	-0,36	-0,14	-0,30	-0,40	-0,02	0,02	0,06	0,14	-0,11
Axis 5:	0,19	0,23	-0,09	0,04	0,26	0,31	0,07	-0,17	-0,09	0,18
Axis 6:	-0,19	0,07	-7,19	0,27	0,18	-0,09	0,15	0,17	0,20	0,05

	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	MI11	MI12	MI13	MI14	MI15	MI111	MI112	MI113	MI114	MI115
Axis 1:	0,42	0,54	0,34	0,22	0,23	0,50	0,48	0,50	0,52	0,49	0,55	0,55	0,48	0,46	0,46
Axis 2:	-0,24	-0,31	-0,01	0,12	0,11	-0,40	-0,29	-0,26	-0,13	-0,11	-0,25	-0,41	-0,44	-0,31	-0,30
Axis 3:	-0,03	0,24	-0,63	-0,75	-0,75	0,05	-0,03	0,14	0,02	0,04	0,20	0,20	0,09	0,21	0,27
Axis 4:	0,30	-0,01	0,37	0,36	0,29	0,20	0,04	-0,05	-0,09	-0,22	-0,16	0,07	0,07	-0,16	-0,19
Axis 5:	-0,38	0,08	-0,21	-0,08	0,00	-0,35	-0,18	0,03	-0,03	0,08	0,23	-0,09	-0,12	0,28	0,32
Axis 6:	0,13	-0,29	-0,03	-0,25	-0,29	0,27	0,38	0,14	0,45	0,40	-0,30	-0,19	-0,13	-0,44	-0,46

Correlation of ordination axes and CSTs:

Level of the character hierarchy: 1

CST	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
1	-0,82	-0,17	0,01	-0,29	-0,21	-0,01
2	-0,21	0,76	0,46	0,26	-0,08	-0,04
3	-0,66	-0,41	-0,02	0,28	0,48	0,24
4	-0,24	-0,07	-0,24	-0,53	-0,21	-0,08
5	-0,44	-0,18	-0,05	-0,25	-0,28	-0,18
6	-0,13	0,28	-0,16	-0,61	-0,20	0,11
7	0,02	0,67	0,22	0,06	0,05	0,01
8	-0,25	0,41	0,39	0,27	-0,10	-0,05
9	-0,50	0,08	0,33	0,40	0,05	-0,01
10	-0,36	0,44	0,31	0,21	-0,20	-0,14
11	0,28	0,67	-0,05	-0,38	0,28	0,41
12	0,17	0,40	-0,81	0,24	0,08	-0,25
13	0,53	-0,09	0,00	-0,16	0,27	-0,12
14	0,59	0,02	0,35	-0,28	0,44	-0,22
15	0,79	-0,20	0,06	0,26	-0,29	0,16
16	0,54	-0,46	0,30	-0,10	0,14	-0,43
17	0,46	-0,28	-0,07	0,05	-0,20	0,48
18	0,45	-0,31	0,09	-0,01	-0,17	0,49

CSTs with the highest correlation coefficients:

Axis 1:

1:-0.817747 15:0.788678 3:-0.657838 14:0.587266 16:0.543269 13:0.534547 9:-0.501068 17:0.455865 18:0.448503 5:-0.435626 10:-0.362806 11:0.278464

Axis 2:

2:0.763729 11:0.674595 7:0.666319 16:-0.458968 10:0.438966 3:-0.414988 8:0.408623 12:0.398653 18:-0.307142 6:0.281592 17:-0.281545 15:-0.203342

Axis 3:

12:-0.812367 2:0.459777 8:0.387331 14:0.350119 9:0.325704 10:0.311359 16:0.304755 4:-0.237236 7:0.216048 6:-0.155906 18:0.0933429 17:-0.0673043

Axis 4:

6:-0.610188 4:-0.529474 9:0.400757 11:-0.383559 1:-0.289796 14:-0.282037 3:0.280645 8:0.268353 15:0.26469 2:0.261829 5:-0.248697 12:0.241625

Axis 5:

3:0.478673 14:0.435463 15:-0.291293 11:0.283189 5:-0.27617 13:0.273959 1:-0.214054 4:-0.209629 6:-0.20205 10:-0.200326 17:-0.198948 18:-0.173502

Axis 6:

18:0.491996 17:0.476394 16:-0.434777 11:0.412635 12:-0.246585 3:0.238383 14:-0.217076 5:-0.183707 15:0.155768 10:-0.13817 13:-0.117334 6:0.108279

-----  
**ORDINATION OF RELEVES (environmental)**  
 -----

Fri Dec 20 11:47:39 2002

Based on nominal resemblances.

Eigenvalues:	0,862325	0,579538	0,379737	0,285879	0,19927	0,103557	0,0700362	0,0339857	0,0209593	0,0184034	0,0158392	0,0127589	0,010
Percent:	32,9	22,1	14,5	10,9	7,61	3,95	2,67	1,3	0,8	0,703	0,605	0,487	0,3

Scores of releves on the first 6 components:

	CI1	CI2	CI3	CI4	CI5	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CHH1	CHH2	CHH3	CHH4	CHH5
Axis 1:	-0,12	-0,13	-0,19	-0,21	-0,25	-0,06	-0,09	0,04	-0,04	0,01	0,14	0,12	0,10	0,14	0,05
Axis 2:	-0,02	0,05	0,03	0,01	0,00	0,17	0,14	-0,04	0,14	0,13	-0,19	-0,22	-0,16	-0,21	-0,17
Axis 3:	-0,10	-0,10	-0,13	-0,16	-0,18	0,00	-0,06	0,02	0,04	0,03	-0,11	-0,11	-0,17	-0,12	-0,20
Axis 4:	0,05	0,08	0,06	0,05	0,06	-0,21	-0,22	-0,17	-0,17	-0,23	-0,06	-0,05	-0,04	-0,04	-0,02
Axis 5:	0,08	0,05	0,09	0,11	0,14	0,03	-0,02	0,17	0,02	0,01	-0,06	-0,03	-0,11	-0,04	-0,11
Axis 6:	-0,06	-0,01	-0,02	-0,02	-0,01	0,03	0,03	0,00	0,00	-0,04	-0,02	0,00	0,05	0,00	0,02

Continuação

	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5
Axis 1:	0,07	0,12	0,15	0,21	0,13	-0,18	-0,23	-0,20	-0,22	-0,19
Axis 2:	0,13	0,09	-0,01	0,06	0,06	0,07	0,05	0,05	0,04	0,03
Axis 3:	-0,06	-0,02	-0,02	0,02	-0,02	0,07	0,05	0,06	0,07	0,05
Axis 4:	0,05	0,05	0,09	0,05	0,08	0,04	0,07	0,06	0,01	0,04
Axis 5:	-0,07	0,00	0,09	0,02	0,00	-0,06	-0,04	-0,06	-0,09	-0,06
Axis 6:	0,09	0,01	0,03	0,08	0,04	0,07	0,07	0,07	0,01	0,06

Continuação

	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	MII1	MII2	MII3	MII4	MII5	MIII1	MIII2	MIII3	MIII4	MIII5
Axis 1:	0,27	0,23	0,22	0,21	0,22	-0,08	-0,08	-0,06	-0,09	-0,08	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
Axis 2:	0,15	0,14	0,15	0,13	0,14	0,01	0,02	0,01	-0,02	-0,07	-0,14	-0,15	-0,16	-0,22	-0,21
Axis 3:	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03	0,11	0,05	0,06	0,03	0,05	0,13	0,13	0,15	0,19	0,16
Axis 4:	0,07	0,05	0,05	0,02	0,08	-0,01	0,00	0,02	0,05	0,05	0,01	0,01	-0,01	0,00	-0,01
Axis 5:	0,04	0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,10	-0,10	-0,09	-0,08	-0,03	0,04	0,07	0,04	0,07	0,06
Axis 6:	-0,07	-0,05	-0,01	-0,01	0,00	-0,09	-0,06	-0,06	-0,10	-0,13	0,06	0,06	0,02	0,00	-0,02

Correlation of ordination axes and environmental variables:

Variable	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
ar	-0,17	0,52	-0,18	0,42	-0,44	0,25
ph	0,72	-0,14	0,53	0,07	0,12	-0,07
sm	0,63	-0,53	0,45	0,11	0,20	-0,04
p	0,72	0,44	0,18	0,18	0,20	-0,05
k	0,17	0,84	0,23	0,38	-0,09	-0,05
mo	-0,41	0,76	0,17	-0,22	-0,25	0,07
al	-0,72	0,18	-0,46	0,09	0,10	0,20
ca	0,66	0,69	0,12	-0,13	-0,06	0,02
mg	0,15	0,12	-0,10	-0,36	-0,77	0,10
ah	-0,72	0,51	-0,35	-0,12	-0,09	0,05
ct	0,33	0,86	0,01	-0,21	-0,24	0,03
b	0,85	0,15	0,40	-0,15	-0,20	0,06
a	-0,71	0,14	-0,45	0,18	0,24	0,09
cm	0,62	0,55	0,18	0,08	0,28	-0,07
ck	0,54	-0,38	-0,35	-0,54	-0,21	0,14
mk	0,22	-0,63	-0,49	-0,32	-0,42	0,09
cu	-0,10	-0,16	-0,17	0,44	0,31	0,52
u	0,13	-0,53	-0,60	-0,14	-0,34	-0,25
g	0,74	-0,14	-0,03	0,40	-0,43	0,17
d	-0,48	-0,16	0,71	-0,06	-0,32	-0,24
pr	-0,16	-0,84	0,00	0,36	-0,20	0,02

Variables with the highest correlation coefficients

Axis 1:

b:0,850695    g:0,744435    ph:0,724208    al:-0,723968    p:0,721355    ah:-0,719236    a:-0,714745    ca:0,664888    sm:0,628887    cm:0,615102    ck:0,537614    d:-0,484748

Axis 2:

ct:0,856582    pr:-0,842877    k:0,837968    mo:0,761686    ca:0,685503    mk:-0,627622    cm:0,553159    u:-0,534477    sm:-0,527433    ar:0,52459    ah:0,506964    p:0,442245

Axis 3:

d:0,705396    u:-0,604869    ph:0,53125    mk:-0,488321    al:-0,455029    a:-0,452968    sm:0,448452    b:0,397105    ah:-0,354567    ck:-0,349379    k:0,233069    ar:-0,182974

Axis 4:

ck:-0,541352    cu:0,443766    ar:0,416556    g:0,399428    k:0,375663    mg:-0,364137    pr:0,36163    mk:-0,319139    mo:-0,222407    ct:-0,205076    a:0,184195    p:0,177386

Axis 5:

mg:-0,773277 ar:-0,440838 g:-0,42735 mk:-0,417212 u:-0,3361 d:-0,321505 cu:0,314039 cm:0,278186 mo:-0,25215 ct:-0,24189 a:0,240397 ck:-0,211824  
 Axis 6:  
 cu:0,515767 ar:0,253351 u:-0,249877 d:-0,238521 al:0,195199 g:0,171975 ck:0,13874 mg:0,103381 mk:0,0892621 a:0,0867765 cm:-0,073929 ph:-0,0726715

## B – Análise das manchas de campo.

CHARACTER-BASED COMMUNITY ANALYSIS SYNCSA v.2.0.2

### CHARACTER RANKING

Fri Dec 20 12:38:37 2002  
 Session: campo  
 Formatted data: campo.formda  
 Character ranking criterion: 1 (congruence community resemblance/environmental resemblance)  
 Pooling of CSTs: 2 (polythetic)  
 Ranking algorithm: 1 (stepwise)  
 Data partition type: mixed  
 Fuzzy transformation: none (crisp)  
 Resemblance option: 10 (squared chord distance)

al	cf	of	oc	lf	st	ha	es	ca	se	mf	pe	so	fo	sv	sd	sa	af	tx	fc	ip	sp	cl
6	10	8	5	11	13	14	15	15	15	15	15	16	18	20	20	20	14	17	19	12	10	10
0,457	0,614	0,737	0,806	0,815	0,820	0,823	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,817	0,799	0,775	0,759	0,707	0,692	0,701	0,698	0,654	0,543	0,559

CHARACTER-BASED COMMUNITY ANALYSIS SYNCSA v.2.0.2

### EXPLORATION OF COMMUNITY DATA STRUCTURES

Fri Dec 20 12:48:56 2002  
 Session: pcampo  
 Formatted data: pcampo.formda  
 Unformatted data: campo.formda

Character set:  
 Order: al cf of oc lf st ha es  
 Number of states: 6 5 5 2 4 3 2 2  
 Character type: 3 3 2 1 3 2 1 1  
 Pooling of CSTs: 2 (polythetic)

Number of releves: 15

Releve labels: CI1 CI2 CI3 CI4 CI5 CII1 CII2 CII3 CII4 CII5 CIII1 CIII2 CIII3 CIII4 CIII5

CSTs pooled according to groups (PFTs):Contingency table level 1:

CST	al	cf	of	oc	lf	st	ha	es	CI1	CI2	CI3	CI4	CI5	CII1	CII2	CII3	CII4	CII5	CIII1	CIII2	CIII3	CIII4	CIII5
1	2	3	1	2	4	1	1	2	5	2	5	3	5	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	1	1	1	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0
3	4	2	3	2	2	1	1	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	4
4	2	2	3	2	1	1	1	2	0	4	2	2	0	0	4	4	4	4	0	0	2	2	0
5	3	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	4	1	1	2	1	1	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	8	6	6	6	4
7	2	1	3	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0
8	2	1	1	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	4	0	6	4	0	2	2	2	0	0
9	2	1	1	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	6	2	0	4	6	0	0	0	0	0
10	2	1	3	2	1	3	1	2	0	0	0	0	0	2	2	2	4	2	0	0	0	0	0
11	4	3	1	2	2	1	1	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
12	4	2	1	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	2	6	1	2	5	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0
14	2	6	1	2	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
15	2	4	1	2	3	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0

CSTs pooled according to groups (PFTs):

CST# Species

- 1 Erho Scmi
- 2 Batr
- 3 Erho Pacf
- 4 Erho Axaf Elcf Scmi Spin Jucf Ansp Kyva
- 5 Venu
- 6 Erho Saan Scmi SPin Rhlu
- 7 Eran
- 8 Arju Pasp Venu Pano Axi Fiau Sege ARfi Rhru Fidy
- 9 Arju Pimo Axi Arfi Cabo Ancf ARfi
- 10 Batr Baar
- 11 Diam
- 12 Scle

13 Axaf Pasp  
 14 Diam  
 15 Dein

Presence(%) and dominance (average performance when CST is present):

CST	Presence(%)	Avg.perf.
4	60	3.11111
1	46.6667	3.57143
6	40	5.33333
8	40	3.33333
3	33.3333	3
10	33.3333	2.4
9	26.6667	4.5
2	20	2
5	13.3333	2.5
7	13.3333	2.5
13	13.3333	2
11	13.3333	2
12	6.66667	2
14	6.66667	2
15	6.66667	2

Level: 1

Eigenvalues:	388.368	255.689	107.196	0.764926	0.553657	0.300467	0.245698	0.0959102	0.0748243	0.0541053	0.0250418	0.00571151	0.0036598
Percent:	40.3	26.5	11.1	7.94	5.75	3.12	2.55	0.995	0.776	0.561	0.26	0.0593	0.038

Scores of relevés on the first 6 components:

	CI1	CI2	CI3	CI4	CI5	CI11	CI12	CI13	CI14	CI15	CI111	CI112	CI113	CI114	CI115
Axis 1:	-0,54	-0,13	-0,57	-0,15	-0,54	-0,32	-0,52	-0,11	-0,25	-0,32	0,70	0,72	0,66	0,67	0,69
Axis 2:	-0,53	-0,08	-0,46	-0,43	-0,61	0,52	0,15	0,51	0,72	0,61	-0,07	-0,05	-0,01	-0,11	-0,17
Axis 3:	-0,22	0,71	0,06	-0,01	-0,22	-0,44	0,23	-0,03	0,00	0,07	-0,35	-0,19	0,09	0,12	0,19
Axis 4:	0,02	0,03	0,06	0,03	0,00	-0,26	-0,10	0,67	0,11	-0,40	0,01	0,08	0,05	-0,11	-0,20
Axis 5:	0,24	0,21	0,00	-0,42	0,03	0,24	-0,23	0,08	-0,09	-0,10	-0,16	0,07	-0,01	-0,16	0,29
Axis 6:	0,26	-0,09	0,12	-0,24	-0,18	-0,20	0,09	0,03	-0,08	0,17	0,12	0,00	-0,02	0,11	-0,09

Correlation of ordination axes and CSTs:

Level of the character hierarchy: 1

CST	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
1	-0,71	-0,69	-0,08	0,00	0,02	0,01
2	-0,34	0,10	-0,15	0,18	0,25	0,59
3	0,58	-0,15	0,63	-0,13	0,44	-0,20
4	-0,34	0,38	0,73	0,19	-0,39	0,06
5	-0,23	-0,46	-0,14	0,03	-0,49	-0,58
6	0,95	-0,20	-0,12	-0,07	-0,18	0,05
7	-0,24	0,52	-0,33	-0,55	0,20	-0,13
8	0,12	0,66	-0,37	0,59	0,15	-0,17
9	-0,37	0,75	-0,16	-0,51	-0,03	-0,04
10	-0,39	0,82	-0,02	0,05	-0,15	-0,02
11	-0,33	0,28	-0,06	-0,29	-0,07	-0,09
12	-0,17	0,34	-0,44	-0,31	0,34	-0,38
13	0,26	0,20	-0,17	0,60	0,15	0,05
14	-0,06	0,33	-0,03	0,79	0,11	0,07
15	-0,17	0,40	0,07	-0,48	-0,13	0,33

CSTs with the highest correlation coefficients:

Axis 1:

6:0.948749 1:-0.709939 3:0.577994 10:-0.394853 9:-0.374662 4:-0.344063 2:-0.341041 11:-0.33171 13:0.26065 7:-0.242507 5:-0.226106 12:-0.168147

Axis 2:

10:0.824922 9:0.750284 1:-0.691005 8:0.658192 7:0.52215 5:-0.463161 15:0.396162 4:0.377144 12:0.337197 14:0.330632 11:0.284146 6:-0.201974

Axis 3:

4:0.730675 3:0.626586 12:-0.441884 8:-0.365335 7:-0.329466 13:-0.172834 9:-0.163778 2:-0.148603 5:-0.13638 6:-0.123067 1:-0.0777569 15:0.0729986

Axis 4:

14:0.787271 13:0.603975 8:0.590489 7:-0.550962 9:-0.512719 15:-0.477612 12:-0.31353 11:-0.287941 4:0.185067 2:0.181991 3:-0.12721 6:-0.0709179

Axis 5:

5:-0.488356 3:0.439974 4:-0.392713 12:0.335665 2:0.254465 7:0.20314 6:-0.178714 8:0.153007 10:-0.150018 13:0.148278 15:-0.134114 14:0.106663

Axis 6:

2:0.588707 5:-0.581497 12:-0.382518 15:0.328381 3:-0.196231 8:-0.166309 7:-0.126315 11:-0.0865419 14:0.0652727 4:0.063914 6:0.0500711 13:0.0494223

-----  
 ORDINATION OF RELEVES (environmental)  
 -----

Fri Dec 20 12:53:02 2002

Eigenvalues: 0.63668 0.488092 0.0848571 0.0484981 0.0308061 0.0214828 0.00559365 0.00104657 0.000237229  
 Percent: 48.3 37.1 6.44 3.68 2.34 1.63 0.425 0.0794 0.018

Scores of relevés on the first 6 components:

	CI1	CI2	CI3	CI4	CI5	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CHI1	CHI2	CHI3	CHI4	CHI5
Axis 1:	-0,03	-0,09	-0,11	-0,10	-0,12	-0,27	-0,21	-0,07	-0,22	-0,19	0,28	0,28	0,27	0,30	0,27
Axis 2:	-0,17	-0,18	-0,24	-0,26	-0,32	0,19	0,14	0,17	0,19	0,24	0,08	0,06	0,05	0,07	-0,03
Axis 3:	-0,08	-0,01	0,01	0,01	0,00	0,05	0,14	-0,19	-0,02	0,00	-0,02	-0,02	0,08	-0,04	0,11
Axis 4:	-0,08	-0,09	-0,02	0,03	0,10	0,02	0,06	0,08	-0,10	-0,02	0,01	-0,01	0,02	0,02	-0,03
Axis 5:	0,01	-0,07	0,01	0,03	4,47	0,07	-0,02	-0,03	0,01	-0,04	0,00	0,10	-0,08	-0,02	0,01
Axis 6:	0,03	-0,06	0,02	0,02	0,00	-0,01	-0,02	-0,04	-0,03	0,08	0,05	-0,04	-0,03	0,02	0,00

Correlation of ordination axes and environmental variables:

Variable	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
ar	0,05	-0,43	0,65	-0,17	-0,52	-0,15
ph	0,35	0,72	-0,34	-0,28	-0,18	0,08
sm	0,70	0,34	-0,53	-0,08	0,10	-0,16
p	-0,44	0,76	-0,27	-0,12	-0,12	-0,16
k	-0,85	-0,06	-0,06	-0,48	-0,11	-0,07
mo	-0,87	0,28	0,21	-0,17	-0,16	0,15
al	-0,37	-0,71	0,32	0,38	0,06	-0,11
ca	-0,45	0,83	0,25	0,10	-0,05	0,02
mg	0,40	0,78	0,36	-0,03	-0,13	0,09
ah	-0,76	-0,37	0,41	0,13	0,11	0,19
ct	-0,60	0,68	0,36	0,06	0,06	0,15
b	0,25	0,95	-0,04	-0,02	-0,03	-0,10
a	-0,36	-0,82	0,14	0,29	0,16	-0,02
cm	-0,83	0,42	-0,05	0,23	0,05	-0,13
ck	0,68	0,62	0,24	0,28	-0,02	0,00
mk	0,92	0,29	0,23	0,09	0,01	0,02

cu	0,21	-0,70	-0,47	0,22	-0,29	-0,18
u	0,95	-0,02	0,23	0,05	-0,06	0,09
g	0,96	0,19	0,18	0,01	0,08	-0,01
d	-0,65	0,73	-0,03	0,12	-0,02	-0,05
pr	0,85	-0,48	0,09	-0,09	0,04	0,04

Variables with the highest correlation coefficients:

Axis 1:

g:0.957725 u:0.951734 mk:0.919437 mo:-0.870507 pr:0.85486 k:-0.847801 cm:-0.831093 ah:-0.763994 sm:0.698057 ck:0.678035 d:-0.652011 ct:-0.595488

Axis 2:

b:0.953495 ca:0.83066 a:-0.815803 mg:0.782385 p:0.758248 d:0.73168 ph:0.715342 al:-0.714341 cu:-0.700286 ct:0.676625 ck:0.620964 pr:-0.483136

Axis 3:

ar:0.648943 sm:-0.528214 cu:-0.467761 ah:0.413516 ct:0.364676 mg:0.362029 ph:-0.34331 al:0.323016 p:-0.274272 ca:0.247605 ck:0.235978 mk:0.228281

Axis 4:

k:-0.478413 al:0.381777 a:0.290455 ph:-0.28236 ck:0.281976 cm:0.227723 cu:0.221741 ar:-0.170479 mo:-0.165394 ah:0.131 p:-0.120982 d:0.120756

Axis 5:

ar:-0.517082 cu:-0.292015 ph:-0.175992 mo:-0.159948 a:0.155076 mg:-0.134395 p:-0.121683 ah:0.107958 k:-0.107222 sm:0.0987026 g:0.0768139 ct:0.0640562

Axis 6:

ah:0.191455 cu:-0.184448 sm:-0.163569 p:-0.162683 ct:0.152989 mo:0.150071 ar:-0.147479 cm:-0.132625 al:-0.108152 b:-0.0997799 u:0.0946041 mg:0.0887736

## C – Análise das manchas de savana.

### CHARACTER-BASED COMMUNITY ANALYSIS

SYNCSA v.2.0.2

#### CHARACTER RANKING

Fri Dec 20 13:08:55 2002

Session: savana

Formatted data: savana.formda

Character ranking criterion: 1 (congruence community resemblance/environmental resemblance)

Pooling of CSTs: 2 (polythetic)

Ranking algorithm: 1 (stepwise)

Data partition type: mixed

Fuzzy transformation: none (crisp)

Resemblance option: 10 (squared chord distance)

al	tx	fc	mf	sa	ha	es	of	ip	pe	cl	lf	cf	so	se	ca	fo	st	sv	sp	oc	af	sd
4	13	14	14	14	16	17	18	19	20	20	18	11	11	14	12	8	8	8	8	7	7	11
0,587	0,855	0,862	0,862	0,862	0,862	0,858	0,857	0,844	0,837	0,793	0,694	0,720	0,670	0,665	0,650	0,615	0,615	0,615	0,615	0,590	0,590	0,431

CHARACTER-BASED COMMUNITY ANALYSIS                      SYNCSA v.2.0.2

-----  
EXPLORATION OF COMMUNITY DATA STRUCTURES  
-----

Fri Dec 20 13:14:00 2002  
Session:        psavana  
Formatted data: psavana.formda  
Unformatted data: savana.formda

Character set:  
Order:        al tx fc  
Number of states: 6 4 4  
Character type: 3 2 2  
Pooling of CSTs: 2 (polythetic)

CSTs pooled according to groups (PFTs):Contingency table level 1:

CST	al	tx	fc	III1	III2	III3	III4	III5	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5
1	2	1	1	4	3	6	4	1	0	1	0	0	2
2	6	4	1	4	0	0	0	1	4	4	3	3	5
3	4	1	1	4	2	0	0	2	3	2	3	2	3
4	2	4	4	1	0	0	0	0	1	2	0	1	2
5	3	2	5	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0
6	4	4	1	0	4	3	6	5	0	0	0	0	0
7	1	2	5	0	1	4	0	1	0	1	0	0	0
8	1	4	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	3	3	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0
10	5	1	1	0	0	0	2	0	1	0	2	2	2
11	1	1	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1
12	6	1	1	0	0	0	0	0	3	3	4	4	0
13	4	2	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
14	6	2	5	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0

CSTs pooled according to groups (PFTs):

CST# Species

1	Batr	Sebr	Baar	Badr	Baco	
2	Scle	Scpo	Ocpu	OCpu	Libr	
3	Batr	Heal	Sebr	Baar	Badr	Diam
4	Smca					
5	Saan					
6	Scle	Scpo				
7	Arju	Arfi	Pasp			
8	Smca					
9	Erho					
10	Heal	Baar	Badr			
11	sAan	Sose				
12	Heal					
13	sAan					
14	sAan					

Presence(%) and dominance (average performance when CST is present):

CST	Presence(%)	Avg.perf.
3	80	2.625
2	70	342.857
1	70	3
10	50	1.8
4	50	1.4
6	40	4.5
12	40	3.5
7	40	1.75
5	30	166.667
9	30	133.333
14	20	1.5
11	20	1.5
8	10	2
13	10	1

-----  
 ORDINATION  
 -----

Fri Dec 20 13:14:22 2002

Based on nominal resemblances.

Level: 1

Eigenvalues:	298.125	0.738133	0.468734	0.283682	0.237219	0.113786	0.0516095	0.0248922	0.00531784
Percent:	60.8	15	9.56	5.78	4.84	2.32	1.05	0.508	0.108

Scores of relevons on the first 6 components:

	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5
Axis 1:	0,10	-0,64	-0,69	-0,73	-0,52	0,57	0,47	0,55	0,58	0,31
Axis 2:	-0,53	-0,01	-0,18	0,22	0,27	0,03	-0,08	0,32	0,30	-0,34
Axis 3:	0,10	0,08	-0,46	-0,02	0,39	0,08	-0,12	-0,10	-0,14	0,19
Axis 4:	0,15	0,36	-0,09	-0,15	-0,11	0,09	-0,09	0,10	-0,01	-0,26
Axis 5:	0,09	-0,01	-0,10	0,25	-0,21	-0,05	-0,27	0,11	0,07	0,13
Axis 6:	-0,05	0,08	-0,11	0,15	-0,11	0,06	0,16	-0,17	0,03	-0,02

Correlation of ordination axes and CSTs:

Level of the character hierarchy: 1

CST	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
1	-0,77	-0,55	-0,28	0,00	0,15	0,01
2	0,92	-0,29	0,18	-0,16	-0,04	0,06
3	0,72	-0,23	0,52	0,35	-0,04	-0,20
4	0,68	-0,42	0,07	-0,34	-0,19	0,41
5	-0,13	-0,43	0,26	0,83	0,06	0,16
6	-0,90	0,35	0,25	-0,03	-0,05	0,08
7	-0,55	-0,14	-0,52	-0,08	-0,57	-0,23
8	-0,39	-0,01	0,12	0,70	-0,03	0,24
9	-0,78	-0,07	-0,55	0,11	0,05	0,04
10	0,46	0,42	-0,05	-0,28	0,70	-0,01
11	-0,22	0,14	0,70	-0,43	-0,32	-0,36
12	0,80	0,48	-0,29	0,13	-0,11	0,08
13	0,29	-0,10	-0,19	-0,17	-0,59	0,49
14	0,49	0,54	-0,25	0,19	0,30	-0,45

CSTs with the highest correlation coefficients:

Axis 1:

2:0.921864 6:-0.897159 12:0.801938 9:-0.781948 1:-0.76877 3:0.716451 4:0.67764 7:-0.54856 14:0.485499 10:0.455857 8:-0.391538 13:0.286948

Axis 2:

1:-0.547794 14:0.542418 12:0.482683 5:-0.431734 4:-0.42428 10:0.420351 6:0.346074 2:-0.289716 3:-0.233015 7:-0.144191 11:0.141706 13:-0.0992009

Axis 3:

11:0.696672 9:-0.551486 7:-0.521554 3:0.515588 12:-0.294298 1:-0.282215 5:0.255369 6:0.253749 14:-0.251701 13:-0.192414 2:0.184541 8:0.121371

Axis 4:

5:0.82763 8:0.70398 11:-0.429532 3:0.353401 4:-0.336715 10:-0.284701 14:0.185197 13:-0.173207 2:-0.16167 12:0.13209 9:0.109036 7:-0.0751853

Axis 5:

10:0.700005 13:-0.589268 7:-0.565686 11:-0.322066 14:0.299243 4:-0.194207 1:0.147013 12:-0.105414 5:0.0597426 6:-0.0491197 9:0.0484934 2:-0.0444181

Axis 6:

13:0.491071 14:-0.445248 4:0.407708 11:-0.363847 8:0.235034 7:-0.226257 3:-0.197111 5:0.156638 6:0.0821361 12:0.0750852 2:0.0562862 9:0.0371371

-----  
 ORDINATION OF RELEVES (environmental)  
 -----

Fri Dec 20 13:16:50 2002

Eigenvalues: 0.865522 0.0688436 0.0549101 0.0191987 0.00570771 0.00213988  
 Percent: 85.2 6.77 5.4 1.89 0.562 0.211

Scores of releves on the first 6 components:

	SII1	SII2	SII3	SII4	SII5	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5
Axis 1:	-0,15	-0,28	-0,31	-0,41	-0,28	0,21	0,32	0,27	0,36	0,27
Axis 2:	0,11	0,00	-0,20	0,09	0,00	0,06	-0,06	0,00	-0,01	0,00
Axis 3:	0,04	0,10	-0,03	-0,14	0,07	0,04	0,04	0,03	-0,06	-0,09
Axis 4:	0,05	0,06	0,02	0,00	-0,10	-0,03	0,01	0,00	0,03	-0,02
Axis 5:	0,03	-0,02	0,01	0,00	-0,01	-0,01	0,03	-0,01	-0,04	0,03
Axis 6:	0,01	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,03	0,00	-0,01

Correlation of ordination axes and environmental variables:

Variable	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
ar	0,93	0,30	0,09	0,04	0,02	0,12

ph	-0,87	-0,07	-0,39	-0,12	0,00	0,07
sm	-0,96	-0,03	-0,24	-0,04	-0,08	0,06
p	-0,77	-0,42	-0,40	0,09	0,05	0,05
k	-0,55	0,43	0,56	-0,41	0,02	0,04
mo	0,86	0,46	0,10	0,13	-0,03	-0,08
al	0,93	0,14	0,03	0,17	0,11	0,24
ca	-0,89	0,42	0,05	0,14	-0,03	0,01
mg	-0,05	0,82	-0,43	-0,29	0,03	0,17
ah	0,98	0,03	0,17	0,02	0,08	-0,06
ct	-0,40	0,89	0,13	0,08	0,06	0,02
b	-0,97	0,20	-0,07	0,00	-0,06	0,05
a	0,96	0,09	0,00	0,14	0,07	0,20
cm	-0,90	0,04	0,27	0,32	-0,07	-0,10
ck	-0,87	0,19	-0,26	0,30	-0,07	0,09
mk	0,46	0,31	-0,83	0,05	0,00	0,01
cu	-0,51	0,05	-0,13	-0,44	0,52	0,10
u	0,85	-0,31	-0,32	0,19	-0,08	-0,18
g	-0,97	0,01	0,09	0,10	0,05	0,05
d	0,97	-0,01	-0,09	-0,10	-0,05	-0,05
pr	0,97	-0,01	-0,09	-0,10	-0,05	-0,05

Variables with the highest correlation coefficients:

Axis 1:

ah:0.978092 g:-0.972528 d:0.972528 pr:0.972528 b:-0.97186 sm:-0.96344 a:0.955219 ar:0.930457 al:0.929804 cm:-0.896332 ca:-0.894288 ck:-0.873954

Axis 2:

ct:0.889132 mg:0.817609 mo:0.463252 k:0.42849 ca:0.417417 p:-0.41668 mk:0.309107 u:-0.307301 ar:0.296058 b:0.204126 ck:0.188959 al:0.141576

Axis 3:

mk:-0.826972 k:0.563268 mg:-0.433844 p:-0.395656 ph:-0.387675 u:-0.323582 cm:0.269863 ck:-0.261468 sm:-0.238827 ah:0.174247 ct:0.132493 cu:-0.125658

Axis 4:

cu:-0.435404 k:-0.411087 cm:0.318697 ck:0.296506 mg:-0.29061 u:0.188456 al:0.168069 ca:0.14033 a:0.137051 mo:0.127432 ph:-0.122625 g:0.0985363

Axis 5:

cu:0.52203 al:0.105481 sm:-0.0766347 ah:0.076259 u:-0.075452 a:0.0736585 cm:-0.0698743 ck:-0.0694519 b:-0.0649164 ct:0.0628199 p:0.0503707 g:0.0482273

Axis 6:

al:0.243382 a:0.202954 u:-0.184372 mg:0.168424 ar:0.116298 cm:-0.100347 cu:0.0950436 ck:0.0891115 mo:-0.0843474 ph:0.0684786 sm:0.0616163 ah:-0.0602738

## D- Análise das manchas de Floresta.

CHARACTER-BASED COMMUNITY ANALYSIS

SYNCSA v.2.0.3

-----  
CHARACTER RANKING  
-----

Mon Jan 29 02:16:11 2001

Session: mata

Formatted data: mataFormda.txt

Character ranking criterion: 1 (congruence community resemblance/environmental resemblance)

Pooling of CSTs: 2 (polythetic)

Ranking algorithm: 1 (stepwise)

Data partition type: mixed

Fuzzy transformation: none (crisp)

Resemblance option: 10 (squared chord distance)

Formatted data: pmataFormda.txt

Unformatted data: mataFormda.txt

sv	sp	fc	sa	so	ha	mf	es	st	cl	cf	af	of	al	se	lf	ip	ca	oc	tx	sd	fo	pe
4	15	18	11	12	15	13	19	16	17	17	14	9	11	11	19	14	20	13	20	16	20	11
0,500	0,737	0,757	0,782	0,780	0,778	0,753	0,765	0,748	0,683	0,703	0,759	0,744	0,727	0,716	0,652	0,745	0,675	0,723	0,738	0,697	0,676	0,580

CHARACTER-BASED COMMUNITY ANALYSIS

SYNCSA v.2.0.2

-----  
EXPLORATION OF COMMUNITY DATA STRUCTURES  
-----

Thu Jan 9 11:25:28 2003

Session: mata

Formatted data: mata.formda

Unformatted data: mata.formda

Character set:

Order: sv sp fc sa  
 Number of states: 4 35 2 3  
 Character type: 2 2 2 2  
 Pooling of CSTs: 2 (polythetic)

Number of releves: 15

Releve labels:

FI1 FI2 FI3 FI4 FI5 FII1 FII2 FII3 FII4 FII5 FIII1 FIII2 FIII3 FIII4 FIII5  
 Fuzzy transformation: none (crisp)  
 Data partition type: mixed

CSTs pooled according to groups (PFTs):Contingency table level 1:

CST	sv	sp	fc	sa	FI1	FI2	FI3	FI4	FI5	FII1	FII2	FII3	FII4	FII5	FIII1	FIII2	FIII3	FIII4	FIII5
1	1	Ceta	1	1	6	9	4	7	4	0	1	2	2	2	4	2	2	4	8
2	1	Ocpu	6	1	0	2	3	3	2	2	3	4	3	4	0	0	2	2	0
3	1	Euun	1	4	0	0	2	0	0	2	2	0	5	4	0	0	2	0	0
4	1	Jorh	1	1	0	0	0	0	4	2	0	4	3	2	0	2	0	0	0
5	4	Scbu	1	1	0	0	0	0	0	7	6	7	4	4	0	2	0	0	2
6	4	Cimo	1	4	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	2	0	0
7	2	Xycf	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	4	3	4	6	3
8	2	Aled	6	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0
9	1	Secf	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	3	2	2	2
10	3	Algr	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0
11	1	Libr	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0

CSTs pooled according to groups (PFTs):

CST# Species

1 Ceta Ocpu Iorh Scbu Aled Mael Xycf  
 2 Euun Aled Myci  
 3 Cimo Qubr Cese Myar Myco  
 4 Secf Algr Zarh Blsa Euur Myco  
 5 Ceig Scbu Aled Libr Zarh Qubr Posa Scpo  
 6 Cimo Qubr Cese  
 7 Ccef Xycf Cuve Ludi Fese Vime Cuve  
 8 Cuve Rula Cese

9 Libr Mygi Cesp Eusc Gopo Scmo  
 10 Guur Gopo  
 11 Libr Seco

Presence(%) and dominance (average performance when CST is present):

CST	Presence(%)	Avg.perf.
1	93.3333	4.07143
2	73.3333	2.72727
5	46.6667	4.57143
7	46.6667	3.28571
9	46.6667	2.57143
3	40	2.83333
4	40	2.83333
11	20	2
6	20	1.66667
8	13.3333	3
10	13.3333	1.5

ORDINATION

Mon Jan 29 02:23:09 2001

Based on nominal resemblances.

Level: 1

Eigenvalues:	316.073	187.652	0.772973	0.543859	0.295352	0.22293	0.154521	0.0796681	0.0390395	0.0142443	0.00757672
Percent:	44.1	26.2	10.8	7.59	4.12	3.11	2.16	1.11	0.545	0.199	0.106

Scores of relevés on the first 6 components:

	FI1	FI2	FI3	FI4	FI5	FII1	FII2	FII3	FII4	FII5	FIII1	FIII2	FIII3	FIII4	FIII5
Axis 1:	0,58	0,53	0,22	0,46	0,17	-0,81	-0,65	-0,57	-0,53	-0,46	0,30	-0,04	0,08	0,31	0,41
Axis 2:	0,31	0,35	0,36	0,37	0,34	0,12	0,06	0,20	0,15	-0,05	-0,61	-0,56	-0,54	-0,45	-0,05
Axis 3:	0,13	0,02	-0,38	-0,06	0,21	0,17	-0,11	0,32	-0,20	-0,23	0,18	0,31	-0,39	-0,13	0,16
Axis 4:	-0,16	-0,10	0,06	-0,05	0,50	-0,16	-0,33	0,03	0,18	0,11	0,00	0,12	0,06	-0,03	-0,23

Axis 5:	-0,07	-0,02	-0,09	0,02	0,12	0,00	0,07	0,08	-0,16	-0,05	-0,32	0,01	0,04	0,35	0,03
Axis 6:	-0,13	0,00	0,09	0,11	0,00	-0,04	0,04	0,22	-0,16	-0,03	0,21	-0,17	-0,02	0,07	-0,17

Correlation of ordination axes and CSTs:

Level of the character hierarchy: 1

CST	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
1	0,90	0,39	0,03	-0,06	-0,01	-0,10
2	-0,44	0,43	-0,59	0,25	0,18	0,36
3	-0,58	0,07	-0,69	0,14	-0,29	-0,24
4	-0,46	0,17	0,42	0,74	0,11	-0,12
5	-0,93	0,09	0,21	-0,27	0,03	-0,06
6	-0,31	-0,25	-0,51	-0,16	0,05	-0,08
7	0,19	-0,92	-0,15	-0,03	0,29	-0,03
8	0,01	-0,36	0,37	0,02	-0,50	0,65
9	0,14	-0,91	0,10	0,12	-0,30	-0,02
10	0,03	-0,26	-0,25	0,07	0,48	-0,02
11	0,09	-0,78	0,05	0,18	-0,21	-0,09

CSTs with the highest correlation coefficients:

Axis 1:	5:-0.929254	1:0.904296	3:-0.581343	4:-0.460522	2:-0.443126	6:-0.308253	7:0.185092	9:0.135655	11:0.0915536	10:0.0282913	8:0.0108367
Axis 2:	7:-0.921121	9:-0.909766	11:-0.782017	2:0.433463	1:0.394549	8:-0.356925	10:-0.264877	6:-0.253277	4:0.17264	5:0.0881381	3:0.067877
Axis 3:	3:-0.692929	2:-0.593426	6:-0.514083	4:0.418311	8:0.368637	10:-0.250955	5:0.21065	7:-0.147281	9:0.103834	11:0.0522902	1:0.0280394
Axis 4:	4:0.743349	5:-0.26759	2:0.250106	11:0.175497	6:-0.160959	3:0.136706	9:0.121764	10:0.074975	1:-0.0603515	7:-0.025344	8:0.0168724
Axis 5:	8:-0.500181	10:0.475936	9:-0.304287	7:0.292787	3:-0.288888	11:-0.213452	2:0.182499	4:0.107302	6:0.0480639	5:0.0287285	1:-0.0101799
Axis 6:	8:0.650244	2:0.358575	3:-0.243803	4:-0.123867	1:-0.0982419	11:-0.0912892	6:-0.0842112	5:-0.0629026	7:-0.0346979	9:-0.0203118	10:-0.0189687

ORDINATION OF RELEVES (environmental)

Mon Jan 29 02:18:29 2001

Eigenvalues: 0.729864 0.429613 0.0441195 0.0407823 0.0244998 0.0190045 0.0080747 0.00754515 0.00389634  
 Percent: 55.8 32.9 3.37 3.12 1.87 1.45 0.618 0.577 0.298

Scores of relevés on the first 6 components:

	FI1	FI2	FI3	FI4	FI5	FII1	FII2	FII3	FII4	FII5	FIII1	FIII2	FIII3	FIII4	FIII5
Axis 1:	-0,36	-0,31	-0,31	-0,27	-0,30	0,13	0,16	0,14	0,17	0,15	0,12	0,13	0,16	0,20	0,18
Axis 2:	-0,01	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,15	0,26	0,23	0,27	0,10	-0,15	-0,17	-0,18	-0,26	-0,22
Axis 3:	-0,02	-0,02	0,02	0,01	0,01	0,15	0,03	0,01	-0,11	-0,07	0,00	-0,02	0,03	-0,03	0,01
Axis 4:	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,08	0,06	0,07	-0,02	-0,09	0,11	0,03	0,01	-0,06	0,00
Axis 5:	0,03	0,05	-0,05	-0,06	0,02	0,00	0,02	0,00	-0,03	0,02	0,03	-0,08	-0,04	0,02	0,06
Axis 6:	-0,07	0,01	-0,01	0,01	0,07	-0,01	-0,02	0,05	0,01	-0,04	-0,02	-0,02	-0,01	0,05	0,00

Correlation of ordination axes and environmental variables:

Variable	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
ar	-0,63	0,57	-0,34	0,17	0,03	0,17
ph	-0,36	-0,76	-0,05	-0,13	0,36	0,21
sm	0,28	-0,88	-0,20	0,06	0,14	0,21
p	-0,96	-0,15	0,00	0,09	0,01	-0,07
k	-0,82	0,48	0,11	-0,09	0,01	0,15
mo	-0,46	0,71	0,43	0,21	0,07	-0,16
al	0,35	0,75	-0,21	0,36	-0,01	0,20
ca	-0,99	0,10	0,08	0,07	-0,03	-0,01
mg	0,03	0,81	0,50	0,00	-0,03	0,11
ah	-0,18	0,90	0,24	-0,12	-0,08	-0,20
ct	-0,87	0,42	0,21	0,04	-0,04	-0,02
b	-0,91	-0,14	0,17	0,25	0,02	0,18
a	0,35	0,75	-0,25	0,33	-0,03	0,20
cm	-0,93	-0,20	-0,07	0,05	0,02	-0,16
ck	-0,63	-0,59	0,05	0,33	-0,06	-0,19
mk	0,91	0,02	0,30	0,15	0,10	-0,01
cu	0,23	-0,32	0,12	0,70	-0,09	-0,22

u	-0,04	0,66	-0,43	0,03	0,48	-0,26
g	-0,99	-0,02	-0,02	-0,05	-0,01	0,07
d	0,93	0,34	0,03	-0,03	0,02	-0,07
pr	0,87	-0,46	0,00	0,15	-0,02	-0,05

Variables with the highest correlation coefficients:

Axis 1:

g:-0.993111 ca:-0.985249 p:-0.958109 d:0.932607 cm:-0.931961 b:-0.910883 mk:0.906037 ct:-0.874762 pr:0.868911 k:-0.818744 ar:-0.633187 ck:-0.627954

Axis 2:

ah:0.904065 sm:-0.879926 mg:0.810322 ph:-0.757713 al:0.751295 a:0.750649 mo:0.709885 u:0.661492 ck:-0.589398 ar:0.567204 k:0.476135 pr:-0.461616

Axis 3:

mg:0.504573 mo:0.431063 u:-0.430877 ar:-0.336709 mk:0.303 a:-0.247423 ah:0.244028 ct:0.214638 al:-0.206278 sm:-0.20419 b:0.169156 cu:0.116816

Axis 4:

cu:0.69977 al:0.356742 ck:0.334911 a:0.329005 b:0.2522 mo:0.20973 ar:0.168906 pr:0.150166 mk:0.145324 ph:-0.128855 ah:-0.115348 k:-0.0899782

Axis 5:

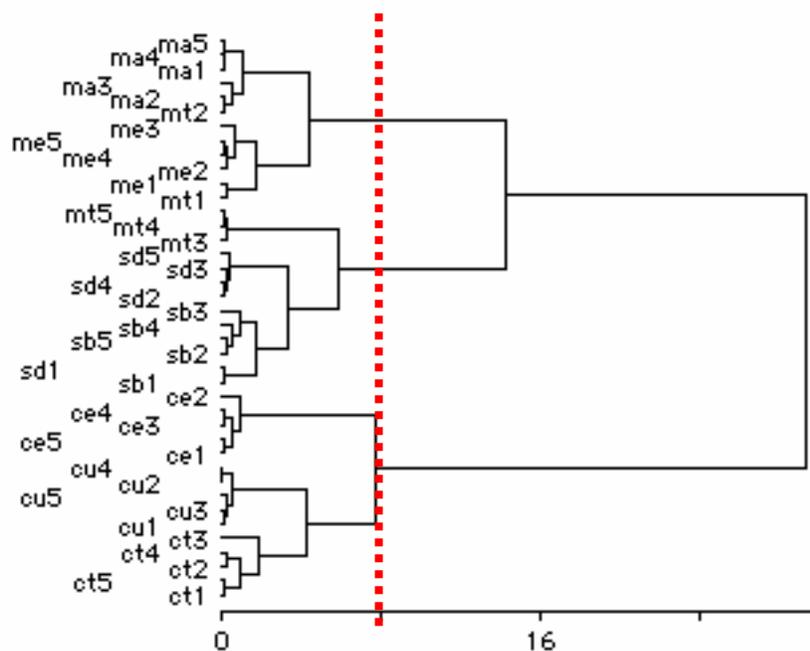
u:0.480095 ph:0.361462 sm:0.143061 mk:0.0971057 cu:-0.0870134 ah:-0.0828294 mo:0.067178 ck:-0.0596443 ct:-0.0443813 ar:0.0341377 mg:-0.0334943 ca:-0.0276633

Axis 6:

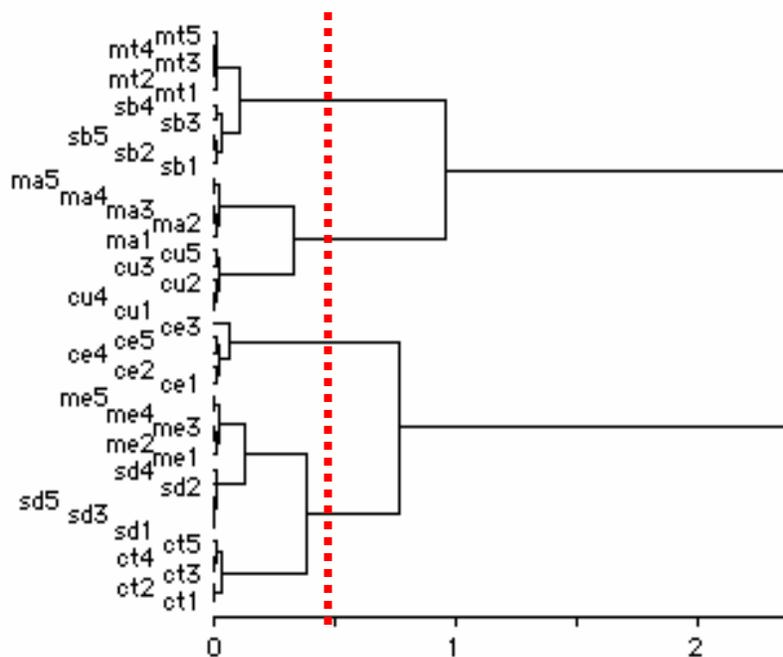
u:-0.262225 cu:-0.223131 ph:0.208808 sm:0.207509 al:0.201962 a:0.200295 ah:-0.196417 ck:-0.186037 b:0.179892 ar:0.173873 cm:-0.162883 mo:-0.1554

APÊNDICE 6 - Análise de agrupamento.

A – Dendrograma da análise de agrupamento de todas as manchas fitofisionômicas de acordo com os tipos funcionais de planta, para a mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



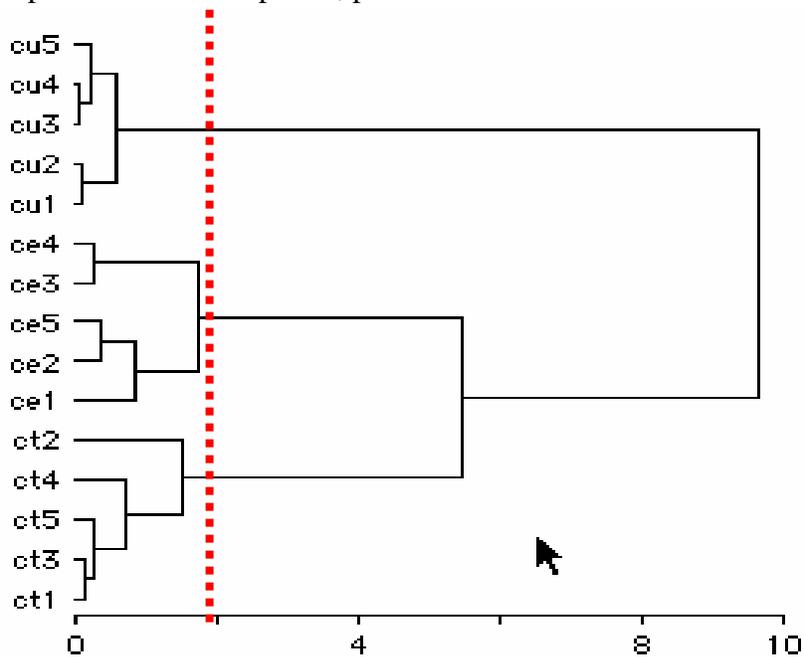
B – Dendrograma da análise de agrupamento de todas as manchas fitofisionômicas de acordo com as características físicas e químicas do solo, para a mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



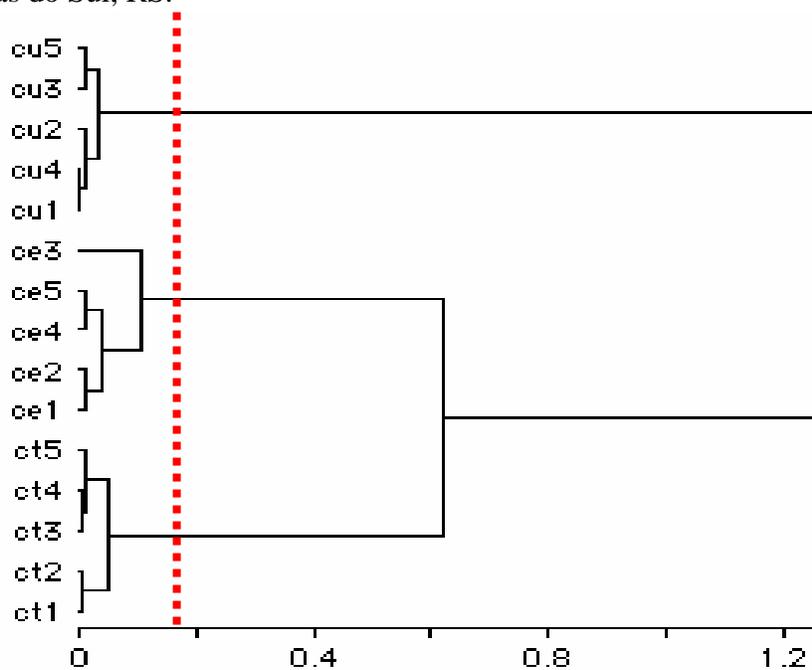
Siglas: CT (CI), CE (CII), CU (CIII), SD (SI), SB (SII), MT (FI), ME (FII), MA (FIII)

APÊNDICE 6 - Análise de agrupamento - continuação.

C – Dendrograma da análise de agrupamento das manchas fitofisionômicas de campo de acordo com os tipos funcionais de planta, para a mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



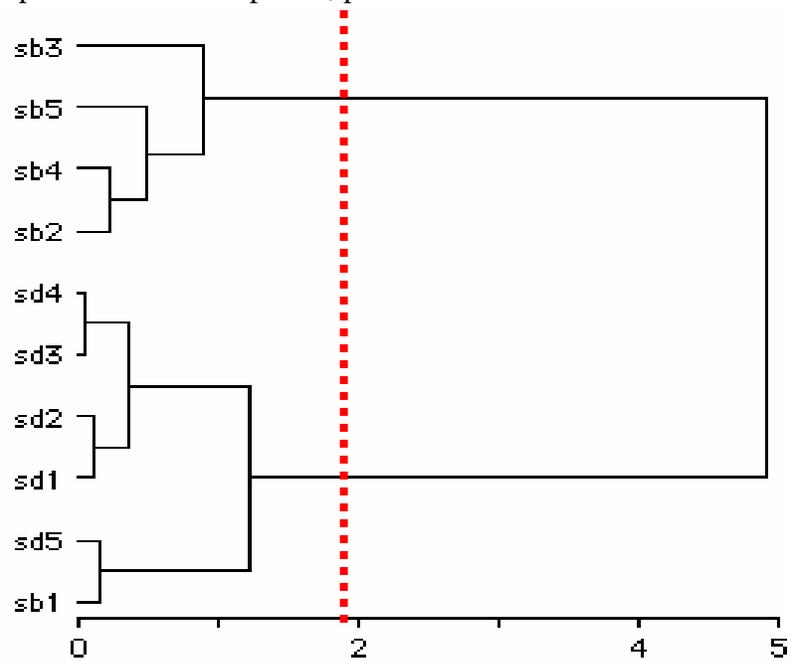
D – Dendrograma da análise de agrupamento das manchas fitofisionômicas de campo de acordo com as características físicas e químicas do solo, para a mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



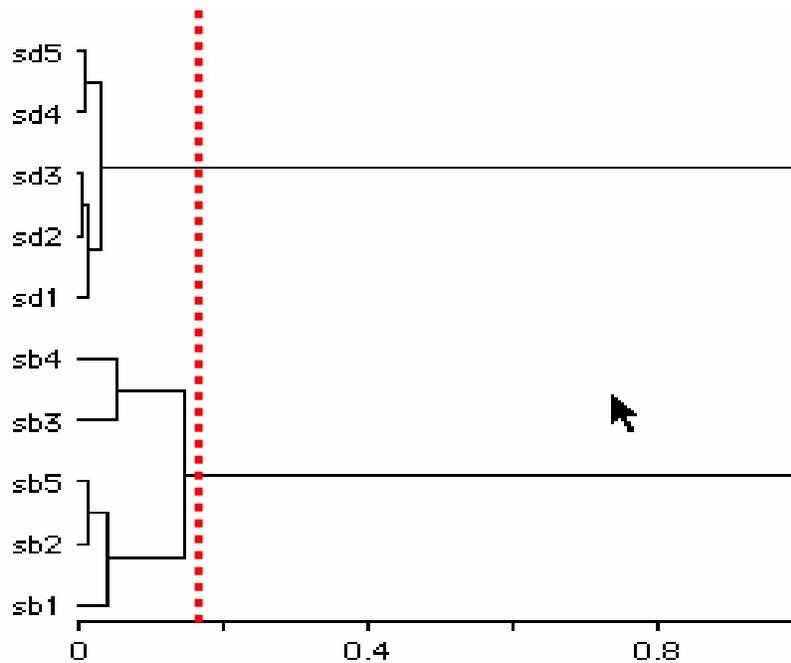
Siglas: CT (CI), CE (CII), CU (CIII), SD (SI), SB (SII), MT (FI), ME (FII), MA (FIII)

APÊNDICE 6 - Análise de agrupamento - continuação.

E – Dendrograma da análise de agrupamento das manchas fitofisionômicas de savana de acordo com os tipos funcionais de planta, para a mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



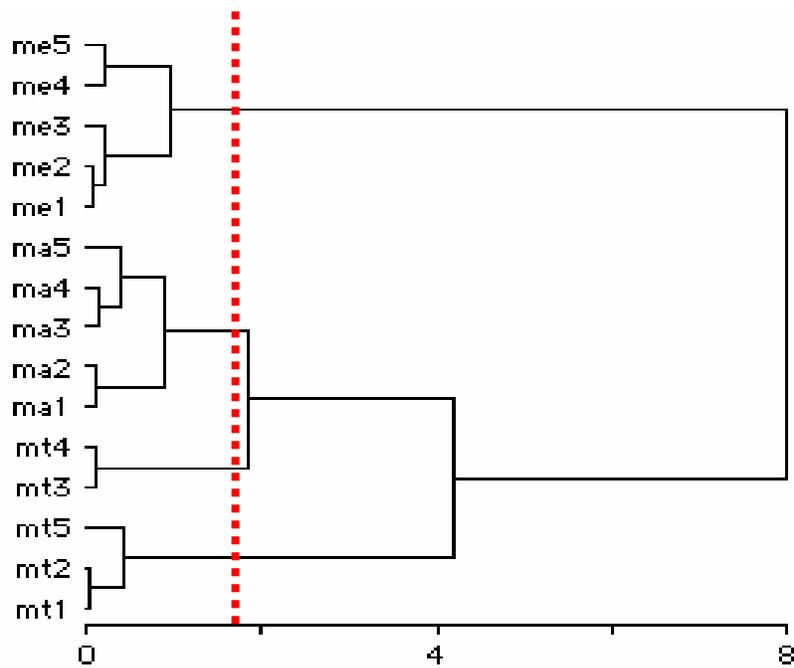
F – Dendrograma da análise de agrupamento das manchas fitofisionômicas de savana de acordo com as características físicas e químicas do solo, para a mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



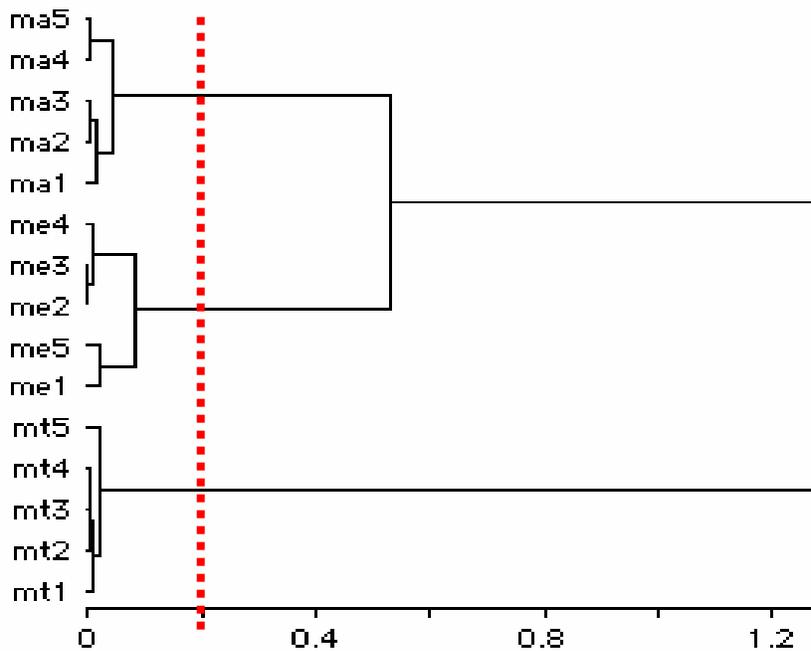
Siglas: CT (CI), CE (CII), CU (CIII), SD (SI), SB (SII), MT (FI), ME (FII), MA (FIII)

APÊNDICE 6 - Análise de agrupamento - continuação.

E – Dendrograma da análise de agrupamento das manchas fitofisionômicas de floresta de acordo com os tipos funcionais de planta, para a mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



F – Dendrograma da análise de agrupamento das manchas fitofisionômicas de floresta de acordo com as características físicas e químicas do solo, para a mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



Siglas: CT (CI), CE (CII), CU (CIII), SD (SI), SB (SII), MT (FI), ME (FII), MA (FIII)

ANEXO 1.- Laudo técnico de análise granulométrica para o estabelecimento dos padrões de campo, para mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



## LAUDO DE ANÁLISE

(Média de 2 determinações)

**NOME:** Projeto Zoneamento dos Solos Metalíferos e Estrutura da Vegetação

**MUN.:** Lavras do Sul **LOC.:** Mina Volta Grande **EST.:** RS

**Data de entrada:** 12/04/01

**Data de expedição:** 08/05/01

**MATERIAL:** Solo

**REG.:** 105/2001

Amostra	C.O.	Argila	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Cascalho	Calhaus
	%	% TFSA			% -----		
01	6,4	33	28	9	30	18,2	< 0,1
02	5,0	37	19	7	37	0,9	< 0,1
03	2,7	40	16	7	37	3,8	< 0,1
04	2,8	37	18	11	34	0,1	< 0,1
05	7,2	36	15	6	43	0,6	< 0,1
06	4,8	39	15	7	39	2,0	< 0,1
07	1,5	45	24	7	24	4,2	< 0,1
08	2,9	33	21	8	38	1,4	< 0,1
09	1,4	31	26	9	34	2,5	< 0,1
10	0,82	*	*	*	*	*	*
11	3,6	34	28	7	31	1,7	< 0,1
12	2,3	37	28	8	27	2,2	< 0,1

OBS.: Resultados expressos no material seco a 45°C.

Identificações das amostras:

- 01 - P2/1/T1 - 0-2
- 02 - P4/1/T1 - 0-5
- 03 - P4/2/T1 - 5-31
- 04 - P3/1/T2 - 20-32
- 05 - P1/1/T3 - 0-3
- 06 - P1/2/T3 - 3-15
- 07 - P2/2/T3 - 25-42
- 08 - P3/1/T3 - 0-24
- 09 - P3/2/T3 - 24-57
- 10 - P3/3/T3 - 57-70+
- 11 - P4/1/T3 - 0-4
- 12 - P4/2/T3 - 4-21

  
 Eng. Agr. Clesio Gianello  
 CREA 8a. Reg. 25.642  
 Responsável pelo Laboratório de Análises

ANEXO 2.- Laudo técnico de análise química do solo para as diferentes manchas fitofisionômicas da mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



FACULDADE DE AGRONOMIA - DEPTO. DE SOLOS  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES

Este laboratório faz a análise básica duas vezes e fornece a média das determinações.  
Agora com muito mais qualidade!



## Laudo de Análise de Solo

NOME: Cibele Sippel/Centro de Ecologia  
MUNICÍPIO: Lavras do Sul  
ESTADO: RS  
LOCALIDADE:

DATA DO RECEBIMENTO: 21/12/01  
DATA DA EXPEDIÇÃO: 28/12/01

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	M.O. %	Al <sub>troc.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Ca <sub>troc.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Mg <sub>troc.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
1	689/18	26	5.4	5.5	6.9	220	4.9	0.1	2.5	2.2
2	689/19	38	5.3	5.5	7.6	306	5.2	0.2	3.2	2.2
3	689/20	29	5.3	5.3	5.1	235	4.9	0.4	2.5	2.0
4	689/21	27	5.1	5.2	5.6	188	4.8	0.4	2.5	1.8
5	689/22	29	4.9	5.1	5.4	138	4.7	0.7	2.7	1.8

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P e K determinados pelo método Mehlich I; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al, Mn, e Na trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; S-SO<sub>4</sub> extraído com CaHPO<sub>4</sub> 500 mg L<sup>-1</sup> de P; Zn e Cu extraídos com HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>; B extraído com água quente.

NUM	Al+H cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	CTC cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	% SAT da CTC		RELAÇÕES			SUGESTÃO DE CALAGEM p/PRNT (t ha <sup>-1</sup> )			
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	100	85	70	55
1	5.6	10.9	48	0.9	1.1	4.4	3.9				
2	5.6	11.8	52	1.7	1.5	4.1	2.8				
3	6.7	11.8	43	3.4	1.3	4.1	3.3				
4	7.3	12.1	39	3.3	1.4	5	3.7				
5	8.0	12.9	38	5.4	1.5	8	5				

CTC a pH 7,0. Necessidade de calcário para atingir pH 6,0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al+MO. Sugestão válida no caso de não ter sido feita calagem integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

NUM	S mg L <sup>-1</sup>	Zn mg L <sup>-1</sup>	Cu mg L <sup>-1</sup>	B mg L <sup>-1</sup>	Mn mg L <sup>-1</sup>	Fe %	Na mg L <sup>-1</sup>	OUTRAS DETERMINAÇÕES			
1											
2											
3											
4											
5											

**Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação**

Identificação das amostras

- 1 - CI 1
- 2 - CI 2
- 3 - CI 3
- 4 - CI 4
- 5 - CI 5

Clesio Gianello  
Engº Agº CREA 8º Reg 25.642  
Chefe do Laboratório de Análises

ANEXO 2.- Laudo técnico de análise química do solo para as diferentes manchas fitofisionômicas da mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



FACULDADE DE AGRONOMIA - DEPTO. DE SOLOS  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES

Este laboratório faz a análise básica duas vezes e fornece a média das determinações. Agora com muito mais qualidade!



Laudo de Análise de Solo

NOME: Cibele Sippel/Centro de Ecologia  
MUNICÍPIO: Lavras do Sul  
ESTADO: RS  
LOCALIDADE:

DATA DO RECEBIMENTO: 21/12/01  
DATA DA EXPEDIÇÃO: 28/12/01

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	M.O. %	Al <sub>trac.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Ca <sub>trac.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Mg <sub>trac.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
1	689/8	22	5.3	5.2	12	244	6.9	0.2	11.1	4.0
2	689/9	34	5.3	5.2	9.5	180	6.6	0.3	9.3	4.5
3	689/10	18	5.6	5.9	15	135	4.0	0.0	6.5	2.8
4	689/11	22	5.4	5.4	18	320	7.1	0.1	8.3	4.3
5	689/12	26	5.5	5.4	13	235	7.6	0.0	10.2	5.0

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P e K determinados pelo método Mehlich I; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al, Mn, e Na trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; S-SO<sub>4</sub> extraído com CaHPO<sub>4</sub>, 500 mg L<sup>-1</sup> de P; Zn e Cu extraídos com HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>; B extraído com água quente.

NUM	Al+H cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	CTC cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	% SAT da CTC		RELAÇÕES			SUGESTÃO DE CALAGEM p/PRNT (t ha <sup>-1</sup> )			
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	100	85	70	55
1	7.3	23.1	68	0.9	2.8	18	6				
2	7.3	21.6	66	1.4	2.1	20	10				
3	3.9	13.5	71	0.0	2.3	19	8				
4	6.1	19.5	69	0.5	1.9	10	5				
5	6.1	21.9	72	0.0	2.0	17	8				

CTC a pH 7,0. Necessidade de calcário para atingir pH 6,0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al+MO. Sugestão válida no caso de não ter sido feita calagem integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

NUM	S mg L <sup>-1</sup>	Zn mg L <sup>-1</sup>	Cu mg L <sup>-1</sup>	B mg L <sup>-1</sup>	Mn mg L <sup>-1</sup>	Fe %	Na mg L <sup>-1</sup>	OUTRAS DETERMINAÇÕES
1								
2								
3								
4								
5								

Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação

Identificação das amostras

- 1 - CII 1
- 2 - CII 2
- 3 - CII 3
- 4 - CII 4
- 5 - CII 5

*Cresio Gianello*  
Cresio Gianello  
Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> CREA 8<sup>o</sup> Reg 25.642  
Chefe do Laboratório de Análises

ANEXO 2.- Laudo técnico de análise química do solo para as diferentes manchas fitofisionômicas da mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



FACULDADE DE AGRONOMIA - DEPTO. DE SOLOS  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES

Este laboratório faz a análise básica duas vezes e fornece a média das determinações. Agora com muito mais qualidade!



Laudo de Análise de Solo

NOME: Cibele Sippel/Centro de Ecologia  
MUNICÍPIO: Lavras do Sul  
ESTADO: RS  
LOCALIDADE:

DATA DO RECEBIMENTO: 21/12/01  
DATA DA EXPEDIÇÃO: 28/12/01

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	M.O. %	Al <sub>trac.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Ca <sub>trac.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Mg <sub>trac.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
1	689/13	24	5.5	5.8	7.2	65	3.1	0.0	4.4	4.9
2	689/14	22	5.4	6.1	6.7	62	2.4	0.1	3.7	4.2
3	689/15	33	5.4	5.5	8.6	86	4.3	0.2	6.6	6.0
4	689/16	25	5.5	5.9	7.9	58	3.3	0.0	4.1	4.5
5	689/17	33	5.4	5.5	5.9	49	2.9	0.1	3.5	4.0

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P e K determinados pelo método Mehlich I; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al, Mn, e Na trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; S-SO<sub>4</sub> extraído com CaHPO<sub>4</sub> 500 mg L<sup>-1</sup> de P; Zn e Cu extraídos com HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>; B extraído com água quente.

NUM	Al+H cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	CTC cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	% SAT da CTC		RELAÇÕES			SUGESTÃO DE CALAGEM p/PRNT (t ha <sup>-1</sup> )			
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	100	85	70	55
1	4.3	13.7	69	0.0	0.9	26	29				
2	3.3	11.3	71	0.9	0.9	23	26				
3	5.6	18.4	70	1.1	1.1	30	27				
4	3.9	12.6	69	0.0	0.9	28	30				
5	5.6	13.2	58	0.8	0.9	28	32				

CTC a pH 7.0. Necessidade de calcário para atingir pH 6.0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al+MO. Sugestão válida no caso de não ter sido feita calagem integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

NUM	S mg L <sup>-1</sup>	Zn mg L <sup>-1</sup>	Cu mg L <sup>-1</sup>	B mg L <sup>-1</sup>	Mn mg L <sup>-1</sup>	Fe %	Na mg L <sup>-1</sup>	OUTRAS DETERMINAÇÕES			
1											
2											
3											
4											
5											

Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação

Identificação das amostras

- 1 - CIII 1
- 2 - CIII 2
- 3 - CIII 3
- 4 - CIII 4
- 5 - CIII 5

Clésio Gianello  
Eng<sup>o</sup> Ag<sup>o</sup> CREA 8<sup>o</sup> Reg 25.642  
Chefe do Laboratório de Análises

ANEXO 2.- Laudo técnico de análise química do solo para as diferentes manchas fitofisionômicas da mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



FACULDADE DE AGRONOMIA - DEPTO. DE SOLOS  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES

Este laboratório faz a análise básica duas vezes e fornece a média das determinações.  
Agora com muito mais qualidade!



Laudo de Análise de Solo

NOME: Cibele Sippel/Centro de Ecologia  
MUNICÍPIO: Lavras do Sul  
ESTADO: RS  
LOCALIDADE:

DATA DO RECEBIMENTO: 21/12/01  
DATA DA EXPEDIÇÃO: 28/12/01

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	M.O. %	Al <sub>trac.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Ca <sub>trac.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Mg <sub>trac.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
1	689/33	44	5.2	5.3	7.9	308	6.9	0.2	5.8	4.0
2	689/34	48	5.3	5.2	7.1	285	6.3	0.3	4.2	3.6
3	689/35	47	5.3	5.3	8.0	293	6.7	0.3	4.9	3.9
4	689/36	47	5.3	5.3	6.5	249	6.9	0.3	4.5	3.9
5	689/37	43	5.4	5.3	8.5	267	6.8	0.2	4.3	4.0

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P e K determinados pelo método Mehlich I; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al, Mn, e Na trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; S-SO<sub>4</sub> extraído com CaHPO<sub>4</sub> 500 mg L<sup>-1</sup> de P; Zn e Cu extraídos com HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>; B extraído com água quente.

NUM	Al+H cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	CTC cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	% SAT da CTC		RELAÇÕES			SUGESTÃO DE CALAGEM p/PRNT (t ha <sup>-1</sup> )			
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	100	85	70	55
1	6.7	17.3	61	1.2	1.5	7	5				
2	7.3	15.9	54	1.9	1.2	6	4.9				
3	6.7	16.3	59	1.8	1.3	7	5				
4	6.7	15.7	57	1.9	1.2	7	6				
5	6.7	15.7	57	1.3	1.1	6	6				

CTC a pH 7,0. Necessidade de calcário para atingir pH 6,0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al+MO. Sugestão válida no caso de não ter sido feita calagem integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

NUM	S mg L <sup>-1</sup>	Zn mg L <sup>-1</sup>	Cu mg L <sup>-1</sup>	B mg L <sup>-1</sup>	Mn mg L <sup>-1</sup>	Fe %	Na mg L <sup>-1</sup>	OUTRAS DETERMINAÇÕES			
1											
2											
3											
4											
5											

Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação

Identificação das amostras

- 1 - SI 1
- 2 - SI 2
- 3 - SI 3
- 4 - SI 4
- 5 - SI 5

Clesio Gianello  
Engº Agº CREA 8º Reg 25.642  
Chefe do Laboratório de Análises

ANEXO 2.- Laudo técnico de análise química do solo para as diferentes manchas fitofisionômicas da mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



FACULDADE DE AGRONOMIA - DEPTO. DE SOLOS  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES

Este laboratório faz a análise básica duas vezes e fornece a média das determinações. Agora com muito mais qualidade.



## Laudo de Análise de Solo

NOME: Cibele Sippel/Centro de Ecologia  
MUNICÍPIO: Lavras do Sul  
ESTADO: RS  
LOCALIDADE:

DATA DO RECEBIMENTO: 21/12/01  
DATA DA EXPEDIÇÃO: 28/12/01

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	M.O. %	Al <sub>troc.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Ca <sub>troc.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Mg <sub>troc.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
1	687/28	40	5.4	5.6	11	339	5.9	0.2	9.1	4.2
2	687/29	34	5.5	5.7	13	339	5.3	0.0	9.0	3.3
3	687/30	27	5.6	5.9	31	261	2.7	0.0	6.5	2.9
4	687/31	33	5.8	6.1	25	309	4.3	0.0	10.1	4.9
5	687/32	34	5.6	5.8	12	399	4.1	0.0	7.9	4.1

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P e K determinados pelo método Mehlich I; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al, Mn, e Na trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; S-SO<sub>4</sub> extraído com CaHPO<sub>4</sub> 500 mg L<sup>-1</sup> de P; Zn e Cu extraídos com HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>; B extraído com água quente.

NUM	Al+H cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	CTC cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	% SAT da CTC		RELAÇÕES			SUGESTÃO DE CALAGEM p/PRNT (t ha)			
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	100	85	70	55
1	5.1	19.3	73	1.0	2.2	10	4.8				
2	4.7	17.8	74	0.0	2.7	10	3.8				
3	3.9	14.0	72	0.0	2.2	10	4.3				
4	3.3	19.0	83	0.0	2.1	13	6				
5	4.3	17.3	75	0.0	1.9	8	4.0				

CTC a pH 7.0. Necessidade de calcário para atingir pH 6.0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al+MO. Sugestão válida no caso de não ter sido feita calagem integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

NUM	S mg L <sup>-1</sup>	Zn mg L <sup>-1</sup>	Cu mg L <sup>-1</sup>	B mg L <sup>-1</sup>	Mn mg L <sup>-1</sup>	Fe %	Na mg L <sup>-1</sup>	OUTRAS DETERMINAÇÕES
1								
2								
3								
4								
5								

**Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação**

Identificação das amostras

- 1 - SII 1
- 2 - SII 2
- 3 - SII 3
- 4 - SII 4
- 5 - SII 5

*C. Gianello*  
Clesio Gianello  
Engº Agrº CREA 8º Reg 25.642  
Chefe de Laboratório de Análises

ANEXO 2.- Laudo técnico de análise química do solo para as diferentes manchas fitofisionômicas da mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



FACULDADE DE AGRONOMIA - DEPTO. DE SOLOS  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES

Este laboratório faz a análise básica duas vezes e fornece a média das determinações.  
Agora com muito mais qualidade!



Laudo de Análise de Solo

NOME: Cibele Sippel/Centro de Ecologia  
MUNICÍPIO: Lavras do Sul  
ESTADO: RS  
LOCALIDADE:

DATA DO RECEBIMENTO: 21/12/01  
DATA DA EXPEDIÇÃO: 28/12/01

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	M.O. %	Al <sub>trac.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Ca <sub>trac.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Mg <sub>trac.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
1	689/3	32	5.8	5.8	51	385	5.5	0.0	15.0	2.4
2	689/4	35	5.9	5.8	36	388	5.4	0.0	13.7	3.1
3	689/5	38	5.7	5.7	44	377	5.1	0.0	13.7	3.2
4	689/6	34	5.7	5.8	31	340	5.2	0.0	13.4	3.5
5	689/7	44	5.8	5.9	40	476	5.0	0.0	12.6	3.5

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P e K determinados pelo método Mehlich I; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al, Mn, e Na trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; S-SO<sub>4</sub> extraído com CaHPO<sub>4</sub> 500 mg L<sup>-1</sup> de P; Zn e Cu extraídos com HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>; B extraído com água quente.

NUM	Al+H cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	CTC cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	% SAT da CTC		RELAÇÕES			SUGESTÃO DE CALAGEM p/PRNT (t ha <sup>-1</sup> )			
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	100	85	70	55
1	4.3	22.7	81	0.0	6	15	2.4				
2	4.3	22.1	81	0.0	4.4	14	3.1				
3	4.7	22.5	79	0.0	4.3	14	3.3				
4	4.3	22.0	81	0.0	3.8	15	4.0				
5	3.9	21.2	82	0.0	3.6	10	2.9				

CTC a pH 7,0. Necessidade de calcário para atingir pH 6,0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al+MO. Sugestão válida no caso de não ter sido feita calagem integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

NUM	S mg L <sup>-1</sup>	Zn mg L <sup>-1</sup>	Cu mg L <sup>-1</sup>	B mg L <sup>-1</sup>	Mn mg L <sup>-1</sup>	Fe %	Na mg L <sup>-1</sup>	OUTRAS DETERMINAÇÕES			
1											
2											
3											
4											
5											

Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação

Identificação das amostras

- 1 - FI 1
- 2 - FI 2
- 3 - FI 3
- 4 - FI 4
- 5 - FI 5

Clesio Gianello  
Eng<sup>o</sup> Ag<sup>o</sup> CREA 8<sup>o</sup> Reg 25.642  
Chefe do Laboratório de Análises

ANEXO 2.- Laudo técnico de análise química do solo para as diferentes manchas fitofisionômicas da mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



FACULDADE DE AGRONOMIA - DEPTO. DE SOLOS  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES

Este laboratório faz a análise básica duas vezes e fornece a média das determinações. Agora com muito mais qualidade!



Laudo de Análise de Solo

NOME: Cibele Sippel/Centro de Ecologia  
MUNICÍPIO: Lavras do Sul  
ESTADO: RS  
LOCALIDADE:

DATA DO RECEBIMENTO: 21/12/01  
DATA DA EXPEDIÇÃO: 28/12/01

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	M.O. %	Al <sub>broc.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Ca <sub>broc.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Mg <sub>broc.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
1	689/23	24	5.8	6.1	14	163	4.5	0.0	5.3	3.1
2	689/24	17	5.5	6.1	17	161	3.8	0.0	5.1	2.2
3	689/25	14	5.7	6.1	13	137	3.9	0.0	4.3	2.3
4	689/26	13	6.1	6.5	9.5	109	2.7	0.0	3.1	1.7
5	689/27	13	5.8	6.4	13	105	3.5	0.0	3.2	1.8

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P e K determinados pelo método Mehlich I; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al, Mn, e Na trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; S-SO<sub>4</sub> extraído com CaHPO<sub>4</sub> 500 mg L<sup>-1</sup> de P; Zn e Cu extraídos com HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>; B extraído com água quente.

NUM	Al+H cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	CTC cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	% SAT da CTC		RELAÇÕES			SUGESTÃO DE CALAGEM p/PRNT (t ha <sup>-1</sup> )			
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	100	85	70	55
1	3.3	12.1	73	0.0	1.7	13	7				
2	3.3	11.0	70	0.0	2.3	12	5				
3	3.3	10.2	68	0.0	1.9	12	7				
4	2.3	7.3	69	0.0	1.8	11	6				
5	2.5	7.8	68	0.0	1.8	12	7				

CTC a pH 7,0. Necessidade de calcário para atingir pH 6,0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al+MO. Sugestão válida no caso de não ter sido feita calagem integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

NUM	S mg L <sup>-1</sup>	Zn mg L <sup>-1</sup>	Cu mg L <sup>-1</sup>	B mg L <sup>-1</sup>	Mn mg L <sup>-1</sup>	Fe %	Na mg L <sup>-1</sup>	OUTRAS DETERMINAÇÕES
1								
2								
3								
4								
5								

Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação

Identificação das amostras

- 1 - FII 1
- 2 - FII 2
- 3 - FII 3
- 4 - FII 4
- 5 - FII 5

Clesio Ganello  
Eng<sup>o</sup> Ag<sup>o</sup> CREA 8<sup>o</sup> Reg 25.642  
Chefe do Laboratório de Análises

ANEXO 2.- Laudo técnico de análise química do solo para as diferentes manchas fitofisionômicas da mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



FACULDADE DE AGRONOMIA - DEPTO. DE SOLOS  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES

Este laboratório faz a análise básica duas vezes e fornece a média das determinações.  
Agora com muito mais qualidade!



## Laudo de Análise de Solo

NOME: Cibele Sippel/Centro de Ecologia  
MUNICÍPIO: Lavras do Sul  
ESTADO: RS  
LOCALIDADE:

DATA DO RECEBIMENTO: 21/12/01  
DATA DA EXPEDIÇÃO: 28/12/01

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P mg L <sup>-1</sup>	K mg L <sup>-1</sup>	M.O. %	Al <sub>roc.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Ca <sub>roc.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Mg <sub>roc.</sub> cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
1	689/28	13	5.5	5.5	7.2	333	6.0	0.0	5.9	5.9
2	689/29	34	5.4	5.6	11	251	6.1	0.1	6.1	4.5
3	689/30	34	5.4	5.7	9.7	264	5.2	0.1	6.3	4.5
4	689/31	34	5.4	5.7	6.0	298	4.6	0.1	4.3	3.8
5	689/32	33	5.5	5.7	4.5	198	4.0	0.0	3.5	3.1

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P e K determinados pelo método Mehlich I; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al, Mn, e Na trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; S-SO<sub>4</sub> extraído com CaHPO<sub>4</sub> 500 mg L<sup>-1</sup> de P; Zn e Cu extraídos com HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>; B extraído com água quente.

NUM	Al+H cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	CTC cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	% SAT da CTC		RELAÇÕES			SUGESTÃO DE CALAGEM p/PRNT (t ha <sup>-1</sup> )			
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	100	85	70	55
1	5.6	18.2	69	0.0	1.0	7	7				
2	5.1	16.4	69	0.6	1.4	9	7				
3	4.7	16.1	71	0.6	1.4	9	7				
4	4.7	13.5	65	0.7	1.1	6	5.0				
5	4.7	11.8	60	0.0	1.1	7	6				

CTC a pH 7,0. Necessidade de calcário para atingir pH 6,0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al+MO. Sugestão válida no caso de não ter sido feita calagem integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

NUM	S mg L <sup>-1</sup>	Zn mg L <sup>-1</sup>	Cu mg L <sup>-1</sup>	B mg L <sup>-1</sup>	Mn mg L <sup>-1</sup>	Fe %	Na mg L <sup>-1</sup>	OUTRAS DETERMINAÇÕES				
1												
2												
3												
4												
5												

**Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação**

Identificação das amostras

- 1 - FIII 1
- 2 - FIII 2
- 3 - FIII 3
- 4 - FIII 4
- 5 - FIII 5

Clesio Gianello  
Eng<sup>o</sup> Ag<sup>o</sup> CREA 8<sup>o</sup> Reg 25.642  
Chefe do Laboratório de Análises

ANEXO 3.– Laudo técnico de análise química para determinação da concentração de cobre no solo para as diferentes manchas fitofisionômicas da mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
CENTRO DE ECOLOGIA



SOLICITAÇÃO Nº: 162/2001

LAUDO TÉCNICO Nº: 013/2002-AA

Porto Alegre, 06 de Fevereiro de 2002.

Determinação de Metais por Espectrofotometria de Absorção Atômica

CLIENTE: Profª. Maria Luiza Porto ( Cibele Sippel).  
IDENTIFICAÇÃO DA(S) AMOSTRA(S): 40 amostras de solo.  
RESPONSÁVEL PELA COLETA: Cibele Sippel.  
DATA DE RECEBIMENTO: 29/10/2001  
PREPARO DA AMOSTRA: Metais Extraíveis HNO<sub>3</sub>0,1M.  
MÉTODO DE DIGESTÃO: Extração Temp. ambiente.

RESULTADOS:

Amostra	Cu (µg/g)	Límite de Detecção	Equipamento
CT 1	8,18	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CT 2	8,28	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CT 3	7,85	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CT 4	8,24	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CT 5	8,68	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CA 1	2,03	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CA 2	2,33	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CA 3	10,0	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CA 4	1,81	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CA 5	1,32	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CU 1	5,35	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CU 2	4,17	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CU 3	7,06	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CU 4	6,03	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CU 5	5,58	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
SM 1	7,59	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
SM 2	6,65	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
SM 3	8,87	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
SM 4	12,0	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
SM 5	9,80	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
SA 1	7,86	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
SA 2	8,99	0,04(µg/g)	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer

Av. Bento Gonçalves, 9500 - Agronomia - Caixa Postal 15007 - CEP: 91.501-970 - Porto Alegre - RS

Fone: (51) 3316-6762 - Fax: (51) 3316-7307 - e-mail: [ceneco@ecologia.ufrgs.br](mailto:ceneco@ecologia.ufrgs.br)

Home Page: [www.ecologia.ufrgs.br](http://www.ecologia.ufrgs.br)

Laudo Técnico nº 013-02- Profª. Maria Luiza Porto (1/2)

Identificação das amostras CT(CI), CA(CII), CU(CIII), SM (SII), SA (SI)

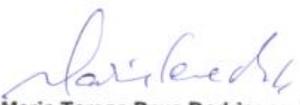
ANEXO 3.– Laudo técnico de análise química para determinação da concentração de cobre no solo para as diferentes manchas fitofisionômicas da mina Volta Grande Lavras do Sul, RS.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
CENTRO DE ECOLOGIA



Amostra	Cu ( $\mu\text{g/g}$ )	Limite de Detecção	Equipamento
SA 3	8,14	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
SA 4	1,52	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
SA 5	8,52	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
ME PAR 1	4,39	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
ME PAR 2	5,10	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
ME PAR 3	4,62	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
ME PAR 4	3,28	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
ME PAR 5	2,93	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
MA PAR 2	11,3	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
MA PAR 3	8,36	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
MA PAR 4	4,41	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
MA PAR 5	3,50	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
MA PAR 6	4,33	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CP PAR 2	4,30	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CP PAR 3	3,43	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CP PAR 4	4,12	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CP PAR 5	3,74	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer
CP PAR 6	3,99	0,04( $\mu\text{g/g}$ )	Espectrofotometro de Absorção Atômica- Perkin Elmer

  
Maria Teresa Raya Rodriguez  
Eng. Química – CRQ-V: 05300638

Identificação das amostras SA (SI), MEPAR(FII), MAPAR (FIII), CPPAR (CI)

Av. Bento Gonçalves, 9500 - Agronomia - Caixa Postal 15007 - CEP: 91.501-970 - Porto Alegre - RS

Fone: (51) 3316-6762 - Fax: (51) 3316-7307 - e-mail: [ceneco@ecologia.ufrgs.br](mailto:ceneco@ecologia.ufrgs.br)

Home Page: [www.ecologia.ufrgs.br](http://www.ecologia.ufrgs.br)

Laudo Técnico nº 013-02- Profa. Maria Luiza Porto (2/2)