



UNILASALLE



CENTRO UNIVERSITÁRIO LA SALLE

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AVALIAÇÃO DE IMPACTOS
AMBIENTAIS EM MINERAÇÃO**

ARILSON VAGNER VOLKEN

**ANÁLISE DA REGENERAÇÃO NATURAL DA VEGETAÇÃO EM
ÁREA IMPACTADA POR PEDREIRA DE GRANITO
ABANDONADA, VIAMÃO - RS**

Canoas, 2011.

ARILSON VAGNER VOLKEN

**ANÁLISE DA REGENERAÇÃO NATURAL DA VEGETAÇÃO EM
ÁREA IMPACTADA POR PEDREIRA DE GRANITO ABANDONADA,
VIAMÃO - RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Impactos Ambientais em Mineração do Centro Universitário La Salle, como requisito para obtenção do título de Mestre em Avaliação de Impactos Ambientais em Mineração.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Augusto de Loreto Bordinon

Co-orientador: Prof. Dr. Rubens Müller Kautzmann

Canoas, 2011.

TERMO DE APROVAÇÃO

ARILSON VAGNER VOLKEN

ANÁLISE DA REGENERAÇÃO NATURAL DA VEGETAÇÃO EM ÁREA IMPACTADA POR PEDREIRA DE GRANITO ABANDONADA, VIAMÃO - RS

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Avaliação de Impactos Ambientais em Mineração, pelo Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Impactos Ambientais em Mineração do Centro Universitário La Salle, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Dias Forneck

Prof. Dr. Paulo Roberto Fitz

Prof. Dr. Jairo José Zocche

Canoas, 2011

AGRADECIMENTOS

Aos colegas da primeira turma de mestrado de Avaliação de Impacto Ambiental em Mineração, foram aulas e trabalhos de campo muito produtivos.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Impactos Ambientais em Mineração do Centro Universitário La Salle, pelos conhecimentos repassados. Em especial aos professores doutores Eduardo Forneck e Inga Mendes, pelas críticas, elogios e contribuição ao trabalho, quando da apresentação da qualificação.

Ao João Paulo, dona Nilza, tio Nilson “Negro” e tia Marildes, pelo apoio durante os trabalhos de campo.

À Prof^a Dra. Ilsi Boldrini, professora do PPG-Botânica da UFRGS, pela identificação e confirmação de espécies de Poaceae, ao Dr. Ângelo Schneider pela identificação de muitas Asteraceae, a Robberson B. Setubal pela identificação de Cyperaceae, Cristiano Buzatto pela identificação de Orchidaceae, Bromeliaceae e Cactaceae. Também ao acadêmico Marcel Amaral Tust, do Curso de Ciências Biológicas do Unilasalle, pela ajuda na identificação das espécies vegetais durante os trabalhos de campo.

À Dra. Mara Ritter, curadora do Herbário ICN (Herbário do Departamento de Botânica da UFRGS), e ao Ir. Alberto Knob, curador do Herbário La Salle (Herbário do Centro Universitário La Salle), pela disponibilidade de consultas às coleções científicas existentes nos respectivos herbários.

À Beck de Souza Engenharia, nas pessoas de Alexandre, Cristiano e Marco Caminha, pela compreensão da importância deste trabalho, além do apoio financeiro para que tenha sido realizado. Também, aos colegas da empresa que, de alguma forma, contribuíram.

Em especial a dois professores: Dr. Rubens Kautzmann, que embora não tivesse a obrigação de atuar efetivamente, o fez, participando dos trabalhos de campo com contribuições nos aspectos de pedologia. E meu orientador, Dr. Sérgio

Bordignon, que passou vários sábados nos meses mais quentes do verão de 2011 me orientando durante os trabalhos de campo, bem como na busca de identificação de espécies junto aos herbários e especialistas.

Agradecimento muito especial à minha esposa Marli, pela compreensão nos momentos de estresse e ajuda nas correções ortográficas. E ao meu filho Fernando “Nando”, nos “passeios” na área de estudo e, que quando entender a importância e esforço deste trabalho, sinta orgulho do seu pai.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para o melhor andamento e conclusão desta dissertação.

ANÁLISE DA REGENERAÇÃO NATURAL DA VEGETAÇÃO EM ÁREA IMPACTADA POR PEDREIRA DE GRANITO ABANDONADA, VIAMÃO - RS

Resumo

Este estudo analisou a regeneração natural da vegetação de uma área de passivo ambiental por atividade de mineração de rocha granítica, localizada no município de Viamão/RS. Foram selecionadas duas áreas com passivos ambientais distintos para a avaliação da regeneração natural: área minerada, que, pela extração da rocha, encontra-se sobre o substrato rochoso, e área de rejeitos, que foi local de depósito de descartes. Foram realizadas 15 parcelas (1m x 1m) para o conhecimento da vegetação da área minerada úmida e seca. Na área de rejeitos foram realizadas cinco parcelas (5m x 5m) para vegetação com porte superior a 1,00 metro de altura, e dez parcelas (1m x 1m) para o reconhecimento do estrato herbáceo. Também foi realizada a caracterização florística do local de entorno. Para o conhecimento do solo do local, foram efetuadas cinco amostras de solo para análise de textura e das concentrações de macro e micronutrientes. A composição florística do local apontou uma riqueza de 274 espécies pertencentes a 75 famílias. As famílias mais representativas quanto ao número de espécies foram: Asteraceae, Poaceae, Rubiaceae, Cyperaceae e Myrtaceae. Através dos parâmetros coletados, foi realizada a fitossociologia das parcelas amostradas. Na área minerada evidenciou-se grande predomínio de ervas, podendo-se classificar o local como estando em estágio pioneiro de regeneração. O estrato herbáceo da área de rejeitos apresentou predominância de ervas e arvoretas. Atribuiu-se o estágio arbustivo de sucessão, também denominado de capoeirinha. No estrato superior da área de rejeitos evidenciou-se a substituição dos vassourais por arvoretas, principalmente do gênero *Myrsine*, conferiu-se, portanto, estágio de arvoretas, também conhecido por capoeira. As análises de solo na área minerada e de rejeitos revelaram diferenças em relação ao padrão natural do local, principalmente quanto à granulometria. Com relação aos parâmetros químicos, os resultados são muito semelhantes entre as áreas de passivo e do padrão local, entretanto, os valores de matéria orgânica são mais baixos nas áreas impactadas. Ambas as áreas de passivo apresentam o mesmo tempo de regeneração, cerca de dez anos, porém, a área de rejeitos apresentou maior evolução quanto ao seu estágio sucessional de vegetação, enquanto que a área minerada apresentou, no mesmo período, fisionomia e elementos biológicos relativos ao estágio inicial. Concluiu-se, portanto, que a área de rejeitos apresentou evolução mais pronunciada, pois foi formada pelo solo fértil descartado da área minerada, traduzido nos mais altos valores de profundidade do solo, matéria orgânica e argila, além de material vegetativo (sementes, caules, frutos, etc.), que deram origem à brotação de novos indivíduos. Medidas simples podem ser adotadas para acelerar a regeneração das áreas, como: retenção de solo, transposição de solo vegetal, semeadura, poleiros artificiais, transposição de galharias, plantio de mudas em ilhas de elevada diversidade. Tais medidas podem ser implementadas no local para que haja uma aceleração da regeneração na área minerada.

Palavras-chave: Degradação (passivo) ambiental, solos, levantamento florístico, regeneração natural e processos sucessionais.

ANALYSIS OF THE NATURAL REGENERATION OF VEGETATION IN THE AREA IMPACTED BY ABANDONED QUARRY GRANITE, Viamão - RS

Abstract

This study analyzed the natural regeneration of vegetation in an area of environmental liability for mining activity granitic rock, in the municipality of Viamão / RS. We selected two areas with different environmental liabilities for the assessment of natural regeneration: the mine, the extraction of rock that lies on the bedrock and tailings area, which was the tipping discard. Were carried out 15 plots (1m x 1m) to the knowledge of the vegetation of the area mined wet and dry. In the area of tailings were performed five plots (5m x 5m) for vegetation with size greater than 1 meter in height, and 10 plots (1m x 1m) for the recognition of the herbaceous layer. Also, was performed to characterize the floristic local surroundings. 5 samples were taken for analysis of soil texture and the concentrations of macro and micronutrients. The floristic composition of the site pointed to a wealth of 274 species belonging to 75 families. The most representative families in the number of species were Asteraceae, Poaceae, Rubiaceae, Cyperaceae, and Myrtaceae. Through the collected parameters was performed phytosociology of the sampled plots. In the mining area revealed a great predominance of herbs, can be classified as being at the site of pioneering stage regeneration. The herbaceous layer of the tailings area showed a predominance of grasses and saplings, set itself the shrub stage of succession, also called capoeirinha. In the upper stratum of the tailings area was evidenced by the replacement of vassourais saplings, mainly of the genus *Myrsine*, assigned, therefore, the stage of young trees, also known as capoeira. Analyses of soil in the area mined and tailings showed differences from the natural pattern of the site, particularly regarding size. With respect to chemical parameters, the results are very similar between the areas of liability and default location, however, the values of organic matter are lower in the impacted areas. Both areas have the same passive regeneration time, about 10 years, however the area of tailings showed greater progress regarding their successional stage vegetation, while the mining area presented in the same period, physiognomy and biological elements on the stage home. It was concluded therefore that the tailings area showed more pronounced changes since it was formed by the fertile soil dropped from the mine, translated at the highest values of soil depth, organic matter, clay as well as plant material (seeds, stems, fruits, etc..) that led to sprouting of new individuals. One can take simple steps to accelerate the regeneration of the area, such as soil retention, implementation of topsoil, seeding, artificial perches, transposing galharias, planting seedlings on islands of high diversity, can be implemented in place so that there an acceleration of regeneration in the mined area.

Keywords: Degradation (passive) environment, soil, floristic survey, natural regeneration and successional processes.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVO GERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 A MINERAÇÃO DE ROCHA ORNAMENTAL.....	15
2.1.1 LAVRA E MEIO AMBIENTE.....	15
2.1.2 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO	18
2.1.3 MERCADO	19
2.2 SOLO.....	20
2.2.1 TEXTURA.....	24
2.2.2 ESTRUTURA	25
2.2.3 FERTILIDADE DO SOLO.....	26
2.3 ÁREA DEGRADADA	34
2.4 REGENERAÇÃO NATURAL	37
2.5 PROCESSOS SUCESSIONAIS.....	41
2.6 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO E FITOSSOCIOLOGIA	47
2.7. RECUPERAÇÃO DE SOLO	48
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	51
3.1. LOCAL DE ESTUDO	51
3.2. CARACTERIZAÇÃO REGIONAL	53
3.2.1 ASPECTOS CLIMÁTICOS	53
3.2.2 GEOLOGIA REGIONAL	55
3.2.3 GEOMORFOLOGIA/RELEVO.....	58
3.2.4 SOLOS	60
3.2.5 RECURSOS HÍDRICOS.....	61
3.2.6 VEGETAÇÃO	63
3.2.7 USO E OCUPAÇÃO ATUAL DOS SOLOS	64
3.3 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO E FITOSSOCIOLÓGICO	66
3.3.1 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO.....	67
3.3.2 LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO	69
3.3.3 PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS.....	72
3.3.4 SUFICIÊNCIA AMOSTRAL	75
3.4 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE SOLO	75
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	80

4.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA.....	82
4.1.1 FLORÍSTICA	82
4.1.2 FITOSSOCIOLOGIA	94
4.2 ANÁLISE DO SOLO	117
4.2.1 ATRIBUTO FÍSICO - TEXTURA	117
4.2.2 ATRIBUTOS QUÍMICOS.....	120
4.3 ANÁLISE INTEGRADA.....	123
4.4 PROPOSTAS PARA RECUPERAÇÃO DO LOCAL.....	128
4.4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	128
4.4.2 ELABORAÇÃO DE PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA.....	128
4.4.3 MEDIDAS GERAIS DE RECUPERAÇÃO.....	129
5. CONCLUSÕES DO ESTUDO.....	133
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	136
7. ANEXOS	145

Lista de Figuras

Figura 1 - Seqüência esquemática da lavra de blocos de rocha ornamental em maciço.....	17
Figura 2 - Proporção volumétrica dos diferentes componentes de um solo hipotético ideal (fonte: CORRÊA, 2009).....	22
Figura 3 - Fatores que condicional uma alta resiliência ambiental (Fonte: Reis et al., 2009c)	40
Figura 4 – Sequência de recuperação do solo em áreas perturbadas (Fonte: Reis et al., 2009c)	46
Figura 5 –Localização da área de estudo nas coordenadas UTM: 503.000 - 6.668.000 – Fuso 22	52
Figura 6 – Gráfico indicando a direção e velocidade dos ventos (Fonte: Aeroporto Salgado Filho apud Beck de Souza Eng.)	55
Figura 7 – Geologia regional (Fonte: RADAMBRASIL 2003a)	56
Figura 8 – Foto apresentando os Depósitos Aluvionares na Várzea do Arroio Alexandrina	57
Figura 9 – Foto apresentando o afloramento do granito colorado-gaúcho	58
Figura 10 – Foto apresentando ao fundo região elevada característica de Planalto.....	59
Figura 11 – Foto obtida próxima ao local de estudo apresentando o aspecto geral unidade Depressão Central	59
Figura 12 - Geomorfologia Regional (Fonte: RADAMBRASIL 2003b).....	60

Figura 13 – Pedologia Regional (Fonte: RADAMBRASIL 2003c).....	61
Figura 14 – Carta do SGE apresentando a delimitação da bacia hidrográfica do arroio Alexandrina (Fonte: SGE, 1995).....	62
Figura 15 – Classificação fitogeográfica regional (Fonte: RADAMBRASIL 2003d) ...	63
Figura 16 - Aspecto vegetação arbórea secundária	64
Figura 17 - Uso e ocupação atual do solo no entorno da jazida em estudo (Coordenadas UTM - Fuso SH-22).....	65
Figura 18 - Coleta e herborização de material botânico	66
Figura 19 – Imagem aérea do local apresentando os caminhamentos realizados (Coordenadas UTM - Fuso SH-22).....	67
Figura 20 - Caminhamento através de trilhas existentes.....	68
Figura 21 - Incursões nos capões de mata.....	68
Figura 22 - Quadro utilizado para delimitar as parcelas	70
Figura 23 - Avaliação e identificação das espécies	70
Figura 24 - Distribuição das parcelas na área minerada (Coordenadas UTM - Fuso SH-22).....	71
Figura 25 - Distribuição das parcelas na área de rejeitos (Coordenadas UTM - Fuso SH-22).....	71
Figura 26 - Coleta de solo para análise	76
Figura 27 - Local de coleta de solo	77
Figura 28 - Aparelho para análise de pH in loco.....	77
Figura 29 - Equipamento utilizado na coleta de solo	77
Figura 30 - Homogeneização das amostras de solo.....	78
Figura 31 – Zoneamento da área de estudo (Coordenadas UTM - Fuso SH-22).....	80
Figura 32 – Riqueza da vegetação por famílias.....	82
Figura 33 – Composição da vegetação por hábito	83
Figura 34 – Gêneros com maior número de espécies	83
Figura 35 - Curva do número cumulativo de espécies por unidade amostral no levantamento fitossociológico e linha de tendência de espécies, área minerada úmida	95
Figura 36 - Curva do número cumulativo de espécies por unidade amostral no levantamento fitossociológico e linha de tendência das espécies, área minerada seca	95
Figura 37 - Curva do número cumulativo de espécies por unidade amostral no levantamento fitossociológico e linha de tendência das espécies, área de rejeitos, vegetação até 1 metro de altura	96
Figura 38 - Curva do número cumulativo de espécies por unidade amostral no levantamento fitossociológico e linha de tendência das espécies, área de rejeitos, vegetação acima de 1 metro de altura.....	97

Figura 39 – Classificação decrescente das espécies por Índice de Valor de Importância (IVI) – Área Minerada Úmida.....	103
Figura 40 – Classificação decrescente das espécies por Índice de Valor de Importância (IVI) – Área Minerada Seca.....	104
Figura 41 - Classificação decrescente das espécies por Índice de Valor de Importância (IVI) – Área de Rejeitos.....	109
Figura 42 – Composição florística das espécies arbustivas na área de rejeitos	110
Figura 43 – Altura média das espécies coletas da área de rejeitos.....	113
Figura 44 – Cobertura média das espécies amostradas na área de rejeitos.....	114
Figura 45 – Espécies com o maior número de indivíduos amostrados	114
Figura 46 – Classificação das espécies por Índice de Valor de Importância (IVI) – Área de Rejeitos (Arbustivas)	115
Figura 47 - Classificação das espécies por Índice de Valor de Cobertura (IVC) – Área de Rejeitos (Arbustivas).....	116
Figura 48 - Resultados das análises granulométricas	118

Lista de Tabelas

Tabela 1- Faixas texturais de solo com respectivos diâmetros (Fonte: STRECK et al., 2002).....	24
Tabela 2- Classes texturais de solo com respectivas proporções (Fonte: GONÇALVES, 1988)	25
Tabela 3 – Tipos e descrição das estruturas de solo (Fonte: STRECK et al., 2002).	25
Tabela 4 - Classificação dos teores de matéria orgânica para os solos de cerrado (Fonte: Lobato apud Corrêa, 2009).....	31
Tabela 5 – Valores de referência para análise de Fósforo (P) e Potássio (K) (Fonte: MAPA, 2002).....	32
Tabela 6 – Valores de referência para Interpretação de Acidez (pH) (Fonte: MAPA, 2002).....	32
Tabela 7 – Valores de referência para Interpretação Cálcio, Magnésio, Enxofre e Micronutrientes (Fonte: MAPA, 2002).....	32
Tabela 8 – Valores referenciais para interpretação de resultado de análise de solo para o Rio Grande do Sul (Fonte: Malavolta, 1992)	33
Tabela 9 - Valores referenciais para interpretação dos teores de Fósforo (P) para Rio Grande do Sul (Fonte: Malavolta, 1992).....	33
Tabela 10 - Valores referenciais para interpretação de análise de solo para o Rio Grande do Sul, componente acidez (Fonte: Malavolta, 1992).....	34
Tabela 11- Dados normais no período de 1961/1990 - Estação Porto Alegre (Fonte: INMET- 8º Distrito de Meteorologia - Porto Alegre – 1992)	54

Tabela 12 - Lista das famílias e espécies presentes na área de estudo, onde: AR = árvore , AB = arbusto , AT = arvoreta , ER = erva , EP = epífita, SU = subarbusto , TR = trepadeira , NA = nativa e EX = exótica, 1 = mata, 2 = área minerada seca, 3 = área minerada úmida, 4 = área de rejeitos	84
Tabela 13 - Parâmetros fitossociológicos obtidos na área minerada úmida, onde: CAi = Cobertura Absoluta , CRi = Cobertura Relativa , FAi = Frequencia Absoluta , FRi = Frequencia Relativa, e IVI = Índice de Valor de Importância (classificação decrescente por IVI).....	97
Tabela 14 - Parâmetros fitossociológicos obtidos na área minerada seca, onde: CAi = Cobertura Absoluta , CRi = Cobertura Relativa , FAi = Frequencia Absoluta , FRi = Frequencia Relativa, e IVI = Índice de Valor de Importância (classificação decrescente por IVI).....	99
Tabela 15 - Parâmetros fitossociológicos obtidos na área de rejeitos 01 e 02, onde: CAi = Cobertura Absoluta , CRi = Cobertura Relativa , FAi = Frequencia Absoluta , FRi = Frequencia Relativa, e IVI = Índice de Valor de Importância (classificação decrescente por IVI).....	105
Tabela 16 - Parâmetros fitossociológicos obtidos na área de rejeitos 01 e 02, onde: CA = Cobertura Absoluta da Espécie (copa, m ²), CM = Cobertura Média por Espécie (copa, m ²), AM= Altura Média por Espécie (m), NI = Número de Indivíduos por Espécie, DA = Densidade Absoluta (número de indivíduos por hectare), DR = Densidade Relativa, FAi = Frequencia Absoluta , FRi = Frequencia Relativa, DoA = Dominância Absoluta, DoR = Dominância Relativa, IVC = Índice de Valor de Cobertura e IVI = Índice de Valor de Importância	111
Tabela 17 - Resultados da análise granulométrica	117
Tabela 18 - Resultados da análise química, extraídos dos laudos de análise de solo (Laboratório de Solos da UFRGS, 2011)	120

1. INTRODUÇÃO

Considerando a potencialidade da natureza em atingir, através de seus mecanismos, estágios de regeneração após sofrer ações de degradação praticadas pelo ser humano, espera-se com este estudo, a partir da observação dos contextos dos diferentes estágios de recomposição da vegetação e dos espécimes presentes nos mesmos, propor medidas que permitam auxiliar o processo de regeneração natural da cobertura vegetal nestas áreas e em outros locais de passivo antrópico semelhante.

Um documento recente do ICMM (Conselho Internacional de Mineração e Metais) intitulado “Planejamento para o Fechamento Integrado de Minas: Kit de Ferramentas” (2008) foi traduzido e vem sendo divulgado pelo IBRAM (Instituto Brasileiro de Mineração) buscando provocar as empresas de mineração à adoção de programas de gestão que prevejam o futuro fechamento de uma mina, de forma a recuperar e dar função ambientalmente sustentável para a área após a mineração, como, também, à comunidade formada na dependência desta atividade.

O quadro de abandono de áreas mineradas no Brasil, sem o devido trato de recuperação ambiental é significativo, apesar dos instrumentos legais e da fiscalização que surgiram a partir da década de 1980, em particular no Rio Grande do Sul, onde a FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental), o Ministério Público e ONGs de proteção ambiental são sabidamente muito atuantes e de trato restritivo aos empreendimentos de mineração. A área em estudo compreende um local que sofreu a mineração de blocos de rocha ornamental nas décadas de 1980 e 1990, tendo o mercado exterior seu principal destino, realizada por empresa de mineração com Concessão de Lavra autorizada pelo Ministério de Minas de Energia e, provavelmente, com licença ambiental em alguma época.

De maneira geral, nos casos de licenciamento ambiental para atividades de mineração de pedreiras, os projetos de recuperação apresentados, via de regra, desconsideram a possibilidade de estimular os processos de regeneração natural. São propostas recuperações onde a cava da pedreira deve ser conformada em bancadas ou retalhada em ângulos de menor inclinação, sobre os quais projetam o

recobrimento com solo e plantio de vegetais, muitas vezes com espécies exóticas ou distintas dos ecossistemas naturais próprios dos locais. Tais projetos envolvem investimentos e custos elevados, que, muitas vezes, resultam no abandono dos mesmos, na medida em que a fiscalização e cobrança pelos órgãos ambientais não mais ocorre.

A capacidade de regeneração natural deve ser conhecida para orientar e auxiliar projetos ou Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). A compreensão da dinâmica sucessional de uma floresta ou ecossistema, próximo à uma área degradada, é fundamental na proposição de PRADs, pois, conforme Araujo (2002), a manutenção das populações florestais e campestres depende das relações entre a vegetação e os mecanismos de regeneração, tais como, chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas.

O entendimento dos processos de regeneração natural de florestas passa pelo conhecimento de informações básicas de caracterização da vegetação e da análise estrutural (GAMA et al., 2003). É, portanto, parte do ciclo de crescimento da floresta e refere-se às fases iniciais de seu estabelecimento e desenvolvimento. O estudo da regeneração natural permite a realização de previsões sobre o comportamento e desenvolvimento futuro da floresta, pois fornece a relação e a quantidade de espécies que constituem o seu estoque, bem como suas dimensões e distribuição na área (CARVALHO, 1982, apud GAMA et al., 2002).

Áreas perturbadas geralmente recebem um menor aporte de propágulos pela maior distância da área fonte e pela ausência de dispersores animais, os quais evitam lugares abertos, principalmente quando não possuem abrigos ou fontes de alimento. Registra-se que entre 50% e 90% das espécies de floresta tropical possuem frutos adaptados à dispersão por animais (GALINDO-GONZÁLES et al., 2000).

Distúrbios em habitats naturais induzem a um processo de reconstrução da comunidade através da sucessão (RICKLEFS apud GUINLE, 2009). O êxito na implantação de séries da sucessão natural dependerá da capacidade da comunidade de retornar à situação semelhante à sua estrutura original,

(TOWNSEND apud GUINLE, 2009), ou seja, no maior ou menor tempo de resiliência da área em regeneração.

A sucessão secundária é o processo que ocorre através das mudanças que se verificam nos ecossistema após a distribuição parcial das comunidades bióticas. Os fatores ecológicos do ambiente irão determinar os parâmetros das diversas fases da sucessão até alcançar a floresta secundária. A sucessão deve ser entendida não como uma simples substituição de espécies no tempo, mas, sim, como substituição de grupos ecológicos ou categorias sucessionais (KAGEYAMA & GANDARA, 2001).

Carpanezzi et al. (1990a) propõem que a escolha de espécies pioneiras para a recuperação de áreas degradadas tem na natureza o melhor laboratório. Para estes autores, ervas e arbustos ruderais são indicados como potenciais para trabalhos de reconstituição de uma vegetação pioneira, base para garantir os processos sucessionais posteriores, que garantirão a restauração ambiental.

De acordo com Durigan (2006), o gradiente de fisionomias vegetais está relacionada à capacidade de suporte do solo, especialmente relacionada com a saturação do alumínio, acidez e fertilidade. Assim, à medida em que as condições do solo vão melhorando, a fisionomia da vegetação evolui de campo sujo para capoeira, capoeirão e fisionomias mais densas, ou seja, de maior biomassa. Portanto, a resiliência de uma área degradada por processos de escavação dependerá do substrato de solo existente para que os processos naturais do seu entorno possam catalisar a dinâmica sucessional no ambiente degradado.

1.1 Objetivo Geral

Avaliar os estágios da regeneração natural da vegetação de área de pedreira de granito colorado-gaúcho.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar, na área de estudo, os locais com regeneração natural e passivos ambientais;
- Avaliar o solo e a cobertura vegetal na área minerada e de rejeitos; e
- Propor medidas que potencializem a regeneração da área em estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Mineração de Rocha Ornamental

Segundo Frascá (2005), o termo rochas ornamentais tem as mais variadas definições. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, no prelo) define rocha ornamental como material rochoso natural submetido a diferentes graus ou tipos de beneficiamento ou afeiçoamento (bruta, aparelhada, apicoada, esculpida ou polida) utilizado para exercer uma função estética. Rocha para revestimento é definida pela ABNT como rocha natural, que, submetida a processos diversos e graus variados de desdobramento e beneficiamento, é utilizada no acabamento de superfícies, especialmente pisos e fachadas em obras de construção civil. Essa definição pode ser considerada similar à que a *American Society for Testing and Materials* (ASTM) propõe para *dimension stone*: pedra natural que foi selecionada, regularizada ou cortada em tamanhos e formas especificados ou indicados, com ou sem uma ou mais superfícies mecanicamente acabadas.

2.1.1 Lavra e Meio Ambiente

A lavra de blocos para rocha ornamental ocorre em duas condições de estruturas do corpo rochoso, conforme Matta (2003):

- Na forma de corpo de rocha individualizado - blocos arredondados de grandes dimensões (matacões), em meio a material inconsolidado (solo) ou rocha alterada; ou
- Em maciço rochoso, podendo ou não estar condicionado a estruturas de fraturas ou clivagem de rocha.

É bastante comum nas pedreiras brasileiras, em função do clima tropical e maior intemperismo das litologias superficiais da crosta, a ocorrência de uma zona de matacões, antes da porção maciça do corpo rochoso. Preferencialmente, a abertura de uma pedreira se dá a partir de um talude natural em colinas e morros, que favorecem a exposição e duas faces livres (MATTA, 2003).

Com base em Matta (2003), a lavra em pedreiras de blocos apresenta as seguintes etapas básicas:

Etapas 1 - A descobertura compreende três outras etapas que devem ser tratadas individualmente: a retirada da cobertura vegetal, a escavação e a destinação do solo e do material intemperizado. Para a exposição da rocha matacão ou maciço são utilizados equipamentos pesados: tratores de esteira e pás escavadeiras;

Etapas 2 – Identificação dos matacões ou planos e direções de fratura, que deve ser pesquisado anteriormente, permitindo melhor planejamento e maior rendimento da lavra. Neste momento é possível fazer uma melhor previsão de volume e qualidade dos blocos, como também dos volumes de rejeitos e de material a ser movimentado. Portanto, a correta avaliação do condicionamento estrutural da jazida é fundamental ao sucesso da mineração;

Etapas 3 – Dependendo da condição geológica, a lavra dos blocos de rocha se dá de duas formas: a) no caso de matacões o processo consiste em retirá-los da frente de lavra até a praça, quando será desdobrado em blocos prismáticos nas dimensões de comercialização. Dependendo da dimensão do matacão este poderá ser retirado em partes, utilizando as técnicas de corte de rocha; b) quando a lavra ocorre em maciços são empregadas técnicas de corte de rocha, buscando aproveitar planos de fraqueza naturais (fraturas e clivagens) da rocha. As técnicas de corte de rocha empregadas são as mais diversas: métodos manuais ou semi-mecanizados utilizando o emprego de ferramentas manuais e/ou pneumáticas que realizam ranhuras e furos, e nestes são introduzidas cunhas expansivas, carregadas com pólvora, ou recentemente preenchidas com argilas expansivas; o método com maior produtividade e qualidade de corte é por fio diamantado, onde são executadas furações na rocha delimitando o tamanho do bloco por onde um cabo com material abrasivo incrustado é feito passar sob tensão cortando o material rochoso (Figura 1).

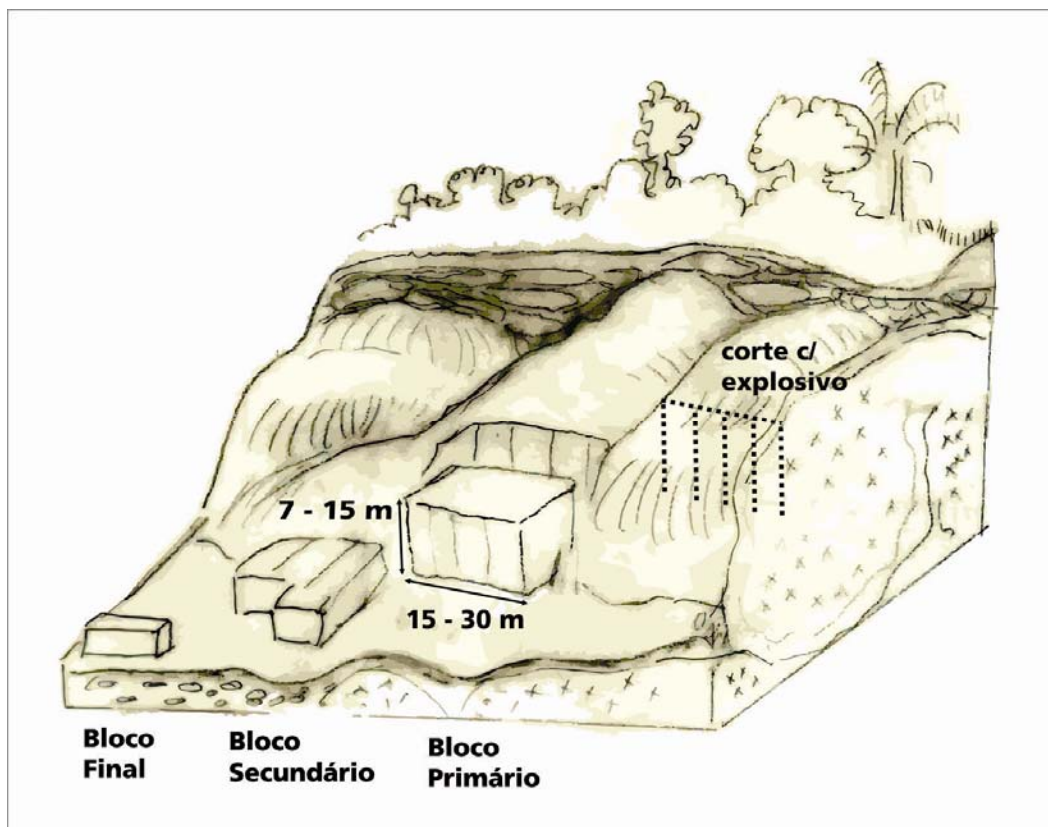


Figura 1 - Seqüência esquemática da lavra de blocos de rocha ornamental em maciço

Do ponto de vista de impactos ambientais, as pedreiras de rocha ornamental são similares às outras pedreiras de produção de lajes (arenitos e basaltos), de agregados para construção civil (britas) e rochas calcárias. Todas deixam grandes locais escavados, e taludes com vários metros de altura em rocha. Tais empreendimentos mineiros podem ser operados durante pequenos períodos de tempo, quando atendem apenas a uma necessidade de momento, ou ser operados por muitos anos, de forma contínua ou intermitente (MATTA, 2003).

A lavra de rocha ornamental se assemelha à de pedreiras para agregados ou pedras de talhe, e geram os seguintes impactos ambientais (MATTA, 2003):

- Remoção da cobertura vegetal e de solo; e
- Formação de grandes cavas, inclusive com o piso atingindo cotas negativas em relação à superfície original.

Além dos impactos causados pela lavra, anteriormente descritos, esta mineração gera sobras de rochas e rejeitos estéreis que devem ser dispostos ou

armazenados de forma a minimizar os impactos ou contribuir para a futura recuperação.

Salvo algumas exceções, o que ocorre após a lavra é o abandono da área de lavra. Estes locais, frequentemente, são abandonados sem qualquer (ou mínima) preocupação em recuperá-los ou dotá-los de um novo uso ou função. A lavra de rocha ornamental no RS é ainda pouco significativa, porém se somados a todos os locais de lavra de materiais para uso na construção civil, ativos e desativados no Estado, o número está em torno de 2.500 pedreiras e extrações de material *in natura* (KAUTZMANN, 2008).

2.1.2 Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração

Sem dúvida, a mineração é atividade sempre lembrada quando o tema - área degradada - é abordado. Não se conhece, pela inexistência de levantamentos, as áreas de minas e pedreiras abandonadas, e seus passivos ambientais. Os locais de extração de rocha e solos *in natura*, como pedreiras, saibreiras e barreiros podem ter vida de poucos anos, sendo explotadas e abandonadas, sem que se regularizem e sejam, portanto, conhecidas pelos gestores públicos. Estes locais, quando favorecido pelo clima, podem receber cobertura vegetal significativa, que mascara ou encobre o solo e rocha em algumas décadas. Até a década de 1990, as áreas de empréstimos de obras de construção pesada (estradas, pontes, barragens), eram abandonadas ao término da obra, não sendo incluídas no projeto da obra e constituindo serviço a ser entregue para finalizar o empreendimento.

A obrigatoriedade do licenciamento ambiental fez com que as jazidas ou áreas de material *in natura*, recebessem projetos específicos para operação e recuperação após findar a extração mineral, como passo também a ser exigido das empresas de mineração. Bugin (2010) apresenta relatos de exemplos pioneiros e aperfeiçoados para a recuperação de minas de carvão, obras de terraplenagem e extração de bens minerais para a construção civil. Comum a todos os tipos de extração mineral a céu aberto, a retirada seletiva da camada de solo fértil, é tida como fator primordial a viabilizar a recuperação da área minerada.

As palestras e trabalhos apresentados no Seminário de Recuperação de Áreas Degradadas, ocorrido no Unilasalle em 2010, confirmam que a não recuperação de áreas degradadas pela mineração ou obras de movimentação de solo e rocha não é consequência da falta de conhecimento e tecnologia sobre o assunto. No Brasil, como de resto no mundo, são muitas as instituições, desde universidades às organizações sociais como o SOBRADE¹ (Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas) que produzem, promovem e divulgam esta ciência particular dentro da Engenharia Ambiental.

Outro movimento importante, promovido pela rede de cientistas, técnicos e empresas de mineração foca e discute o Fechamento de Mina como elemento definidor dos projetos de mineração. Ações visando o fechamento de mina, onde a recuperação e uso das áreas de mineração é um aspecto, entre outros de igual importância, são desenvolvidas pelo Conselho Internacional de Mineração e Metais (ICMM), que propõe metodologia de Planejamento para o Fechamento Integrado de Mina, ou, na forma de evento, como o *VII International Conference on Mine Closure*, que ocorrerá em 2012, na Austrália, promovido por instituições de pesquisa e empresas.

Sem dúvida, prever e planejar o fechamento e recuperação de uma área a ser degradada previamente, é um ganho ao meio ambiente, e implica em custos menores e conflitos desnecessários para o encerramento da atividade. Muitas vezes, ações e preparação adequada do terreno degradado, quando o objetivo é introduzir ecossistemas naturais, permitem a ativação e aceleração dos processos ecológicos.

2.1.3 Mercado

O Brasil ocupa a quarta posição em produção de blocos de rocha ornamental, nos estados do sudeste e nordeste. No Rio Grande do Sul, nas décadas de 1980 e 1990, houve um aumento da procura por jazidas de rochas ornamentais, resultando

¹ A SOBRADE tem por finalidade desenvolver e aprimorar a recuperação ambiental promovendo a integração entre o ensino, a pesquisa e a extensão e tem contribuído para minimização dos efeitos causados pelas atividades que acarretam impactos ao meio ambiente em todos os países onde há mineração (SOBRADE, 2011).

na concessão de lavra para várias pedreiras de rochas cristalinas (sienitos e granitos), como é o caso da área em estudo. Mais recentemente, desde o final da década de 1990, tem havido um incremento nas pedreiras de rochas vulcânicas ornamentais (basaltos), muitas abertas sem as necessárias autorizações de mineração e meio ambiente (DNPM², 2010).

Segundo Gross (1998), a aplicação das rochas ornamentais como peças decorativas e, na construção civil, como material de revestimento vem sendo feita há mais de mil anos. No Rio Grande do Sul esse processo teve início no ano de 1909, com a instalação da primeira unidade de exploração.

No final da década de 1990, a demanda no exterior por rochas cristalinas no RS teve uma grande redução, devido ao ingresso no mercado internacional de concorrentes, produzindo material ornamental semelhante a custos menores, em jazidas na Índia, China e África (DNPM, 2010).

Conforme ABIROCHAS³ (2009):

As exportações brasileiras de rochas ornamentais totalizaram US\$ 1,1 bilhão e 2,52 milhões t em 2007, recuando, já como efeito da crise mundial, sobretudo dos EUA, respectivamente para US\$ 954,54 milhões (-13,17%) e 1,99 milhões t (-20,98%) em 2008. Constitui agravante desse recuo a demasiada concentração das exportações em um número muito reduzido de destinos, apesar de termos efetuado vendas para 117 diferentes países no ano de 2008. (2009, *site*).

De acordo com informações do DNPM (Superintendência do Rio Grande do Sul), as jazidas de Viamão, sem o mercado externo e com custos não competitivos também no mercado interno, tiveram suas pedreiras paralisadas. Em Viamão são 03 áreas de Concessão de Lavra para Granito Ornamental, todas sem produção.

2.2 Solo

De acordo com Porto (2000), a definição dos solos é a seguinte: O solo é resultante da ação integrada do clima e organismos sobre o material de origem, condicionado pelo relevo em diferentes períodos de tempo, o qual apresenta

² Departamento Nacional de Pesquisa Mineral

³ Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais

características que constituem a expressão dos processos e dos mecanismos dominantes na sua formação. Dentro deste ponto de vista, solo é uma parcela dinâmica e tridimensional da superfície, constituído por um conjunto de características peculiares internas e externas, com limites definidos de expressão. Seu limite superior é a superfície terrestre e seu limite inferior é aquele em que os processos pedogenéticos cessam ou quando o material originário dos solos apresenta predominância das expressões dos efeitos do intemperismo geo-físico-químico.

A porosidade, os teores de areia, argila, silte, sais e minerais, a capacidade de retenção de água e de troca de cátions são algumas características que os solos apresentam e que facilitam ou impedem vegetais e animais de colonizarem determinadas áreas (ALMEIDA & PEREIRA, 2000).

Para Palmieri e Larach (2000) “O efeito clima, através de variáveis como precipitação, temperatura e umidade, pode ser considerado o mais importante agente na manifestação das expressões das propriedades dos solos”. Ainda segundo Palmieri e Larach (2000), a produtividade dos solos está intimamente relacionada com os teores e a natureza de substâncias húmicas.

A Edafologia vê o solo como um grande reservatório de água, ar, nutrientes e matéria orgânica. Para essa ciência, um solo mineral ideal teria cerca de 45% de volume ocupado pela fração mineral (areia, silte e argila), 5% matéria orgânica e a outra metade dividida em proporções similares de água e ar, necessários para as plantas e organismos, de acordo com a Figura 2 (CORRÊA, 2009).

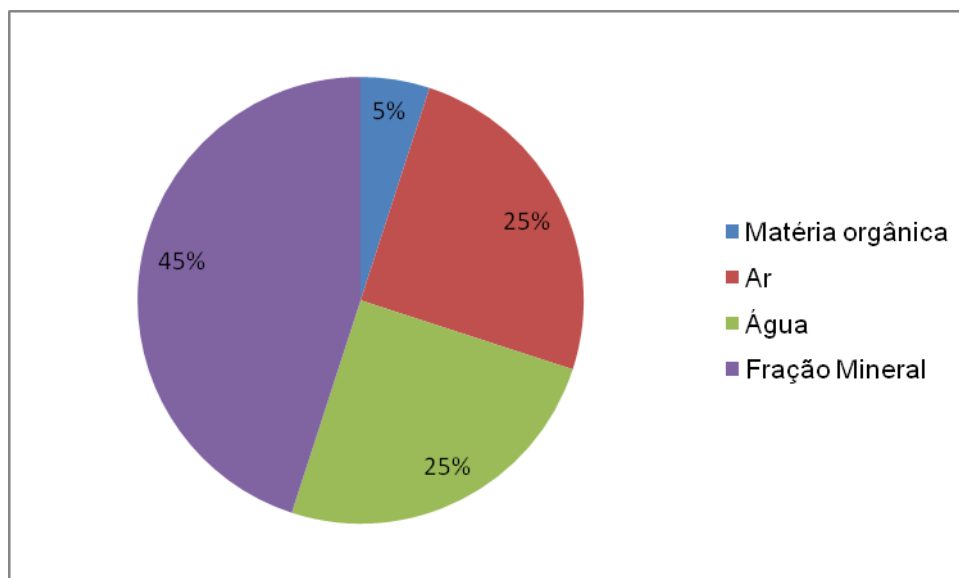


Figura 2 - Proporção volumétrica dos diferentes componentes de um solo hipotético ideal (fonte: CORRÊA, 2009)

O perfil do solo mostra uma sequência vertical de camadas mais ou menos paralelas à superfície, resultantes do processo de formação do solo. Estas camadas são chamadas de horizontes pedogenéticos que são diferenciadas entre si pela espessura, cor, textura, estrutura, etc. Os Horizontes Pedogênicos são, assim, descritos por Streck *et al.* (2002):

Horizontes Orgânicos

O – é um horizonte constituído de restos orgânicos, pouco ou não decomposto, formado em um ambiente bem drenado ou ocasionalmente saturado de água (zona de raízes). Regiões altas e bem drenadas.

H – é um horizonte superficial ou não, constituído de resíduos orgânicos pouco decompostos, acumulados sob prolongada estagnação de água em áreas de várzea. Pode estar soterrado por material mineral. Regiões baixas de banhado.

Horizontes Inorgânicos

A – é um horizonte superficial (abaixo de horizonte O ou H). Apresenta concentração de matéria orgânica decomposta intimamente misturada com a fração mineral.

E – é um horizonte mineral com cores mais claras devido à perda de argila, óxidos de ferro ou matéria orgânica transferidos para o horizonte B por eluvião, ou destruídos.

B – é um horizonte formado abaixo de um horizonte E, A ou H: com cor mais viva (vermelho, amarela ou cinza), em relação aos horizontes A ou C. Apresenta agregados estruturais bem desenvolvidos; pode ou não apresentar mais acumulação de argila que os horizontes superiores.

C – é um horizonte mineral formado abaixo do horizonte B ou A (quando não há o B), constituído por rocha alterada, pouco afetada por processos pedogênicos. Em geral apresenta material de origem do solo (material que formou os extratos de solo)

R – é uma camada mineral de material consolidado, não cortado por pá quando úmido. Constitui o substrato rochoso, podendo ser contínuo ou fendilhado.

Podem ocorrer horizontes de transição, onde as camadas principais se fundem, classificados como: AB, AC, BA, EB, BE, BC.

Cada um dos horizontes do perfil de solo pode ser caracterizado morfologicamente, segundo as seguintes características (STRECK *et al.*, 2002):

- Cor
- Textura
- Estrutura
- Espessura
- Porosidade

A observação do ambiente de localização do solo, e os processos de sua formação são fundamentais para explicar suas características. Os principais aspectos ambientais a serem considerados são (STRECK *et al.*, 2002):

- Relevo
- Geologia
- Drenagem

- Vegetação
- Clima
- Erosão
- Uso e ocupação do solo

Os solos serão avaliados quanto as suas características físicas de textura, estrutura, espessura e morfologia; e características nutricionais e mineralógicas. Tais aspectos são comentados a seguir.

2.2.1 Textura

A textura indica a proporção relativa entre os tamanhos de partículas de areia, silte e argila, que compõem as frações finas (fração menor que 2 mm) de sua fase mineral. Na Tabela 1 estão listadas as denominações das diferentes faixas granulométricas que podem ser encontradas em solos naturais, muito apropriada ao estudo de áreas mineradas (STRECK *et al.*, 2002):

Tabela 1- Faixas texturais de solo com respectivos diâmetros (Fonte: STRECK *et al.*, 2002)

Fração	Diâmetro (mm)
Matacões	> 20 cm
Calhaus	20 mm – 20 cm
Cascalho	> 2 a 20 mm
Areia grossa	2 – 0,2
Areia fina	0,2 - 0,05
Silte	0,05 – 0,002
Argila	< 0,002

Para a classificação dos solos quanto à textura, foram estabelecidas classes texturais segundo proporções de mistura das faixas granulométricas, como mostra a Tabela 02.

Para Gonçalves (1988), a textura do solo, além de apresentar estreita relação com o suprimento de água e nutrientes do solo, tem grandes implicações na manifestação da fertilidade do solo, uma vez que as reações de troca entre o sistema radicular e o complexo coloidal do solo são de maior intensidade sob boa

disponibilidade de água. Os principais grupamentos texturais utilizados constam na Tabela 2.

Tabela 2- Classes texturais de solo com respectivas proporções (Fonte: GONÇALVES, 1988)

Textura	Proporções
Arenosa	Areia
Média	< 35% argila; > 15% areia
Argilosa	35 – 60% argila
Muito argilosa	> 60% argila
Siltosa	35% argila; < 15% areia

Ainda segundo Gonçalves (1988), a textura afeta propriedades do solo como:

- Capacidade de troca catiônica (CTC)
- Retenção de água
- Erodibilidade do solo
- Infiltração de água
- Drenagem

2.2.2 Estrutura

A Estrutura descreve a forma como as partículas do solo (orgânicas e minerais) estão dispostas. A Tabela 3 apresenta alguns tipos de estruturas de horizonte de solo (STRECK *et al.*, 2002):

Tabela 3 – Tipos e descrição das estruturas de solo (Fonte: STRECK *et al.*, 2002)

Estrutura	Descrição
Laminar	Dimensão horizontal maior que a vertical. (horizonte C) ou abaixo da área de trabalho (compactada e cizalhada)
Grumosa	Agregados pequenos com forma arredondada e poroso (horizonte A)
Granular	Agregados pequenos com forma arredondada e pouco poroso (horizonte A)
Prismática ou colunar	Dimensão vertical maior que a horizontal (horizonte B)
Sem estrutura	Arenosos e rochosos

2.2.3 Fertilidade do Solo

O crescimento e o desenvolvimento das plantas dependem, além dos fatores ambientais exógenos como luz, água, oxigênio e gás carbônico, necessita de um fluxo contínuo de sais minerais à fase aquosa do solo (BONATO *et al.*, 1998), além de condições de acidez (pH) e características texturais inerentes ao tipo de solo.

2.2.3.1 Nutrientes Minerais do Solo

Os componentes minerais, embora requeridos em pequena quantidade, são de fundamental importância para o desempenho das principais funções metabólicas da célula. O efeito benéfico da adição de elementos minerais no crescimento das plantas foi reconhecido há mais de 2000 mil anos. Just Von Liebig (apud BONATO *et al.*, 1998) foi o principal cientista de seu tempo a lançar as bases da disciplina de Nutrição Mineral. Sua conclusão de que N, S, P, K, Ca, Mg, Si, Na e Fe, eram elementos essenciais, embora baseada apenas em observação e especulação sem precisa experimentação, provou ser bastante correta.

O progresso na química analítica, especialmente o desenvolvimento de técnicas de purificação de sais e determinação de elementos minerais em quantidades traços, associado ao desenvolvimento de técnicas de cultivo de planta em solução nutritiva, permitiram a Arnon & Stout (apud BONATO *et al.*, 1998) o estabelecimento dos critérios de essencialidade. Estes autores concluíram que, para um elemento ser considerado essencial deveria satisfazer a três critérios básicos: a) a planta não pode ser capaz de completar seu ciclo “vital” na ausência do elemento mineral; b) a função de certo elemento mineral não pode ser substituído por outro elemento mineral; c) o elemento tem que estar diretamente envolvido com o metabolismo da planta ou ser requerido numa determinada etapa metabólica.

Em sequência, com base no trabalho do Grupo de Estudos em Nutrição de Plantas da Universidade Estadual Paulista (UNESP)⁴, consta descrição das principais funções dos elementos químicos no desenvolvimento das plantas.

⁴ Coordenador: Prof. Dr. Renato de Mello Prado - UNESP Campus Jaboticabal

Macronutrientes

N – Nitrogênio – Atua principalmente na manutenção do crescimento da planta, na formação de aminoácidos e proteínas. Este nutriente quando em falta para as plantas, promove um amarelecimento das folhas.

P – Fósforo – Responsável pela energia na planta (forma ATP) Atua na multiplicação das células, promovendo o crescimento das raízes, maturação e melhor formação dos grãos e frutos, faz parte dos compostos essenciais ao metabolismo vegetal. É absorvido pelas plantas na sua forma orgânica HSO_4^+ .

K – Potássio – Atua regulando a abertura e fechamento de estômatos, oferecendo a planta uma maior resistência a doenças e falta de água.

Ca – Cálcio – Principal componente da parede das células atua promovendo resistência física em flores, ramos, e frutos. Junto ao fósforo atua no crescimento e multiplicação de raízes.

S – Enxofre – Atua na formação de aminoácidos e no metabolismo vegetal, é constituinte de enzimas e hormônios vegetais. Colabora na formação do sistema radicular e estimula a produção de sementes. Além disso, o enxofre é componente principal dos compostos aromáticos, atuando no aromas das flores e frutos.

Mg – Magnésio – Principal componente da molécula de clorofila, sua presença nos fertilizantes para as plantas é indispensável. A função do magnésio na planta está relacionada com a sua capacidade para interagir com ligantes nucleofílicos (ex. grupos fosforil) através de ligações iônicas, e atuar como um elemento de ligação e ou formar complexos de diferente estabilidade.

Micronutrientes

Zn – Zinco – Atua no processo da fotossíntese como catalisador para reguladores de crescimento da planta. Participa na formação do AIA – Ácido Indol Acético, Composto que desempenha papel no estímulo mitótico e no alongamento celular para o crescimento orientado das plantas.

Cu – Cobre – É um ativador enzimático, participa na fase reprodutiva e na respiração da planta.

B – Boro – Fixa o cálcio nas paredes das células. Atua no transporte de açúcares e proteínas, na fecundação das flores e na formação das sementes.

Mn – Manganês – Tem importância na fotossíntese, faz parte das enzimas envolvidas na respiração e na síntese de proteínas, atuando no crescimento da planta.

Mo – Molibdênio – Participa da bioquímica da absorção, transporte e fixação de Nitrogênio.

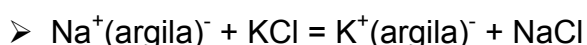
Fe – Ferro - O Fe possui grande capacidade redox (Fe^{3+} - Fe^{2+}) o que o torna importante nos processos de oxirredução no metabolismo da planta. Participa na reação de uma grande quantidade de enzimas.

2.2.3.2 Parâmetros Químicos de Fertilidade do Solo

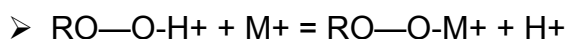
Dois parâmetros químicos que consolidam a característica de aptidão ao plantio do solo são o pH (potencial de hidrogênio) e a capacidade de troca catiônica – CTC (PRADO, 2008).

O complexo coloidal do solo, constituído pelas argilas e húmus (produto da decomposição da matéria orgânica) é responsável pela retenção em seus sítios ativos com carga negativa dos cátions nutrientes do solo. A capacidade de reter e disponibilizar os cátions nutrientes é definida como capacidade de troca catiônica – CTC. Os cátions metálicos Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ por sua baixa carga e grande tamanho são facilmente capturados e, da mesma forma, disponibilizados, também estão mais sujeitos ao processo de lixiviação. A mobilidade por troca catiônica em solo é inversamente proporcional a força de retenção do cátion na fase coloidal na seguinte ordem: $\text{Al}^{3+} > \text{H}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ \sim \text{NH}_4^+ \sim \text{Na}^+$. (do menos lixiviável ao mais lixiviável sem considerar o efeito da concentração ou força iônica) (PRADO, 2008).

Em argila



Em fase orgânica (Grupos Funcionais)



A CTC é expressa em quantidade de espécie adsorvida por massa do adsorvente (solo) em quantidade de cátions por massa de solo ou volume de solo,

como por exemplo: cmolc/Kg e meq/100cm³. A Embrapa classifica a capacidade de troca catiônica dos solos, incluindo argila e matéria orgânica, em duas classes: Ta para alta CTC com valores superiores a 27 cmolc/kg e Tb para baixa CTC com valores menores que 27 cmolc/kg (PRADO, 2008).

O carregamento negativo das argilas varia dependendo do tipo mineral. As argilas tipo caulinita apresentam baixa porosidade estrutural e carga negativa conferindo valores de superfície específica na ordem de 10 a 20 m²/g e CTC entre 3 - 5 cmol/kg. Já as argilas tipo esmectitas (vermiculitas) apresentam alta porosidade estrutural e carga negativa, atingindo valores de superfície específica de 300 a 500 m²/g e CTC entre 150 a 200 cmol/kg (ERNANI, 2008).

A acidez ativa é representada pela concentração de íons hidrogênio (H⁺) na solução do solo e ira regular a quantidade de cátions adsorvidos nas fazes argila e matéria húmica e solubilizados na fase líquida. Quanto mais ácido o solo mais baixo o pH da fase líquida e maior quantidade de cátions estarão dissolvidos e sujeitos a lixiviação do solo ou intoxicar a planta. O número de H⁺ na solução do solo é extremamente pequeno em relação ao adsorvido nas fases coloidais em seus grupos funcionais aniônicos, o que constitui a acidez potencial do solo correlacionado a CTC (PRADO, 2008).

2.2.3.3 Matéria Orgânica do Solo

A matéria orgânica atua diretamente na biologia do solo, constituindo uma fonte de energia e de nutrientes para os organismos que participam de seu ciclo biológico, mantendo o solo em estado de constante dinamismo, exercendo um importante papel na fertilidade e na produtividade dos mesmos. Indiretamente, a Matéria Orgânica atua na biologia do solo pelos seus efeitos nas propriedades físicas e químicas, favorecendo a vida vegetal, justificando-se como melhorador ou condicionador de solo (SILVA FILHO, *et al.*, 2002).

A decomposição da matéria orgânica do solo, para Silva Filho (2002), ocorre em duas etapas. O ataque inicial aos materiais recentemente incorporados é realizado pelos componentes da mesofauna do solo como as oligoquetas, térmitas, formigas, entre outros. Paralelamente, ocorrem transformações conduzidas por

enzimas extracelulares produzidas por microorganismos ou exsudados radiculares. A fase inicial da biodegradação microbiana é caracterizada pela perda rápida dos compostos orgânicos prontamente decomponíveis (açúcares, proteínas, amido, celulose, etc), sendo as bactérias especialmente ativas nesta fase de decomposição. Na fase seguinte, produtos orgânicos intermediários e protoplasma microbiano recentemente formado, são biodegradados por uma grande variedade de microorganismos, com a produção de nova biomassa e liberação de CO₂. O estágio final é caracterizado pela decomposição gradual de compostos mais resistentes, exercida pela atividade de actinomicetos e fungos.

Para Dalmolin (2002), a matéria orgânica é de grande importância em solos tropicais e subtropicais, pois influencia em suas propriedades físicas, químicas, biológicas, mineralógicas e espectrais. O clima e a interação da matéria orgânica com a fração mineral apresentam um papel fundamental nas relações que envolvem o acúmulo, estabilização e qualidade da matéria orgânica no solo. A matéria orgânica tem a capacidade de reter duas a três vezes mais o seu volume a água, que será fornecido para as plantas e para a vida de toda flora e fauna presente no solo, assim como manter a sua temperatura em condições adequadas à vida. Além dos nutrientes encontrados nos adubos orgânicos, as plantas podem absorver grandes quantidades de moléculas orgânicas como: aminoácidos, proteínas, enzimas, vitaminas, antibióticos naturais, alcalóides, etc.

Ainda, segundo Palmieri e Larach (2000), a produtividade dos solos está intimamente relacionada com os teores e a natureza das substâncias húmicas. Um solo com horizontes superficiais rico em substâncias húmicas e de certos elementos, como cálcio e magnésio, favorece o desenvolvimento de uma estrutura granular forte e de tamanho médio a grande, a qual possibilita a sorção e retenção de umidade atmosférica. Um solo rico em substâncias húmicas apresenta características favoráveis de umidade, aeração e nutricional indispensáveis, entre outros fatores, para uma boa produtividade.

Segundo Corrêa (2009), ao se elevar os teores de matéria orgânica dos substratos minerados em níveis adequados (Tabela 4) haverá melhorias químicas, físicas e biológicas que tornarão a área impactada mais propensa à revegetação, sendo seus principais efeitos:

- Elevação da capacidade de troca catiônica (CTC), que potencializa a adubação química;
- Liberação lenta de nutrientes, essencial para espécies perenes;
- Redução da lixiviação de nutrientes;
- Formação de quelatos que favorecem a absorção de micronutrientes;
- Melhoria da agregação e da estruturação do substrato que aumenta a porosidade, a infiltração e a quantidade de águas disponível às plantas;
- Aumento da Capacidade tampão do pH; e
- Maior sanidade vegetal, proporcionada pelos organismos de solos que habitam a rizosfera.

Tabela 4 - Classificação dos teores de matéria orgânica para os solos de cerrado (Fonte: Lobato apud Corrêa, 2009)

Teor	Matéria Orgânica – M.O. (% de Massa)			
	Baixa	Média	Adequada	Alta
Arenosa	< 0,8	0,8 a 1,0	1,1 a 1,5	> 1,5
Média	< 1,6	1,6 a 2,0	2,1 a 3,0	> 3,0
Argilosa	< 2,4	2,4 a 3,0	3,1 a 4,5	> 4,5
Muito Argilosa	< 2,8	2,8 a 3,5	3,6 a 5,2	> 5,2

Os teores médios e adequados representam índice de M.O. ideais para o desenvolvimento das plantas.

2.2.3.4 Classes de Fertilidade dos Solos

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), na publicação “Interpretação de Análise de Solos” (MAPA, 2002) propõe a classificação do solo de acordo com sua aptidão ao desenvolvimento de formações florestais, avaliando a presença dos principais elementos químicos nutricionais às plantas. As Tabelas a seguir apresentam os parâmetros de referência recomendados para: macronutrientes K e P (Tabela 5), pH (Tabela 6), e macronutrientes Ca, Mg e S e micronutrientes (Tabela 7).

Tabela 5 – Valores de referência para análise de Fósforo (P) e Potássio (K) (Fonte: MAPA, 2002)

Teor	K+ trocável	P
	mmolc/dm3	mg/dm3
Muito baixo	0,0 - 0,7	0 - 2
Baixo	0,8 - 1,5	3 - 5
Médio	1,6 - 3,0	6 - 10
Alto	3,1 - 6,0	10 - 20
Muito alto	> 6,1	> 20

Tabela 6 – Valores de referência para Interpretação de Acidez (pH) (Fonte: MAPA, 2002)

Acidez	pH em CaCl ₂	Saturação por bases	V (%)
Muito alta	> 4,3	Muito baixa	0 - 25
Alta	4,4 - 5,0	Baixa	26 - 50
Média	5,1 - 5,5	Média	51 - 70
Baixa	5,6 - 6,0	Alta	71 - 90
Muito baixa	> 6,0	Muito alta	> 90

Tabela 7 – Valores de referência para Interpretação Cálcio, Magnésio, Enxofre e Micronutrientes (Fonte: MAPA, 2002)

Teor	Ca ⁺⁺ trocável	Mg ⁺⁺ trocável	S-	SO ₄	B água quente	Cu _{DTP/a}	Fe _{DTP/a}	Mn _{DTP/a}	Zn _{DTP/a}
	-----mmol _c /dm ₃ -----			-----mg/dm ₃ -----					
Baixo	0 - 3	0 - 4		0 - 4	0 - 0,20	0 - 0,2	0 - 4	0 - 1,2	0 - 0,5
Médio	4 - 7	4 - 7		5 - 10	0,21 - 0,60	0,3 - 0,8	5 - 12	1,3 - 1,4	0,6 - 1,2
Alto	> 7	> 8		> 10	> 0,60	> 0,8	> 12	> 1,5	> 1,2

Nas Tabelas 8, 9 e 10, apresentados abaixo, consta a interpretação de Malavolta (1992) quanto à classificação agronômica dos solos do Rio Grande do Sul.

Tabela 8 – Valores referenciais para interpretação de resultado de análise de solo para o Rio Grande do Sul (Fonte: Malavolta, 1992)

Teor	Mat. Org.	K	Ca	Mg	Ca+Mg	S-So ₄	B	Zn
	%	ppm	meq/100 cm ^r			ppm		
Limitante	-	≤20	-	-	-	-	-	-
Muito Baixo	-	21 - 40	-	-	-	-	-	-
Baixo	<2,5	41 - 60	≤2,0	≤0,5	≤2,5	<2,0	<0,1	<0,2
Médio	2,6 - 5,0	61 - 80	2,1 - 4,0	0,6 - 1,0	2,6 - 5,0	2,0 - 5,0	0,1 - 0,3	0,2 - 0,5
Suficiente	-	81 - 120	-	-	-	-	-	-
Alto	>5,1	>120	>4,0	>1,0	>5,0	>5,0	>0,3	>0,5

Comparando os valores limite de Malavolta, nota-se que o Potássio (K) se sobressai quantitativamente quanto à necessidade no solo, sobre os outros nutrientes. Para solos de qualidade recomendada (teor médio) para a prática agrícola, a concentração de K supera de dez a cem vezes as concentrações necessárias de Fósforo, Enxofre, Boro e Zinco.

Tabela 9 - Valores referenciais para interpretação dos teores de Fósforo (P) para Rio Grande do Sul (Fonte: Malavolta, 1992)

Teor	Teor de Argila %					Solos Alagados
	>55	41 - 55	26 - 40	11 - 25	≤ 10	
	ppm					
Limitante	<1	<1,5	<2,0	<3,0	<4,0	-
Muito Baixo	1,1 - 2,0	1,6 - 3,0	2,1 - 4,0	3,1 - 6,0	4,1 - 8,0	-
Baixo	2,1 - 4,0	3,1 - 6,0	4,1 - 9,0	6,1 - 12,0	8,1 - 16,0	3,0
Médio	4,1 - 6,0	6,1 - 9,0	9,1 - 14,0	12,1 - 18,0	16,1 - 24,0	3,1 - 6,0
Suficiente	>6,0	>9,0	>14	>18,0	>24	>6,0
Alto	>8,0	>12,0	>18	>24,0	>30	-

Na interpretação da qualidade de um solo em relação aos teores de fósforo mostra a importância da fração argila na atividade deste nutriente. A argila potencializa a capacidade de retenção de água e nutrientes aumentando a eficácia da disponibilidade do nutriente fósforo pelo solo. A leitura da Tabela 9 deve ser feita considerando que a classificação agrônômica de solos considera solos arenosos (pobres) aqueles com menos de 15 % de argila e os solos argilosos (férteis) aqueles

com mais de 35% de argila. A maior subdivisão de classes de acidez para os valores baixos (ácidos) está condicionada a baixa acidez que os solos do Rio Grande do Sul apresentam.

Tabela 10 - Valores referenciais para interpretação de análise de solo para o Rio Grande do Sul, componente acidez (Fonte: Malavolta, 1992)

Teor	pH (H ₂ O)
Limitante	-
Muito Baixo	<5,0
Baixo	5,1 - 5,5
Médio	5,6 - 6,0
Suficiente	-
Alto	>6,0

A interpretação apresentada nas Tabelas de Malavolta (1992) e do MAPA (2002) propõe classes de qualidade do ponto de vista da produção agrícola, conforme definidos abaixo:

- Teores limitantes e baixos: disponibilidade de nutrientes limita produção;
- Teores médios a altos: otimização do rendimento das culturas e do retorno econômico;
- Teores muito altos: a produtividade geralmente não melhora em relação aos solos com teores médios a altos.

Os teores médios a altos apresentam boa aptidão para o estabelecimento, desenvolvimento e manutenção de culturas vegetais.

2.3 Área Degradada

A conceituação de área degradada ou impactada é bastante discutida nos meios técnicos e acadêmicos, admitindo-se várias definições de acordo com o enfoque desejado, e/ou realizada por vários autores. Assim, poderíamos dizer que a degradação ocorre quando a vegetação e fauna originais são destruídas, removidas

ou expulsas, a camada fértil do solo é perdida, removida ou enterrada e a qualidade de vazão do sistema hídrico for alterada (TEIXEIRA & SILVA Jr., 1994).

Segundo Lott *et al.* (2004), a maior parte das áreas degradadas nos Neotrópicos é resultado de sistemas inapropriados de uso da terra, gerando ganhos econômicos em curto prazo, mas com um alto custo de degradação ambiental e subdesenvolvimento socioeconômico em longo prazo. Existem duas categorias principais de áreas degradadas, dependendo da cobertura de vegetação: florestas secundárias e pastos abandonados. Além destes, destacam-se as áreas degradadas por atividade de mineração.

Área degradada é aquela que sofreu impacto sobre suas condições originais, como definição, "... considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas ...". (BRASIL, 1986, p. 636, Art 1º - CONAMA).

Outra definição sobre área degradada é dada por Carpanezzi *et al.* (1990a), que considera um ecossistema degradado aquele que, após distúrbios, teve eliminado, juntamente com a vegetação, os seus meios de regeneração bióticos, como o banco de sementes, o banco de plântulas, as chuvas de sementes e a rebrota. São áreas que apresentam, portanto, baixa resiliência, isto é, seu retorno ao estado anterior pode não ocorrer ou ser extremamente lento. Já o ecossistema perturbado é aquele que sofreu distúrbios, mas manteve meios de regeneração bióticos. Entende-se que a ação humana não é obrigatória, mas auxilia na sua recuperação, pois a natureza pode se encarregar da tarefa. Para áreas degradadas, julga ser necessária a ação antrópica para a recuperação das áreas degradadas, pois estes sistemas já não dispõem de mecanismos eficientes de regeneração.

Segundo Corrêa (2009), a conceituação de área degradada é ampla e diversa na literatura. Genericamente, qualquer alteração do meio natural pode ser considerada uma forma de degradação. Dessa forma, pode ser área degradada aquela que diminuiu sua produtividade, por causa de manejos agrícolas inadequados, aquela que teve a cobertura vegetal removida, aquela que sofreu excesso de fertilizantes e agrotóxicos, a que teve seu solo poluído ou, finalmente,

aquela área que perdeu seus horizontes superficiais do solo por causa da erosão ou da mineração.

Área degradada é aquela que sofreu, em algum grau, perturbações em sua integridade, sejam elas de natureza física, química ou biológica. Recuperação, por sua vez, é a reversão de uma condição degradada para uma condição não degradada (MAJOER, apud EMBRAPA, 2009), independentemente de seu estado original e de sua destinação futura (RODRIGUES & GANDOLFI, 2001, apud EMBRAPA⁵, 2009).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da sua NBR 10703, a degradação do solo é apontada como sendo a “alteração adversa das características do solo em relação aos seus diversos usos possíveis, tanto os estabelecidos em planejamento, como os potenciais”. Todavia, em outra norma, a NBR 13030 (específica para mineração), define-se áreas degradadas como “áreas com diversos graus de alterações dos fatores bióticos e abióticos, causados pelas atividades de mineração”, mantendo a noção de alteração, porém sem vinculação com o uso do solo (EMBRAPA, 2008).

De acordo com Ferreira *et al.* (2008), de modo amplo, a degradação ambiental ocorre quando há perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas do ambiente, gerando uma área degradada, podendo inviabilizar o seu desenvolvimento sócio-econômico-ambiental.

Para Guerra e Cunha (2000), o manejo inadequado dos recursos naturais, tanto em áreas urbanas como rurais, tem sido a principal causa de degradação. Como consequência, temos assistido toda uma gama de impactos como: erosão dos solos, desmatamentos, desertificação, poluição, inundações, etc.

Segundo Bitar *et al.* (1990), por suas características, como poucas atividades econômicas, a mineração promove impactos ambientais significativos no meio físico, em termos qualitativos e quantitativos.

⁵ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação define degradação de terras como a deteriorização ou perda total da capacidade dos solos para uso presente e futuro (CORRÊA, 2009).

Adotaremos nesta dissertação a definição de Carpanezzi *et al.* (1990b), pois este apresenta dois níveis de “degradação” que auxilia na discussão da degradação da área em estudo.

2.4 Regeneração Natural

A recuperação de uma dada área degradada deve ter como objetivos recuperar sua integridade física, química e biológica (estrutura) e, ao mesmo tempo, recuperar sua capacidade produtiva (função), seja na produção de alimentos e matérias-primas ou na prestação de serviços ambientais. Nesse sentido, de acordo com a natureza e a severidade da degradação, bem como do esforço necessário para a reversão deste estado, podem ser considerados os seguintes casos, de acordo com Rodrigues & Gandolfi (1998):

- **Restauração:** retorno completo da área degradada às condições existentes antes da degradação, ou a um estado intermediário estável. Neste caso, a recuperação se opera de forma natural (resiliência), uma vez eliminados os fatores de degradação.
- **Reabilitação:** retorno da área degradada a um estado intermediário da condição original, havendo a necessidade de uma intervenção antrópica.
- **Redefinição ou redestinação:** recuperação da área com vistas ao uso/destinação diferente da situação pré-existente, havendo a necessidade de uma forte intervenção antrópica.
- **Recuperação:** retorno da área de acordo com o plano pré-estabelecido para o uso do solo. Implica que uma condição estável será obtida em conformidade com os valores ambientais, estéticos e sociais da circunvizinhança. Significa também, que o sítio degradado terá condições mínimas de estabelecer um novo equilíbrio dinâmico, desenvolvendo um novo solo e uma nova paisagem.

A legislação federal brasileira menciona que o objetivo da recuperação é o “retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano pré-estabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio-ambiente” (BRASIL, 1989).

Nos últimos anos, em função da preocupação crescente do manejo ambiental, legislações têm procurado caracterizar problemas de conceituação e ações que envolvam a restauração de ecossistemas degradados. Uma tendência evidente tem sido a importância dos aspectos da própria ecologia da região a ser restaurada. A distinção entre processos de recuperação e restauração tem como fundamentos detalhes da ecologia básica e, neste contexto, torna-se muito significativa a preocupação com os processos interativos e sucessionais (REIS, 2009a). A importância desta distinção ficou reforçada com a recente aprovação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (BRASIL, 2000):

Art. 2º Para os fins previstos nesta Lei entende-se por:

XIII - RECUPERAÇÃO: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original;

XIV - RESTAURAÇÃO: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original.

As perspectivas de regeneração natural em áreas mineradas são ainda menos promissoras. A sucessão geralmente recupera a cobertura vegetal de solos desmatados, mas não a de substratos minerados (PRIMACK & RODRIGUES, 2002).

Segundo Balieiro (2008), a intensidade de determinado dano ao solo pode estar diretamente relacionada com o manejo dado à área (por exemplo, pressão de pastejo, uso implementos diversos, de cobertura morta, fogo, etc.), mas a topografia e fatores climáticos, como frequência e intensidade de chuvas podem acelerar os processos de degradação do solo.

Segundo Reis (2009a), há uma tendência em achar que o processo de restauração seja uma utopia, pois nunca será possível refazer um ecossistema com toda a sua biodiversidade original. No entanto, consideramos que o principal fator

numa proposta de restauração seja o de “ajudar a natureza se recompor, de forma que os processos sucessionais ocorram na área degradada”, recompondo uma biodiversidade compatível com o clima regional e com as potencialidades locais do solo.

Estudos de Ecologia de áreas desmatadas no Cerrado indicam que a regeneração da vegetação é resultado tanto na germinação de sementes quanto na brotação de partes aéreas e de raízes de algumas espécies que, quando expostas à luz, desenvolveram-se como parte aérea. Em áreas mineradas, a contribuição desses dois mecanismos é diferente, pois são poucas as espécies que apresentam sementes capazes de germinarem e de se desenvolverem plantas adultas sobre substratos minerados (CORRÊA *et al.*, 2007).

Para Inoue (apud CHAMI, 2009), a regeneração natural é um processo que favorece a reconstrução ou perpetuação de povoamentos florestais e de campo, podendo ocorrer pela disseminação natural, ou estimulada, de sementes ou reprodução vegetativa, por meio de brotação de tocos, raízes ou partes do vegetal caído.

Entende-se como dispersão de semente como o transporte das sementes para um local próximo ou distante da planta geradora destas sementes (planta-mãe). Esta distância pode variar de centímetros a quilômetros (HOWE, apud REIS, 2009b).

Por meio do estudo da regeneração natural são obtidas informações sobre comportamento, desenvolvimento da floresta, quantidade de espécies existentes e outras informações que servirão como base para direcionar ações e decisões de um PRAD. A identificação das áreas naturais capazes de atuarem no processo de recuperação natural não deve ser feita apenas pela distância de proximidade (VIANA, 1990).

Corrêa (2009) cita que há vários fatores limitantes que potencialmente retardam, dificultam ou impedem o estabelecimento e o desenvolvimento de plantas em áreas mineradas: a compactação da superfície expostas, a topografia que favorece as enxurradas, a baixa capacidade de retenção de água e a baixa concentração de nutrientes no substrato que, juntos, tornam as áreas mineradas desfavoráveis ao desenvolvimento de vegetais. Ainda segundo Corrêa (2009),

substrato minerados são geralmente incapazes de cumprir a parte terrestre do ciclo hidrológico, que é permitir a infiltração das precipitações para que a água seja lentamente liberada para os cursos d'água. Se não infiltra, a água escorre, empobrece mais ainda os substratos e causa erosão. Sob a ótica edafo-ecológica, sem armazenamento de água no substrato, não há vida terrestre, visto que o solo compactado e com topografia declivosa faz com que a água das chuvas escorra diretamente aos cursos d'água, não permitindo o desenvolvimento de organismos de formação do solo.

A Figura 3 apresenta de forma sintética os condicionantes para que um ecossistema retorne ao seu estado original, retirada da cartilha: A Recuperação Ambiental de Áreas Ciliares: O Lago da Hidrelétrica de Itá, organizada por Reis *et al.* (2009a).



Figura 3 - Fatores que condicional uma alta resiliência ambiental (Fonte: Reis *et al.*, 2009c)

Segundo Corrêa (2009), a quantidade de raízes que permanece em substratos minerados diminui à medida que se aprofunda em lavra,

conseqüentemente, o número de plantas regeneradas varia em função da profundidade de corte.

O processo de regeneração natural se inicia com a reprodução de espécies, cujas sementes ali chegam, germinam e se estabelecem. Características do local como textura, instabilidade da superfície, compactação, retenção de água, pH, distância do banco de sementes, dentre outros, determinam as espécies adaptadas a se estabelecerem no local (ALMEIDA, 2002).

2.5 Processos Sucessionais.

A sucessão ecológica é definida por Horn (apud VALCARCEL, 1998), como fenômeno que envolve gradativas variações na composição específica e na estrutura de uma comunidade florística. O processo sucessional inicia-se em áreas, que mediante ações perturbatórias ou não, se apresentam disponíveis à colonização de plantas e animais prosseguindo até determinado período, onde tais mudanças se tornam lentas, sendo a comunidade resultante designada como clímax. Essas variações, com o decorrer do tempo, são determinadas por mudanças na vegetação, na fauna, no solo e no microclima de uma área.

Após a perturbação antrópica, o processo de sucessão secundária e a regeneração de clareiras naturais têm muitos aspectos em comum (CASTELLANI & STUBBLEBINE, 1993), ambos dependendo de fatores como a proximidade ou não de áreas menos impactadas, as quais servem como suprimento de propágulos (agentes dispersores); a existência de bancos de sementes e animais capazes de transportá-los e chuva de sementes, além da existência de plantas mantenedoras de nutrientes durante todo o ano.

Considerando a necessidade de se definir os estágios sucessionais das formações vegetais que ocorrem na região de Mata Atlântica do Rio Grande do Sul, visando viabilizar critérios, normas e procedimentos para o manejo, utilização racional e conservação de sua vegetação natural (BRASIL, 1994), resolve:

Art. 1º Considera-se vegetação primária a vegetação de máxima expressão local com grande diversidade biológica, sendo os efeitos das ações antrópicas

mínimos, a ponto de não afetar significativamente suas características originais de estrutura e de espécies.

Art. 2º Como vegetação secundária ou em regeneração, considera-se aquelas formações herbáceas, arbustivas ou arbóreas decorrentes de processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação original por ações antrópicas ou causas naturais.

Espécies vegetais pioneiras são as que se desenvolvem em clareiras, nas bordas da floresta ou em locais abertos, sendo claramente dependente de condições de maior luminosidade, não ocorrendo, em geral no sub-bosque (GANDOLFI *et al.* 1995).

De acordo com Vieira (2009), o termo banco de semente do solo foi utilizado por ROBERTS (1981) para designar o reservatório viável de sementes atual em uma determinada área de solo. Trata-se de um depósito de elevada densidade de sementes em estado de latência presentes no solo até as camadas mais profundas e associadas com a serrapilheira. Áreas que sofrem perturbações freqüentes apresentam bancos de sementes adaptados aos tipos de perturbações sofridos. Ecossistemas de cerrado, que sofrem incêndios freqüentes, apresentam sementes enterradas no solo com grande capacidade de germinação após o término do fogo. Beira de rios e lagos apresentam sementes de depleção, com capacidade de germinação e crescimento rápido capazes de impedir a erosão destas áreas e o conseqüente assoreamento destes ecossistemas.

Segundo Reis *et al.* (2003), a dispersão é um dos fatores determinantes na distribuição geográfica das plantas, permitem a movimentação e o intercâmbio de material genético dentro e fora das populações, acelerando os processos de sucessão ecológica das florestas tropicais, já que a dispersão de sementes por agentes bióticos é o principal meio de chegada de sementes às áreas perturbadas, principalmente daquelas espécies consideradas climáticas e de sub-bosque. Desta forma, é de fundamental importância a ação da fauna consumidora de frutos como agentes de dispersão durante a dinâmica da vegetação. Dentre as inúmeras vantagens da dispersão zoocórica, está o distanciamento das sementes dos arredores da planta-mãe.

A dispersão de sementes para uma área degradada é essencial para a sua regeneração, uma vez que o banco de sementes do solo sofre uma rápida diminuição na sua abundância e riqueza de espécies devido a curta viabilidade de muitas espécies tropicais (GARWOOD, apud ESPÍNDOLA, 2009). Já foi estabelecida uma forte relação entre a distância de fragmentos florestais e a abundância e riqueza de espécies da chuva de sementes, sendo que, quanto maior à distância, menor a abundância e riqueza de espécies (CUBIÑA & AIDE, apud ESPÍNDOLA, 2009). Conseqüentemente, essa relação reflete na formação do banco de sementes do solo. Estes autores consideram que uma das principais razões deste fenômeno é que a maioria das espécies florestais é dispersa por animais, e muitos deles evitam lugares abertos, principalmente se eles não possuem abrigos ou fontes de alimento.

Segundo Reis *et al.* (2009b), no processo de sucessão, as espécies componentes da comunidade, ao se implantarem e completarem seu ciclo de vida modificam as condições físicas e biológicas do ambiente, permitindo que outros organismos mais exigentes possam colonizá-lo. Há espécies, no entanto, que são capazes de modificar os ambientes de forma mais acentuada. RICKLEFS (1996) denomina-as como espécies facilitadoras, onde facilitação é o processo pelo qual, numa fase inicial, a espécie altera as condições da comunidade de modo que as outras tenham maior facilidade de estabelecimento. Hurlbert (apud REIS *et al.*, 2009) descreveu que cada indivíduo dentro de uma comunidade pode interagir com cada um dos outros indivíduos que a compartilham.

Pela classificação de Budowski (apud CHAMI, 2009), o grupo ecológico das espécies pioneiras e secundárias iniciais apresenta abundante produção de sementes de pequeno tamanho, as quais são facilmente transportadas pelo vento ou animais. Essas sementes podem permanecer dormentes à sombra do alto dossel, podendo formar bancos de sementes, com estoque renovado constantemente por chuvas de sementes.

Os estádios sucessionais se caracterizam pela predominância de tipos biológicos que determinam a fisionomia da vegetação. Embora o processo seja contínuo, podem ser observadas etapas nas quais determinada espécie de planta ou conjunto de plantas atingem seu máximo desenvolvimento, cuja forma, cor ou

conjunto é muito característico, podendo ser facilmente reconhecido (QUEIROZ apud Reis, 2005).

Klein (apud REIS, 2005) caracterizou a ecologia da flora do Vale do rio Itajaí-açu preocupando-se em descrever as comunidades e associá-las às variações temporais ou espaciais do ambiente, e suas constatações têm sido generalizadas para a Floresta Ombrófila Densa. Já para as outras tipologias florestais, tem sido constatado que o processo dinâmico é composto de etapas semelhantes quanto à função e o dinamismo, mas com espécies dominantes de cada estágio sucessional típicas da região (REIS, 1995), podendo-se distinguir:

1) Estádio pioneiro - caracterizando-se pela presença de plantas herbáceas como *Pteridium aquilinum*, *Melinis minutiflora* e *Andropogon bicornis*, principalmente quando o solo é abandonado após longos anos de cultivo consecutivo.

2) Estádio Arbustivo - verifica-se o aparecimento dos primeiros arbustos, sobretudo de representantes da família das compostas (Asteraceae) como: *Baccharis elaeagnoides*, *Baccharis calvescens*, *Baccharis dracunculifolia* e por *Dodonaea viscosa* (Sapindaceae). Este estágio, também denominado Baccharisietum, surge após cinco ou mais anos de abandono dos terrenos, podendo permanecer por até 10 anos.

3) Estádio de Arvoretas - este estágio é caracterizado pela substituição dos vassourais por arvoretas, na Floresta Ombrófila Densa principalmente pela *Myrsine coriacea* (Myrsinietum), que se instala de maneira muito agressiva, ou surgem espécies do gênero *Tibouchina*.

4) Estádio Arbóreo Pioneiro - Nesta fase as comunidades são bastante uniformes quanto à altura das árvores dominantes. Esta fase na Floresta Ombrófila Densa é caracterizada pela instalação da *Miconia cinnamomifolia*, o Miconietum. As árvores têm copas amplas e alturas de 10 a 15 metros ocorrendo em alta densidade, o que promove o aparecimento de um microclima muito sombreado e úmido no interior da comunidade, permitindo a instalação de outras espécies arbustivas e arbóreas tolerantes à sombra.

5) Estádio Arbóreo Avançado - É também denominado Mata Secundária. Neste estágio, que ocorre cerca de 30 a 50 anos após o abandono da área agrícola, tem-se um ambiente florestal, sob todos os aspectos fisionômicos, muito semelhantes à floresta original. Esta fase é caracterizada por uma vegetação heterogênea, dois estratos arbóreos bem definidos e um terceiro em formação.

Conforme Köstler (apud CHAMI, 2009), após a produção, dispersão e germinação das sementes, ocorre a formação da plântula, sendo que, apenas um pequeno número de sementes tem sucesso no seu pleno desenvolvimento. Mantovani (apud CHAMI, 2009) considera a germinação e o estabelecimento de plântulas a fase mais crítica do ciclo de vida das plantas, na qual ocorrem as mais altas taxas de mortalidade de indivíduos.

A Figura 4, retirada da cartilha: A Recuperação Ambiental de Áreas Ciliares: O Lago da Hidrelétrica de Itá, organizada por Reis *et al.* (2009c), apresenta a sequência de recuperação e sucessão da vegetação em área impactada pela mineração, com a consequente remoção do solo, e em locais utilizados pela atividade agropecuária. A sequência de sucessão primária enquadra-se no local minerado, e a sequência de sucessão secundária exemplifica a área com deposição de rejeitos.

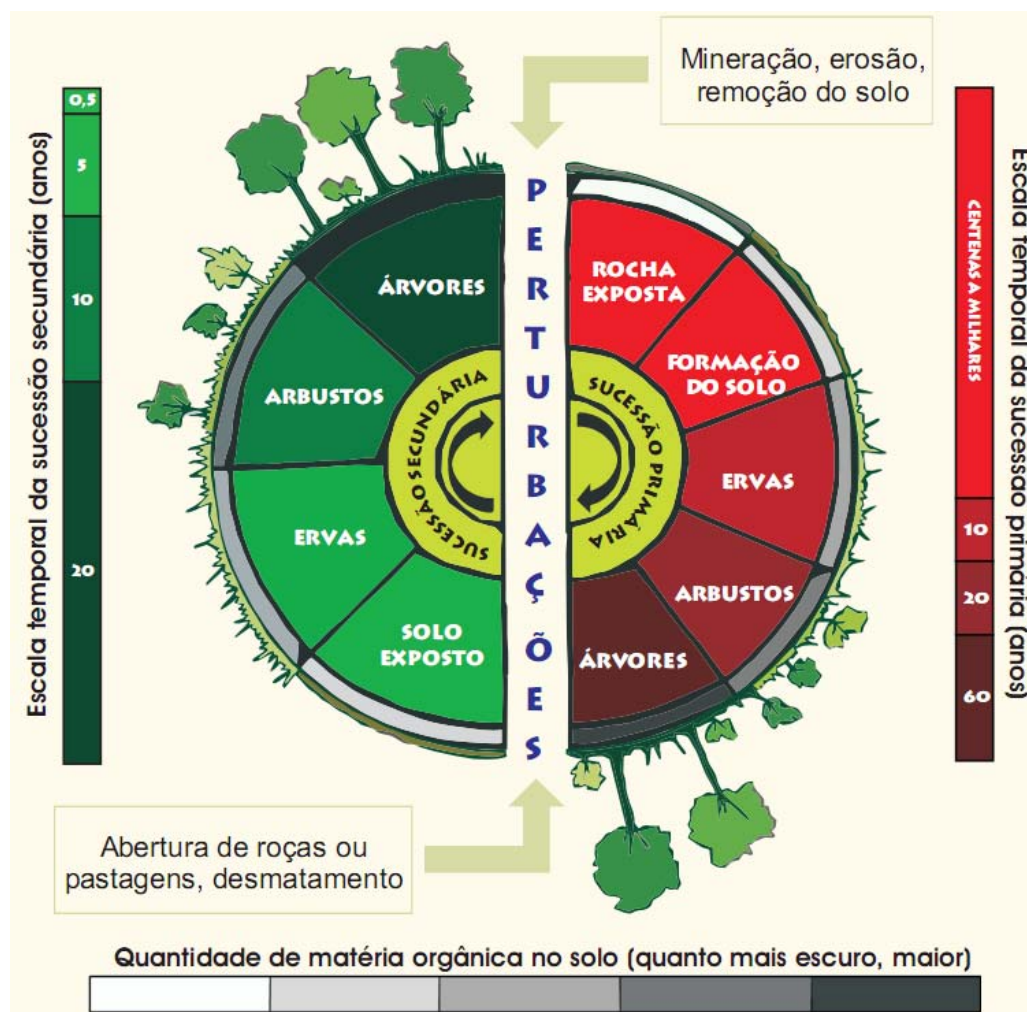


Figura 4 – Sequência de recuperação do solo em áreas perturbadas (Fonte: Reis *et al.*, 2009c)

De acordo com Lima *et al.* (2006), a recuperação de uma área minerada é um processo demorado: Os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas e de Fechamento de Mina não devem ser elaborados em determinado momento e, no momento seguinte, serem esquecidos, depositados numa prateleira. O planejamento da recuperação das áreas degradadas, compreendido como um dos elementos que integram o plano de fechamento de mina, é um processo contínuo e dinâmico, que pode atravessar décadas, durante as quais muitas variáveis certamente sofrerão mudanças, incluindo os contextos político e social, os institutos legais e a natureza dos controles específicos das indústrias.

2.6 Levantamento Florístico e Fitossociologia

Para o conhecimento das espécies vegetais estabelecidas nas parcelas de solo são utilizados os métodos de levantamento florístico e fitossociológico. A fitossociologia como ciência, refere-se ao estudo das comunidades vegetais, do ponto de vista florístico e estrutural, conforme proposto por Braun Blanquet (apud AGUIAR, 2003). Segundo Aguiar (2003) a fitossociologia está baseada na teoria das comunidades, métodos de análises quantitativas e, tendo como unidade de trabalho as associações e comunidades vegetais. Esta ciência proporcionou uma nova fase dos estudos de vegetação de forma detalhada.

Como ciência, a fitossociologia é uma área muito ampla e complexa, pois estuda o agrupamento das plantas bem como sua inter-relação e dependência aos fatores bióticos em determinado ambiente (BRAUN-BLANQUET, 1979 apud HACK *et al.*, 2005). Levantamentos florísticos e fitossociológicos têm fornecido informações importantes para a compreensão dos padrões biogeográficos e subsidiado a determinação de áreas prioritárias para a conservação (FELFILI, 2003).

A partir da aplicação de um método fitossociológico pode-se fazer uma avaliação momentânea da estrutura da vegetação, a frequência (que considera o número de parcelas em que determinada espécie ocorre) indica a dispersão média de cada espécie e é expresso em percentagem. É dada pela probabilidade de se encontrar uma espécie numa unidade de amostragem e o seu valor estimado indica o número de vezes que a espécie ocorre, num dado número de amostras), densidade (é a medida que expressa o número de indivíduos, de uma dada espécie, por unidade de área (em geral, por hectare), e dominância (é definida como a taxa de ocupação do ambiente pelos indivíduos de uma espécie). Em espécies florestais, esta última é representada pela área basal, estimada com base no DAP), das espécies ocorrentes numa dada comunidade (FELFILI *et al.*, 2002).

Com base na necessidade de diferenciação quantitativa entre os locais de estágios sucessionais distintos, o método que tem sido mais usado e recomendado para a avaliação da estrutura fitossociológica é o método de parcelas (GIBBS & LEITÃO FILHO; RODRIGUES; ASSIS; SOARES *et al.*; SCHIAVINI; DURIGAN & LEITÃO FILHO, apud DURIGAN *et al.*, 2000), que possibilita a elucidação das

correlações espaciais da vegetação com outros fatores ambientais, tanto físicos como bióticos e também temporais.

A avaliação fitossociológica, segundo Rodrigues e Gandolfi (1998) serve para identificar os parâmetros quantitativos de uma comunidade vegetal, definindo abundância, dominância e importância relativas; permite ainda identificar inferências sobre a distribuição espacial de cada espécie.

Segundo Longhi *et al.* (2000) para a caracterização da vegetação arbórea de uma determinada área, é necessário reconhecer as espécies presentes no local e fazer uma avaliação da estrutura horizontal e vertical da floresta, com o objetivo de verificar seu desenvolvimento. A estrutura horizontal permite a determinação da densidade, dominância, frequência e importância das espécies na floresta e a estrutura vertical analisa o estágio de desenvolvimento desta floresta, com base na distribuição das espécies nos diferentes estratos.

A densidade é o número de indivíduos de cada espécie na composição da comunidade e a dominância expressa a proporção de tamanho, de volume ou de cobertura de cada espécie (MARTINS, apud HACK *et al.*, 2005). A frequência é definida como a probabilidade de se amostrar determinada espécie numa unidade de amostragem (KÜPPER, apud HACK *et al.*, 2005).

Nos levantamentos feitos por amostragem, as estimativas dos vários parâmetros de uma população, são obtidas pela medição de uma fração da população inventariada. O verdadeiro valor de uma característica é um valor que existe na natureza. Entretanto, pela avaliação de um número adequado de unidades de amostras, pode-se estimar sua estatística correspondente (HOSOKAWA & SOUZA, 1987).

2.7. Recuperação de Solo

A qualidade do sistema solo é definida por suas funções, que representam uma combinação de suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Estas propriedades, por sua vez, provêm um meio para o crescimento de plantas, regulam o fluxo de água no ambiente e servem como tampão na formação, atenuação e degradação de compostos nocivos ao ambiente, pois sustentam uma enorme

população de microrganismos (DORAN & PARKIN; SPOSITO, apud RODRIGUES *et al.*, 2007).

A recuperação natural ou induzida de vegetação em área impactada depende das propriedades do solo. Solo profundo e fértil acarreta numa recuperação mais rápida da vegetação.

Uma questão fundamental para o sucesso da recuperação é a adequação dos seus objetivos às características intrínsecas da área degradada. Os métodos de recuperação dependerão do nível de degradação. Para uma correta proposição do método a ser utilizado, é necessário um diagnóstico adequado levando-se em consideração o nível de degradação e de resiliência do sistema (RODRIGUES e GANDOLFI, 1998).

Sob o aspecto edáfico, substratos minerados apresentam diminutas quantidades de matéria orgânica, ar e capacidade de reter água e, portanto, não dão o suporte necessário ao estabelecimento e desenvolvimento de plantas. Deve-se, portanto, aumentar a matéria orgânica, a aeração e a capacidade de armazenamento de água de substratos minerados. Só assim o substrato estará apto ao crescimento de plantas e outros organismos (CORREIA, 2009).

Em relação aos aspectos da sucessão sobre o solo, o tempo que este leva para recuperar as suas condições naturais após o processo de degradação é desconhecido. Muitas vezes a descaracterização dos solos é tal, que alcança limites de irreversibilidade durante um longo período. Em regiões temperadas, sob condições naturais favoráveis, o prazo de regeneração do solo é inferido em 1cm a cada 100 a 400 anos (BENNETT, apud VALCARCEL, 1998). Nos trópicos, dada as condições climáticas, o tempo deve ser menor, tendo em vista que as taxas de adição, assim como as taxas de decomposição nas florestas tropicais úmidas são aproximadamente cinco vezes maiores que as taxas de regiões temperadas (SANCHEZ, apud VALCARCEL, 1998).

Em áreas degradadas pela remoção da vegetação e do solo ou de parte de suas camadas, levando à exposição do horizonte C ou R, tem-se buscado a recuperação por meio da revegetação, pois é de amplo conhecimento a inter-relação

da vegetação com a morfologia, a química e a biologia do solo (RESENDE *et al.*; GARAY *et al.*, apud RODRIGUES *et al.*, 2007).

Os principais problemas edáficos encontrados em áreas de extração mineral são a compactação do material exposto remanescente, as baixas taxas de infiltração e capacidade de armazenamento de água, a deficiência de oxigênio, a alta resistência à penetração de raízes, o aumento da densidade do solo e a falta de matéria orgânica (MOREIRA, 2004).

Durante processos degradativos, o solo sofre profundas modificações quanto às suas composições química, biológica e estrutural, sendo a perda de matéria orgânica a principal consequência da degradação, retardando o processo sucessional (REIS *et al.*, 2003).

Segundo Corrêa (2009) “a recuperação de uma área degradada pela mineração começa antes de se iniciar a abertura da lavra”. O planejamento da recuperação das áreas degradadas, compreendido como um dos elementos que integram o plano de fechamento de mina é um processo contínuo e dinâmico, que pode atravessar décadas, durante as quais muitas variáveis certamente sofrerão mudanças, incluindo os contextos político e social, os institutos legais e a natureza dos controles específicos das indústrias.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

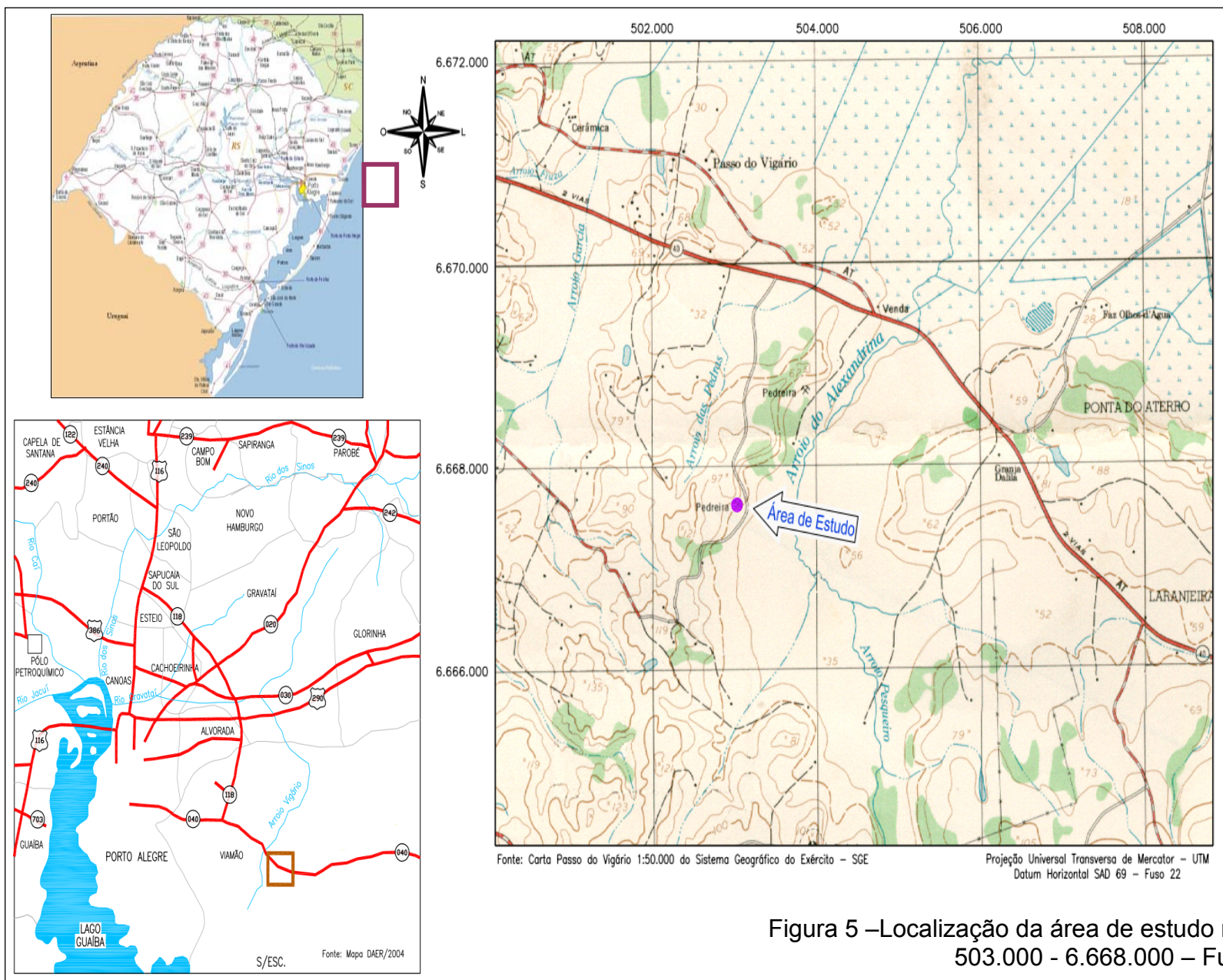
A área de estudo situa-se na localidade de Passo do Vigário no município de Viamão, na região metropolitana de Porto Alegre/RS. O local fica a aproximadamente 9,80 km da sede do município de Viamão, nas Coordenadas UTM: 503.000 - 6.668.000 – Fuso 22. A Figura 5, apresentada na sequência, mostra o mapa de localização da área e dos acessos para se chegar ao local.

Informação obtida no site do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, sistema SIGMINE⁶ (DNPM, 2010) mostra que a área degradada pela mineração está titulada como Concessão de Lavra pertencente à empresa Mineradora Serra Geral Ltda., constando o Título Minerário na situação de “ativo” (anexo: situação cadastral da concessão de pesquisa e lavra).

A extração de granito teve início em 1970 (de acordo com informação do proprietário do solo: Nilson Pinto da Silva). No princípio, a extração se deu com ausência de licenças e registros por órgão competentes. Somente em 1973 foi emitida, pelo DNPM, a licença para pesquisa da área. O auge da exploração da jazida foi da década de 1990, com a retirada de rochas para exportação, principalmente para o Japão e China. Contudo, a partir dos anos 2000 a jazida começou a diminuir a sua produção, em decorrência da falta de demanda. Por volta do ano de 2006 a jazida parou a exploração de rochas.

A jazida não vem sendo explorada pela mineradora em seu produto principal, ou seja, blocos para exportação, em função de aspectos mercadológicos. Contudo, existe atividade de extração artesanal, para extração de blocos de pedras de alicerce e cercas, por profissionais autônomos.

⁶ Informações Geográficas da Mineração, 2009.



3.2. Caracterização regional

Preliminarmente aos trabalhos de investigação e levantamento de dados de campo, foi realizado o diagnóstico ambiental da região onde a área estudada encontra-se inserida. Este diagnóstico subsidia a discussão sobre a qualidade do solo, as condições de cobertura vegetal e sobre o uso e ocupação do solo, aspectos importantes para a avaliação das condições de degradação e propostas de recuperação da área minerada.

Esta etapa de pesquisa se limitou à compilação do conhecimento ambiental contido em levantamentos regionais. Trata-se, portanto, de base secundária de informações.

3.2.1 Aspectos Climáticos

Segundo a classificação de Köppen (apud MORENO, 1961), a região enquadra-se no tipo climático Cfa, ou seja, subtropical ou Virginiano. Esta variedade caracteriza-se por apresentar temperatura média para o mês mais frio entre -3°C e 18°C , e superior a 22°C no mês mais quente. A precipitação é uniforme durante o ano todo, com totais superiores a 1.200 mm.

A caracterização climática da região foi realizada a partir dos dados coletados pelo 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (1992), Estação Jardim Botânico/Porto Alegre/RS, abrangendo o período de observação de 1961 a 1990 (Tabela 11). Estes dados são representativos em função da proximidade da referida estação em relação à área em estudo, corroboradas pelas similaridades das características físico-geográficas.

O clima, condicionado à entrada de frentes frias provenientes do pólo sul, e dos valores de insolação, é marcado pela sazonalidade com temperaturas mais elevadas no período do verão e mais baixas no período de inverno. O gradiente de temperatura, ou seja, a diferença entre o mês mais frio e o mês mais quente, apresentaram valores muito próximos, em torno de 10,5 graus.

Mais do que a temperatura, o alto regime de precipitação na região é um dado importante no planejamento de ações de recuperação, tanto do ponto de vista de obras de movimentação de material, como também com a garantia de boa quantidade de água para os processos de introdução de vegetação. Os meses de verão apresentam freqüências de precipitação da ordem de 90 mm a 110 mm, e no inverno as precipitações ficam entre 120 mm a 140 mm. A média anual mensal de precipitação fica por volta de 112 mm, e o total anual apresenta 1.347 mm.

Tabela 11- Dados normais no período de 1961/1990 - Estação Porto Alegre (Fonte: INMET- 8º Distrito de Meteorologia - Porto Alegre – 1992)

Par. \ Mês	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Média
Temp. Média (°C)	24,6	24,7	23,1	20,1	16,8	14,3	14,5	15,3	16,8	19,2	21,3	23,2	19,5
Temp. Máx. (°C)	30,2	30,1	28,3	25,2	22,1	19,4	19,7	20,4	21,8	24,4	26,7	29	24,8
Temp. Mín. (°C)	20,5	20,8	19,3	16,3	13	10,7	10,7	11,5	13,1	15	17	18,9	15,6
Temp. Máx. Abs.(°C)	39,1	37,9	38,1	34,6	32,6	31,5	32,9	34,9	35,8	36,5	39,8	39,2	36,1
Temp. Mín. Abs. (°C)	11,4	12,6	9,6	6,8	3,3	0,7	1,2	1,1	2,2	6,2	8,7	11,4	6,3
Insolação Total (h-décimo)	239	208,1	200,7	180,3	166,1	136	148,6	151,1	151,2	201,9	216,6	245,2	187,1
Precip. Total (mm)	100,1	108,6	104,4	86,1	94,6	132,7	121,7	140	139,5	114,3	104,2	101,2	112,3
Precip. Máx./24h (mm)	59,4	109,5	92,9	89,3	61,6	138,8	66,7	98,8	95	74,8	68	84,9	86,6

Risco de precipitações extremas, com máximas em 24 horas ultrapassando as precipitações médias do mês, ocorre nos meses de fevereiro, abril e junho e nos demais meses as máximas em 24 horas, ficam abaixo das normais mensais. Anualmente a média das precipitações máximas em 24 horas fica em torno de 87 mm, aspecto importante no planejamento das atividades de uma obra de recuperação de área degradada.

O regime de vento (Figura 6) é fator importante na dispersão de semente. A velocidade média dos ventos oscila entre 1,80 m/s e 5,40 m/s, sendo a direção predominante dos ventos é leste sudeste (ESE) e sudeste (SE), totalizando mais de 30% das ocorrências, sendo também a que registra maiores velocidades (acima de 8,5 m/s). Já a direção de menor ocorrência de ventos é a norte (N).

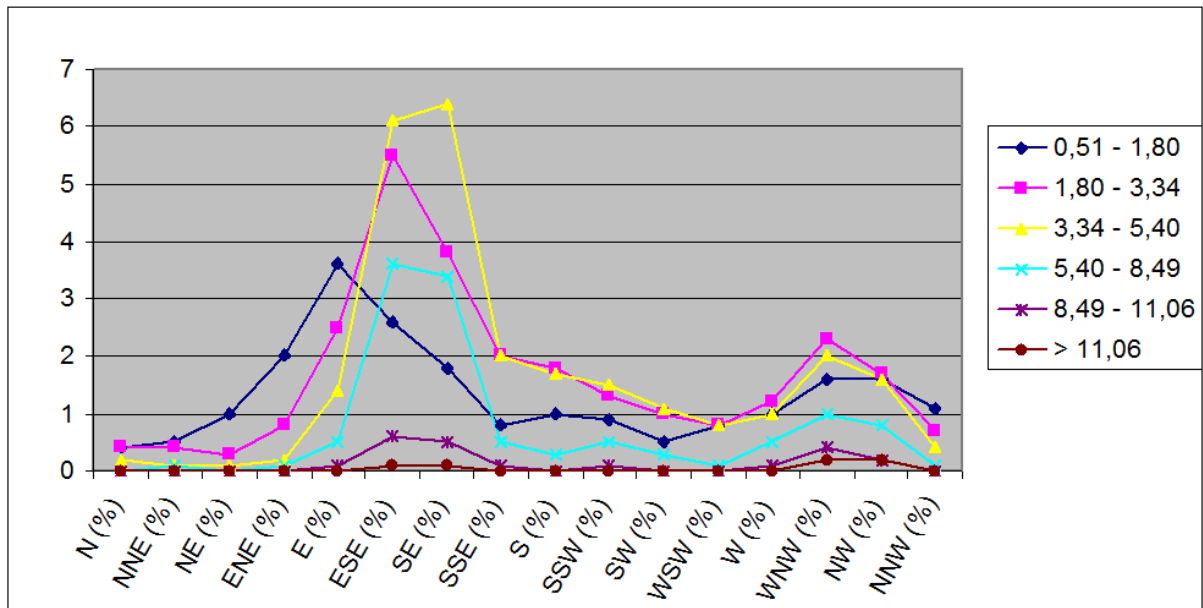


Figura 6 – Gráfico indicando a direção e velocidade dos ventos (Fonte: Aeroporto Salgado Filho apud Beck de Souza Eng.)

Portanto, as condições climáticas são promissoras ao aporte de água e temperatura para o desenvolvimento vegetal. Em contrapartida, ao mesmo tempo em que auxiliam o intemperismo das rochas, estes materiais inconsolidados podem ser erodidos.

3.2.2 Geologia Regional

A Figura 7 apresenta o recorte do mapa geológico do RADAMBRASIL (IBGE, 2003a) da área em estudo, onde delimita quatro formações geológicas distintas: Depósitos Aluvionares, Formação Itapuã, Suíte Intrusiva Arroio dos Ladrões e Complexo Canguçu.

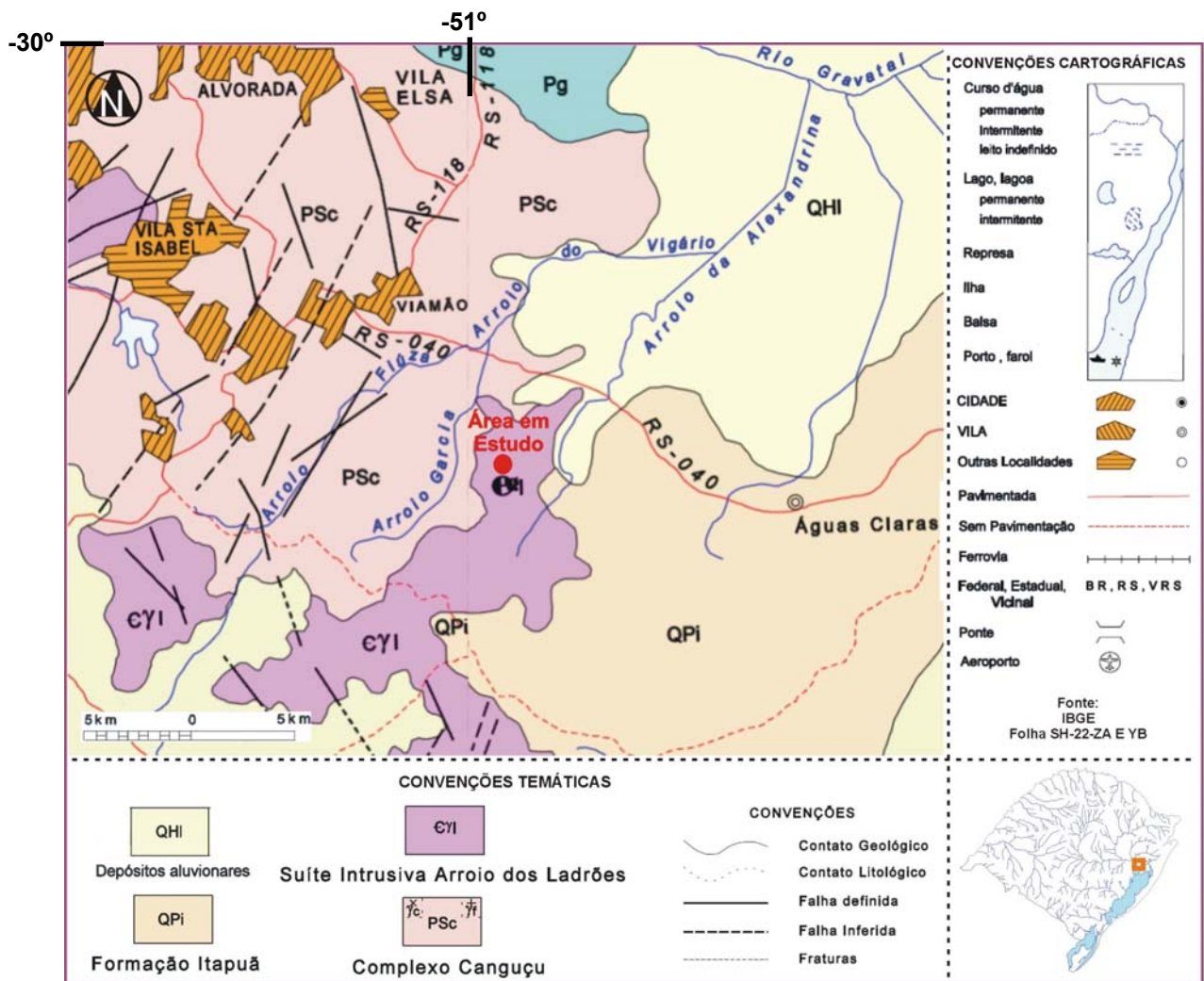


Figura 7 – Geologia regional (Fonte: RADAMBRASIL 2003a)

Formação Itapuã

Representa os sedimentos mais recentes, não existindo na área de estudo. É composta por areias quartzosas, de granulação fina a média, siltico-argilosas, com grãos bem arredondados. Representam depósitos eólicos subatuais, com cores variando entre amarelo, castanho e vermelho, tendo, como estruturas primárias, estratificação plano-paralela e cruzada, obliteradas por posterior impregnação de óxidos de ferro.

Depósitos Aluvionares

Os depósitos aluvionares são encontrados em locais junto a cursos d'água, no presente caso, na parte mais a jusante da bacia hidrográfica do arroio Alexandrina (Figura 8), junto a sua foz como o rio Gravataí. Esta litologia é composta

por areias, cascalheiras e sedimentos silticos-argilosos, terraços e depósitos de calha da rede fluvial atual e subatual.



Figura 8 – Foto apresentando os Depósitos Aluvionares na Várzea do Arroio Alexandrina

Suíte Intrusiva Arroio dos Ladrões

A área de estudo está posicionada sobre esta formação geológica, conforme observado na Figura 7. Constitui litologia composta por granitos e álcali-feldspato granitos, cinza-claro e róseo, equigranulares grosseiros a médios, localmente porfiríticos. Com posicionamento controlado por grandes zonas rúpteis, apresentam características anorogênicas acusando idade (Rb-Sr) ao redor de 550 MA.

O granito Colorado Gaúcho, denominação dada ao produto retirado da jazida em questão, é característico desta formação geológica, conforme observado na Figura 9.



Figura 9 – Foto apresentando o afloramento do granito colorado-gaúcho

Complexo Canguçu

O complexo canguçu, posicionado mais ao norte da jazida, apresenta uma associação heterogênea de rochas metamórficas e magmáticas. Determinações geocronológicas indicam para o último evento metamórfico (Brasiliano) e migmatização destas rochas cifram entre 750 a 670 MA.

3.2.3 Geomorfologia/Relevo

A jazida encontra-se na zona de interação dos três compartimentos geomorfológicos da região, de acordo com o apresentado na Figura 12. O RADAMBRASIL (IBGE, 2003b) denomina estes compartimentos como: Planície Costeira Interna, Depressão Central Gaúcha e Planalto Sul-Riograndense.

A coxilha que centraliza o corpo mineral da jazida mostra afloramento típico do Planalto Sul-Riograndense. Esta província é marcada por um relevo de cristas simétricas e sulcos estruturais, com altitudes moderadas no seu limite nordeste (Porto Alegre – Viamão). Seu relevo é também intensamente dissecado em formas de topo convexo e vales profundos, que apresentam uma certa orientação de sudeste para noroeste e sudoeste para nordeste.

As figuras 10 e 11 apresentam imagens dos locais no entorno da área de estudo.



Figura 10 – Foto apresentando ao fundo região elevada característica de Planalto



Figura 11 – Foto obtida próxima ao local de estudo apresentando o aspecto geral unidade Depressão Central

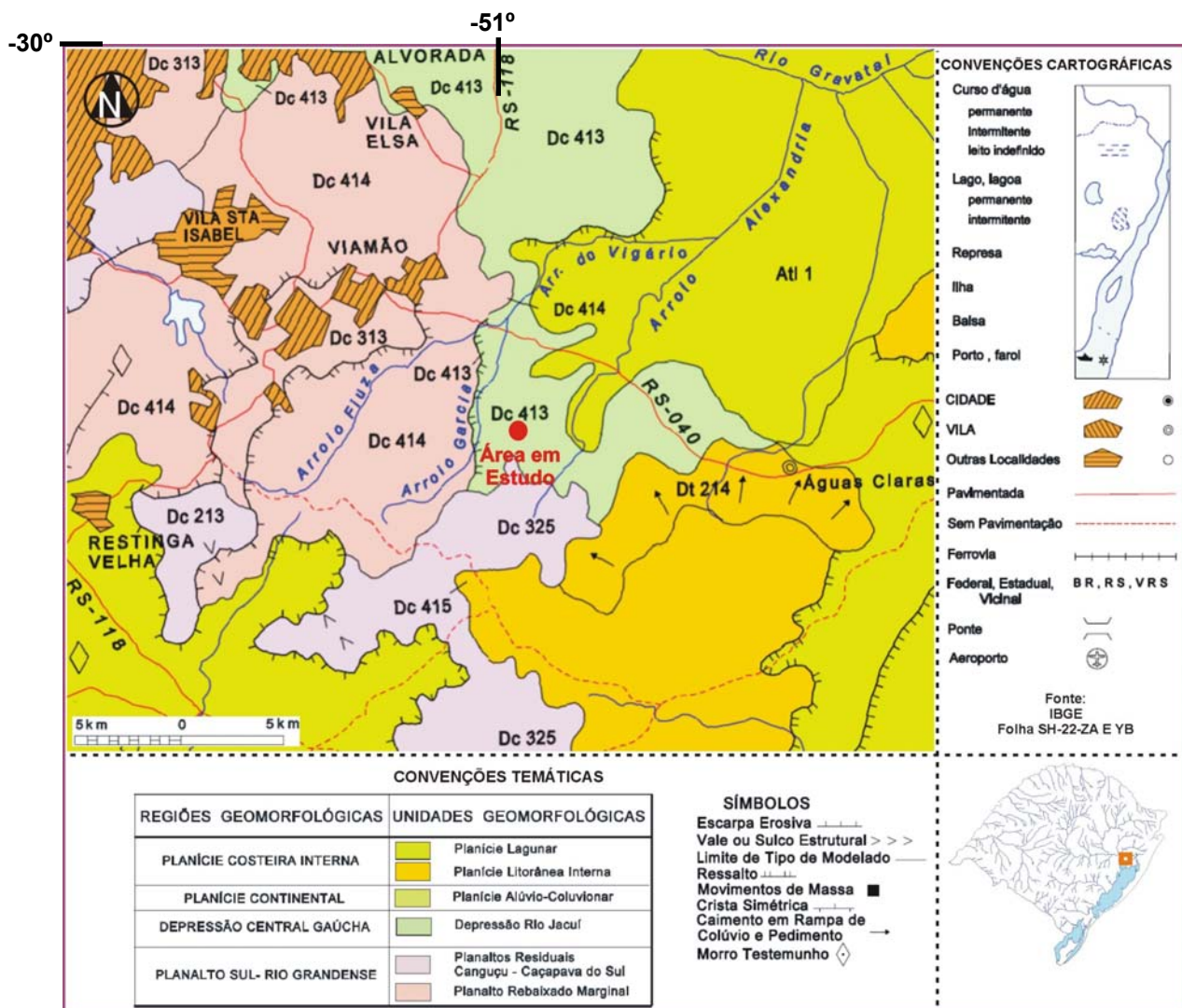


Figura 12 - Geomorfologia Regional (Fonte: RADAMBRASIL 2003b)

3.2.4 Solos

A jazida encontra-se posicionada na unidade de solo denominada Podzólicos, ou Argissolo⁷, de acordo com a Figura 13, tendo como base o levantamento de recursos naturais do RADAMBRASIL (IBGE, 2003c).

Os Podzólicos são solos minerais, bem desenvolvidos e moderadamente profundos, variando entre bem a imperfeitamente drenados, de coloração avermelhada, podendo haver mosqueamento no Horizonte B, em função da

⁷ Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SBCS

oxidação do ferro frente as particularidades da drenagem do solo no local. A textura varia de média a argilosa no Horizonte A, sendo média a muito argilosa no B.

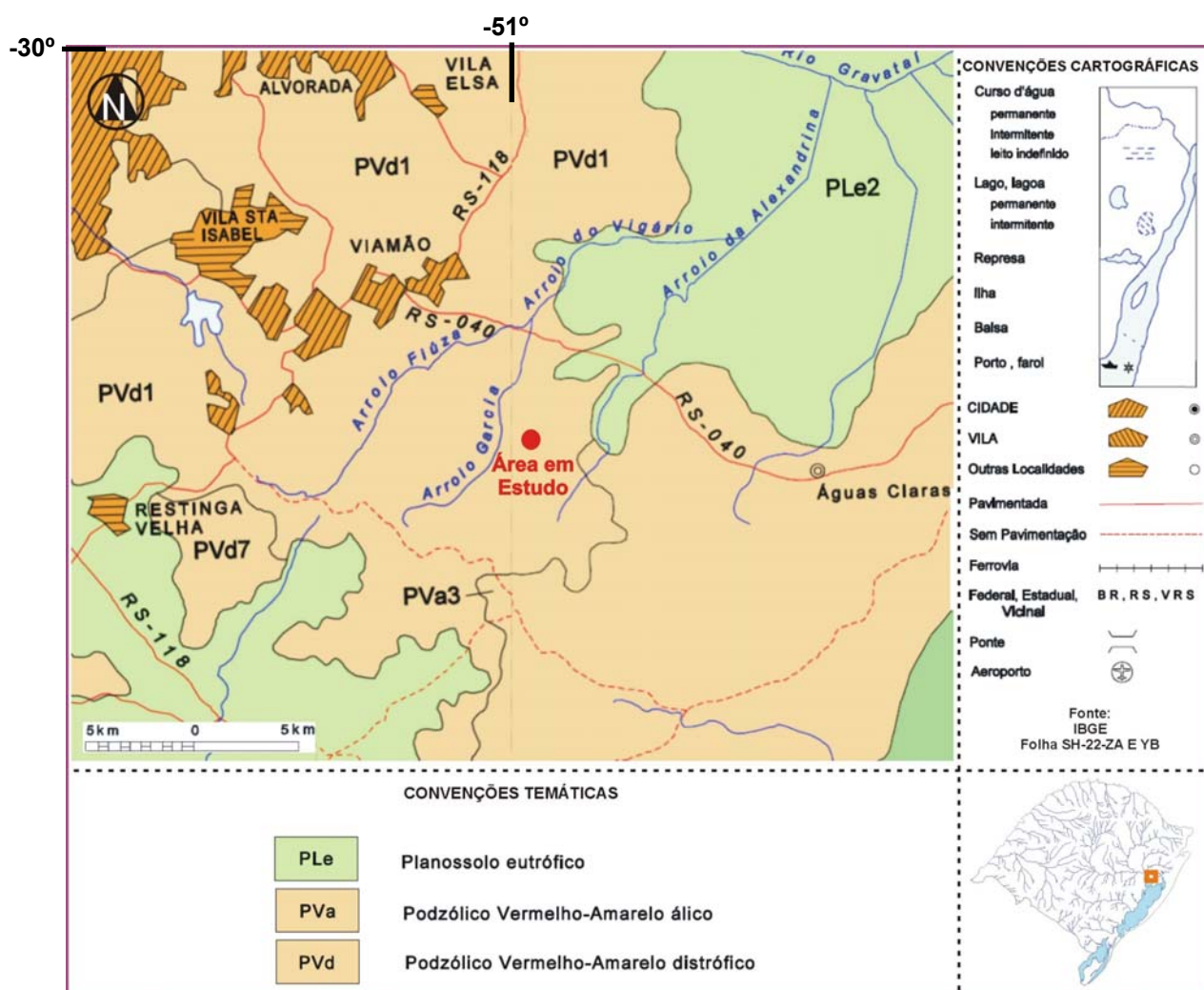


Figura 13 – Pedologia Regional (Fonte: RADAMBRASIL 2003c)

São solos fortemente desaturados e intensamente aluminizados, além de bastante ácidos, o que lhes confere propriedades químicas não favoráveis às culturas anuais. Apesar de sua infertilidade, apresentam condições físicas bastante apropriadas para a mecanização agrícola, podendo ser cultivados com lavouras anuais de grãos, desde que corrigidas suas propriedades químicas.

3.2.5 Recursos Hídricos

A Figura 14 é uma composição de cartas planialtimétricas do Serviço Geográfico do Exército - SGE, na escala 1:50.000 (1995). Observa-se que o local da

jazida está posicionado na sub-bacia hidrográfica do arroio Alexandrina (Figura 14), que por sua vez faz parte da bacia hidrográfica do rio Gravataí.

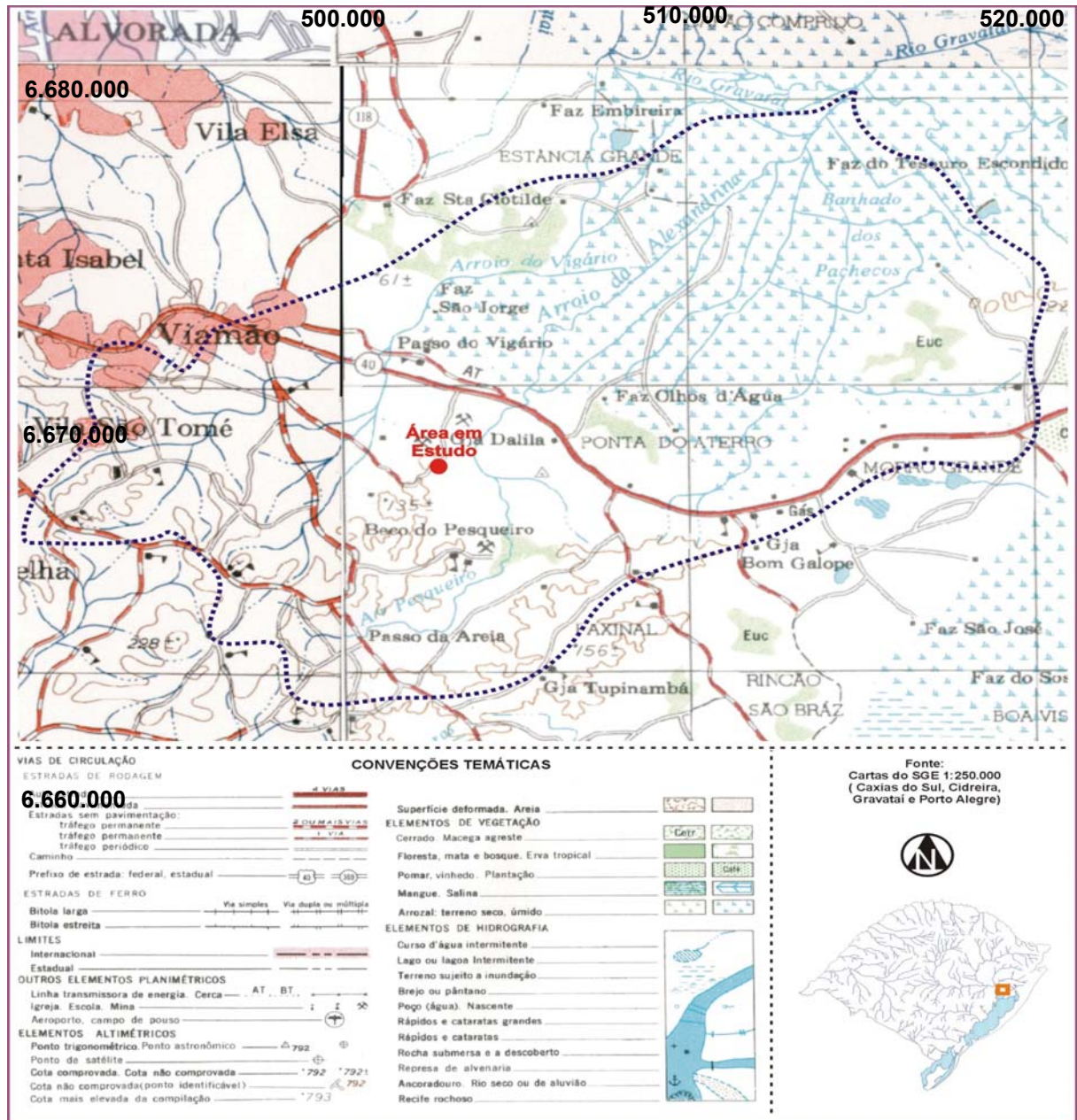


Figura 14 – Carta do SGE apresentando a delimitação da bacia hidrográfica do arroio Alexandrina (Fonte: SGE, 1995)

A sub-bacia do arroio Alexandrina abrange uma área aproximada de 1.300 hectares. Suas nascentes se posicionam nas partes altas do município de Viamão, seu percurso segue em direção sudoeste-nordeste até desembocar no rio Gravataí.

3.2.6 Vegetação

A região está situada no extremo leste da Depressão Central Gaúcha, muito próximo da região fisiográfica da Planície Costeira. A Figura 15 apresenta os domínios fitogeográficos ocorrentes na região, onde se verifica que a jazida encontra-se na Área de Tensão Ecológica (RADAMBRASIL, 2003d)

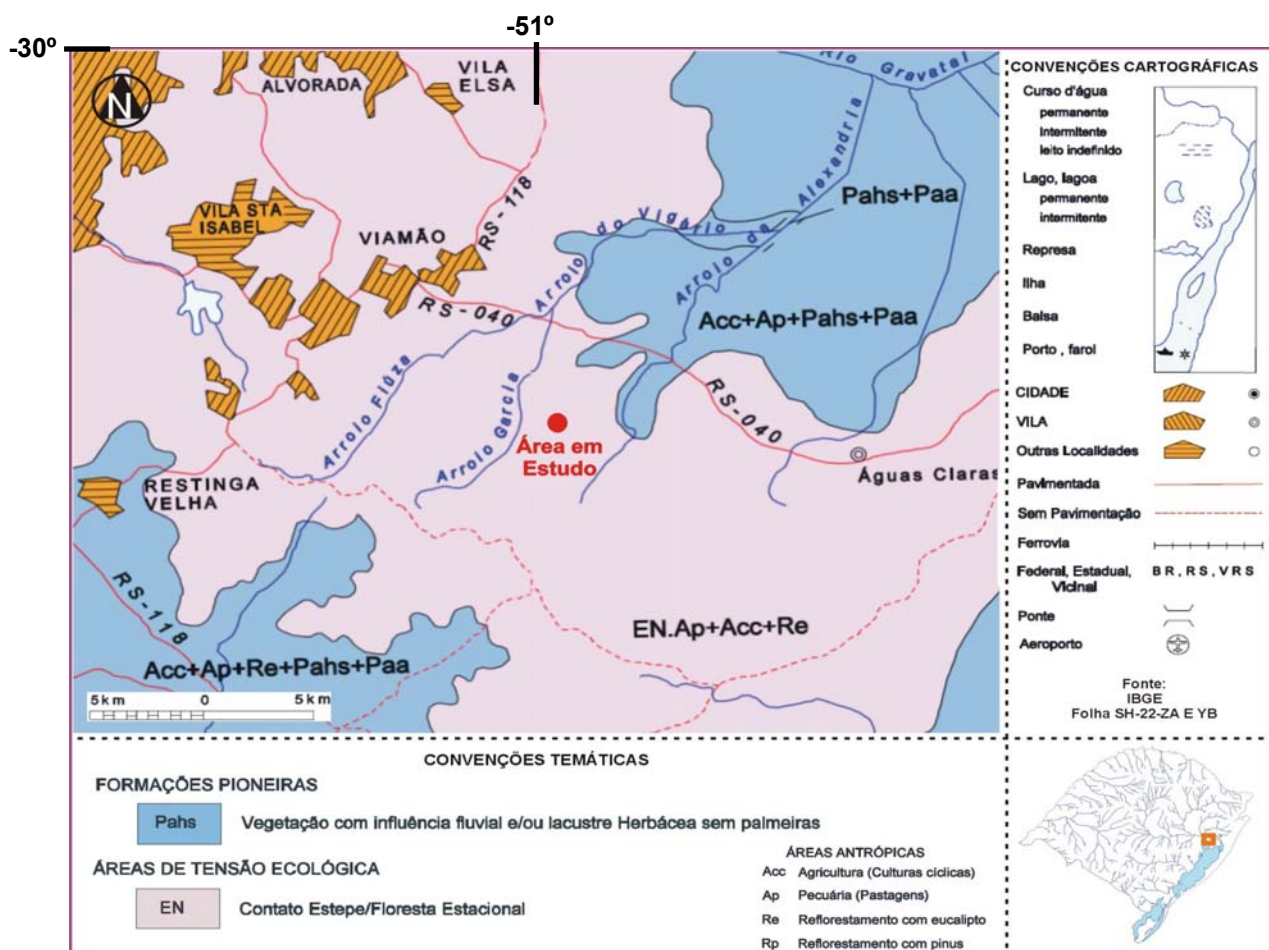


Figura 15 – Classificação fitogeográfica regional (Fonte: RADAMBRASIL 2003d)

A Área de Tensão Ecológica está caracterizada pelo contato entre a Estepe Gramíneo-Lenhosa e a Floresta Estacional (RADAMBRASIL/IBGE, 2003d). Na paisagem, esta unidade de vegetação apresenta-se como campestre nos topos de coxilhas, e florestal nos talvegues e encostas das coxilhas.

Na região há fragmentos arbóreos secundários, oriundos da regeneração da vegetação em áreas antes cultivadas (Figura 16).



Figura 16 - Aspecto vegetação arbórea secundária

3.2.7 Uso e Ocupação Atual dos Solos

A caracterização do uso e ocupação do solo atual das áreas no entorno da jazida, foi realizada através da técnica de sensoriamento remoto. Para tanto, utilizou-se imagens de satélite de resolução adequada, disponível no site do Google Earth (2010), com controle de campo. O uso e ocupação do solo da área no entorno da jazida foi agrupado em 7 classes, conforme apresentado na Figura 17.

A ocupação pela agropecuária se dá principalmente na várzea do arroio Alexandrina, onde á um revezamento de cultivo de arroz irrigado e pastagem para criação de bovinos de corte. A ocupação urbana vem avançando na região de estudo, havendo a implantação de loteamentos para moradias ou de pequenos sítios de lazer.

Também, ocorrem pequenos talhões de cultivos de eucalipto e pinus, entretanto, com uma distribuição esparsa e de pequeno tamanho. Quanto à vegetação, evidencia-se que está havendo um abandono de áreas agrícolas, e por conseguinte a ocupação natural de espécimes vegetais.

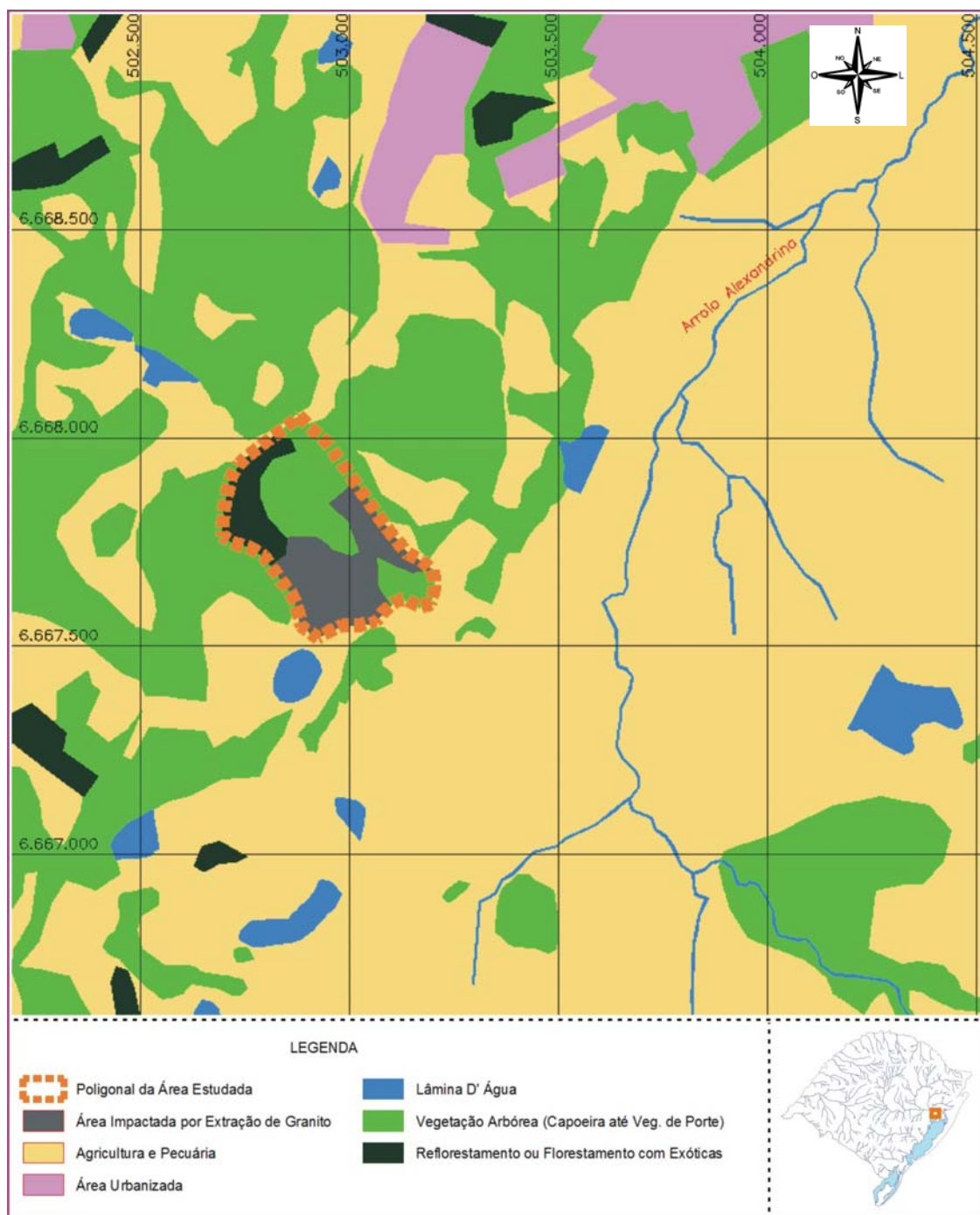


Figura 17 - Uso e ocupação atual do solo no entorno da jazida em estudo (Coordenadas UTM - Fuso SH-22)

3.3 Levantamento Florístico e Fitossociológico

No levantamento da composição florística e fitossociológica da vegetação da área em estudo, foi empregado o método de parcelas descrito por Müller-Dombois & Ellenberg (1974), apud Cullen Jr. *et al.* (2006). O método de parcelas permite a elucidação das correlações espaciais da vegetação com outros fatores ambientais, tanto físicos como bióticos, sendo o mais recomendado para a caracterização da estrutura fitossociológicas de florestas (DURIGAN *et al.*, 2006).

Para a identificação das espécies, contou-se com o auxílio dos botânicos Prof. Dr. Sérgio Bordignon e do Prof. Dr. Eduardo Forneck, que estiveram presentes nos levantamentos de campo. Quando alguma espécie não era identificada a campo, foi realizada coleta (Figura 18) do material para posterior identificação em gabinete, através da comparação com literaturas, ou por consulta a especialistas e aos herbários ICN (Herbário do Depto. de Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e La Salle (Herbário do Centro Universitário La Salle).



Figura 18 - Coleta e herborização de material botânico

3.3.1 Levantamento Florístico

A composição florística da área de abrangência do presente estudo foi realizada através do método de caminhamento descrito por Filgueiras *et al.* (1994). Para tanto, foram realizados vários caminhamentos no local entre janeiro de 2011 e abril de 2011, tendo como princípio a abrangência dos diversos ambientes existentes. A Figura 19 apresenta os caminhamentos realizados no local.

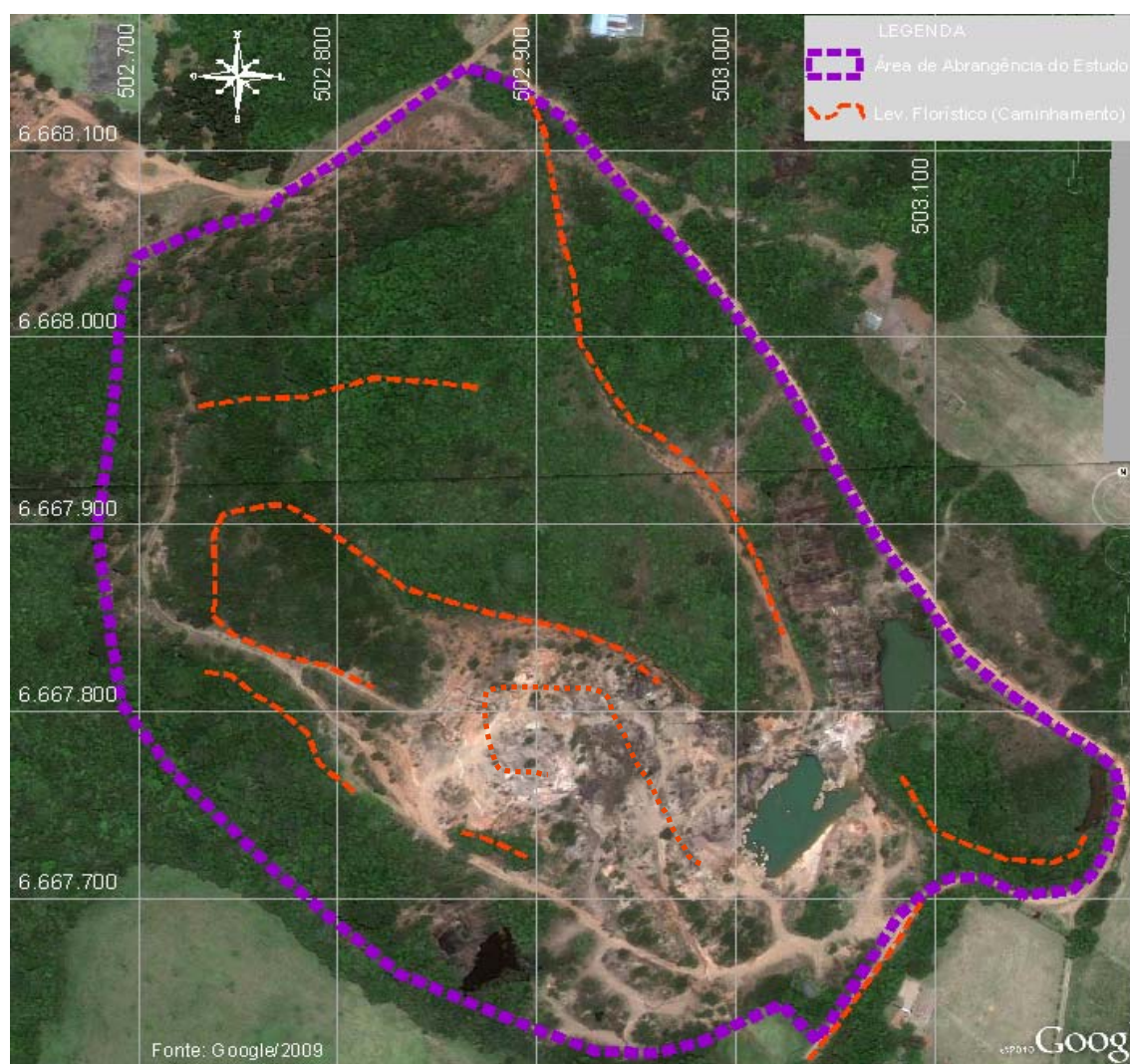


Figura 19 – Imagem aérea do local apresentando os caminhamentos realizados (Coordenadas UTM - Fuso SH-22)

Durante os caminhamentos as espécies encontradas eram cadastradas em planilha específica para tal fim (modelo em anexo). Os trajetos foram realizados por caminhos existentes e por incursões dentro da mata (Figuras 20 e 21).



Figura 20 - Caminhamento através de trilhas existentes



Figura 21 - Incursões nos capões de mata

Os levantamentos ocorreram nas seguintes datas: 08/01/2011, 15/01/2011, 09/04/2011 e 19/04/2011. Para complementação do levantamento florístico da área, foram utilizados os dados do trabalho de campo realizado pelo Prof. Dr. Eduardo Forneck e alunos, em maio de 2010.

3.3.2 Levantamento Fitossociológico

Para a avaliação da regeneração natural da vegetação foram definidas as áreas que tiveram exploração de rochas e as áreas onde foram depositados os rejeitos.

Na área minerada constatou-se exclusivamente a presença de vegetação herbácea, portanto utilizou-se metodologia para este tipo de vegetação. Foram definidas parcelas de 1 metro x 1 metro, demarcadas por duas hastes de madeira ligadas por dois arames (Figura 22), sendo amostrados todos os indivíduos encontrados dentro da parcela (Figura 23). Na área minerada as parcelas foram distribuídas de forma a contemplar áreas altas e baixas, além de estarem dispostas por distância mais ou menos equivalentes.

Ao final foram amostradas 15 parcelas de 1m², sendo 6 em área úmida e 9 em área seca, distribuídas de forma a abranger a vegetação em regeneração na área minerada. Na Figura 24 é apresentada a distribuição das parcelas dentro da área minerada.

Na parcela anotaram-se todas as espécies encontradas, o percentual ocupado por espécie, o percentual de solo descoberto e o percentual de material morto. Em anexo consta modelo da planilha utilizada em campo.



Figura 22 - Quadro utilizado para delimitar as parcelas



Figura 23 - Avaliação e identificação das espécies



Na área onde houve a deposição de rejeitos diversos, há uma diversidade de porte de vegetação, portanto foram empregadas parcelas de tamanhos distintos. Foram demarcadas parcelas de 5 metros x 5 metros, ou seja, 25 m², para a amostragem de vegetação com tamanho acima de 1 metro, e dentro desta foram demarcadas 2 parcelas de 1 metro x 1 metro a fim de amostrar o estrato herbáceo. Na distribuição das parcelas procurou-se definir distâncias equivalentes.

Nas parcelas de 25 m² foram listados todos os indivíduos com porte acima de 1 metro, anotando-se a altura total do indivíduo e a abrangência da copa. Nas parcelas de 1 m² foi adotada a mesma metodologia de amostragem das espécies herbáceas da área minerada.

Ao final, na área de rejeitos, foram amostradas 5 parcelas de 25 m² e 10 parcelas de 1 m², distribuídas conforme apresentado na Figura 25.

3.3.3 Parâmetros Fitossociológicos

Para a análise quantitativa das populações ou comunidades vegetais em regeneração na área em estudo, foram adotados os parâmetros fitossociológicos descritos por Müeller-Dombois & Ellenberg, apud Cullen Jr. *et al.* (2006).

Em sequência são descritos os parâmetros fitossociológicos utilizados no estudo, bem como as fórmulas para os respectivos cálculos.

Cobertura (C)

É expressa pela porcentagem da área coberta pela projeção da parte aérea das plantas. Em comunidades herbáceas pode ser estimada visualmente.

➤ Cobertura Absoluta (CA)

Considera-se o somatório dos percentuais de cobertura de cada espécie no total das unidades amostrais.

➤ Cobertura Relativa (CR)

É o percentual de cobertura da espécie em relação às demais e em todas as parcelas.

$$(CR_i) = (CA_i / \Sigma CA) \times 100$$

Frequência (F)

Considera o número de parcelas em que determinada espécie ocorre. Indica a dispersão média de cada espécie e é expresso em percentagem. É dada pela probabilidade de se encontrar uma espécie numa unidade de amostragem e o seu valor estimado indica o número de vezes que a espécie ocorre, num dado número de amostras.

➤ Frequência Absoluta (FA)

É a relação entre o número de parcelas em que determinada espécie ocorre e o número total de parcelas amostradas.

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

onde: P_i = número de parcelas com ocorrência da espécie

P = número total de parcelas

➤ Frequência Relativa (FR)

É a relação entre a frequência absoluta de determinada espécie com a soma das frequências absolutas de todas as espécies.

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

onde: FA_i = frequência absoluta da espécie

FA = somatória das frequências absolutas de todas as espécies consideradas no levantamento.

Densidade (D)

É a medida que expressa o número de indivíduos, de uma dada espécie, por unidade de área.

➤ Densidade Absoluta (DA)

Considera o número de indivíduos (n) de uma determinada espécie na área.

$$(DA_i) = n_i / \text{área}$$

➤ Densidade Relativa (DR)

É a relação entre o número de indivíduos de uma espécie e o número de indivíduos de todas as espécies. É expresso em percentagem.

$$(DR_i) = (DA_i / N_i) \times 100$$

onde: n_i = número de indivíduos da i-ésima espécie

N_i = número total de indivíduos

Dominância (Do)

É definida como a taxa de ocupação do ambiente pelos indivíduos de uma espécie. Em espécies florestais, esta última é representada pela área basal, estimada com base no DAP, ou com a abrangência da copa.

➤ Dominância Absoluta (DoA)

Expressa a área basal ou abrangência da copa de uma espécie i na área.

$$(DoA_i) = g_i / \text{área}$$

onde: $g_i = \pi / 4 \cdot d^2$

área basal ou cobertura da copa total da espécie

d = DAP de cada indivíduo ou m^2 de abrangência da copa

➤ Dominância Relativa (DoR)

É a relação, em percentagem, da área basal ou abrangência da copa total de uma espécie i pela área basal ou cobertura da copa total de todas as espécies amostradas (G).

$$(DoR_i) = (g_i / G) \times 100$$

onde: G = somatória das áreas basais ou abrangências das copas individuais (g_i)

Índice de Valor de Importância (IVI)

O índice revela, através dos pontos alcançados por uma espécie, sua posição sociológica na comunidade analisada, e é dado pelo somatório dos parâmetros relativos a cobertura relativa (CR), densidade relativa (DR), frequência relativa (FR) e dominância relativa (DoR) de uma determinada espécie, refletindo assim sua importância ecológica no local.

Para as espécies herbáceas utiliza-se a seguinte fórmula:

$$IVli = (CRi + FRi) / 2$$

Para as espécies arbustivas utiliza-se a seguinte fórmula:

$$IVli = DRi + FRi + DoRi / 3$$

Índice de Valor de Cobertura (IVC)

É uma medida que também fornece informações a respeito da importância de cada espécie no local estudado.

$$IVCi = DRi + DoRi / 2$$

No presente estudo o IVC foi calculado para as espécies arbustivas.

3.3.4 Suficiência Amostral

A suficiência amostral foi analisada pelo método da curva espécie/área (BRAUN-BLANQUET, apud CHAMI, 2009), que relaciona o número de amostras ou área de amostragem, com o número de espécies existentes no local.

3.4 Levantamento e Análise de Solo

Conforme mencionado anteriormente, a pesquisa em questão avaliou a regeneração natural da vegetação nas áreas impactadas pela extração mineira. A camada do solo original foi retirada ou sobreposta por rejeitos, portanto, o solo do local é constituído de materiais pétreos com resíduos grosseiros das rochas.

Em geral, a regeneração natural da vegetação está associada às propriedades do solo existente no local, tornando-se fundamental a análise do solo da área, visando comparar os diferentes portes de vegetação com a fertilidade do solo.

Nas parcelas onde foram realizados os levantamentos fitossociológicos, também, foi objeto de análises do ponto de vista da fertilidade do solo, para obtenção dos índices dos principais macro e micro nutrientes responsáveis pelo desenvolvimento vegetal.

Para tanto, foi realizada tradagem nas parcelas definidas, a fim de coletar solo para posterior análise laboratorial. As amostras de solo foram obtidas por tradagem do material penetrável e amostras de canais em cortes de solo. Em cada ponto de amostragem foi coletado, aproximadamente, 500 g de material, que permitiu realizar os ensaios e análises de laboratório. As figuras 26, 27, 28, 29 e 30, ilustram as fases de coleta do solo.



Figura 26 - Coleta de solo para análise



Figura 27 - Local de coleta de solo



Figura 28 - Aparelho para análise de pH *in loco*



Figura 29 - Equipamento utilizado na coleta de solo



Figura 30 - Homogeneização das amostras de solo

Foram analisados os seguintes elementos:

- Análises básicas: MO, pH, H+Al, P, K, Ca, Mg, Al e S-SO₄;
- Micronutrientes: B, Cu, Fe, Mn e Zn;
- Granulometria: argila, silte e areia (ou areia fina e areia grossa).

As análises foram realizadas no Laboratório de Solos da UFRGS, sendo o mesmo credenciado por órgãos de fiscalização. Foram utilizados métodos de análise indicados para cada elemento, em acordo com as normas vigentes.

Instrumentos para Coleta de Amostras de Solo

- a) Um recipiente, onde foram colocadas as amostras;
- b) Uma fita métrica;
- c) Um canivete ou faca;
- d) Saquinhos para embalar a amostra final;
- e) Ferramenta para efetuar a coleta propriamente dita;
- f) Trado de rosca;
- g) Pá-de-corte.

Método de Coleta e Amostragem

- a) As amostras foram retiradas da camada superficial do solo, até a profundidade de 20 cm, tendo antes o cuidado de limpar a superfície dos locais escolhidos, removendo as folhas e outros detritos.

Preparação da Amostra para envio ao Laboratório

- a) Quantidade de solo, 500 gramas por amostra;
- b) Foi realizada a uniformização das amostras, visto que foram obtidas várias subamostras por local de estudo;
- c) Após a uniformização foi realizada a Identificação da amostra do local da amostra de acordo com a parcela.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente foi realizado zoneamento da área de estudo, delimitando locais em função da ocupação atual, conforme apresentado na Figura 31. A partir do zoneamento pode inferir os locais de passivo ambiental, e assim definiram-se quais áreas foram objeto do estudo.

Observa-se que na área de estudo ocorre área com vegetação arbórea secundária junto a área de passivo, portanto, a área impactada apresenta em seu entorno material biológico que tende a facilitar a recuperação ambiental das áreas.

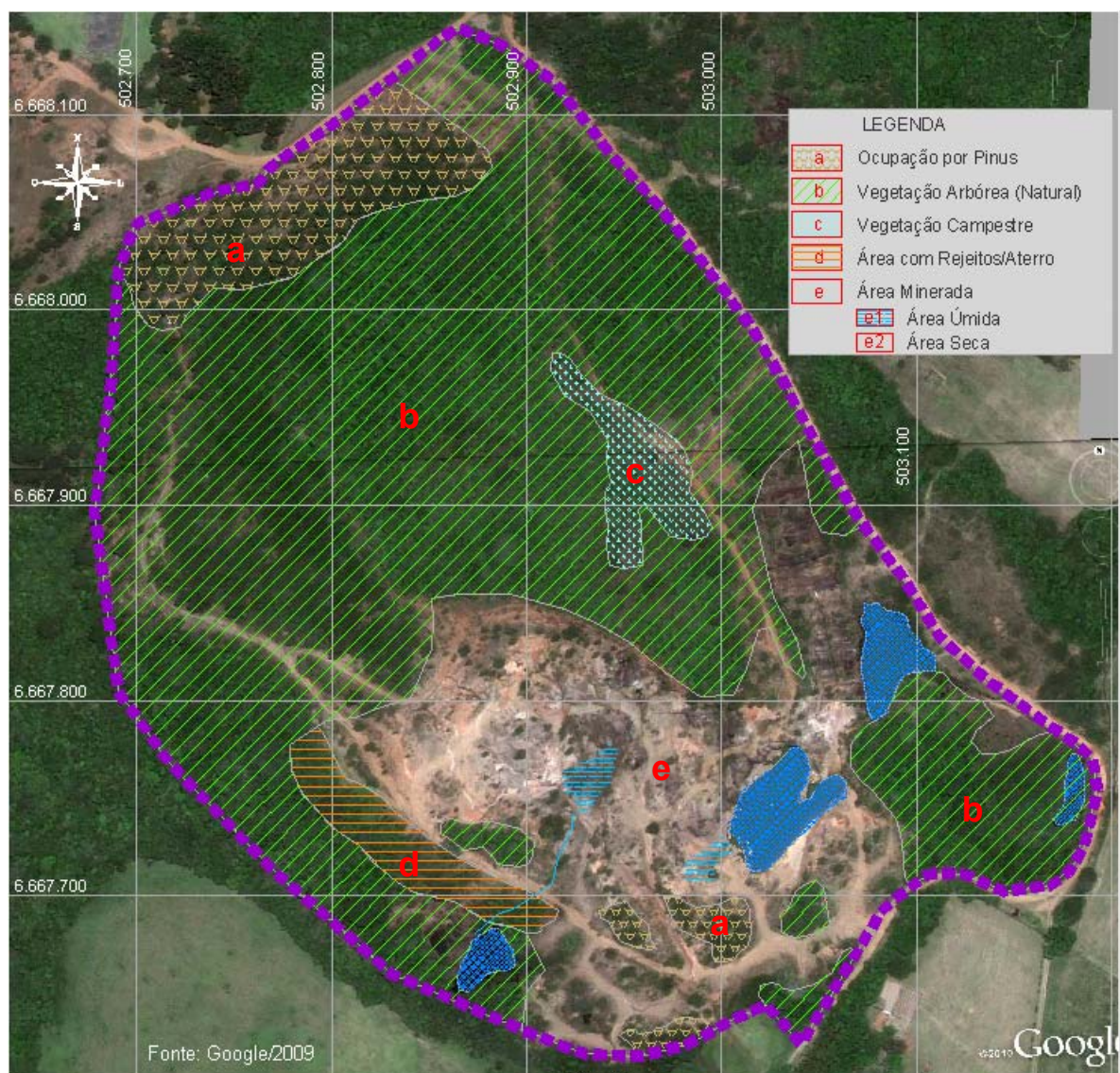


Figura 31 – Zoneamento da área de estudo (Coordenadas UTM - Fuso SH-22)

A área do passivo ambiental, ou seja, somatório da área minerada com a área de rejeitos, totalizou cerca de 18.700 m², sendo: 15.100 m² (81%) de área minerada seca, 900 m² (5%) de área minerada úmida e 2700 m² (14%) de área de rejeitos.

A área degradada pela extração de rocha foi dividida em quatro tipos, segundo suas características de cobertura vegetal, para as quais investigou-se as características de solo do ponto de vista agrônomo:

- Área Minerada Úmida: ocorre no interior da cava, em cotas baixas onde a água se acumula, encharcando o solo e permitindo a presença de vegetação rasteira;
- Área Minerada Seca: local no interior da cava em cota mais alta, sem acúmulo de água, onde a rocha aflora e está recoberta por uma camada rala de material particulado. Há a presença de vegetação rasteira, muito esparsa;
- Área de Rejeitos 01: local no limite da cava onde foi realizada a deposição de rejeitos de rochas em ponta de aterro. Há a presença de vegetação arbustiva;
- Área de Rejeitos 02: local com a mesma condição, mas a montante da área de Rejeitos 01. Há a presença de vegetação arbustiva;

Como parâmetro para análise das áreas degradadas foi definida uma quinta área de estudo denominada **Área Natural**, local onde cessou o avanço de lavra, mantendo, aparentemente, as características naturais do solo local. Ocorre a presença de vegetação com árvores de pequeno a grande porte.

Conforme relatado pelo proprietário do solo, senhor Nilson Pinto da Silva, a área em estudo cessou sua operação a cerca de 10 anos atrás, embora que a jazida apresentou exploração intermitente até 2006. Todavia, nas áreas mineradas e de rejeitos, foi definida a data de 2001 como finalização da intervenção antrópica.

Nestas áreas não houve qualquer tipo ação no sentido de sua recuperação ambiental. Tanto a constituição da vegetação quanto as características físicas e químicas do solo dos locais em estudo, são produtos da regeneração natural da área.

4.1 Composição Florística e Fitossociológica

4.1.1 Florística

Foram encontradas uma riqueza de 274 espécies na área em estudo, pertencentes a 75 famílias, considerando-se: árvores, arbustos, arvoretas, ervas, epífitas, subarbustos e trepadeiras (Tabela 12).

De acordo com o gráfico da Figura 32, as famílias mais representativas foram: Asteraceae com 58 (21,2%) espécies, Poaceae com 33 (12,0%) espécies, Rubiaceae com 14 (5,1%) espécies, Cyperaceae com 15 (5,5%) espécies, Myrtaceae com 13 (4,7%), Fabaceae com 12 (4,4%) e, as demais famílias totalizaram 129 espécies (47,1%).

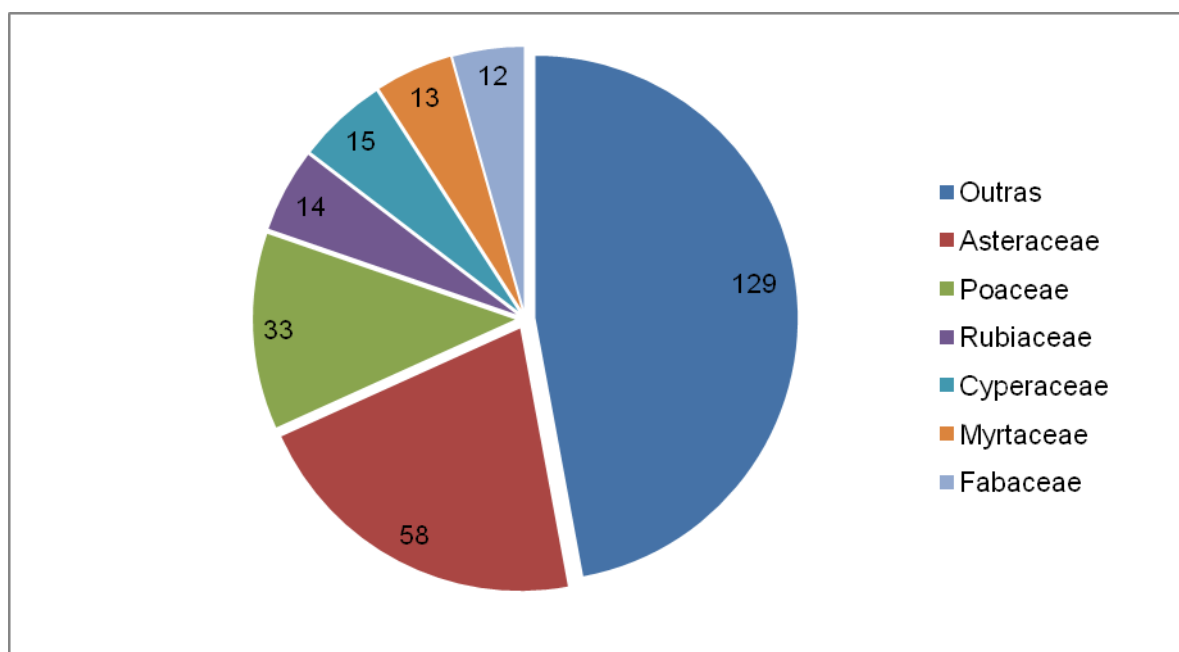


Figura 32 – Riqueza da vegetação por famílias

Das espécies listadas, 260 são nativas e 14 são exóticas. Quanto ao hábito vegetativo, ocorrem 128 espécies de ervas, 70 espécies de árvores, 23 espécies de subarbustos, 17 espécies de trepadeiras, 17 espécies de arbustos, 5 espécies de arvoretas e 14 espécies de epífitas (Figura 33).

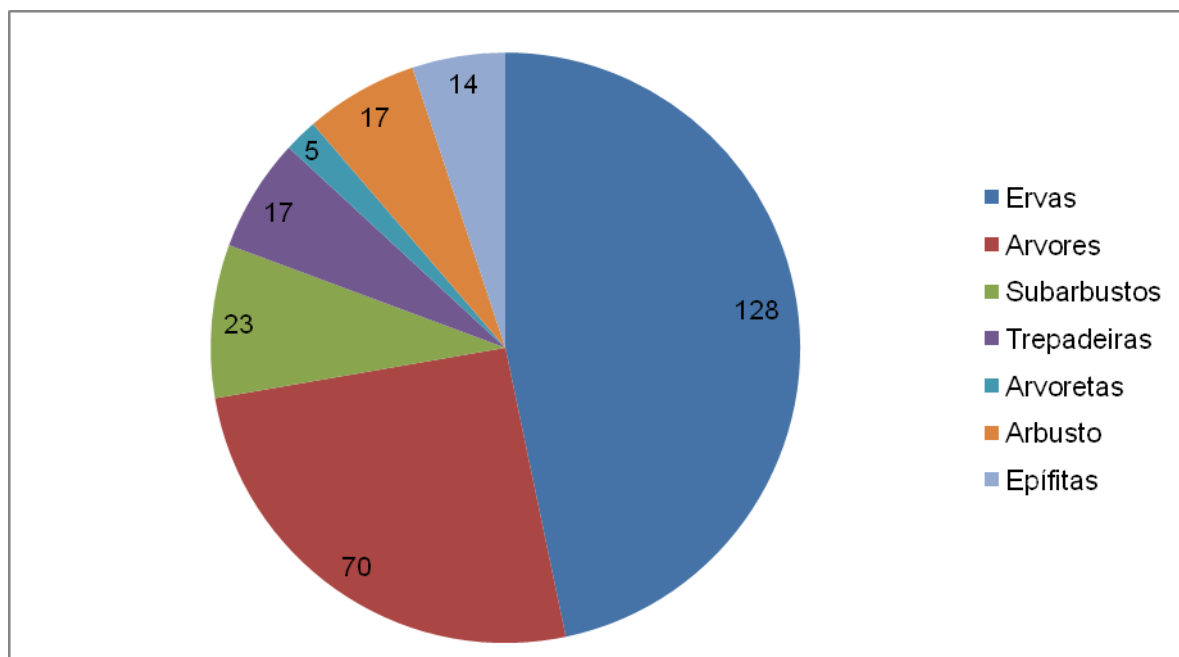


Figura 33 – Composição da vegetação por hábito

Os gêneros com maior número de espécies foram *Baccharis* (15), *Eupatorium* (7), *Mikania* (5), *Pterocaulon* (4), todos da família das Asteraceae. Também, *Cyperus* (4) da família Cyperaceae, *Desmodium* (4) da família Fabaceae, *Ficus* (3) da família Moraceae, *Paspalum* (7) da família Poaceae, e *Eugenia* (5) da Família Myrtaceae (Figura 34).

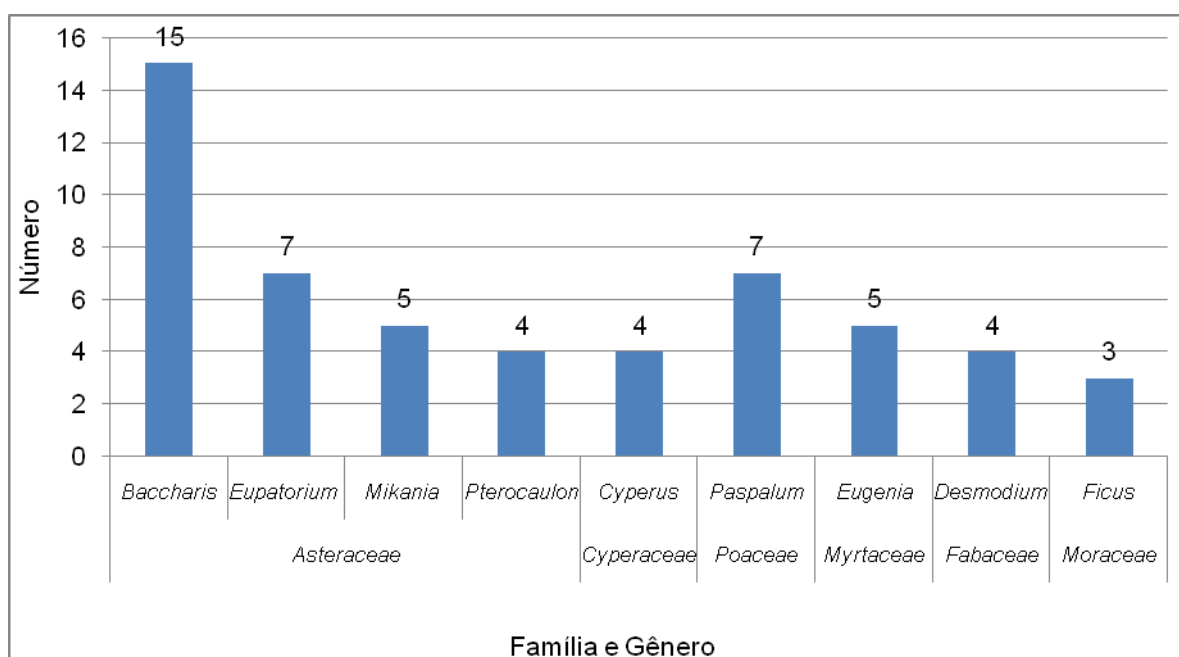


Figura 34 – Gêneros com maior número de espécies

Na Tabela 12 é apresentada a lista de espécies vegetais encontradas na área de estudo, ordenadas em ordem alfabética por família e em seguida por espécie.

Tabela 12 - Lista das famílias e espécies presentes na área de estudo, onde: AR = árvore , AB = arbusto , AT = arvoreta , ER = erva , EP = epífita, SU = subarbusto , TR = trepadeira , NA = nativa e EX = exótica, 1 = mata, 2 = área minerada seca, 3 = área minerada úmida, 4 = área de rejeitos

Família	Espécie	Nome popular	Hábito	Origem	Área
Acanthaceae	<i>Ruellia angustiflora</i> (Ness) Lindau ex Rambo	flor-de-fogo	AB	NA	1
Amaranthaceae	<i>Pfaffia tuberosa</i> (Spreng.) Hicken		ER	NA	2, 4
Anacardiaceae	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	aroeira-brava	AR	NA	1, 4
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	aroeira-vermelha	AR	NA	1, 4
Apiaceae	<i>Centella asiatica</i> L. Urban		ER	EX	3, 4
Apiaceae	<i>Eryngium horridum</i> Malme	gravatá, caraguatá	ER	NA	2
Apocynaceae	<i>Forsteronia glabrescens</i> Müll.Arg.	cipó-de-leite	TR	NA	1
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> Glassman	gerivá	AR	NA	1
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia triangularis</i> Cham.	cipó-milomens	TR	NA	1
Asteraceae	<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	carrapicho-da-praia, carrapicho-de-carneiro	ER	NA	2
Asteraceae	<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	losna-de-mato, macela, macela-do-campo, marcela	ER	NA	2, 4
Asteraceae	<i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntze	margarida, mal-me-quer, mal-me-quer-amarelo, insulina	ER	NA	2, 3
Asteraceae	<i>Aster squamatus</i> (Spreng.) Hieron.		SU	NA	2
Asteraceae	<i>Baccharis anomala</i> DC.	parreirinha	AB	NA	1
Asteraceae	<i>Baccharis articulata</i> (Lam.) Pers.	carqueja-doce, carqueja-miúda, carquejinha	SU	NA	2, 4
Asteraceae	<i>Baccharis cognata</i> DC.		SU	NA	1
Asteraceae	<i>Baccharis cultrata</i> Baker		SU	NA	2
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Vassoura, vassourinha	AB	NA	2, 4
Asteraceae	<i>Baccharis ochracea</i> Spreng.	vassoura-do-campo	SU	NA	4
Asteraceae	<i>Baccharis patens</i> Baker		SU	NA	2
Asteraceae	<i>Baccharis pseudomyriocephala</i> I.L.Teodoro		AT	NA	4

Família	Espécie	Nome popular	Hábito	Origem	Área
Asteraceae	<i>Baccharis pseudotenuifolia</i> Malag.		SU	NA	2
Asteraceae	<i>Baccharis sagittalis</i> (Less.) DC.	carqueja	ER	NA	3
Asteraceae	<i>Baccharis spicata</i> (Lam.) Baill.		SU	NA	2, 3
Asteraceae	<i>Baccharis subtropicalis</i> Heiden		SU	NA	2
Asteraceae	<i>Baccharis tridentata</i> Vahl	vassoura	AB	NA	4
Asteraceae	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	carqueja	SU	NA	2, 4
Asteraceae	<i>Baccharis vulneraria</i> Baker	erva-santa	AB	NA	4
Asteraceae	<i>Calea pinnatifida</i> Less.	quebra-tudo	TR	NA	1, 4
Asteraceae	<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Polak.	língua-de-vaca, paraqueda	ER	NA	1, 4
Asteraceae	<i>Chaptalia sinuata</i> (Less.) Baker	língua-de-vaca	ER	NA	4
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	buva	ER	NA	2
Asteraceae	<i>Conyza</i> sp.		ER	NA	2
Asteraceae	<i>Eupatorium ascendens</i> Sch. Bip. ex Baker		SU	NA	2
Asteraceae	<i>Eupatorium caaguazuense</i> Hieron.		SU	NA	2
Asteraceae	<i>Eupatorium inulifolium</i> Kunth	cambará	AB	NA	3, 4
Asteraceae	<i>Eupatorium ligulifolium</i> Hook. & Arn.		SU	NA	2
Asteraceae	<i>Eupatorium pedunculatum</i> Hook. et Arn.		SU	NA	2, 4
Asteraceae	<i>Eupatorium serrulatum</i> DC.		SU	NA	2
Asteraceae	<i>Eupatorium subhastatum</i> Hook. et Arn.		SU	NA	2
Asteraceae	<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.		ER	NA	2, 3
Asteraceae	<i>Gamochaeta simplicicaulis</i> (Willd. ex Spreng.) Cabrera		ER	NA	3
Asteraceae	<i>Hypochaeris chillensis</i> (H.B.K.) Hieron.	almeirão-do-campo	ER	NA	2
Asteraceae	<i>Hypochaeris</i> sp.		ER	NA	4
Asteraceae	<i>Lucilia acutifolia</i> (Poir.) Cass.		ER	NA	2, 4
Asteraceae	<i>Mikania cordifolia</i> (L. f.) Willd.		TR	NA	4
Asteraceae	<i>Mikania glomerata</i> Spreng.	guaco	TR	NA	1

Família	Espécie	Nome popular	Hábito	Origem	Área
Asteraceae	<i>Mikania hastato-cordata</i> Malme	guaco	TR	NA	1, 3
Asteraceae	<i>Mikania involucrata</i> Hook. & Arn.	guaco	TR	NA	1
Asteraceae	<i>Mikania laevigata</i> Sch. Bip. ex Baker	guaco, guaco-cheiroso	TR	NA	1
Asteraceae	<i>Noticastrum calvatum</i> (Baker) Cuatrec.		ER	NA	2
Asteraceae	<i>Noticastrum marginatum</i> (Kunth) Cuatrec.		ER	NA	2, 4
Asteraceae	<i>Orthopappus angustifolius</i> (Sw.) Gleason	erva-grossa, fumo-bravo	ER	NA	2, 3, 4
Asteraceae	<i>Pluchea laxiflora</i> Hook. & Arn. ex Baker	quitoco	SU	NA	3
Asteraceae	<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	arnica, quitoco	ER	NA	3
Asteraceae	<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	arnica, couve-cravinho, arnica-paulista, couvinha	ER	NA	2
Asteraceae	<i>Pterocaulon angustifolium</i> DC.		ER	NA	2
Asteraceae	<i>Pterocaulon balansae</i> Chodat		ER	NA	2
Asteraceae	<i>Pterocaulon lorentzii</i> Malme		ER	NA	2
Asteraceae	<i>Pterocaulon rugosum</i> (Vahl) Malme		ER	NA	2, 3
Asteraceae	<i>Senecio madagascariensis</i> Poir.		ER	EX	2
Asteraceae	<i>Stenachaenium megapotamicum</i> (Spreng.) Baker		ER	NA	4
Asteraceae	<i>Trixis praestans</i> (Vell.) Cabrera	fumo-bravo	AB	NA	1
Asteraceae	<i>Vernonia brevifolia</i> Less.		SU	NA	2
Asteraceae	<i>Vernonia flexuosa</i> Sims.	cambarazinho, quebrarado, assapeixe-roxo	ER	NA	2
Asteraceae	<i>Vernonia nudiflora</i> Less.	alecrim-do-campo	SU	NA	2, 4
Asteraceae	<i>Vernonia polyphylla</i> Sch. Bip. ex Baker	alecrim-do-campo	SU	NA	2
Bignoniaceae	<i>Begonia cucullata</i> Will.	azedinha-do-brejo	ER	NA	4
Bignoniaceae	<i>Bignonia unguis-catti</i> L.	unha-de-gato	TR	NA	1
Blechnaceae	<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.	samambaia	ER	NA	3
Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. ex Schult.	baleeira, erva-baleeira	SU	NA	2
Bromeliaceae	<i>Billbergia nutans</i> H. Wendl	bromélia	EP	NA	1
Bromeliaceae	<i>Bromelia antiacantha</i> Bertol.	banana-do-mato, ananas	ER	NA	1

Família	Espécie	Nome popular	Hábito	Origem	Área
Bromeliaceae	<i>Tillandsia aeranthos</i> (Lois.) Linn.	cravo-do-mato	EP	NA	1
Bromeliaceae	<i>Tillandsia geminiflora</i> Brongn	cravo-do-mato	EP	NA	1
Bromeliaceae	<i>Tillandsia usneoides</i> (Linn.) Linn.	barba-de-pau	EP	NA	1
Bromeliaceae	<i>Vriesea gigantea</i> Gaudich.	bromélia	EP	NA	1
Burmanniaceae	<i>Burmannia capitata</i> (Walter ex J.F. Gmel.) Mart.		ER	NA	3
Cactaceae	<i>Cereus hildmannianus</i> K. Schum.	tuna	AR	NA	1
Cactaceae	<i>Lepismium cruciforme</i> (Vell.) Miq.	erva-de-canário	EP	NA	1
Cactaceae	<i>Lepismium lumbricoides</i> (Lem.) Barthott		EP	NA	1
Cactaceae	<i>Opuntia monacantha</i> (Willd.) Haw.	palma	AR	NA	1
Cactaceae	<i>Rhipsalis paradoxa</i> Lindbg.	comambaia	EP	NA	1
Cactaceae	<i>Rhipsalis teres</i> (Vell.) Steud.	rabo-de-rato	EP	NA	1
Campanulaceae	<i>Lobelia hederacea</i> Cham.		ER	NA	3
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	esporão-de-galo	AR	NA	1
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	grandiúva, grandeúva, grindiúva	AR	NA	1
Cardiopteridaceae	<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A.Howard	congonha, laranjeira-do-banhado	AR	NA	1
Caryophyllaceae	<i>Stellaria</i> sp.	esperguta	ER	NA	2
Clusiaceae	<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	bacopari	AR	NA	1, 4
Convolvulaceae	<i>Convolvulus bonariensis</i> Cav.		TR	NA	2
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i> Sw.	orelha-de-gato, dinheiro-em-penca	ER	NA	4
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B. Clarke		ER	NA	4
Cyperaceae	<i>Cyperus haspan</i> L.		ER	NA	3
Cyperaceae	<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.		ER	NA	4
Cyperaceae	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz	tiririca	ER	NA	3, 4
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	tiririca	ER	NA	3
Cyperaceae	<i>Eleocharis maculosa</i> (Vahl) Roem. & Schult.	junco	ER	NA	3
Cyperaceae	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (Retz.) Vahl	tiririca	ER	NA	3

Família	Espécie	Nome popular	Hábito	Origem	Área
Cyperaceae	<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	junquinho	ER	NA	3
Cyperaceae	<i>Kyllinga vaginata</i>	junco	ER	NA	4
Cyperaceae	<i>Lypocarpha humboldtiana</i> Nees		ER	NA	3
Cyperaceae	<i>Pycnus lanceolatus</i> (Poir.) C.B. Clarke	tiririca	ER	NA	3, 4
Cyperaceae	<i>Rhynchospora barrosiana</i> Guagl.		ER	NA	3
Cyperaceae	<i>Rhynchospora emaciata</i> (Nees) Boeck.		ER	NA	3
Cyperaceae	<i>Rhynchospora tenuis</i> Link		ER	NA	2
Cyperaceae	<i>Scleria distans</i> Poir.		ER	NA	3
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	samambaia-das-taperas	ER	NA	2
Dioscoriaceae	<i>Dioscorea</i> sp.	cipó-japacanga	TR	NA	1
Dryopteridaceae	<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching	samambaia-preta	ER	NA	1
Eriocaulaceae	<i>Syngonanthus caulescens</i> (Poir.) Ruhland		ER	NA	3
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E. Schulz	cocão	AR	NA	1, 4
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) M. Arg.	tanheiro	AR	NA	1
Euphorbiaceae	<i>Croton gnaphalii</i> Baill.		SU	NA	2, 4
Euphorbiaceae	<i>Microstachys hispida</i> (Mart.) Govaerts = <i>Sebastiania hispida</i> (Mart.) Pax ex Engl.		AB	NA	2
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	leiteiro, pau-de-leite	AR	NA	1
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	branquinho	AR	NA	1
Fabaceae	<i>Acacia mearnsii</i> De Willd	acácia-negra	AR	EX	2
Fabaceae	<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moench		ER	NA	2
Fabaceae	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	trevinho-do-campo, pega-pega-graúdo	ER	NA	2, 3, 4
Fabaceae	<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	pega-pega	ER	NA	2
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i> DC.	pega-pega, mata-pasto, amor-do-campo	ER	NA	2, 4
Fabaceae	<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.	pega-pega	ER	EX	2

Família	Espécie	Nome popular	Hábito	Origem	Área
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	timbaúva	AR	NA	1
Fabaceae	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	maricá	AR	NA	2, 4
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	angico-vermelho	AR	NA	1
Fabaceae	<i>Rhynchosia corylifolia</i> Mart. ex Benth.		ER	NA	2
Fabaceae	<i>Rhynchosia hauthalii</i> Harms ex Kuntze		ER	NA	2
Fabaceae	<i>Zornia</i> cf. <i>linearifoliolata</i> N. Mattos		ER	NA	2
Gentianaceae	<i>Schultesia australis</i> Griseb.	cravina-do-campo	ER	NA	3
Hypericaceae	<i>Hypericum caprifoliatum</i> Cham. & Schtdl		ER	NA	2, 4
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i> L.	tiririca-de-flor-amarela, falsa-tiririca, mariçó-bravo	ER	NA	4
Iridaceae	<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.		ER	NA	4
Lamiaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	gaioleira, pau-de-gaiola	AT	NA	1
Lamiaceae	<i>Hyptis mutabilis</i> (L.C. Rich.) Briq.	cheirosa, betônica-brava	ER	NA	2, 4
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Mold.	tarumã-preto	AR	NA	1
Liliaceae	<i>Smilax campestris</i> Griseb.	japecanga	TR	NA	1
Lycopodiaceae	<i>Lycopodiella alopecuroides</i> (L.) Cranfill	licopódio	ER	NA	3
Lycopodiaceae	<i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Serm	pinheirinho	ER	NA	3
Lythraceae	<i>Cuphea glutinosa</i> Cham. & Schtdl.	sete-sangrias-do-campo	ER	NA	2, 3
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	açoita-cavalo	AR	NA	1
Malvaceae	<i>Pavonia friesii</i> Kaprov.		ER	NA	4
Malvaceae	<i>Sida carpinifolia</i> L.f.	guanxuma	ER	NA	4
Malvaceae	<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.	carrapicho	AB	NA	1
Malvaceae	<i>Waltheria douradinha</i> A. St.-Hil.	douradinha-do-campo	ER	NA	2
Melastomataceae	<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn.	pixirica	AB	NA	1, 3, 4
Melastomataceae	<i>Miconia hiemalis</i> A.St.-Hil. & Naudin ex Naudin	pixirica	AT	NA	1, 4
Melastomataceae	<i>Rhynchanthera brachyrhyncha</i> Cham.		ER	NA	3
Melastomataceae	<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	quaresma, quaresmeira, flor-de-quaresma	SU	NA	2, 3

Família	Espécie	Nome popular	Hábito	Origem	Área
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	cangerana	AR	NA	1
Meliaceae	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	pau-de-ervilha	AB	NA	1
Moraceae	<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott	figueira, figueira-purgante, figueira-de-purga	AR	NA	1
Moraceae	<i>Ficus cestrifolia</i> Schott ex Spreng.	figueira-de-folha-miúda	AR	NA	1
Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	figueira	AR	NA	2
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	capororoquinha	AR	NA	1, 4
Myrsinaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	capororoca	AR	NA	1
Myrsinaceae	<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav.	capororoca	AR	NA	1, 4
Myrsinaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	capororoca	AR	NA	1, 4
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> sp.	eucalipto	AR	EX	2
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	cerejeira	AR	NA	1, 4
Myrtaceae	<i>Eugenia hyemalis</i> Cambess.	guamirim-de-folha-miúda	AR	NA	1
Myrtaceae	<i>Eugenia schueuchiana</i> O. Berg	guamirim-uvá	AR	NA	1
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitangueira	AR	NA	1
Myrtaceae	<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	guamirim	AR	NA	1
Myrtaceae	<i>Myrcia glabra</i> (O.Berg) D. Legrand	guamirim-araça	AR	NA	1
Myrtaceae	<i>Myrcia palustris</i> (= <i>Gomidesia palustris</i>) DC.	pitangueira-do-mato	AR	NA	1
Myrtaceae	<i>Myrciaria cuspidata</i> O.Berg	camboim	AR	NA	1
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	araçá	AR	NA	1, 4
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	goiabeira	AR	EX	4
Myrtaceae	<i>Syzygium jambolanum</i> DC.	jambolão	AR	EX	1
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	jambo	AR	EX	1
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	maria-mole	AR	NA	1, 4
Onagraceae	<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt.) Hara.	Cruz-de-malta	ER	NA	3
Orchidaceae	<i>Cattleya intermedia</i> Graham. ex Hook	orquídea	EP	EX	1
Orchidaceae	<i>Habenaria parviflora</i> Lindl.	orquídea	ER	NA	3

Família	Espécie	Nome popular	Hábito	Origem	Área
Orchidaceae	<i>Trichocentrum pumilum</i> (Lindl.) M.W. Chase & N.H. Williams	orquídea	EP	NA	1
Orobanchaceae	<i>Agalinis communis</i> (Cham. & Schltld.) D'Arcy		ER	NA	2, 3
Orobanchaceae	<i>Buchnera longifolia</i> Kunth		ER	NA	3
Passifloraceae	<i>Passiflora elegans</i> Mast.	maracujá-de-estalo	TR	NA	1
Passifloraceae	<i>Passiflora suberosa</i> L.	maracujazinho	TR	NA	1
Passifloraceae	<i>Turnera sidoides</i> L.		ER	NA	2
Pinaceae	<i>Pinus elliottii</i> Engelm.	pinus, pinheiro	AR	EX	2, 4
Piperaceae	<i>Peperomia catharinae</i> Miq.	Erva-de-vidro, piperômia	EP	NA	1
Piperaceae	<i>Peperomia pereskiaefolia</i> H.B. & K.	Erva-de-vidro, piperômia	EP	NA	1
Piperaceae	<i>Piper gaudichaudianum</i> L.	pariparoba	AB	NA	1
Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i> Lam.	tançagem, tanchagem	ER	NA	4
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i> L.	tupiçaba, vassourinha	ER	NA	3
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i> L.	capim-rabo-de-burro	ER	NA	2, 4
Poaceae	<i>Andropogon lateralis</i> Nees	capim-caninha	ER	NA	2, 4
Poaceae	<i>Andropogon selloanus</i> (Hack.) Hack.	capim-pluma-branca	ER	NA	2
Poaceae	<i>Aristida jubata</i> (Arechav.) Herter	barba-de-bode, barba-de-bode-baixa	ER	NA	2, 4
Poaceae	<i>Aristida laevis</i> (Nees) Kunth	barba-de-bode-alta	ER	NA	2
Poaceae	<i>Axonopus affinis</i> Chase	grama-tapete	ER	NA	2, 3
Poaceae	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	grama	ER	NA	4
Poaceae	<i>Axonopus</i> sp.	grama	ER	NA	2
Poaceae	<i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) Stapf	braquiária	ER	EX	4
Poaceae	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	braquiária	ER	EX	2, 4
Poaceae	<i>Brachiaria humidicola</i> (Rendle) Schweick	Brachiaria, capim-agulha	ER	EX	2, 4
Poaceae	<i>Dichantelium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark		ER	NA	3
Poaceae	<i>Eragrostis lugens</i> Ness.	pasto-ilusão, pasto-mosquito	ER	NA	4
Poaceae	<i>Eragrostis neesii</i> Trin.	capim-sereno	ER	NA	2
Poaceae	<i>Eragrostis plana</i> Nees	capim-anoni	ER	EX	2
Poaceae	<i>Eriochrysis cayennensis</i> P. Beauv.		ER	NA	3

Família	Espécie	Nome popular	Hábito	Origem	Área
Poaceae	<i>Panicum sellowii</i> Nees		ER	NA	4
Poaceae	<i>Paspalum corcovadense</i> Raddi		ER	NA	1
Poaceae	<i>Paspalum mandiocanum</i> Trin.		ER	NA	4
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i> Flügge	grama-forquilha, forquilha, grama-do-rio-grande	ER	NA	2
Poaceae	<i>Paspalum ovale</i> Nees ex Steud.		ER	NA	4
Poaceae	<i>Paspalum polyphyllum</i> Nees ex Trin.		ER	NA	1
Poaceae	<i>Paspalum pumilum</i> Nees	grama-baixa	ER	NA	2, 3
Poaceae	<i>Paspalum urvillei</i> Steud.	capim-das-roças, paspalão	ER	NA	3, 4
Poaceae	<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	cabelo-de-porco, pêlo-de-porco	ER	NA	4
Poaceae	<i>Rhynchelitrum repens</i> (Willd.) C.E.Hubb.	capim-favorito	ER	NA	2
Poaceae	<i>Saccharum angustifolium</i> (Nees) Trin.	macega-estaladeira	ER	NA	4
Poaceae	<i>Saccharum villosum</i> Steud.		ER	NA	3
Poaceae	<i>Schizachyrium glaziovii</i> Peichoto		ER	NA	4
Poaceae	<i>Schizachyrium microstachyum</i> (Desv. ex Ham.) Roseng.	rabo-de-burro	ER	NA	2, 4
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen	capim-rabo-de-raposa, rabo-de-gato	ER	NA	3
Poaceae	<i>Steinchisma decipiens</i> (Nees ex Trin.) W.V. Br.		ER	NA	2, 3, 4
Poaceae	<i>Steichisma hians</i> (Elliott) Nash.		ER	NA	3
Podostemaceae	<i>Podostemum</i> sp.		ER	NA	3
Polygalaceae	<i>Monnina oblongifolia</i> Arechav.		ER	NA	2
Polypodiaceae	<i>Microgramma</i> sp.	cipó-cabeludo	EP	NA	1
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.	capororoca	AR	NA	1, 4
Primulaceae	<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav.	capororoca	AR	NA	1, 4
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	capororocão	AR	NA	1, 4
Pteridaceae	<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link.		ER	NA	2
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	pessegueiro-brabo	AR	NA	1
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	cainca	AB	NA	1, 4

Família	Espécie	Nome popular	Hábito	Origem	Área
Rubiaceae	<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.		ER	NA	1, 4
Rubiaceae	<i>Diodella apiculata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Delprete		ER	NA	2, 4
Rubiaceae	<i>Faramea montevidensis</i> (Cham. & Schltdl.) DC.	café-do-mato	AT	NA	1
Rubiaceae	<i>Galianthe fastigiata</i> Griseb.	Sabugueirinho-do-campo	ER	NA	2
Rubiaceae	<i>Galium hirtum</i> Lam.		ER	NA	4
Rubiaceae	<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.	saco-de-touro	ER	NA	4
Rubiaceae	<i>Guettarda uruguensis</i> Cham. & Schltdl.	veludinho	AR	NA	1
Rubiaceae	<i>Psychotria brachyceras</i> Müll. Arg.	cafeeiro-do-mato	AR	NA	1
Rubiaceae	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq	café-do-mato	AB	NA	1
Rubiaceae	<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schltdl.	café-do-mato, cafeeiro-do-mato	AB	NA	1
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	poaia-branca, poaia	ER	NA	4
Rubiaceae	<i>Richardia humistrata</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.		ER	NA	2
Rubiaceae	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	Falsa-poaia	ER	NA	2
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	mamica-de-cadela	AR	NA	1
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp.	mamica-de-cadela	AR	NA	1
Salicaceae	<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	farinha-seca	AR	NA	1
Salicaceae	<i>Banara tomentosa</i> Clos	guaçatunga	AR	NA	1
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatunga	AR	NA	1
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	chá-de-bugre	AR	NA	1
Sapindaceae	<i>Alophyllus edulis</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	chal-chal	AR	NA	1
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	camboatá-vermelho	AR	NA	1, 4
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	vassoura-vermelha	AR	NA	2, 3, 4
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	camboatá-branco	AR	NA	1
Sapindaceae	<i>Paullinia trigonia</i> Vellozo	cipó-timbó	TR	NA	1, 4
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	aguaí-da-serra	AR	NA	1

Família	Espécie	Nome popular	Hábito	Origem	Área
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	aguaí, águaí-vermelho, vassourinha	AR	NA	1
Selaginellaceae	<i>Selaginella</i> sp.		ER	NA	4
Solanaceae	<i>Cestrum strigilatum</i> Ruiz & Pav.	canema	AB	NA	1
Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	fumo-bravo	AR	NA	
Solanaceae	<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hill.	coerana	AR	NA	1
Solanaceae	<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	canema	AT	NA	1
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	carne-de-vaca	AR	NA	1, 4
Symplocaceae	<i>Symplocos</i> sp.		AR	NA	1
Symplocaceae	<i>Symplocos tetrandra</i> (Mart.) Miq.		AR	NA	1
Symplocaceae	<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	sete- sangrias	AR	NA	1, 4
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris conspersa</i> (Schrader) A.R. Smith	samambaia	ER	NA	3
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	imbira	AB	NA	1, 4
Typhaceae	<i>Typha</i> sp.	taboa	ER	NA	3
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	embaúba	AR	NA	1
Urticaceae	<i>Coussapoa microcarpa</i> (Shott) Rizzini	mata-pau	AR	NA	1
Verbenaceae	<i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumã-de-espinho	AR	NA	1
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Tucaneira	AR	NA	1
Violaceae	<i>Anchetia pyrifolia</i> (Mart.) G. Don	cipó-suma	TR	NA	1
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis	cortina-japonesa	TR	NA	1
Xyridaceae	<i>Xyris</i> sp.		ER	NA	3

4.1.2 Fitossociologia

A Figura 35 apresenta o número cumulativo de espécies identificadas na área minerada úmida. Esta área foi calculada em aproximadamente 900 m², tendo sido realizadas 6 parcelas. Verifica-se que a partir da 4^a parcela a curva do coletor tende a estabilização, de acordo com a linha de tendência logarítmica, chegando-se a

conclusão que a amostra apresentou dados representativos para a avaliação fitossociológica da área de estudo.

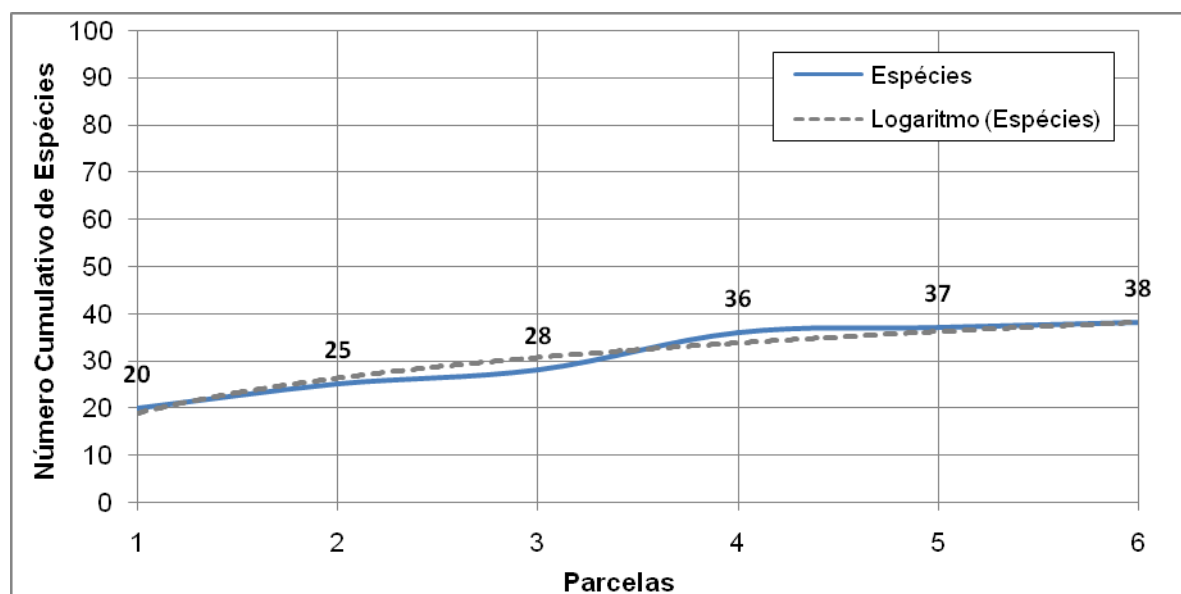


Figura 35 - Curva do número cumulativo de espécies por unidade amostral no levantamento fitossociológico e linha de tendência de espécies, área minerada úmida

A Figura 36 apresenta o número cumulativo de espécies identificadas na área minerada seca. Esta área foi calculada em aproximadamente 15.100 m², tendo sido realizadas 9 parcelas. Verifica-se que a partir da 8ª parcela a curva do coletor estabilizou, conforme a linha de tendência logarítmica.

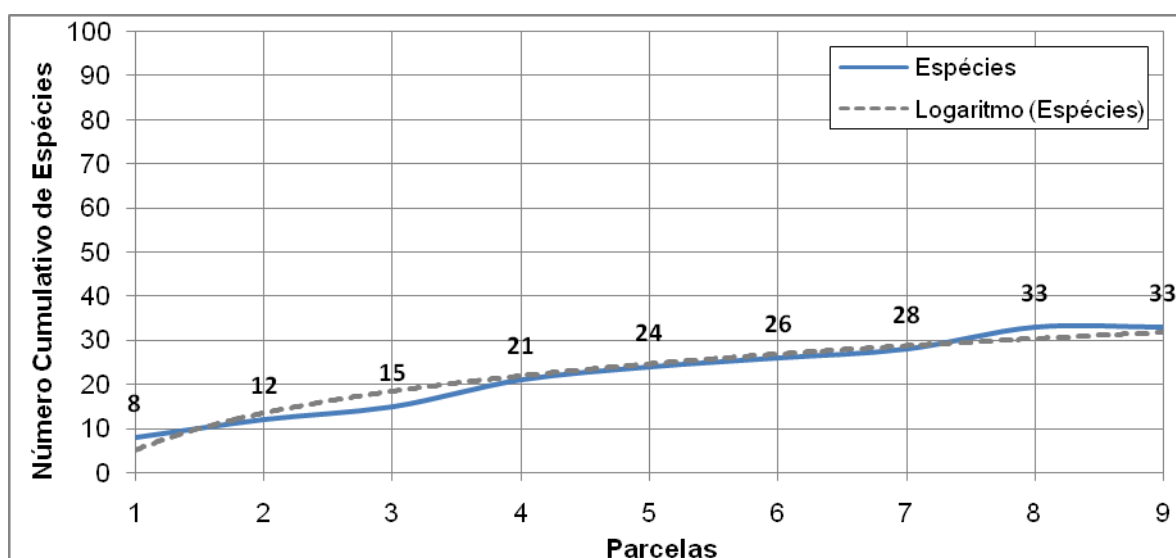


Figura 36 - Curva do número cumulativo de espécies por unidade amostral no levantamento fitossociológico e linha de tendência das espécies, área minerada seca

A Figura 37 apresenta o número cumulativo de espécies identificadas na área rejeitos, considerando-se as espécies com altura até 1 metro. Enquanto que a Figura 38 apresenta os dados da área de rejeitos com o levantamento das espécies arbustivas acima de 1 metro de altura.

A área de rejeitos foi calculada em aproximadamente 2.700 m², tendo sido realizadas 10 parcelas (1 m x 1 m) para as espécies herbáceas e 5 parcelas (5 m x 5 m) para as espécies arbustivas. Embora a curva das espécies (Figuras 37 e 38) apresente crescimento, conforme as linhas de tendências, considerou-se a amostra satisfatória visto que a área total não era muito grande, além disso, as parcelas foram dispostas equidistantemente, conforme apresentado na Figura 25, no item Material e Métodos.

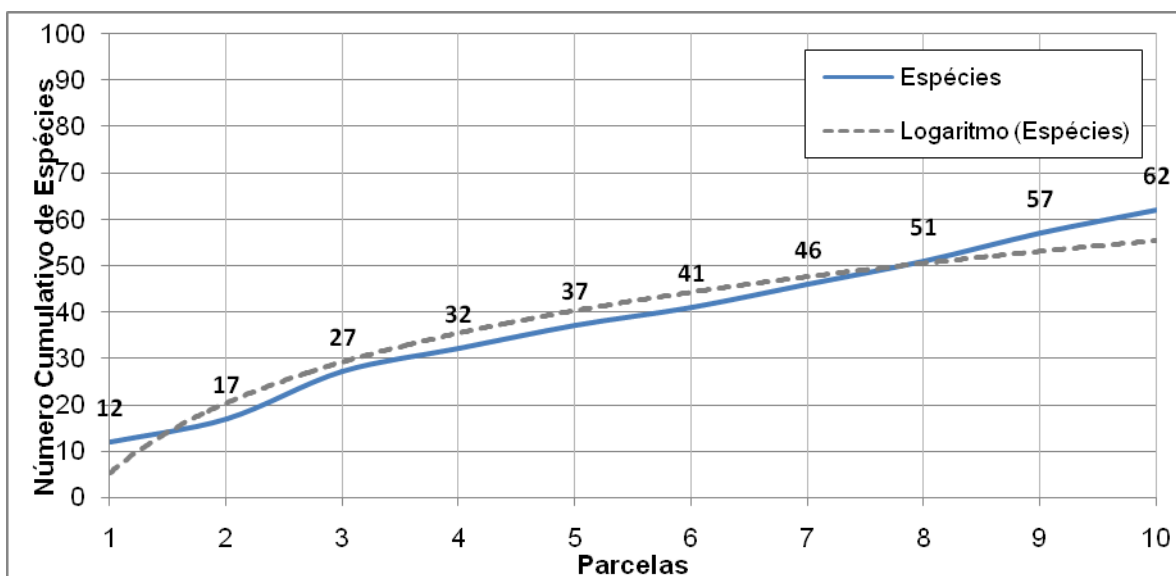


Figura 37 - Curva do número cumulativo de espécies por unidade amostral no levantamento fitossociológico e linha de tendência das espécies, área de rejeitos, vegetação até 1 metro de altura

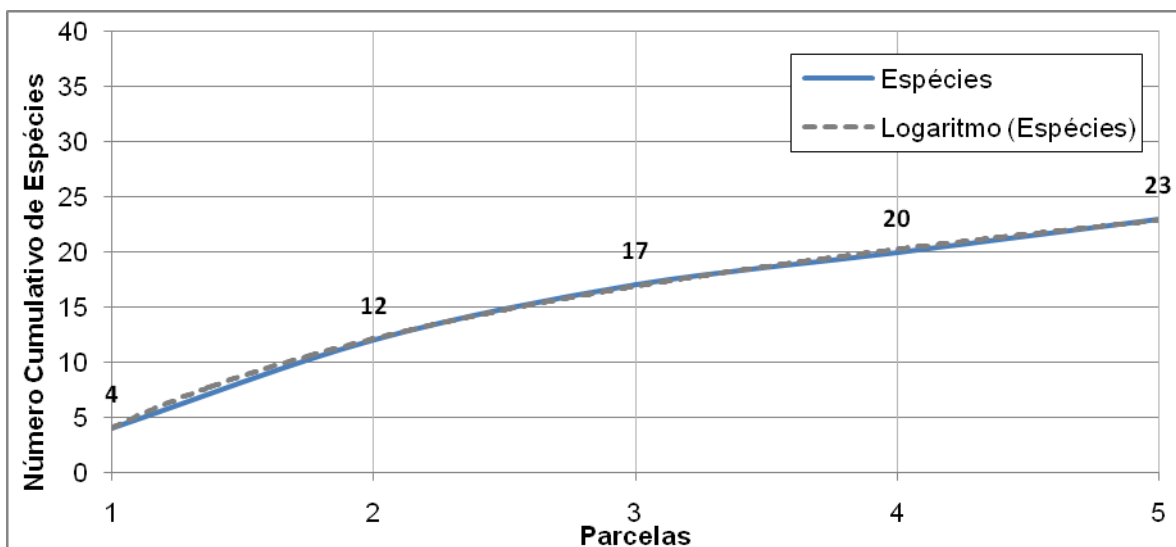


Figura 38 - Curva do número cumulativo de espécies por unidade amostral no levantamento fitossociológico e linha de tendência das espécies, área de rejeitos, vegetação acima de 1 metro de altura

Nas Tabelas 13 e 14 são apresentados os parâmetros fitossociológicos obtidos na área minerada, na porção úmida e seca, respectivamente. Na medida em que a vegetação nesta área é predominantemente herbácea, estão apresentados os valores de cobertura, absoluta e relativa, frequência, absoluta e relativa, e por final o índice de valor de importância de cada espécie encontrada.

Tabela 13 - Parâmetros fitossociológicos obtidos na área minerada úmida, onde: CAi = Cobertura Absoluta, CRi = Cobertura Relativa, FAi = Frequência Absoluta, FRi = Frequência Relativa, e IVI = Índice de Valor de Importância (classificação decrescente por IVI)

Espécie	(CAi) (%)	(CRi) (%)	(FAi) (%)	(FRi) (%)	(IVI) (%)
<i>Bulbostylis capillaris</i>	65	9,7	33,3	2,1	5,9
<i>Axonopus affinis</i>	33	4,9	83,3	5,3	5,1
<i>Desmodium adscendens</i>	45	6,7	33,3	2,1	4,4
<i>Paspalum pumilum</i>	30	4,5	50,0	3,2	3,8
<i>Dichantelium sabulorum</i>	20	3,0	66,7	4,2	3,6
<i>Scoparia dulcis</i>	25	3,7	50,0	3,2	3,4
<i>Cuphea glutinosa</i>	9	1,3	83,3	5,3	3,3
<i>Pluchea sagittalis</i>	16	2,4	50,0	3,2	2,8
<i>Gamochaeta americana</i>	8	1,2	66,7	4,2	2,7
<i>Habenaria parviflora</i>	15	2,2	50,0	3,2	2,7

Espécie	(CAi) (%)	(CRi) (%)	(FAi) (%)	(FRi) (%)	(IVI) (%)
<i>Juncus</i> sp.	4	0,6	66,7	4,2	2,4
<i>Baccharis spicata</i>	11	1,6	50,0	3,2	2,4
<i>Pluchea laxiflora</i>	8	1,2	50,0	3,2	2,2
<i>Cyperus luzulae</i>	7	1,0	50,0	3,2	2,1
<i>Xyris</i> sp.	11	1,6	33,3	2,1	1,9
<i>Andropogon bicornis</i>	11	1,6	33,3	2,1	1,9
<i>Dodonaea viscosa</i>	3	0,4	50,0	3,2	1,8
<i>Ludwigia leptocarpa</i>	10	1,5	33,3	2,1	1,8
<i>Pycnus lanceolatus</i>	6	0,9	33,3	2,1	1,5
<i>Steinchisma decipiens</i>	6	0,9	33,3	2,1	1,5
<i>Rhynchanthera brachyrhyncha</i>	6	0,9	33,3	2,1	1,5
<i>Lypocarpa humboldtiana</i>	10	1,5	16,7	1,1	1,3
<i>Kyllinga brevifolia</i>	10	1,5	16,7	1,1	1,3
<i>Setaria parviflora</i>	2	0,3	33,3	2,1	1,2
<i>Steinchisma hians</i>	2	0,3	33,3	2,1	1,2
<i>Rhynchospora emaciata</i>	5	0,7	16,7	1,1	0,9
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	5	0,7	16,7	1,1	0,9
<i>Gamochoa simplicicaulis</i>	5	0,7	16,7	1,1	0,9
<i>Lycopodiella alopecuroides</i>	2	0,3	16,7	1,1	0,7
<i>Tibouchina gracilis</i>	1	0,1	16,7	1,1	0,6
<i>Rhynchospora barrosiana</i>	1	0,1	16,7	1,1	0,6
<i>Pterocaulon rugosum</i>	1	0,1	16,7	1,1	0,6
<i>Orthopappus angustifolius</i>	1	0,1	16,7	1,1	0,6
<i>Agalinis communis</i>	1	0,1	16,7	1,1	0,6
<i>Eriochrysis cayennensis</i>	1	0,1	16,7	1,1	0,6
<i>Aspilia montevidensis</i>	1	0,1	16,7	1,1	0,6
<i>Centella asiatica</i>	1	0,1	16,7	1,1	0,6
<i>Pterocaulon angustifolium</i>	1	0,1	16,7	1,1	0,6
Cobertura morta	132	19,6	100,0	6,3	13,0
Solo exposto	130	19,3	100,0	6,3	12,8
Não identificada (NI)	11	1,6	33,3	2,1	1,9

Tabela 14 - Parâmetros fitossociológicos obtidos na área minerada seca, onde: CAi = Cobertura Absoluta , CRi = Cobertura Relativa , FAi = Frequencia Absoluta , FRi = Frequencia Relativa, e IVI = Índice de Valor de Importância (classificação decrescente por IVI)

Espécie	(CAi) (%)	(CRi) (%)	(FAi) (%)	(FRi) (%)	(IVI) (%)
<i>Aristida jubata</i>	60	6,8	66,7	6,7	6,7
<i>Andropogon lateralis</i>	50	5,6	77,8	7,8	6,7
<i>Pterocaulon angustifolium</i>	33	3,7	77,8	7,8	5,7
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	28	3,2	55,6	5,6	4,4
<i>Agalinis communis</i>	26	2,9	33,3	3,3	3,1
<i>Dodonaea viscosa</i>	4	0,5	44,4	4,4	2,4
<i>Baccharis trimera</i>	21	2,4	22,2	2,2	2,3
<i>Axonopus affinis</i>	11	1,2	33,3	3,3	2,3
<i>Pterocaulon lorentzii</i>	15	1,7	22,2	2,2	2,0
<i>Gamochaeta americana</i>	4	0,5	33,3	3,3	1,9
<i>Steinchisma decipiens</i>	3	0,3	33,3	3,3	1,8
<i>Brachiaria decumbens</i>	20	2,3	11,1	1,1	1,7
<i>Andropogon bicornis</i>	10	1,1	22,2	2,2	1,7
<i>Desmodium adscendens</i>	6	0,7	22,2	2,2	1,4
<i>Tibouchina gracilis</i>	2	0,2	22,2	2,2	1,2
<i>Sebastiania hispida</i>	2	0,2	22,2	2,2	1,2
<i>Cyperus luzulae</i>	10	1,1	11,1	1,1	1,1
<i>Baccharis articulata</i>	10	1,1	11,1	1,1	1,1
<i>Baccharis spicata</i>	5	0,6	11,1	1,1	0,8
<i>Diodella apiculata</i>	5	0,6	11,1	1,1	0,8
<i>Paspalum pumilum</i>	1	0,1	11,1	1,1	0,6
<i>Cuphea glutinosa</i>	1	0,1	11,1	1,1	0,6
<i>Rhynchanthera brachyrhyncha</i>	1	0,1	11,1	1,1	0,6
<i>Orthopappus angustifolius</i>	1	0,1	11,1	1,1	0,6
<i>Baccharis subtropicalis</i>	1	0,1	11,1	1,1	0,6
<i>Vernonia nudiflora</i>	1	0,1	11,1	1,1	0,6
<i>Rhynchospora tenuis</i>	1	0,1	11,1	1,1	0,6
<i>Noticastrum marginatum</i>	1	0,1	11,1	1,1	0,6

Espécie	(CAi) (%)	(CRi) (%)	(FAi) (%)	(FRi) (%)	(IVI) (%)
<i>Rhynchelytrum repens</i>	1	0,1	11,1	1,1	0,6
<i>Schizachyrium microstachyum</i>	1	0,1	11,1	1,1	0,6
<i>Pinus elliottii</i>	1	0,1	11,1	1,1	0,6
<i>Pityrogramma calomelanos</i>	1	0,1	11,1	1,1	0,6
<i>Conyza bonariensis</i>	1	0,1	11,1	1,1	0,6
Solo exposto	462,0	51,4	100,0	9,7	30,6
Cobertura morta	82,0	9,1	100,0	9,7	9,4
Não identificada (NI)	5	0,6	11,1	1,1	0,8

Nas 6 parcelas amostradas na área minerada úmida, que totalizou 6 m², as espécies que apresentaram a maior cobertura relativa (CR), que é o percentual de cada espécie em relação a área amostrada, foram: *Bulbostylis capillaris* (9,7%), *Desmodium adscendens* (6,7%), *Axonopus affinis* (4,9%), *Paspalum pumilum* (4,5%) e *Scoparia dulcis* (3,7%). O percentual de cobertura morta revelou 19,6%, enquanto que o percentual de solo exposto foi de 19,3%. Duas espécies não foram identificadas na amostragem, representando uma CR de 1,6%.

Já nas 9 parcelas amostradas na área minerada seca, totalizando 9 m², as espécies com maior cobertura relativa (CR) foram: *Aristida jubata* (6,8%), *Andropogon lateralis* (5,6%), *Pterocaulon angustifolium* (3,7%), *Baccharis dracunculifolia* (3,2%) e *Agalinis communis* (2,9%). Neste local as amostras apontaram 51,4% de solo exposto e 9,1% de cobertura morta. Uma espécie não foi identificada na amostragem, representando 0,6% de CR.

Excetuando os percentuais de solo exposto e de cobertura morta, as 5 primeiras espécies com maior cobertura relativa apresentam 29,5% na área úmida e 22,2% na área seca. Verifica-se que não há grande predominância destas espécies (Tabelas 13 e 14).

Com base nos percentuais de solo exposto das parcelas amostradas, sendo 19,3% na área úmida e 51,4% na área seca, verifica-se que a área úmida apresenta maior cobertura vegetal.

Com relação a frequência (FA) de ocorrências das espécies nas parcelas amostradas na área úmida, *Axonopus affinis* (83,3%), *Cuphea glutinosa* (83,3%), *Dichantelium sabulorum* (66,7%), *Gamochaeta americana* (66,7%) e *Juncus* sp. (66,7%), foram as espécies que apresentaram maior percentual, ocorrendo em mais de 2/3 das parcelas (Tabela 13 e Figura 39).

Na área seca, as mais frequentes ocorrências foram: *Andropogon lateralis* (77,8%), *Pterocaulon angustifolium* (77,8%), *Aristida jubata* (66,7%), *Baccharis dracunculifolia* (55,6%) e *Dodonaea viscosa* (44,4%), conforme Tabela 14.

No tocante ao índice de valor de importância (IVI) de cada espécie, que é a posição sociológica na comunidade analisada, ou seja, aquela que apresentou o maior sucesso em explorar o recursos neste local, *Bulbostylis capillaris* (5,9%), *Axonopus affinis* (5,1%), *Desmodium adscendens* (4,4%), *Paspalum pumilum* (3,8%) e *Dichantelium sabulorum* (3,6%), foram as que mais se destacaram na área úmida (Figura 39).

Com relação a área seca, as espécies que apresentaram maior IVI foram *Aristida jubata* (6,7%), *Andropogon lateralis* (6,7%), *Pterocaulon angustifolium* (5,7%), *Baccharis dracunculifolia* (4,4%) e *Agalinis communis* (3,1%).

Nota-se que as 5 espécies mais bem ranqueadas em termos de IVI, são diferentes entre as áreas amostradas. Portanto, na área úmida desenvolvem-se melhor as espécies adaptadas para condições de umidade do solo, enquanto que na área seca as espécies que mais prosperaram foram às mais adaptadas a tais condições.

Várias espécies ocorrem tanto na área úmida como na área seca, contudo, apresentam desenvolvimento superior nas áreas onde melhor se adaptam. Verifica-se que os 5 primeiros IVIs da área úmida apresentam valores bem inferiores na área seca, sendo que *Bulbostylis capillaris* e *Dichantelium sabulorum* sequer ocorrem. O mesmo é verificado com os 5 primeiros IVIs da área seca, destacando que *Aristida jubata*, *Andropogon lateralis* e *Baccharis dracunculifolia*, não foram amostrados na área úmida.

A grande maioria das espécies encontradas nas amostragens realizadas na área minerada, tanto úmida quanto seca, são mencionadas no trabalho desenvolvido por Setubal (2010), no Morro São Pedro em Porto Alegre/RS. No referido trabalho, foram realizadas amostragens em áreas úmidas e secas, onde também foi detectado que determinadas espécies habitam diferentes condições de umidade. Também foi constatado por Setubal (2010) que a família Asteraceae se adapta melhor em condições de baixa umidade de solo, a família Cyperaceae se desenvolve melhor em área com umidade mais pronunciada, enquanto que a família Poaceae se desenvolvem em ambas as áreas. Este fato também ocorre na área em estudo, onde nos 10 primeiros IVIs da área úmida ocorrem a família Cyperaceae, e na área seca 5 espécies dos 10 primeiros IVIs são da família Asteraceae, já a família Poaceae ocorre frequentemente em ambas as áreas.

Com base nos tipos biológicos que determinam a fisionomia da vegetação na área minerada (úmida e seca), de acordo com os dados apresentados nas Tabelas 13 e 14 e nas Figuras 39 e 40, que revelou o predomínio da presença de plantas herbáceas, pode-se classificar esta área como encontrando-se em estágio pioneiro, segundo Klein (apud REIS *et al.*, 2005). Este estágio de vegetação ainda não conseguiu atrair animais transportadores de propágulos, sendo o vento o principal vetor capaz de garantir a chegada de novas plantas colonizadoras (REIS, 1993).

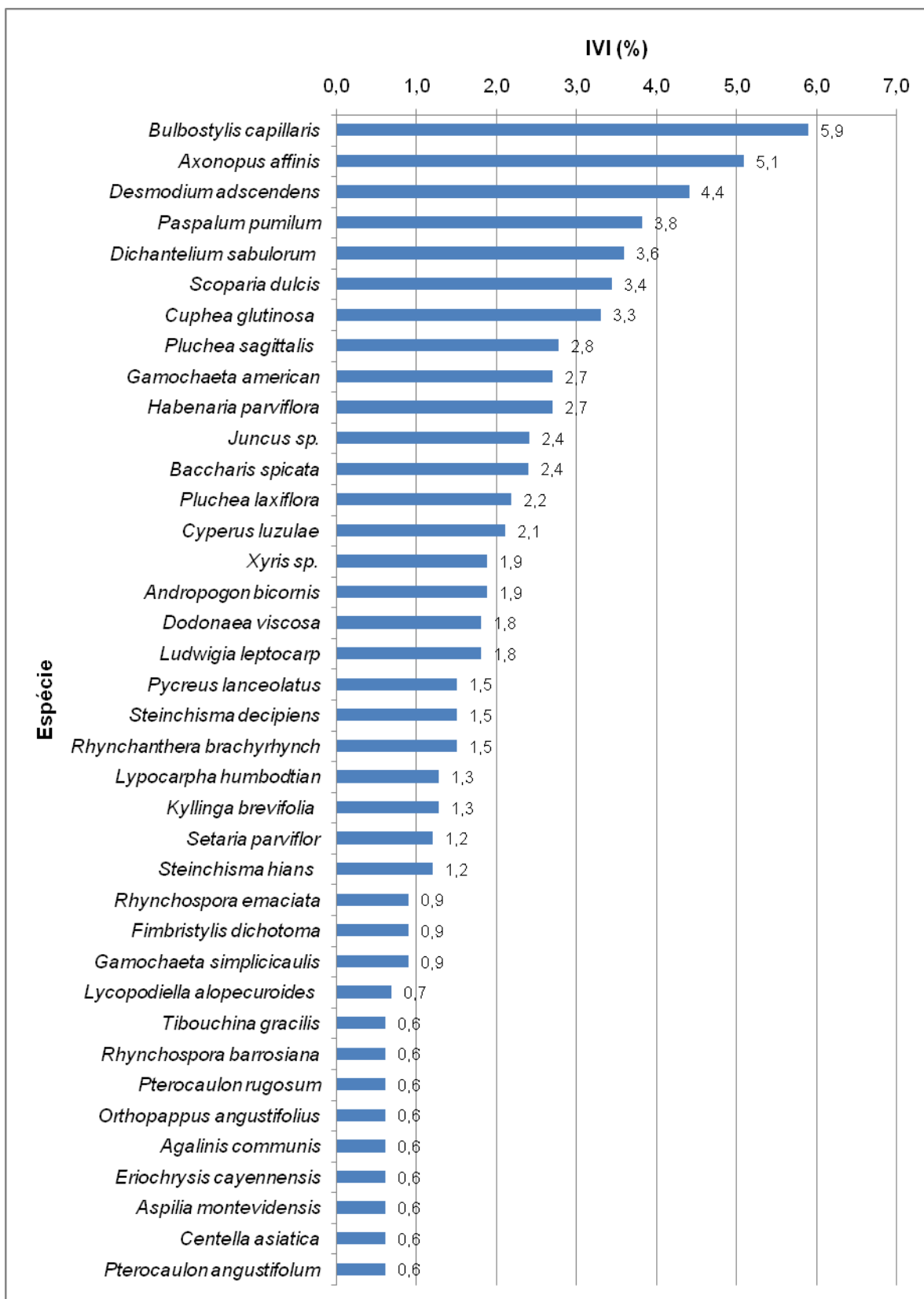


Figura 39 – Classificação decrescente das espécies por Índice de Valor de Importância (IVI) – Área Minerada Úmida

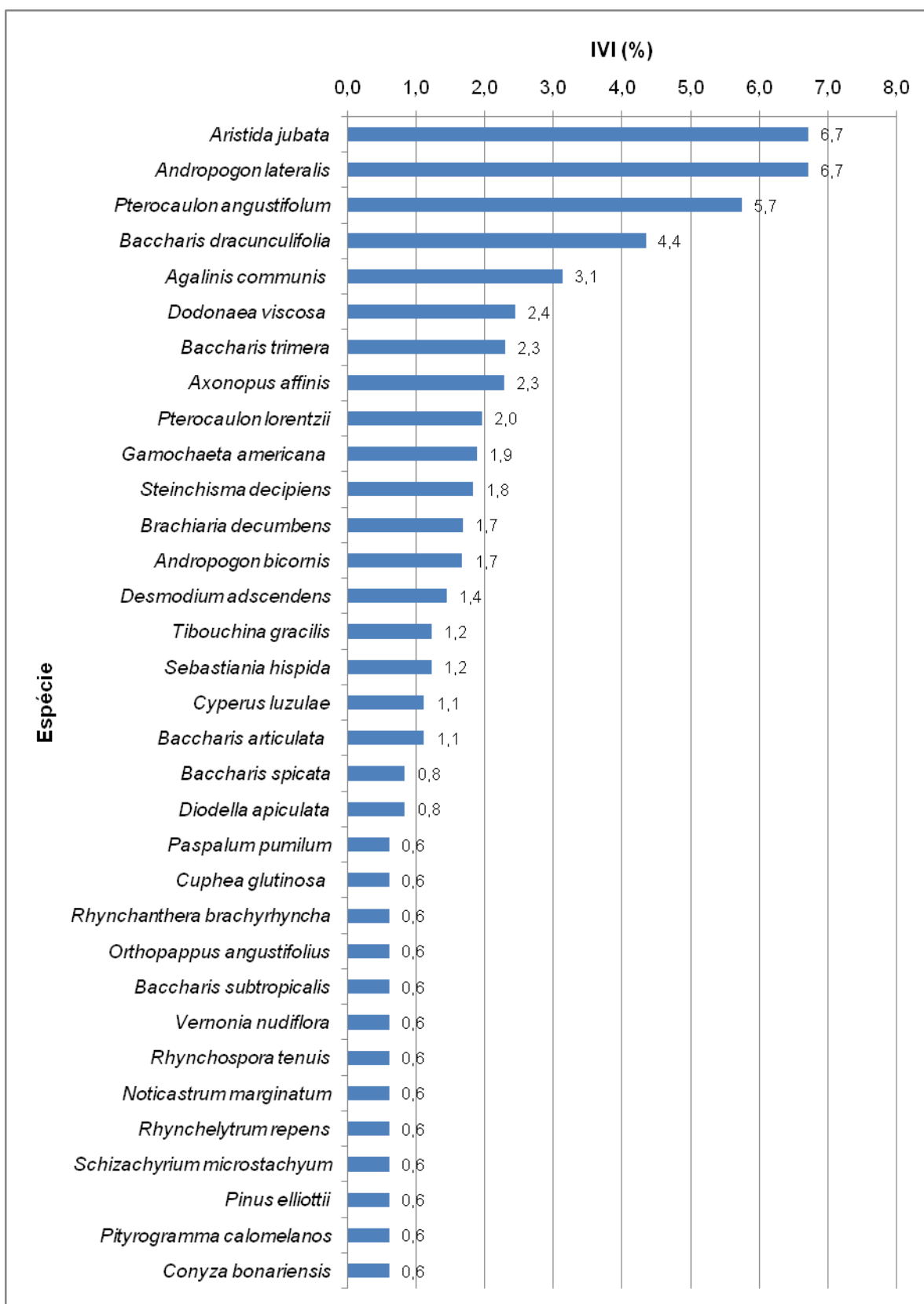


Figura 40 – Classificação decrescente das espécies por Índice de Valor de Importância (IVI) – Área Minerada Seca

Na Tabela 15 são apresentados os parâmetros fitossociológicos obtidos na área de rejeitos, no tocante a vegetação com altura até 1 metro. Na medida em que a vegetação nesta área é predominantemente herbácea, estão apresentados os valores de cobertura, absoluta e relativa, frequência, absoluta e relativa, e por final o índice de valor de importância de cada espécie encontrada.

Tabela 15 - Parâmetros fitossociológicos obtidos na área de rejeitos 01 e 02, onde: CAi = Cobertura Absoluta , CRi = Cobertura Relativa , FAi = Frequência Absoluta , FRi = Frequência Relativa, e IVI = Índice de Valor de Importância (classificação decrescente por IVI)

Espécies herbáceas	(CAi) (%)	(CRi) (%)	(FAi) (%)	(FRi) (%)	(IVI) (%)
<i>Brachiaria decumbens</i>	226,0	22,6	90,0	5,8	14,2
<i>Desmodium adscendens</i>	73,0	7,3	90,0	5,8	6,5
<i>Baccharis trimera</i>	47,0	4,7	80,0	5,1	4,9
<i>Andropogon bicornis</i>	34,0	3,4	50,0	3,2	3,3
<i>Centella asiatica</i>	17,0	1,7	60,0	3,8	2,8
<i>Axonopus compressus</i>	40,0	4,0	20,0	1,3	2,6
<i>Myrsine umbellata</i>	33,0	3,3	30,0	1,9	2,6
<i>Hypericum caprifoliatum</i>	12,0	1,2	60,0	3,8	2,5
<i>Calea pinnatifida</i>	18,0	1,8	30,0	1,9	1,9
<i>Myrsine coriacea</i>	11,0	1,1	40,0	2,6	1,8
<i>Vernonia nudiflora</i>	8,0	0,8	40,0	2,6	1,7
<i>Piptochaetium montevidense</i>	8,0	0,8	40,0	2,6	1,7
<i>Panicum sellowii</i>	7,0	0,7	40,0	2,6	1,6
<i>Saccharum angustifolium</i>	10,0	1,0	30,0	1,9	1,5
<i>Symplocos uniflora</i>	9,0	0,9	30,0	1,9	1,4
<i>Mimosa bimucronata</i>	9,0	0,9	30,0	1,9	1,4
<i>Aristida jubata</i>	15,0	1,5	20,0	1,3	1,4
<i>Leandra australis</i>	14,0	1,4	20,0	1,3	1,3
<i>Plantago australis</i>	6,0	0,6	30,0	1,9	1,3
<i>Guapira opposita</i>	10,0	1,0	20,0	1,3	1,1
<i>Paspalum mandiocanum</i>	8,0	0,8	20,0	1,3	1,0
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	7,0	0,7	20,0	1,3	1,0
<i>Erythroxylum argentinum</i>	6,0	0,6	20,0	1,3	0,9

Espécies herbáceas	(CAi) (%)	(CRi) (%)	(FAi) (%)	(FRi) (%)	(IVI) (%)
<i>Dichondra sericea</i>	5,0	0,5	20,0	1,3	0,9
<i>Desmodium incanum</i>	5,0	0,5	20,0	1,3	0,9
<i>Dodonaea viscosa</i>	10,0	1,0	10,0	0,6	0,8
<i>Steinchisma decipiens</i>	3,0	0,3	20,0	1,3	0,8
<i>Hypoxis decumbens</i>	2,0	0,2	20,0	1,3	0,7
<i>Chaptalia sinuata</i>	2,0	0,2	20,0	1,3	0,7
<i>Eugenia involucrata</i>	5,0	0,5	10,0	0,6	0,6
<i>Eupatorium pedunculatum</i>	5,0	0,5	10,0	0,6	0,6
<i>Garcinia gardneriana</i>	5,0	0,5	10,0	0,6	0,6
<i>Paspalum ovale</i>	4,0	0,4	10,0	0,6	0,5
<i>Pycreus lanceolatus</i>	3,0	0,3	10,0	0,6	0,5
<i>Myrsine lorentziana</i>	3,0	0,3	10,0	0,6	0,5
<i>Eragrostis lugens</i>	2,0	0,2	10,0	0,6	0,4
<i>Paullinia trigonia</i>	2,0	0,2	10,0	0,6	0,4
<i>Achyrocline satureioides</i>	2,0	0,2	10,0	0,6	0,4
<i>Andropogon lateralis</i>	2,0	0,2	10,0	0,6	0,4
<i>Galium hypocarpium</i>	2,0	0,2	10,0	0,6	0,4
<i>Orthopappus angustifolius</i>	2,0	0,2	10,0	0,6	0,4
<i>Cupania vernalis</i>	2,0	0,2	10,0	0,6	0,4
<i>Chiococca alba</i>	2,0	0,2	10,0	0,6	0,4
<i>Schizachyrium microstachyum</i>	2,0	0,2	10,0	0,6	0,4
<i>Mikania cordifolia</i>	2,0	0,2	10,0	0,6	0,4
<i>Coccocypselum lanceolatum</i>	2,0	0,2	10,0	0,6	0,4
<i>Pfaffia tuberosa</i>	1,0	0,1	10,0	0,6	0,4
<i>Pinus elliottii</i>	1,0	0,1	10,0	0,6	0,4
<i>Galium hirtum</i>	1,0	0,1	10,0	0,6	0,4
<i>Kyllinga vaginata</i>	1,0	0,1	10,0	0,6	0,4
<i>Lucilia acutifolia</i>	1,0	0,1	10,0	0,6	0,4
<i>Sisyrinchium micranthum</i>	1,0	0,1	10,0	0,6	0,4
<i>Diodella apiculata</i>	1,0	0,1	10,0	0,6	0,4
<i>Sida carpinifolia</i>	1,0	0,1	10,0	0,6	0,4

Espécies herbáceas	(CAi) (%)	(CRi) (%)	(FAi) (%)	(FRi) (%)	(IVI) (%)
<i>Lithraea brasiliensis</i>	1,0	0,1	10,0	0,6	0,4
<i>Selaginella</i>	1,0	0,1	10,0	0,6	0,4
<i>Cyperus luzulae</i>	1,0	0,1	10,0	0,6	0,4
<i>Cyperus hermaphroditus</i>	1,0	0,1	10,0	0,6	0,4
<i>Hypochaeris</i> sp.	1,0	0,1	10,0	0,6	0,4
<i>Noticastrum marginatum</i>	1,0	0,1	10,0	0,6	0,4
solo exposto	151,0	15,1	100,0	6,4	10,8
cobertura morta	127,0	12,7	100,0	6,4	9,6
Não identificada (NI)	6	0,6	30,0	1,9	1,3

Nas 10 parcelas amostradas, que totalizou 10 m², as espécies que apresentaram a maior cobertura relativa (CR), que é o percentual de cada espécie em relação em relação a área amostrada, foram: *Brachiaria decumbens* (22,6%), *Desmodium adscendens* (7,3%), *Baccharis trimera* (4,7%), *Axonopus compressus* (4%), *Andropogon bicornis* (3,4%) e *Myrsine umbellata* (3,3%). O percentual de solo exposto nas parcelas da área de rejeitos foi de aproximadamente 15%.

Excetuando-se os percentuais de solo exposto e cobertura morta, as 5 primeiras das 61 espécies amostradas com maior cobertura relativa, somam um total de 42% da cobertura da amostra da área de rejeitos (Tabela 15 e Figura 41).

No tocante à frequência (FA) de ocorrência das espécies nas parcelas amostradas, *Brachiaria decumbens* (90%), *Desmodium adscendens* (90%), *Baccharis trimera* (80%), *Centella asiatica* (60%), *Hypericum caprifoliatum* (60%), *Andropogon bicornis* (50%), *Myrsine coriacea* (40%), *Vernonia nudiflora* (40%), *Piptochaetium montevidense* (40%) e *Panicum sellowii* (40%), foram as que apresentaram maior percentual.

Com relação ao índice de valor de importância (IVI) de cada espécie, *Brachiaria decumbens* (14,2%), *Desmodium adscendens* (6,5%), *Baccharis trimera* (4,9%), *Andropogon bicornis* (3,3%), *Centella asiatica* (2,8%), *Axonopus compressus* (2,6%), *Myrsine umbellata* (2,6%), *Hypericum caprifoliatum* (2,5%), *Calea pinnatifida* (1,9), *Myrsine coriacea* (1,8%), *Vernonia nudiflora* (1,7%) e *Piptochaetium*

montevidense (1,7%), apresentaram os maiores valores (Tabela 15 e Figura 41). Solo exposto apresentou cerca de 11%. Dentre as 12 espécies melhores classificadas em termos de IVI, *Myrsine coriacea* e *Myrsine umbellata* são árvores, *Baccharis trimera* e *Vernonia nudiflora* são subarbustos, e *Calea pinnatifida* uma espécie de trepadeira, as demais são ervas.

Em função da constituição da vegetação do estrato herbáceo da área minerada, pode-se atribuir a ela o estágio arbustivo (KLEIN apud REIS, 2005), também denominado capoeirinha. Nesta área ocorre o aparecimento dos primeiros arbustos, sobretudo das famílias das Asteraceae (*Baccharis* spp.), Primulaceae (*Myrsine* spp.), Sapindaceae (*Dodonaea viscosa*). Este estágio também é denominado Baccharisietum (KLEIN apud REIS, 2005).

O nível de interação com e entre os animais, a partir deste estágio, começa a ser intensificado, o solo com maior quantidade de matéria orgânica mantém larvas de insetos e vermes, a pequena camada de serrapilheira pode abrigar pequenos roedores, e os arbustos atraem insetos herbívoros e nectarívoros. O gênero *Baccharis* tem suas flores adaptadas à polinização por insetos, produzindo néctar em abundância, enquanto seus aquênios são transportados pelo vento (REIS, 1995).

Na Tabela 16 são apresentados os parâmetros fitossociológicos obtidos na área de rejeitos, no tocante a vegetação com altura acima de 1 metro. Estão apresentados os valores de cobertura absoluta da espécie considerando-se a copa (m^2), cobertura média da copa por espécie (m^2), altura média por espécie (m), número de indivíduos por espécie, densidade absoluta (número de indivíduos por hectare), densidade relativa, frequência absoluta, frequência relativa, dominância absoluta, dominância relativa, índice de valor de cobertura e índice de valor de importância.

A densidade absoluta (DA) das espécies arbustivas amostradas foi de 22.080 indivíduos ha^{-1} . As espécies com maior representatividade foram: *Dodonaea viscosa* (5520 indivíduos ha^{-1}), *Myrsine coriacea* (4080 indivíduos ha^{-1}), *Myrsine umbellata* (3600 indivíduos ha^{-1}), *Baccharis dracunculifolia* (2800 indivíduos ha^{-1}), *Lithraea brasiliensis* (1520 indivíduos ha^{-1}) e *Mimosa bimucromata* (880 indivíduos ha^{-1}). Das 23 espécies amostradas, as 5 espécies com maiores densidades representam cerca de 79% do total de indivíduos (Figura 42).

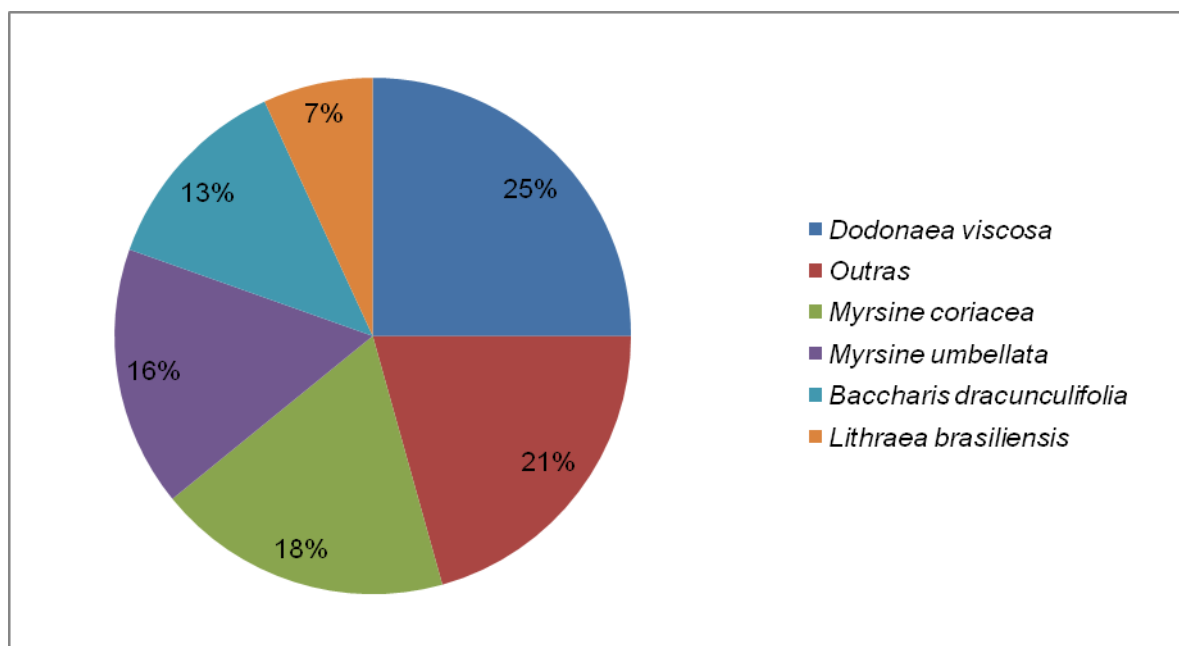


Figura 42 – Composição florística das espécies arbustivas na área de rejeitos

Tabela 16 - Parâmetros fitossociológicos obtidos na área de rejeitos 01 e 02, onde: CA = Cobertura Absoluta da Espécie (copa, m²), CM = Cobertura Média por Espécie (copa, m²), AM= Altura Média por Espécie (m), NI = Número de Indivíduos por Espécie, DA = Densidade Absoluta (número de indivíduos por hectare), DR = Densidade Relativa, FAi = Frequencia Absoluta , FRi = Frequencia Relativa, DoA = Dominância Absoluta, DoR = Dominância Relativa, IVC = Índice de Valor de Cobertura e IVI = Índice de Valor de Importância

Espécies arbóreas	CA	CM	AM	Ni	DA	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA	DoR (%)	IVC (%)	IVI (%)
<i>Dodonaea viscosa</i>	225,45	3,27	2,69	69	5520	25,00	100	9,09	18035,78	58,89	41,95	30,99
<i>Myrsine coriacea</i>	36,56	0,72	1,87	51	4080	18,48	100	9,09	2924,90	9,55	14,01	12,37
<i>Myrsine umbellata</i>	27,15	0,60	1,81	45	3600	16,30	80	7,27	2171,84	7,09	11,70	10,22
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	21,85	0,62	2,00	35	2800	12,68	100	9,09	1748,08	5,71	9,19	9,16
<i>Lithraea brasiliensis</i>	6,18	0,33	1,54	19	1520	6,88	80	7,27	494,34	1,61	4,25	5,26
<i>Pinus elliottii</i>	26,77	5,35	3,99	5	400	1,81	60	5,45	2141,76	6,99	4,40	4,75
<i>Mimosa bimucronata</i>	22,51	2,05	2,43	11	880	3,99	40	3,64	1800,64	5,88	4,93	4,50
<i>Symplocos uniflora</i>	4,30	0,54	1,92	8	640	2,90	60	5,45	343,72	1,12	2,01	3,16
<i>Eupatorium inulifolium</i>	1,48	0,25	1,79	6	480	2,17	60	5,45	118,20	0,39	1,28	2,67
<i>Daphnopsis racemosa</i>	0,55	0,11	0,96	5	400	1,81	60	5,45	43,86	0,14	0,98	2,47
<i>Styrax leprosus</i>	2,61	0,87	1,88	3	240	1,09	60	5,45	208,72	0,68	0,88	2,41
<i>Schinus terebinthifolius</i>	1,04	0,35	2,55	3	240	1,09	40	3,64	83,20	0,27	0,68	1,66
<i>Croton gnaphalii</i>	0,60	0,30	1,29	2	160	0,72	40	3,64	47,76	0,16	0,44	1,51
<i>Baccharis articulata</i>	0,24	0,12	1,15	2	160	0,72	40	3,64	19,20	0,06	0,39	1,47
<i>Leandra australis</i>	3,59	1,20	1,18	3	240	1,09	20	1,82	287,52	0,94	1,01	1,28
<i>Myrsine lorentziana</i>	0,47	0,23	1,79	2	160	0,72	20	1,82	37,36	0,12	0,42	0,89

Espécies arbóreas	CA	CM	AM	Ni	DA	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA	DoR (%)	IVC (%)	IVI (%)
<i>Miconia hiemalis</i>	0,72	0,72	1,75	1	80	0,36	20	1,82	57,60	0,19	0,28	0,79
<i>Psidium cattleianum</i>	0,20	0,20	2,61	1	80	0,36	20	1,82	16,28	0,05	0,21	0,74
<i>Baccharis ochracea</i>	0,20	0,20	1,20	1	80	0,36	20	1,82	16,00	0,05	0,21	0,74
<i>Baccharis tridentata</i>	0,14	0,14	1,40	1	80	0,36	20	1,82	11,20	0,04	0,20	0,74
<i>Vernonia nudiflora</i>	0,09	0,09	1,70	1	80	0,36	20	1,82	7,20	0,02	0,19	0,73
<i>Erythroxylum argentinum</i>	0,08	0,08	1,05	1	80	0,36	20	1,82	6,05	0,02	0,19	0,73
<i>Baccharis trimera</i>	0,06	0,06	1,10	1	80	0,36	20	1,82	4,80	0,02	0,19	0,73
Totais	382,82	0,80	1,81	276,00	22.080	100,00	1.100	100,00	30.625,99	100,00	100,00	100,00

Com relação a frequência absoluta (FA) das espécies amostradas, *Dodonaea viscosa*, *Myrsine coriacea* e *Baccharis dracunculifolia*, ocorreram em todas as parcelas amostradas. Enquanto que *Myrsine umbellata* e *Lithraea brasiliensis* ocorreram em 80% das parcelas.

Das espécies amostradas na área de rejeitos a média dos *Pinus elliotti* é a que apresentou maior porte, com cerca de 4 metros, em seguida aparecem *Dodonaea viscosa* (2,7 m), *Psidium cattleianum* e *Schinus terebinthifolius* (2,6 m), *Mimosa bimucromata* (2,4 m) e *Baccharis dracunculifolia* (2,0 m), de acordo com o apresentado na Figura 43.

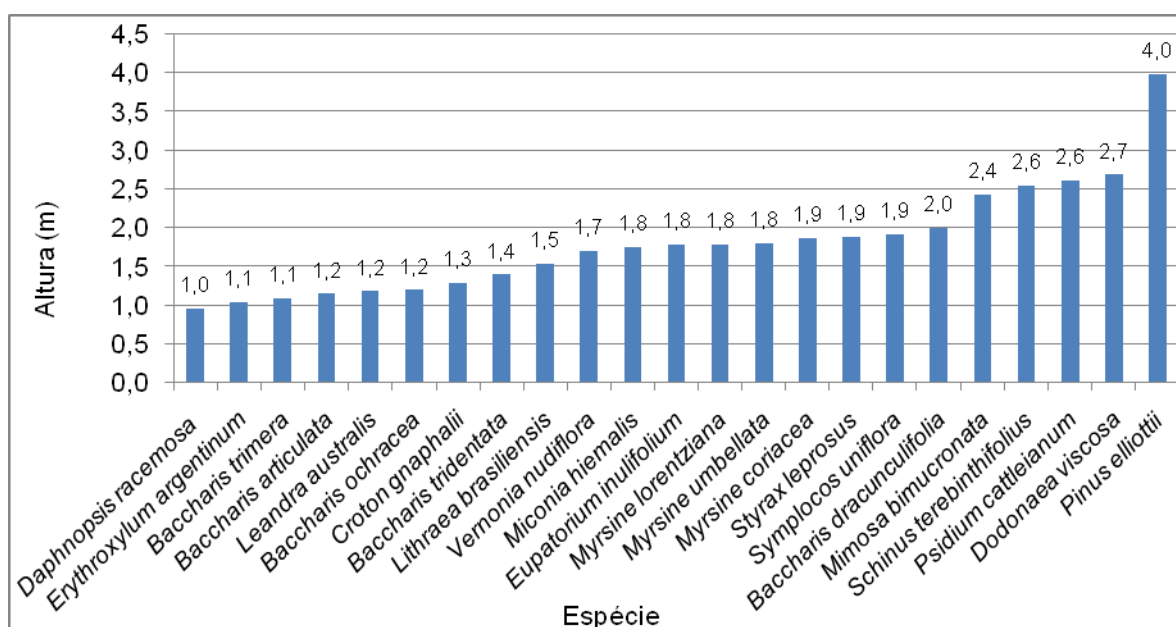


Figura 43 – Altura média das espécies coletas da área de rejeitos

Com relação a abrangência da copa, as seguintes espécies apresentaram maior cobertura (CM) média em m² (Figura 44): *Pinus elliotti* (5,4), *Dodonaea viscosa* (3,3), *Mimosa bimucromata* (2,0), *Leandra australis* (1,2) e *Styrox leprosus* (0,9).

A cobertura absoluta (CA) total das espécies coletas na área de rejeitos, somou 382,82 m² em uma área total amostrada de 125 m². Sendo as que apresentaram maior somatório foram: *Dodonaea viscosa* (225,45 m²), *Myrsine coriacea* (36,56 m²), *Myrsine umbellata* (27,15 m²) e *Pinus elliottii* (26,77 m²).

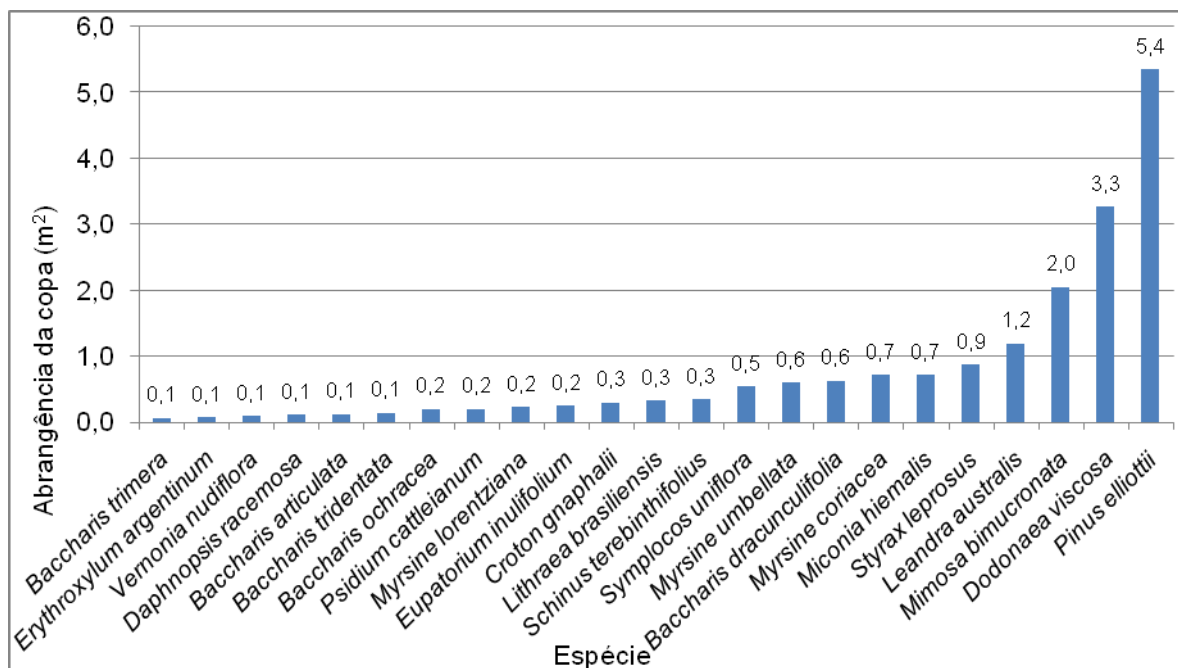


Figura 44 – Cobertura média das espécies amostradas na área de rejeitos

Na área de rejeitos foram identificados 276 indivíduos com porte acima de 1 metro, sendo que as espécies que mais apresentaram indivíduos foram (Figura 45): *Dodonaea viscosa* (69), *Myrsine coriacea* (51), *Myrsine umbellata* (45) e *Baccharis dracunculifolia* (35). Estas 4 espécies representam cerca de 72,5% do total de indivíduos amostrados das 23 espécies encontradas nesta área.

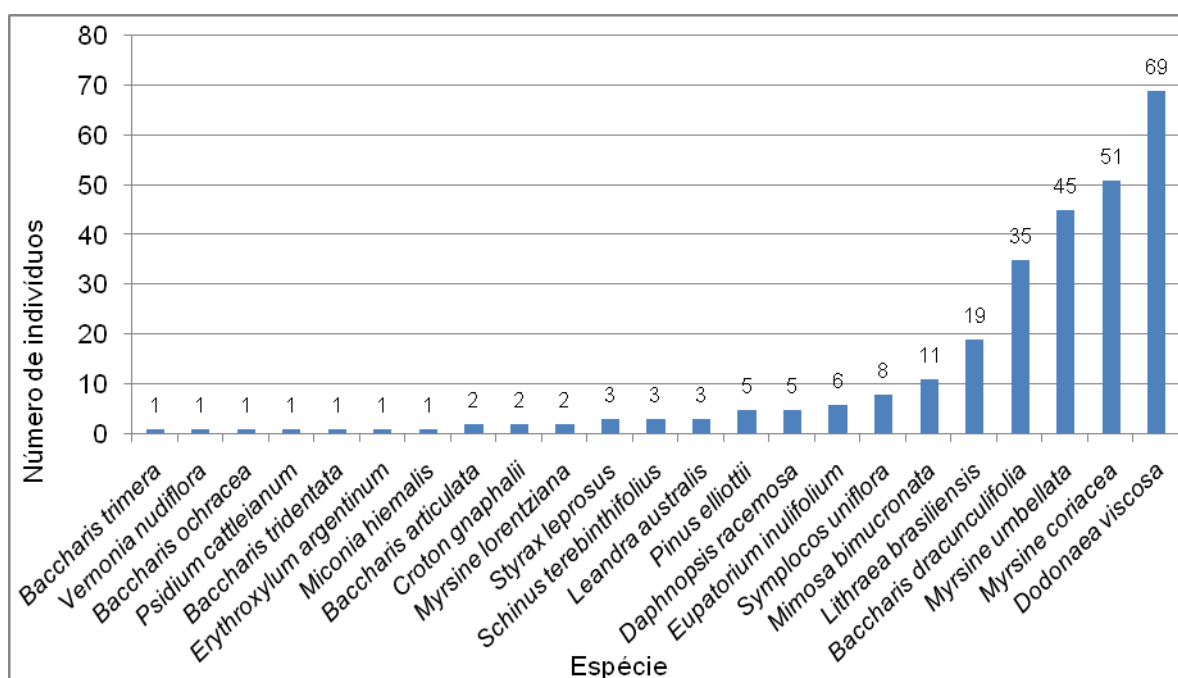


Figura 45 – Espécies com o maior número de indivíduos amostrados

As 6 espécies arbustivas com maior dominância absoluta (DA) perfazem uma cobertura de 28.822 m²/ha, considerando a abrangência da copa, sendo que o total das espécies apresentou 30.625,99 m²/ha, ou seja, o total da cobertura das copas das espécies recobrem mais de 3 hectares.

Considerando-se a dominância relativa, as seguintes espécies se destacaram: *Dodonaea viscosa* (58,89%), *Myrsine coriacea* (9,55%), *Myrsine umbellata* (7,09%), *Pinus elliottii* (6,99%) *Mimosa bimucronata* (5,88%) e *Baccharis dracunculifolia* (5,71%).

O índice de valor de importância (IVI) de cada espécie amostrada é apresentado na Tabela 16 e na Figura 46. *Dodonaea viscosa* (31,0%), *Myrsine coriacea* (12,4%), *Myrsine umbellata* (10,2%), *Baccharis dracunculifolia* (9,2%), *Lithraea brasiliensis* (5,3%), *Pinus elliottii* (4,8%), *Mimosa bimucronata* (4,5%), *Symplocos uniflora* (3,2%), *Eupatorium inulifolium* (2,7%) e *Daphnopsis racemosa* (2,5%), foram as 10 espécies que apresentaram maiores IVIs. As 5 primeiras espécies representam um total de 68% do IVI das 23 espécies amostradas, denotando alta aptidão destas para as condições do local.

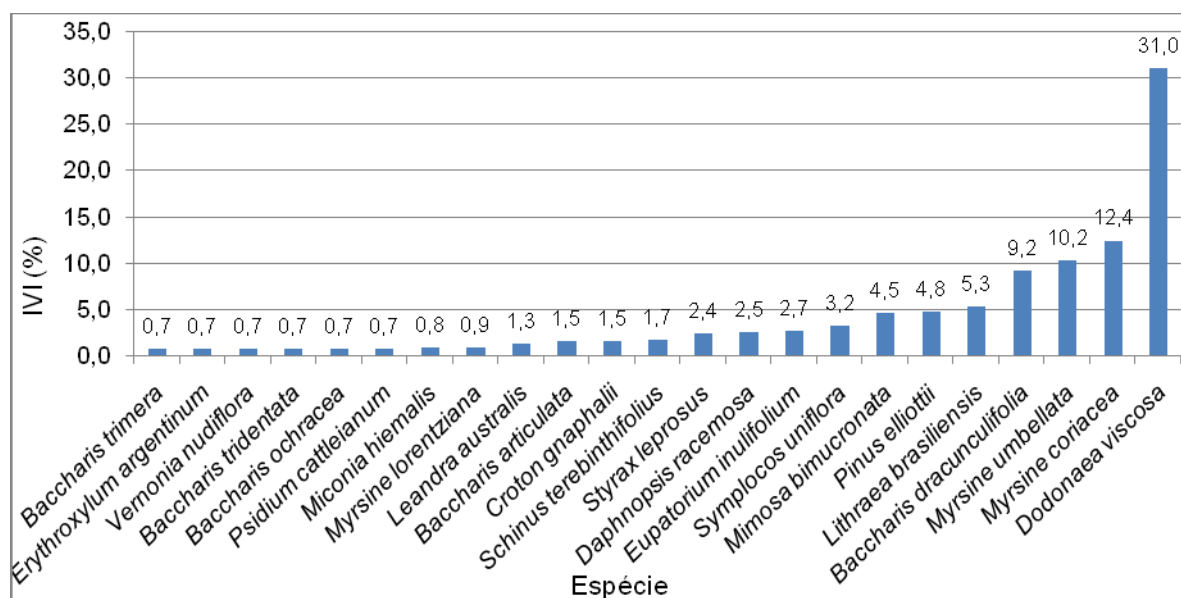


Figura 46 – Classificação das espécies por Índice de Valor de Importância (IVI) – Área de Rejeitos (Arbustivas)

Quanto ao índice de valor de cobertura (IVC), apresentados na Tabela 16 e Figura 47, *Dodonaea viscosa* (41,9%), *Myrsine coriacea* (14,0%), *Myrsine umbellata* (11,7%), *Baccharis dracunculifolia* (9,2%), *Mimosa bimucronata* (4,9%), *Pinus elliottii* (4,4%), *Lithraea brasiliensis* (4,2%), *Symplocos uniflora* (2,0%), *Eupatorium inulifolium* (1,3%) e *Leandra australis* (1,0%), foram as espécies que obtiveram os maiores valores. As 5 primeiras espécies representam cerca de 82% do IVI das 23 espécies amostradas.

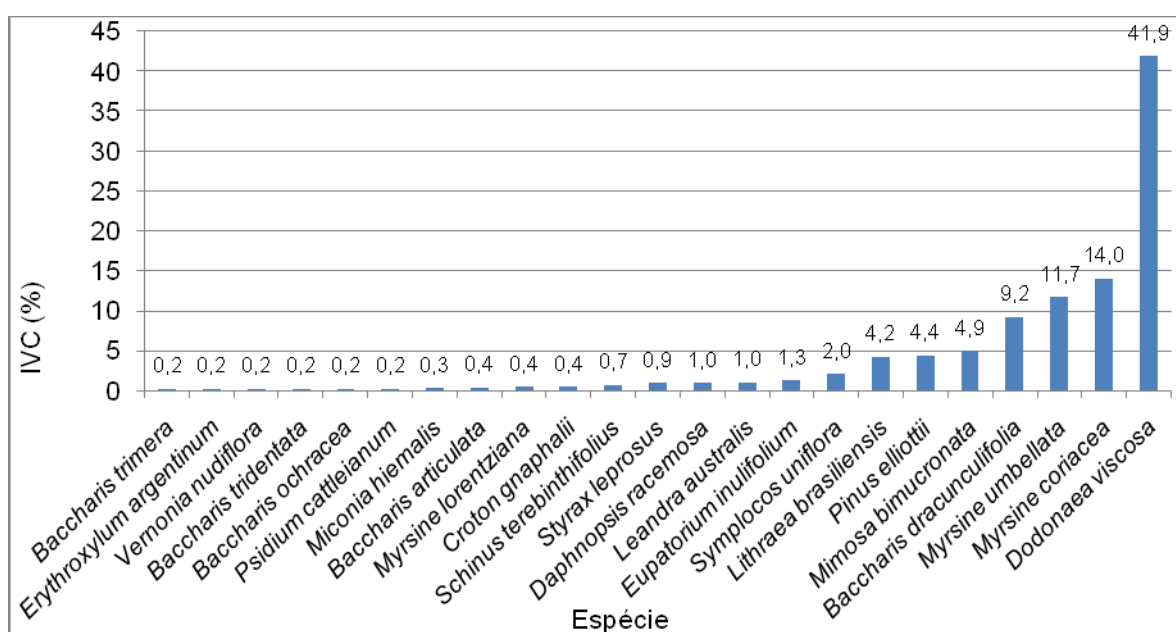


Figura 47 - Classificação das espécies por Índice de Valor de Cobertura (IVC) – Área de Rejeitos (Arbustivas)

As 4 primeiras espécies ranqueadas em termos de IVI estão na mesma colocação quanto ao IVC, *Lithraea brasiliensis* que é a quinta colocada no IVI classifica-se na sétima colocação no IVC, visto que neste último cálculo não é considerado a frequência de aparecimento nas amostras. Já *Mimosa bimucronata* que é a quinta colocada em IVC aparece na sétima colocação em IVI, pois aparece com menor frequência nas amostras, contudo apresenta relevância em termo de densidade e dominância.

Com base nos tipos biológicos e fisionomia da vegetação na área de rejeitos e de acordo com os dados obtidos neste local, pode-se classificar esta área como em estágio de arvoretas, segundo Klein (apud REIS, 2005). Este estágio também é conhecido por capoeira, se caracterizando pela substituição dos vassourais por arvoretas, principalmente do gênero *Myrsine* que se instalam de maneira muito

agressiva. Estas espécies se caracterizam por serem árvores de pequeno porte e em geral de copas esparsas, permitindo um sombreamento desuniforme, destacando-se a capacidade do gênero *Myrsine* em atrair pássaros (REIS, 1995).

4.2 Análise do Solo

Nas mesmas áreas onde foram realizados os levantamentos de vegetação, investigou-se as características de solo do ponto de vista agronômico.

As amostras foram analisadas segundo a textura do solo e as concentrações de macro e micronutrientes, no Laboratório de Análises de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS (laudo em anexo).

4.2.1 Atributo Físico - Textura

A Tabela 17 e a Figura 48 apresentam os resultados das análises granulométricas. Nota-se que os locais amostrados no interior da cava (área minerada), apresentam menor proporção de argila que nas áreas de rejeitos e ambas abaixo do valor do solo natural.

Tabela 17 - Resultados da análise granulométrica

Granulometria (%)			
Amostra	Argila	Silte	Areia (Fina e Grossa)
Minerada Úmida	22	23	55
Minerada Seca	8	19	73
Rejeitos 01	32	18	50
Rejeitos 02	42	22	36
Terreno Natural	66	15	19

As frações texturais encontradas nas amostras revelam o esperado, ou seja:

- Área minerada úmida: neste local, onde a água se acumula em depressões suaves do terreno na forma de diminutos banhados, acumula também importante quantidade de argila e silte somando 45% da faixa textural, o que propicia também a retenção de matéria orgânica e nutrientes minerais;

- b) Área minerada seca: local com predomínio da fração grosseira de areia nos locais dentro da cava, onde a rocha está exposta recoberta por uma camada rala de material desagregado, continuamente lavada pelas águas pluviais mas sem que se acumulem. A percentagem de argila está abaixo dos níveis que possibilitem dar adesão às partículas do solo, superior a 12% (PINTO, 2002);
- c) As áreas de rejeitos apresentaram maiores teores de argila e silte, do que o encontrado na área minerada, mas entre si, apresentam valores distintos, tendo a Área de Rejeitos 01 níveis menores de material fino em relação a Área de Rejeitos 02, tendo esta última uma distribuição de argila, silte e areia mais equivalente ao do Terreno Natural;
- d) A característica argilosa dos solos é correlacionada à capacidade de troca catiônica dos solos. A literatura classifica como solos arenoso (pobres) aqueles com menos de 10% a 15% de argila, e como solos argilosos aqueles que possuem mais de 35% de argila. Por esta classificação o solo retirado da Área de Rejeitos 02, com 42% de argila pode ser considerada argiloso, mas o da Área de Rejeitos 01 está próximo do limite, contendo 32% de argila.

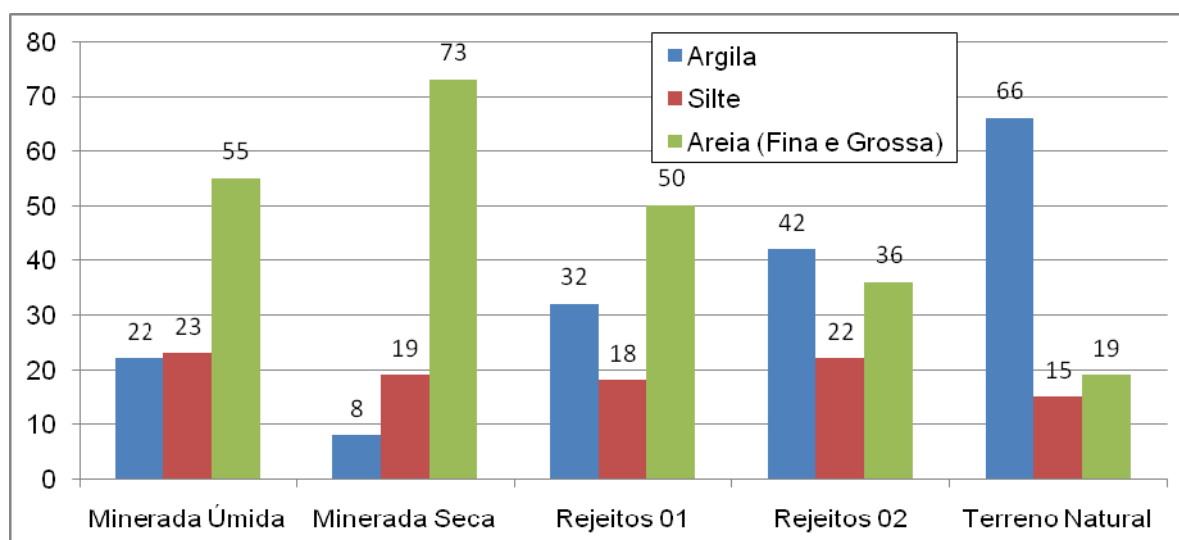


Figura 48 - Resultados das análises granulométricas

Em resumo, a classificação textural das amostras, baseando em Gonçalves (1988), é: arenosa para as áreas mineradas, úmida e seca, média para a área de

rejeitos 01, argilosa para a área de rejeitos 02 e muito argilosa para a amostra do terreno natural.

A área minerada seca apresenta mais de $\frac{3}{4}$ composta por fração de areia. Isto se deve ao fato da área estar posicionada sobre a rocha exposta do substrato minerado apresentando declividade e assim, sofrendo o carreamento dos materiais mais finos, pela águas pluviais e vento. A área representa 95% da área minerada.

A área minerada úmida, apesar de encontrar-se também no substrato minerado, constitui micro-relevo de depressão ou forma modelado côncavo, onde o material fino e água são acumulados. Esta condição implica no maior percentual de argila, 22% contra 8% medido na área seca, com incremento também na fração silte, o que potencializa o estabelecimento de vegetação típica de locais úmidos e o incremento da matéria orgânica (Tabela 17).

Os locais de deposição de rejeitos amostrados apresentam condições topográficas muito similares, tratando-se de bota-fora em ponta de aterro, estando a área 02 a montante da área 01. Apresentaram também semelhanças nas condições de umidade e presença de vegetação. Deve ser ressaltado que o material de solo coletado está contido ou preenchendo o espaço entre os fragmentos de rochas gerados pela escavação e trabalhos de acabamento dos blocos de rocha lavrados.

A similaridade nas condições macro das áreas de rejeitos não se reflete nas amostras coletadas. Ambas apresentam valores altos de argila, mas na área de rejeitos 01 a fração de argila e silte são inferiores ao encontrado na área 02. Entende-se que as diferenças observadas nas texturas de areia, silte e argila (Tabela 17) devem estar condicionadas à origem dos rejeitos ali depositados e nas condições naturais.

A amostra de solo no terreno natural apontou elevado teor de argila, cerca de $\frac{2}{3}$ do total, enquanto que as frações de areia e silte apresentaram valores similares, 19% e 15% respectivamente. Estes resultados refletem as características da classe dos Argissolos, anteriormente denominado Podzólico, já que a região está assentada sobre a classe Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com origem da decomposição de rochas graníticas.

4.2.2 Atributos Químicos

Os resultados das análises químicas dos 5 locais amostrados estão apresentados na Tabela 18. A interpretação dos resultados será com base em Malavolta (1992), para os macronutrientes (P, K, Ca, Mg e S) e pH, e com base na publicação “Interpretação de Análise de Solos” do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2002), para os micronutrientes (Zn, Cu, B e Mn), quanto à matéria orgânica utilizou-se como referência Lobato (apud CORRÊA 2009). As referidas fontes estabeleceram faixas de valores dos parâmetros químicos tendo em vista o desenvolvimento e produção de cultivos agrícolas. Portanto, estas classes servem de parâmetro para análise dos locais em estudo, avaliando as condições de germinação, crescimento e desenvolvimento das plantas.

Os atributos químicos estão correlacionados à fração de argila a qual influencia várias propriedades físicas e físico-químicas do solo, como nutrientes e capacidade de troca iônica do solo.

Tabela 18 - Resultados da análise química, extraídos dos laudos de análise de solo (Laboratório de Solos da UFRGS, 2011)

Parâmetros	Áreas Estudadas				
	Minerada Úmida	Minerada Seca	Rejeitos 01	Rejeitos 02	Terreno Natural
ARGILA (%)	22	8	32	42	>60
pH (H ₂ O)	5,2	5,3	4,7	4,4	4,5
P (mg/dm ³)	1,2	3,6	1,6	1,1	0,8
K (mg/dm ³)	39	47	66	43	58
M.O. (%)	0,8	0,3	1,6	1,5	1,7
Al (cmolc/dm ³)	0,3	0,2	1,2	2,5	3,1
Ca (cmolc/dm ³)	1,4	1,2	1,6	0,6	1,0
Mg (cmolc/dm ³)	0,9	0,8	0,9	0,6	0,8
CTC (cmolc/dm ³)	5,72	3,85	9,62	20,7	21,3
S (mg/dm ³)	8,9	16	18	28	26
Zn (mg/dm ³)	3,0	1,5	2,2	1,0	0,6
Cu (mg/dm ³)	1,0	0,5	0,6	0,4	0,2
B (mg/dm ³)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,6
Mn (mg/dm ³)	125	20	33	18	9

A seguir serão discutidos os resultados das análises de solo realizados pelo Laboratório de Solos da UFRGS (Tabela 18):

pH e CTC

A determinação do pH em solo a partir do resultado medido na água misturada ao solo na proporção de 1:1, indica sua acidez. Todas as amostras apresentaram valores de pH classificados como baixo a muito baixo para o desenvolvimento culturas vegetais. Nas áreas mineradas, úmida e seca, os valores de pH foram 5,2 e 5,3, respectivamente, considerados “baixos”, porém mais elevados que nos locais de rejeitos 01 e 02, e do terreno natural, os quais apresentaram valores de 4,7, 4,4 e 4,5, respectivamente, classificados como “muito baixos” ao desenvolvimento de culturas vegetais. Os valores menores de pH possivelmente estão associados à maior presença de matéria orgânica (MO).

A capacidade de troca catiônica (CTC) apresentou valores de baixa troca (Tb), correlacionados diretamente com a quantidade de matéria orgânica e argila. Todavia, a CTC das áreas de rejeitos está bastante próxima do valor encontrado no solo natural, o que pode indicar condição adequada ao desenvolvimento da cobertura vegetal nativa do local.

Fósforo (P)

A avaliação do teor de P deve ser feita conjuntamente com o conteúdo de argila segundo Malavolta (1992), visto que o teor de argila está diretamente relacionado com o potencial de retenção do P e, conseqüentemente, a disponibilidade às plantas. Todas as amostras apresentaram teor “limitante” em P para o desenvolvimento de culturas vegetais.

Potássio (K)

O resultado de K da amostra de solo confere à área minerada úmida o teor “muito baixo” para as plantas, enquanto para a área minerada seca, área de rejeitos 1 e no terreno natural, os resultados das amostras apontaram teor “baixo”. Já o local de rejeitos 2 apresenta o teor “médio” para o desenvolvimento de culturas vegetais.

Matéria Orgânica (M.O.)

A classificação do teor de matéria orgânica das amostras coletadas foi realizada com base em Lobato (apud CORRÊA, 2009), que leva em consideração, também, a textura do solo. As 5 amostras apontaram um teor de “baixo” índice de matéria orgânica, sendo considerado inadequado para o desenvolvimento de culturas vegetais.

Cálcio (Ca)

Nos 5 locais amostrados os resultados do Ca ficaram abaixo de 2,0 cmolc/dm³, que definiu as áreas como de teor “limitante” ao desenvolvimento da vegetação.

Magnésio (Mg)

O índice de magnésio dos resultados das amostras conferiu aos 5 locais o teor “médio” para o desenvolvimento da vegetação, portanto, adequado às plantas.

Enxofre (S)

Nas 5 áreas pesquisadas o resultado do nutriente S apontou um “alto” teor. Segundo Malavolta a partir de 5,0 mg/dm³ considera-se “alto”, nos locais analisados a área minerada úmida e seca apontou 8,9 e 16 mg/dm³, respectivamente. Na área de rejeitos 01 e 02, os valores respectivos foram 18 e 28 mg/dm³, e na amostra do terreno natural o resultado foi de 26 mg/dm³. Portanto, conclui-se que os teores de S estão bem acima do limite considerado extremo, no entanto as áreas de rejeitos apresentam conteúdos de S próximos do encontrado no solo natural.

Zinco (Zn)

O resultado da área minerada, úmida e seca, e da área de rejeitos 01, apontou teor “alto” para o desenvolvimento das plantas. Já a área de rejeitos 02 e o terreno natural, apresentaram teor “médio”, portanto, esta faixa apresenta as melhores condições para a vegetação. O valor de Zn nas áreas de rejeitos está um pouco acima do valor encontrado no solo natural.

Cobre (Cu)

A área minerada úmida apresentou teor “alto” para este elemento químico. A área minerada seca e as áreas de rejeitos 01 e 02, apresentou teor “médio”, mais condizente com as necessidades das plantas. Já a amostra obtida no terreno natural, apresentou classificação “baixo” para o desenvolvimento da vegetação. O conteúdo de Cu nas áreas de rejeitos está um pouco acima do valor encontrado no solo natural.

Boro (B)

O elemento B na área minerada, seca e úmida, e na área de rejeitos 01, apresentou-se com teor “baixo”. Já na área de rejeitos 02 e no terreno natural, a amostra apontou teor “médio” para o desenvolvimento da vegetação. As áreas de rejeitos apresentam valor de B pouco abaixo do valor encontrado no solo natural.

Manganês (Mn)

Os valores extremos de Mn nas amostras podem ser provenientes da decomposição de minerais secundários contendo manganês, de ocorrência comum como alteração de rochas graníticas e preenchendo falhas deste tipo de maciço rochoso. Os valores maiores nas áreas de rejeitos e cava em relação ao do solo natural corrobora esta possibilidade.

4.3 Análise Integrada

Estima-se que a regeneração do solo e da vegetação, tanto da área minerada quanto a de rejeitos, vem ocorrendo por cerca de 10 anos. Nesse período não houve qualquer intervenção antrópica no sentido de uma recuperação ambiental mais acelerada.

O processo de formação desses passivos ambientais foram os seguintes:

- Área minerada: inicialmente foi realizada a retirada da vegetação, depois ocorreu à descobertura da rocha com a retirada dos horizontes de solo. Quando do término da extração, quer seja em função de impedimentos técnicos ou pela inviabilidade econômica, a área foi

abandonada. A paisagem atual apresenta uma constituição topográfica irregular dominada pela cava da pedreira. Nas bancadas mal definidas os corpos de rocha estão expostos ou recobertos por material inconsolidado de espessura reduzida. Nos pontos topograficamente mais baixos formaram-se áreas de acúmulo de umidade;

- Área de rejeitos: formada por material de solo e rocha proveniente da etapa de descobertura, este material foi depositado em uma local em declive, localizado na parte oeste da jazida, na forma de ponta de aterro.

Tanto na área da cava como na área de aterro ocorreu a regeneração natural da vegetação, contudo, ficam evidentes as diferenças de porte e de constituição biológica entre as duas áreas. Mesmo estando em locais muito próximos e igualmente distantes de um banco de sementes, considerando que o tempo de abandono para toda área é semelhante.

Área Minerada

Na área minerada úmida foram encontradas as seguintes espécies, segundo seu hábito vegetativo: 29 ervas, 6 subarbustos, 1 arbusto, 2 árvores e 1 trepadeira. Evidenciou-se um percentual considerável de solo exposto nas parcelas amostradas, cerca de 19%. Considerando-se as 15 espécies melhores classificadas em termos de IVI, somente *Pluchea sagittalis*, *Baccharis spicata* e *Pluchea laxiflora*, são subarbustos, as demais são ervas.

Quanto à área minerada seca, o hábito vegetativo das espécies revelou o seguinte: 21 ervas, 7 subarbustos, 3 árvores e 2 arbustos. O percentual de solo exposto foi de 51,4%, revelando uma vegetação rala na área. Das 15 espécies com os maiores IVIs, verifica-se que *Dodonaea viscosa* é uma árvores, *Baccharis dracunculifolia* e *Sebastiania hispida* são arbustos, e *Agalinis communis*, *Baccharis trimera*, *Pterocaulon lorentzii* e *Steinchisma decipiens* são subarbustos, as demais são ervas.

Tais elementos permitem classificar a área minerada (úmida e seca) como estando no estágio pioneiro, segundo Klein (apud Reis, 2005), ou seja, a primeira etapa de regeneração. Entretanto, a área já apresenta cerca de 10 anos de

regeneração natural, permitindo afirmar que a mesma encontra-se estagnada do ponto de vista da evolução, ou em uma recuperação muito lenta.

Considerando-se os dados da análise do solo da área minerada, verifica-se que o mesmo é muito raso e apresenta baixos índices de argila e matéria orgânica, frente às condições de solo original. Todavia, os índices dos macro e micronutrientes químicos revelados na amostra de solo, não estão muito distantes dos parâmetros do solo natural da região.

Devido a estas características físicas do solo, a Capacidade de Troca Catiônica (CTC) apresenta baixos valores (T_b) na área minerada, fazendo com que os macro e micronutrientes não tenham mobilidade não sendo assim absorvidos pelas plantas (PRADO, 2008). Ou seja, as características físicas e químicas do solo vêm impedindo que a vegetação se desenvolva de forma mais pronunciada, resultando em um estado de estagnação da sucessão natural. Além do mais, a falta de matéria orgânica e materiais finos (argila do tipo esmectitas), fazem com que a umidade seja perdida rapidamente, não estando disponível à vegetação quando de um período de estiagem (Corrêa, 2009).

Também, em função da retirada de todo o solo para a extração da rocha, junto foram eliminados sementes, caules, frutos, que dariam origem a brotação de novos indivíduos.

Embora tenham sido encontradas espécies características do segundo estágio da regeneração, denominado estágio arbustivo, como *Baccharis* spp., *Pterocaulon* spp. e *Dodonea viscosa*, estima-se que o local permanecerá no estágio pioneiro por muitos anos. Pois, a mudança das características físicas do solo, que ocorrerá pelo intemperismo, ocorrerá no transcorrer de um grande período de tempo (PRIMACK & RODRIGUES, 2002).

Há uma diferença da fisionomia da vegetação entre as áreas úmida e seca, tendo sido comprovada pelos dados coletados. A área úmida apresenta uma cobertura de solo exposto de 19,3%, ou seja, a cobertura da vegetação é mais densa. Tendo sido amostradas espécies mais adaptadas a tais condições. Já na área minerada seca, verifica-se que o solo exposto representa cerca de 52% das parcelas.

Tal diferença pode estar relacionada com as características físico-químicas do solo, visto que na área úmida há um percentual maior de argila e matéria orgânica em relação à área seca. Isto explica-se pelo fato da área úmida constituir um micro-relevo de depressão ou forma modelado côncavo, onde o material fino e água são acumulados. Enquanto que na área minerada seca apresenta rocha exposta ou material desagregado sob o substrato rochoso com declividade, sofrendo assim o carreamento dos materiais mais finos, pela águas pluviais e vento.

A condição de solo um pouco mais profundo e com um maior percentual de argila e matéria orgânica, implica em melhores condições para o desenvolvimento da vegetação. Entretanto, mesmo assim o local amostrado apresenta-se em estágio de regeneração pioneiro.

Área de Rejeitos

Na área de rejeitos observa-se a presença de estratos vegetativos distintos, quais sejam: estrato herbáceo e estrato superior arbustivo. No levantamento das parcelas foi considerada a vegetação até 1 metro como pertencente ao estrato herbáceo, tendo sido realizadas 10 amostras de 1m². Quanto o estrato superior, definiu-se a vegetação acima de 1 metro de altura, tendo sido amostradas 5 parcelas de 5m², totalizando 25m².

Quanto ao hábito, no estrato herbáceo, foram encontradas as seguintes espécies: 37 ervas, 12 árvores, 5 subarbustos, 2 arvoretas, 2 trepadeiras e 1 arbusto. O solo exposto representou cerca de 11% da área amostrada. Das 12 espécies com maiores valores de IVIs, *Myrsine umbellata* é uma espécie de árvore, *Myrsine coriacea* é uma arvoreta, *Baccharis trimera* e *Vernonia nudiflora* são subarbustos, e *Calea pinnatifida* uma espécie de trepadeira, as demais são ervas, como *Brachiaria decumbens*, *Desmodium adscendens*, *Andropogon bicornis*, *Centella asiatica*, *Axonopus compressus* e *Hypericum caprifoliatum*. *Brachiaria decumbens* apresentou alta frequência de ocorrência e grande cobertura nas parcelas amostradas, resultando em alto IVI, dominando o estrato herbáceo.

No estrato superior foram encontradas 11 espécies de árvores, 6 subarbustos, 4 arvoretas e 1 arbusto. *Dodonaea viscosa*, *Myrsine coriacea*, *Myrsine umbellata*, *Baccharis dracunculifolia*, *Lithraea brasiliensis*, *Pinus elliottii*, *Mimosa*

bimucronata, *Symplocos uniflora*, *Eupatorium inulifolium* e *Daphnopsis racemosa*, foram as 10 espécies que apresentaram maiores IVIs. As 5 primeiras espécies representam um total de 68% do IVI das 23 espécies amostradas.

Os dados obtidos permitem definir que o estrato herbáceo encontra-se no estágio arbustivo e o estrato superior em estágio de arvoretas, utilizando-se a classificação de Klein (apud REIS, 2005).

Estima-se que a área de rejeitos encontra-se em um período de recuperação de 10 anos, sem a intervenção antrópica. Nesse período, a área passou pelo estágio pioneiro, com grande presença das famílias Cyperaceae e Poaceae, e estágio arbustivo, com predomínio das famílias Asteraceae e Sapindaceae, e no momento o estrato superior está apresentando características do estágio de arvoretas, devido à presença das famílias Primulaceae, Anarcadinaceae e Myrtaceae.

Assim como na área minerada, a área de rejeitos apresenta os índices de macro e micronutrientes próximos às condições normais da região. No entanto, os índices de percentuais de argila e matéria orgânica estão abaixo do padrão natural, mas superiores aos da área minerada. A Capacidade de Troca Catiônica (CTC) apresenta maiores valores, mais próximos aos padrões da região.

Os dados amostrados apresentaram diferenças do número de espécies, porte da vegetação e diversidade de espécies entre a área de rejeitos 01 e 02, sendo que a segunda apresenta fisionomia e dados mais representativos. Isto se deve em função dos aspectos de solo, pois a área de rejeitos 01 apresentou percentuais de matéria orgânica e argila mais baixos que a área de rejeitos 02, dificultando a absorção dos macro e micronutrientes pelas plantas. Também, há uma perda mais rápida da umidade do solo da área 01, devido ao alto percolamento da água em função da característica mais arenosa.

A explicação provável para as condições de regeneração encontrada nas áreas de rejeitos, é que estes foram formadas por materiais distintos, mas compreenderam um mistura dos horizontes de solo com rocha alterada e fragmento de rocha dura, sendo que na área 02 deve ter havido a deposição de maior quantidade de solos férteis (horizonte superior) e de material vegetativo mais rico.

4.4 Propostas para Recuperação do Local

4.4.1 Considerações Gerais

A tendência é que as áreas de passivo estudadas permaneçam “abandonadas” no futuro próximo, visto que a mineradora concessionária do título minerário não manifesta intenção de recomençar a exploração de imediato, conforme informação do proprietário do solo, Sr. Nilton Pinto da Silva. Ainda, segundo o proprietário do solo, não demonstra interesse em realizar um plano de recuperação da área. Entretanto, permanece mantendo a concessão do uso do subsolo no Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM), e, portanto, a possibilidade de exploração futura do local.

Desta forma o proprietário do solo não pode usufruir de suas terras para outros fins, nem receber compensações financeiras em decorrência da exploração de rochas. Portanto, além dos impactos aos meios físico e biótico, a manutenção do estado atual da área compreende em impacto ao meio socioeconômico.

4.4.2 Elaboração de Programa de Recuperação de Área Degradada

Uma vez cessando a operação de determinada jazida, a mineradora deverá empreender ações no sentido de sua recuperação. Segundo o Decreto nº 97.632, de 10.04.1989, Artigo 3º - *A recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente. Portanto, o minerador tem a obrigação de implantar o plano de recuperação de área degradada pela atividade de mineração aprovado pelo órgão ambiental competente, que contempla o uso futuro da área de influência da mina, após o fechamento da mesma.*

A Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul disponibiliza em seu site (<http://www.fepam.rs.gov.br>) termo de referência (TR) para a elaboração de Programa de Recuperação de Área Degradada (formulário em anexo).

Todos os itens do PRAD devem ser elaborados de acordo com o solicitado no TR e por profissionais habilitados, sendo que antes de sua implantação efetiva o mesmo deverá ser submetido à FEPAM para avaliação e aprovação. O presente trabalho apresenta conteúdo técnico que pode ser utilizado na elaboração de um PRAD.

4.4.3 Medidas Gerais de Recuperação

De acordo com os resultados do presente estudo, verificou-se que a regeneração natural vem ocorrendo em ambas às áreas de passivo. Todavia, a recuperação ocorre de forma diferente, sendo mais acelerada na área de rejeitos e mais demorada na área minerada.

A área minerada apresenta duas fisionomias distintas, uma mais úmida e outra mais seca. Verifica-se que na área úmida a vegetação é mais exuberante, enquanto que na área seca é mais rala. Já a diferença do solo entre a área de rejeitos e a área minerada é mais evidente, conforme os resultados da fitossociologia.

Tais diferenças na regeneração da vegetação nas diferentes áreas de passivo podem ser em decorrência dos fatores físicos e químicos do solo já discutidos.

Com base nesta constatação podem-se propor medidas simples e baratas para a aceleração da regeneração da área minerada, utilizando-se para tal, a observação do que vem ocorrendo no local.

Em sequência são listadas algumas ações que podem ajudar e acelerar a recuperação da área como um todo, considerando o solo, vegetais e animais. Tais técnicas são descritas por Reis *et al.* (2009d) e são amplamente utilizadas em recuperação de áreas degradadas.

4.4.3.1 Retenção de Solo

A área minerada seca constitui um local no interior da cava em cota mais alta, sem acumulo de água, onde a rocha aflora e está recoberta por uma camada rala de material particulado e vegetação herbácea esparsa. Visto a condição topográfica e de cobertura do solo, as partículas finas estão sendo carreadas para as partes mais baixas da área, por ação do vento e, principalmente, da águas das chuvas, dificultando o acumulo de partículas e da criação de um solo mais profundo.

Este problema deve ser corrigido de forma prioritária, para que haja a formação de solo, ocorra à presença de vegetação mais pronunciada, que a fauna utilize o local e promova a dispersão de sementes, e que ao longo do tempo a natureza encontre condições para a sucessão da vegetação.

Preconiza-se a implantação de barreiras físicas alinhadas em nível, construídas a partir de rochas de pequenas graduações ou de material lenhoso disponível no local. Essas barreiras proporcionam a diminuição da velocidade da água das chuvas que escorrem pelo terreno, fazendo que partículas finas possam ir se acumulando e com o passar do tempo formando camadas de solo, e assim apresentar maiores condições de desenvolvimento da vegetação.

4.4.3.2 Transposição de Solo Vegetal

Junto ao local de passivo existe uma área com vegetação arbórea secundária avançada. Nessa área pode ser realizar a coleta da parte da camada e solo, que contenham sementes de espécies das mais variadas formas de vida (herbáceas, arbustivas, arbóreas, lianas) e de diferentes estádios sucessionais.

Assim que as primeiras espécies brotem do banco de semente, já começam a evitar a erosão e a perda de nutrientes do solo, além de transformarem o ambiente dando condições de outras espécies. Esta técnica é simples e barata, e tem a vantagem de recompor o solo degradado com sementes, propágulos e grande diversidade de organismos capazes de dar um novo ritmo sucessional ao ambiente.

Esta técnica pode deve ser agregada ao processo de barreiras de retenção, descrito anteriormente, ou nos locais de depósito de rejeitos.

4.4.3.3 Semeadura

Sugere-se que sejam semeadas espécies nativas e que apresentem condições de impulsionar o início do processo de restauração, e que apresentem as seguintes características: crescimento rápido para a cobertura do solo e interrupção do processo erosivo; desenvolvimento de sistemas radiculares profundos que promovem a percolação de água e de nutrientes e a aeração do solo; contribuição para o acúmulo de matéria orgânica e nutrientes no solo.

Podem ser utilizadas espécies exóticas, mas que apresentem baixos níveis de alelopatia, pois, após contribuírem para a cobertura, descompactação do solo e acúmulo de matéria orgânica, cedem espaço, após a sua morte, a novas espécies, dando continuidade à sucessão ecológica.

4.4.3.4 Poleiros Artificiais

Recomenda-se a implantação de poleiros artificiais para descanso e abrigo de aves e morcegos dispersores de sementes. A técnica resulta em núcleos de diversidade ao redor dos poleiros que, com o tempo, irradia-se por toda a área degradada. Sob os poleiros deve-se colocar camada de alguma palhada capaz de manter a umidade do solo e alguma matéria orgânica que venha a nutrir as plântulas emergidas ao redor dos poleiros.

O poleiro seco imita galhos secos de árvores para que as aves os utilizem principalmente como locais de observação para o forrageamento, principalmente de insetos. Pode ser feito de varas de bambu (nas quais são deixadas as ramificações laterais superiores) enterradas perpendicularmente ao solo.

4.4.3.5 Transposição de Galharias

As leiras de galharia no campo constituem, além de incorporação de matéria orgânica no solo e potencial de rebrotação e germinação, abrigos e microclima adequados para diversos animais, como roedores, cobras e avifauna, pois são locais para ninhos e alimentação.

Qualquer fonte de matéria orgânica disponível na região deve ser utilizada, principalmente aquelas com nutrientes imobilizados. Esta técnica também é barata e fácil de executar.

4.4.3.6 Plantio de Mudas em Ilhas de Alta Diversidade

Esta técnica apresenta maiores custos, visto a necessidade de adquirir mudas, insumos para adubação e tratos culturais. Sugere-se a formação de pequenos núcleos onde são colocadas plantas de distintas formas de vida (ervas, arbustos, lianas e árvores), geralmente com precocidade para florir e frutificar de forma a atrair predadores, polinizadores, dispersores e decompositores para os núcleos formados. Isso gera, rapidamente, condições de adaptação e reprodução de outros organismos, como as plantas nucleadoras registradas nos trabalhos que embasaram a teoria desta proposta de restauração.

5. CONCLUSÕES DO ESTUDO

Com base na discussão dos resultados é possível concluir que:

- a) A composição florística do local apontou 276 espécies (263 nativas e 13 são exóticas), pertencentes a 76 famílias, considerando-se: árvores, arbustos, arvoretas, ervas, epífitas, geófitas, subarbustos e trepadeiras. As famílias mais representativas quanto ao número de espécies foram: Asteraceae (20,7%), Poaceae (10,9%), Rubiaceae (5,1%), Cyperaceae (5,1%), Myrtaceae (4,7%), Fabaceae (4,3%), e demais (49,3%). Os gêneros com mais espécies foram: *Bacharis* (14), *Eupatorium* (7), *Mikania* (5), *Pterocaulon* (4), todos da família das Asteraceae, também, *Cyperus* (4) da família Cyperaceae, *Desmodium* (4) da família Fabaceae, *Ficus* (4) da família Moraceae, *Paspalum* (5) da família Poaceae, e *Eugenia* (5) da Família Myrtaceae.
- b) Na área minerada úmida as espécies que apresentaram maior Índice de Valor de Importância (IVI) foram, área úmida: *Bulbostylis capillaris* (5,9%), *Axonopus affinis* (5,1%), *Desmodium adscendens* (4,4%), *Paspalum pumilum* (3,8%) e *Dichantelium sabulorum* (3,6%); enquanto que na área minerada seca as espécies com maiores IVI foram: *Aristida jubata* (6,7%), *Andropogon lateralis* (6,7%), *Pterocaulon angustifolium* (5,7%), *Baccharis dracunculifolia* (4,4%) e *Agalinis communis* (3,1%). Devido o grande predomínio de ervas a área minerada pode ser classificada como estágio pioneiro de regeneração.
- c) O estrado herbáceo da área de rejeitos apresentou os maiores IVI para: *Brachiaria decumbens* (14,2%), *Desmodium adscendens* (6,5%), *Baccharis trimera* (4,9%), *Andropogon bicornis* (3,3%), *Centella asiatica* (2,8%), *Axonopus compressus* (2,6%), *Myrsine umbellata* (2,6%), *Hypericum caprifoliatum* (2,5%), *Calea pinnatifida* (1,9), *Myrsine coriacea* (1,8%), *Vernonia nudiflora* (1,7%) e *Piptochaetium montevidense* (1,7%). Devido a predominância de ervas e arvoretas na área de rejeitos, atribuiu-se a este estrato o estágio arbustivo, ou de capoeirinha.

- d) No estrato superior da área de rejeitos as espécies que apresentam maiores resultados em IVI foram: *Dodonaea viscosa* (31,0%), *Myrsine coriacea* (12,4%), *Myrsine umbellata* (10,2%), *Baccharis dracunculifolia* (9,2%), *Lithraea brasiliensis* (5,3%), *Pinus elliottii* (4,8%), *Mimosa bimucronata* (4,5%), *Symplocos uniflora* (3,2%), *Eupatorium inulifolium* (2,7%) e *Daphnopsis racemosa* (2,5%). Já as espécies que apresentaram maiores IVC foram: *Dodonaea viscosa* (41,9%), *Myrsine coriacea* (14,0%), *Myrsine umbellata* (11,7%), *Baccharis dracunculifolia* (9,2%), *Mimosa bimucronata* (4,9%), *Pinus elliottii* (4,4%), *Lithraea brasiliensis* (4,2%), *Symplocos uniflora* (2,0%), *Eupatorium inulifolium* (1,3%) e *Leandra australis* (1,0%). Os dados obtidos permitem definir que o estrato superior encontra-se em estágio de arvoretas.
- e) Mesmo que em diferentes graus de sucessão vegetal a regeneração se promoveu pelas condições naturais do contexto local.
- f) As análises de solo na área minerada e de rejeitos revelaram diferenças quanto ao padrão natural do local, principalmente quanto a granulometria, pois o percentual de areia (fina e grossa) nas áreas de passivo são maiores. Quanto aos parâmetros químicos, os resultados são semelhantes entre as áreas de passivo e da área de controle, entretanto, os valores de matéria orgânica são mais baixos na área impactada.
- g) A área de rejeitos apresentou evolução mais pronunciada da vegetação, em relação a área minerada, possivelmente pelo fato da descobertura e deposição do material rejeitado ter incorporado horizontes superficiais (A e B), além de material vegetativo (semente, caules, frutos, etc.) que deram origem a brotação de novos indivíduos.
- h) A regeneração natural das áreas de passivo foi diferente em função das características físicas e químicas do solo.
- i) A área de rejeitos apresenta condição edáficas para as próximas sucessões de vegetação.

- j) O presente trabalho apresenta conteúdo técnico para ser utilizado na futura elaboração de um PRAD.
- k) Técnicas utilizadas com sucesso em locais degradados, como: retenção de solo, transposição de solo vegetal, semeadura, poleiros artificiais, transposição de galharias, plantio de mudas em ilhas de alta diversidade, podem ser implementadas no local para que haja uma aceleração da regeneração na área minerada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIROCHAS. **Mercados Potenciais para o Brasil no Setor de Rochas Ornamentais:** Oportunidades e Ameaças. São Paulo: Informe 05/2009. Disponível em: http://www.ivolution.com.br/news/upload_pdf/7069/Melhores_Mercados.pdf. Acesso em: 26 mar. 2009.

AGUIAR, OSNY TADEU DE. **Comparação entre os Métodos de Quadrantes e Parcelas na Caracterização da Composição Florística e Fitossociológica de um Trecho de Floresta Ombrófila Densa no Parque Estadual “Carlos Botelho” – São Miguel Arcanjo, São Paulo.** p. 3, Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ALMEIDA, JOSIMAR RIBEIRO DE; PEREIRA, JOÃO BATISTA DA SILVA. **Biogeografia e Geomorfologia.** In: **Geomorfologia e Meio Ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 198.

ALMEIDA, RAQUEL. O. PELÁEZ OCAMPO. **Revegetação de Áreas Mineradas: Estudo dos Procedimentos Aplicados em Minerações de Areia.** São Paulo: USP, 2002, p. 160.

ARAUJO, M. M. **Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária, Cachoeira do Sul, RS, Brasil.** 2002. 153 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

BALIEIRO, FABIANO DE CARVALHO. **Caracterização de Substratos para fins de Recuperação de Áreas Degradadas,** in: **A Visão da Ciência do Solo no Contexto do Diagnóstico, Manejo, Indicadores de monitoramento e Estratégias de Recuperação.** Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2008, p. 90.

BECK DE SOUZA ENGENHARIA. **EIA/RIMA da Linha 2 do Metrô de Porto Alegre.** Porto Alegre: TRENSURB, 1992.

BITAR, OMAR YAZBEK, *et al.* **O Meio Físico em Estudos de Impacto Ambiental.** São Paulo: IPT, nº 1823, 1990, p. 8.

BONATO, CARLOS MOACIR, *et al.* **Nutrição Mineral de Plantas**. Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, 1998.

BRASIL. **Presidência da República, Casa Civil E Subchefia para Assuntos Jurídicos**. Decreto Nº 97.632/89, de 10 de abril de 1989.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resoluções do CONAMA**: n. 33 de 1994. Brasília, DF, 1994.

BRASIL. **Presidência da República, Casa Civil E Subchefia para Assuntos Jurídicos**. Decreto Nº 9.985/00, de 18 de julho de 2000.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resoluções do CONAMA**: n. 01 de 1986. Brasília, DF, p. 636, Art. 1º. 2006.

BUGIN, Alexandre. Recuperação de Áreas Degradadas pela Movimentação de Solos. In: Seminário de Recuperação de Áreas - **Jornadas Mercosul: Memória, Ambiente e Patrimônio**. Unilasalle, Canoas, 2010 (meio digital).

CARPANEZZI, A.A.; COSTA, L.G.S.; KAGEYAMA, P.Y.; & CASTRO, C.F.A. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., Campos do Jordão, SP. **Espécies Pioneiras para Recuperação de Áreas Degradadas: Observação de Laboratórios Naturais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990a.

CARPANEZZI, A. A.; COSTA, L. G. S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. **Funções Múltiplas das Florestas: Conservação e Recuperação do Meio Ambiente**. Anais do VI Congresso Florestal Brasileiro, Campos do Jordão, SP. p.216-217, 1990b.

CASTELLANI, T.T. & STUBBLEBINE, W.H. **Sucessão Secundária Inicial em Mata Tropical Mesófila, após perturbação por fogo**. Revista Brasileira de Botânica 16(2): 181-203. 1993.

CHAMI, L. B. **Vegetação e Mecanismos de Regeneração Natural em Diferentes Ambientes da Floresta Ombrófila Mista na FLONA de São Francisco de Paula, RS**. p. 50 Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2009.

CORRÊA, R.S.; MELO FILHO, B.; BAPTISTA, G.M.M. **Avaliação Fitossociológica da Sucessão Autogênica em Áreas Mineradas do Distrito Federal**. Cerne. Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG, p. 406-415, out.-dez., 2007.

CORRÊA, RODRIGO STUDART. **Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração no Cerrado**. Brasília: Universa 2009. p 12, 15, 17, 31.

CULLEN JR, LARRY; VALLADARES-PÁDUA, CLÁUDIO; RUDRAM, RUDY. **Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006.

DALMOLIN, RICARDO DINIZ. **Matéria Orgânica e Características Físicas, Químicas, Mineralógicas e Espectrais de Latossolos de Diferentes Ambientes**. p. 6 Tese de Doutorado - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2002.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Sumário Mineral – 2009**. Brasília: DNPM, 2010.

DURIGAN, GISELDA, *et al.* **A Heterogeneidade Ambiental Definindo a Metodologia de Amostragem da Floresta Ciliar**. São Paulo: EDUSP, 2000, p. 163-164.

DURIGAN, GISELDA. **Métodos para Análise de Vegetação Arbórea**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 2006, p. 456-477.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A Visão da Ciência do Solo no Contexto do Diagnóstico, Manejo, Indicadores de monitoramento e Estratégias de Recuperação**. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2008, p. 3, 90.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Avaliação e Reabilitação de Áreas Degradadas**. Brasília: Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/unidade/index.php3?id=229&func=pesq>. Acesso 15 dez. 2009.

ERNANI, PAULO ROBERTO. **Química do Solo e Disponibilidade de Nutrientes**. Lages: Paulo Roberto Ernani, 2008.

ESPÍNDOLA, Mariana Bazzo de. **Coletânea de Artigos: O Papel da Chuva de Sementes na Restauração de Áreas Degradadas**. Florianópolis: Editora UFSC, 2009.

FELFILI, J. M.; NOGUEIRA, P. E.; SILVA, M. C. J; MARIMON, B.S.; DELITTI, W. B. C. **Composição Florística e Fitossociológica do Cerrado Sentido Restrito no Município de Água Boa – MT**. Acta bot. Bras., vol. 16 n.1, p.103+112, 2002.

FELFILI, J. M. **Conceitos e Métodos em Fitossociologia**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. 68p.

FERREIRA, C. J; *et al.* **Indicadores e Quantificação da Degradação Ambiental em Áreas Mineradas**. Revista Brasileira de Geociências, vol. 38, nº 1. São Paulo, março 2008.

FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E.; BROCHADO, A.L. & GUALA II, G.F.. **Caminhamento – Um Método Exedito para Levantamentos Florísticos Qualitativos**. In: Cadernos de Geociências, IBGE, 1994.

FRASCÁ, MARIA HELOISA BARROS DE OLIVEIRA. **Caracterização Tecnológica de Rochas Ornamentais e de Revestimento: Estudo Por Meio de Ensaio e Análises e das Patologias Associadas ao Uso**. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2005.

FZB – FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RIO GRANDE DO SUL. **Mapa Simplificado da Vegetação do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <[http://www.fzb.rs.gov.br/novidades/images/10 vegetação unidades 150.pdf](http://www.fzb.rs.gov.br/novidades/images/10_vegetação_unidades_150.pdf)>. Acesso em 06 nov. 2008.

GALINDO-GONZÁLEZ, JORGE; GUEVARA, SERGIO & SOSA, VINICIO J. **Bat – and Bird – Generated Seed Rains at Isolated Trees in Pastures in a Tropical Rainforest**. Conservation Biology, 2000, vol. 14, n. 6.

GAMA, J.R.V., BOTELHO, S.A., BENTES-GAMA, M.M. **Composição Florística e Estrutura da Regeneração Natural de Floresta Secundária de Várzea Baixa no Estuário Amazônico**. Rev. Árvore, 2002, set./out., vol 26, n. 5, p. 559-566.

GAMA, J.R.V., BOTELHO, S.A., BENTES-GAMA, M.M. & SCOLFORO, J.R.S. **Estrutura e Potencial Futuro de Utilização da Regeneração Natural de Floresta de Várzea Alta no Município de Afuá, Estado do Pará.** Ciência Florestal, Santa Maria, 2003, V. 13, N. 2.

GANDOLFI, S *et al.* **Estudo Florístico e Caráter Sucessional das Espécies Arbustivo Arbóreas de uma Floresta Mesófila Semidecidual no município de Guarulhos, SP.** Revista Brasileira de Biologia. São Paulo, 1995.

GONÇALVES, JOSE EDUARDO. **Interpretação de Levantamento de Solo para Fins Silviculturais.** ESALQ-USP: 1988.

GROSS, JÚLIO MORETTI. **Mármore e Granitos: Potencialidades da Metade Sul do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: GEOLINKS, 1998.

GUERRA, ANTÔNIO JOSÉ TEIXEIRA; CUNHA, SANDRA BAPTISTA. **Degradação Ambiental. In: Geomorfologia e Meio Ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 375.

GUINLE, MARIA CECÍLIA TUCCIMEI. **Sucessão Secundária da Vegetação Ciliar da Micro-Bacia do Rio Verde, Mun. de Rio Negrinho, SC.** Florianópolis: P. 14. 2009.

HACK, C; LONGHI, S. J.; BOLIGON, A. A; MURARI, A. B.; PAULESKI, D.T. **Análise Fitossociológica de um Fragmento de Floresta Estacional Decidual do Município de Jaguari, RS.** Ciência Rural, v.35, n.5, p. 1083-1091, 2005.

HOSOKAWA, R.T. & SOUZA, A.L. **Amostragem para fins de manejo.** Curso de Manejo Florestal. Brasília - DF, 1987, v. 5, 25p.

ICMM, CONSELHO INTERNACIONAL DE MINERAÇÃO E METAIS. **Planejamento para o Fechamento Integrado de Minas: Kit de Ferramentas.** Brasília: IBRAM, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais **Climatológicas da Estação Porto Alegre:** período 1960 – 1990. Brasília: INMET, 1992.

KAGEYAMA, P.; & GANDARA, F.B. **Biodiversidade e Restauração da Floresta Tropical. Recuperação de Áreas Ciliares.** In: **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação.** São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2. Ed, 2001.

KAUTZMANN, RUBENS MÜLLER (Coord.). **Caracterização da Proposta do Mestrado em Avaliação de Impacto Ambientais em Mineração,** Unilasalle, 2008.

LIMA, H. M.; FLORES, J. C. do C.; & COSTA, F. L. **Plano De Recuperação De Áreas Degradadas Versus Plano de Fechamento de Mina: Um Estudo Comparativo.** Revista Escola de Minas, vol. 59, no.4. Ouro Preto, Oct./Dec. 2006.

LONGHI, S. J. *et al.* **Aspectos Fitossociológicos de Fragmentos de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 59-74, 2000.

LOTT, CAMILLA P.M.; BESSA, GUSTAVO D.; VILELA, OTONIEL. **Reabilitação de Áreas e Fechamento de Minas.** Revista Brasil Mineral - Edição Especial Mineração e Meio Ambiente, n. 228, p. 26, jun. 2004.

MALAVOLTA, EURIPEDES. **ABC da Análise dos Solos e Folhas.** São Paulo: Editora Agronômica CERES, 1992.

MATTA, PAULO MAGNO. **Indústrias de Rochas Ornamentais: Rejeitos X Produção Limpa.** Salvador: DNPM, 2003.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO SECRETARIA DE APOIO RURAL E COOPERATIVISMO - MAPA. Cartilha. MAPA, Brasília, 2002.

MOREIRA, P. R. **Manejo do Solo e Recomposição da Vegetação com Vistas a Recuperação de Áreas Degradadas pela Extração de Bauxita,** Poços de Caldas, MG. Rio Claro: UNESP, 2004. 139p. Tese Doutorado

MORENO, JOSÉ ALBERTO. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: SAA, p. 7. 1961.

PALMIERI, FRANCESCO & LARACH, JORGE OLMOS ITURRI. **Pedologia e Geomorfologia.** In: **Geomorfologia e Meio Ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 81, 86.

PORTO, CLAUDIO GERHEIM. **Intemperismo em Regiões Tropicais**. In: **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 66.

PRADO, HÉLIO DO. **Pedologia Fácil**: Aplicações na Agricultura. São Paulo: ESALQ/USP, 2008.

PRIMACK, RICHARD B.; RODRIGUES, EFRAIM. **Biologia da Conservação**. Universidade de Londrina, Londrina/PR, 2002.

RADAMBRASIL. **Mapa de Geológico**: Rio de Janeiro: IBGE, Folhas SH-22-ZA e YB Escala 1:250.000, 2003a.

RADAMBRASIL. **Mapa de Geomorfológico**: Rio de Janeiro: IBGE, Folhas SH-22-ZA e YB Escala 1:250.000, 2003b.

RADAMBRASIL. **Mapa Pedológico**: Rio de Janeiro: IBGE, Folhas SH-22-ZA e YB Escala 1:250.000, 2003c.

RADAMBRASIL. **Mapa de Vegetação**: Rio de Janeiro: IBGE, Folhas SH-22-ZA e YB, Escala 1:250.000, 2003d.

REIS, ADEMIR. **Manejo e Conservação das Florestas Catarinenses**. Florianópolis: UFSC, 1993. Trabalho apresentado para o concurso público de professor titular no Centro de Ciências Biológicas.

REIS, ADEMIR. **A Vegetação Original do Estado de Santa Catarina**. In: REIS, A.; REIS, M.S.; QUEIROZ, M.H.; MANTOVANI, A.; ANJOS, A. Caracterização de Estádios Sucessionais na Vegetação Catarinense. (curso). Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, 1995.

REIS, A.; BECHARA, F.C.; ESPINDOLA, M.B.; VIEIRA, N.K.; SOUZA, L.L. 2003. **Restauração de Áreas Degradadas: a Nucleação como Base para Incrementar os Processos Sucessionais**. Natureza & Conservação. Curitiba, abril, 2003.

REIS, ADEMIR *et al.* **Amostragem, Caracterização de Estádios Sucessionais na Vegetação Catarinense e Manejo do Palmiteiro (*euterpe edulis*) em Regime de Rendimento Sustentável**. Florianópolis: Editora UFSC, 2005.

REIS, ADEMIR. **Coletânea de Artigos: Conceitos de Recuperação e Restauração.** In: **Textos e Artigos sobre Recuperação de Áreas Degradadas.** Florianópolis: Editora UFSC, 2009a.

REIS, ADEMIR. **Coletânea de Artigos: Valoração das Espécies para Processos de Restauração.** In: **Textos e Artigos sobre Recuperação de Áreas Degradadas.** Florianópolis: Editora UFSC, 2009b.

REIS, ADEMIR *et al.* **Cartilha: A Recuperação Ambiental de Áreas Ciliares: O Lago da Hidrelétrica de Itá.** Florianópolis: Editora UFSC, 2009a.

REIS, ADEMIR *et al.* **Coletânea de Artigos: Técnicas para a Restauração Através da Nucleação.** Florianópolis: Editora UFSC, 2009b.

RICKLEFS, R. E. **A economia da Natureza: um livro-texto em ecologia.** Básica. Ed. Guanabara. Rio de Janeiro: p.470. 1996.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Restauração de Florestas Tropicais: Subsídios para uma Definição Metodológica e Indicadores de Avaliação e Monitoramento.** In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. **Recuperação de Áreas Degradadas.** Editora da UFV, 1998. p.203-215.

RODRIGUES, GRACIELA *et al.* Dinâmica da Regeneração do Subsolo de Áreas Degradadas dentro do Bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande: Vol.11 , no.1, de Jan./Feb.2007.

SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO - SGE. **Carta Planialtimétrica.** DSG, Folhas Caxias do Sul, Cidreira, Gravataí e Porto Alegre, Escala 1:250.000, 1995.

SETUBAL, ROBBERTSON BERNAL. **Vegetação Campestre Subtropical de um Morro Granítico no Sul do Brasil, Morro São Pedro, Porto Alegre, RS.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SILVA FILHO, ADEMAR VIRGOLINO DA & MÔNICA ISHIKAWA VIRGOLINO DA SILVA. **Importância das Substâncias Húmicas para a Agricultura: in Anais v.2**

do II Simpósio Nacional sobre as Culturas do Inhame e do Taro. João Pessoa/PB: EMEPA, 2002, v. II.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS. Quem somos; in: www.sobrade.com.br; Acessado em agosto, 2011.

STRECK, EDEMAR VALDIR *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002. P. 7, 61,62.

TEIXEIRA, W. G.; SILVA JR, J. P. S. **Recuperação de Áreas Urbanas Degradadas**. Anais do II Congresso Brasileiro de Arborização Urbana. São Luís - Ma. p.155-162, 1994.

VALCARCEL, RICARDO. **Medidas Físico-Biológicas de Recuperação de Áreas Degradadas: Avaliação das Modificações Edáficas e Fitossociológicas**. Rio de Janeiro: 1998, vol. 5 p. 68-88.

VIANA, V.M. **Biologia e Manejo de Fragmentos Florestais**. In: **CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO**, 6. Campos do Jordão, 1990. Anais. Curitiba: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade de Engenheiros Florestais, 1990.

VIEIRA, NEIDE KOEHNTOPP. **Coletânea de Artigos: O Papel do Banco de Sementes na, in: Textos e Artigos sobre Recuperação de Áreas Degradadas**. Florianópolis: Editora UFSC, 2009.

7. ANEXOS:

Anexo 01 – Situação cadastral da concessão junto ao DNPM

Dados do Processo

Page 1 of 2



Dados básicos do processo							
Número do processo:	<input type="text" value="805.043/1973"/>						
Tipo de requerimento:	Requerimento de Autorização de Pesquisa						
Fase atual:	Concessão de Lavra						
Ativo:	Sim						
Superintendência:	Superintendência / RS						
UF:	RS						
Unidade protocolizadora:	Unid. Protocolizadora Desc 99						
Data Protocolo:	14/03/1973 00:00:00						
Data Prioridade:	14/03/1973 00:00:00						
Pessoas relacionadas:	Tipo de Relação	CPF/CNPJ	Nome	Responsabilidade/Representação	Prazo de Arrendamento	Data de Início	Data Final
	Titular\Requerente	01.945.067/0001-61	Mineração Serra Geral Ltda Epp			17/12/1997	
	Titular\Requerente	42.471.763/0001-60	Mineração Serra Geral Ltda			14/03/1973	17/12/1997
Títulos:	Número	Descrição	Tipo do Título	Situação do Título	Data de publicação	Data Vencimento	
	1672	CLAV CONCESSÃO DE LAVRA	Portaria de Lavra	Concedido (anterior à carga)	24/11/1981		
	1382	ALVR ALVARÁ DE PESQUISA	Alvará de Pesquisa	Concedido (anterior à carga)	03/11/1975		
Substâncias:	Nome	Tipo de uso	Data de início	Data final	Motivo de encerramento		
	GRANITO	Não informado	14/03/1973				
Municípios:	Nome						
	VIAMÃO /RS						
Condição de propriedade do solo:	Não há informação sobre a propriedade do solo.						
Processos associados:	Nenhum processo associado.						
Documentos que compõem o processo:	Nenhuma informação sobre documentos apresentados para esse processo.						
	Descrição	Data					
	470 - CONC LAV/EXIGÊNCIA PUBLICADA	06/07/2011					
	490 - CONC LAV/INSTAURADO PROC ADM CAD/INUL PUBLICADO	06/07/2011					
	436 - CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	08/04/2011					
	436 - CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	21/03/2011					
	436 - CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	10/11/2010					
	436 - CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	14/10/2010					
	436 - CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	25/01/2010					
	772 - LICEN/NOTIFICAÇÃO RECOLHIMENTO CFEM PUBL	09/05/2005					
	694 - PAGAMENTO VISTORIA FISCALIZAÇÃO EFETUADO	07/04/2005					
	456 - CONC LAV/ONERAÇÃO DIREITOS LAVRA AVERBADA	10/09/2002					
	455 - CONC LAV/ONERAÇÃO DIREITOS LAVRA APROVADA	05/09/2002					
	418 - CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO	16/03/1998					

Eventos:	452 - CONC LAV/TRANSF DIREITOS -CESSÃO TOTAL EFETIVADA	11/02/1998
	451 - CONC LAV/TRANSF DIREITOS -CESSÃO TOTAL APROVADA	17/12/1997
	465 - CONC LAV/TRANSF DIREITOS -CESSÃO TOTAL PROTOCOL	06/08/1997
	418 - CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO	15/03/1990
	517 - CONC LAV/RELATORIO ART 43 CONSTITUI PROT	30/11/1989
	473 - CONC LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI	27/12/1988
	470 - CONC LAV/EXIGÊNCIA PUBLICADA	31/10/1988
	418 - CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO	14/03/1988
	418 - CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO	12/03/1987
	418 - CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO	27/01/1986
	418 - CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO	15/03/1985
	418 - CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO	01/03/1984
	418 - CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO	15/03/1983
	462 - CONC LAV/ARQUIVAMENTO AUTO INFRAÇÃO PUBLICADO	04/02/1983
	459 - CONC LAV/AUTO INFRAÇÃO MULTA PUBLICADA	30/04/1982
	403 - CONC LAV/IMISSÃO DE POSSE REQUERIDA	29/12/1981
	400 - CONC LAV/PORTARIA CONCESSÃO DE LAVRA PUBLICADA	24/11/1981
	350 - REQ LAV/REQUERIMENTO LAVRA PROTOCOLIZADO	27/05/1980
	299 - AUT PESQ/REL PESQ APROV ART 30A CM PUBL	29/05/1979
	255 - AUT PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI	16/03/1979
	250 - AUT PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA	07/02/1979
	290 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ FINAL APRESENTADO	17/01/1979
	201 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA PUBLICADO	03/11/1975
	138 - REQ PESQ/CONVITE PAGAM TAXA ALVARÁ PUBLI	26/09/1974
	100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO	14/03/1973

IMPORTANTE: este serviço possui caráter meramente informativo e, portanto, não dispensa o uso dos instrumentos oficiais pertinentes para produção de efeitos legais. As informações são disponibilizadas no momento e na forma em que são inseridas na base de dados pelos servidores e colaboradores do DNPM.

Anexo 02 – Modelos de Planilhas de Levantamento da Vegetação

Planilha para levantamento florístico

Lista das famílias e espécies presentes na região de estudo, onde: AR = árvore , AB = arbusto , AT = arvoreta , ER = erva , EP = epífita , GE = geófito , SU = subarbusto , TR = trepadeira , NA = nativa e EX = exótica

[illegible]

Planilha para levantamento de vegetação herbácea

Parcela/Tamanho:		
Data/Hora:		

Local:	
Exposição:	
Declive:	

Solo Descoberto (%):	
Biomassa Morta (%):	
Altura de Vegetação:	

[illegible]

Planilha para levantamento de vegetação arbustiva

Parcela/Tamanho:		
Data/Hora:		
Local:		
Altura de Vegetação:		

[illegible]

Anexo 03 – Resultados das Análises de Solo



FACULDADE DE AGRONOMIA – DEPTO. SOLOS
LABORATÓRIO DE ANÁLISES

40 anos
Servindo à Agricultura

Lauda de Análise de Solo

NOME: arilson vagner volken
MUNICÍPIO: Viamão
ESTADO: RS

DATA DO RECEBIMENTO: 15/03/2011
DATA DA EXPEDIÇÃO:
LOCALIDADE: Pedreira

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H ₂ O	Índice SMP	P mg/dm ³	K mg/dm ³	M.O. %	Al _{troc.} cmol _c /dm ³	Ca _{troc.} cmol _c /dm ³	Mg _{troc.} cmol _c /dm ³
1	1183/21	22	5.2	6.3	1.2	39	0.8	0.3	1.4	0.9
2	1183/22	8	5.3	6.8	3.6	47	0.3	0.2	1.2	0.8
3	1183/23	32	4.7	5.6	1.6	66	1.6	1.2	1.6	0.9
4	1183/24	42	4.4	4.7	1.1	43	1.5	2.5	0.6	0.6
5	1183/25	>60	4.5	4.7	0.8	58	1.7	3.1	1.0	0.8

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⁻¹; S-SO₄ extraído com CaHPO₄ 500 mg L⁻¹ de P; Zn e Cu extraídos com HCl 0,1 mol L⁻¹; B extraído com água quente.

NUM	Al+H cmol _c /dm ³	CTC cmol _c /dm ³	%SAT da CTC		RELAÇÕES		
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
1	3.1	5.72	42	10.2	1.6	14	9
2	1.7	3.85	55	8.5	1.5	10	7
3	6.9	9.62	28	30.5	1.8	9	5
4	19.4	20.7	6	65.1	1	5	5
5	19.4	21.3	9	61.2	1.3	7	5

CTC a pH 7,0. Necessidade de cálcio 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/dm ³	Zn mg/dm ³	Cu mg/dm ³	B mg/dm ³	Mn mg/dm ³	Fe g/dm ³	Na mg/dm ³	OUTRAS DETERMINAÇÕES
1	8.9	3.0	1.0	0.2	125	.	.	.
2	16	1.5	0.5	0.2	20	.	.	.
3	18	2.2	0.6	0.2	33	.	.	.
4	28	1.0	0.4	0.3	18	.	.	.
5	26	0.6	0.2	0.6	9	.	.	.

Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação

NUM	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA
1	01-g 1
2	02-g 2
3	03-g 3
4	04-g 4
5	05-g 5

Clesio Gianello

Engº Agrº CREA 8º Reg **25.642**
Chefe do Laboratório de Análises

Laboratório de Análises de Solo - Av. Bento Gonçalves, 7712 - Porto Alegre - RS - CEP 91540-000
Fones/Fax: (0xx51)3308-6023 - 3308-7457 - 3308-7459 - Email: labsofos@bol.com.br

LAUDO DE ANÁLISE

NOME: Arilson Vagner Volken

LOC.: Pedreira

MUN.: Viamão

EST.: RS

Data de entrada: 15/03/11

Data de expedição: 23/03/11

MATERIAL: Solo


Nº DE REG.: 083/21 a 25

Amostra	Argila	Areia Grossa	Areia fina	Silte
	----- % -----			
01- g1	22	41	14	23
02- g2	8	59	14	19
03- g3	32	39	11	18
04- g4	42	28	8	22
05- g5	66	15	4	15

OBS.: Resultados expressos no material seco a 45°C.

Eng. Agr. Clesio Gianello
CREA 8a. Reg. 25.642
Responsável pelo Laboratório de Análises

Anexo 04 – Termo de Referência FEPAM

 <p style="font-size: small;">Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Lubo Roessler - RS</p>	TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA - PRAD	DMIN
--	---	-------------

INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO: As instruções necessárias para o preenchimento da folha de rosto deste formulário encontram-se **na próxima página**, acompanhadas das definições julgadas importantes para a compreensão das informações solicitadas. Os campos marcados com asterisco (*) são de preenchimento obrigatório.

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

NOME / RAZÃO SOCIAL *:		
End.: rua/av *:	n° *:	
Bairro *:	CEP *:	Município *:
Telefone *: ()	FAX *: ()	e-mail:
CNPJ (CGC/MF n.º) *:	CGC/TE n.º *:	
CPF/CIC n.º *:		
End. P/ correspondência: rua / av *:	n° *:	
Bairro *:	CEP *:	Município *:
Contato - Nome *:	Cargo *:	
Telefone p/ contato *: ()	FAX: ()	e-mail:
Em caso de alteração da razão social de documento solicitado anteriormente (licença, declaração, etc.), informar a antiga razão social. Razão social anterior:		

2. IDENTIFICAÇÃO DA ATIVIDADE/ EMPREENDIMENTO

Atividade *:	Nome Fantasia:
Endereço, caso se trate de empreendimento localizado em zona rural	
Localidade: (Linha, Picada, etc.):	
Distrito	Município:
Coordenadas geográficas * (Lat/Long) no Sistema Geodésico, SAD-69	
Lat. (°)	Long (+)
Responsável pela leitura no GPS	
Nome: _____	Profissão: _____
Telefone: () _____	

3. MOTIVO DO ENCAMINHAMENTO À FEPAM(*)

SITUAÇÃO *:

Tipo de documento a ser solicitado: <input type="checkbox"/> LO – Licença de Operação	<input type="checkbox"/> primeira solicitação deste tipo de documento <input type="checkbox"/> renovação ou alteração do(a) : _____ n° _____ / _____ (informar tipo do documento) processo FEPAM n° _____ / _____
--	---

O documento licenciatório solicitado será emitido certificado por assinatura digital, processo eletrônico baseado em sistema criptográfico assimétrico, assinado eletronicamente por chave privada, garantida a integridade de seu conteúdo e estará à disposição no site www.fepam.rs.gov.br.

Obs: Antes de passar às instruções leia atentamente as seguintes definições:

DEFINIÇÕES IMPORTANTES:

Empreendedor: o responsável legal pelo empreendimento/atividade.

Empreendimento: a atividade desenvolvida em uma determinada área física.

Licença: documento que autoriza, pelo prazo constante no mesmo, a viabilidade, a instalação ou o funcionamento de um empreendimento/atividade e determina os condicionantes ambientais.

Prévia (LP): a licença que deve ser solicitada na fase de planejamento da implantação, alteração ou ampliação do empreendimento.

De Instalação (LI): a licença que deve ser solicitada na fase anterior à execução das obras referentes ao empreendimento/atividade; nesta fase são analisados os projetos e somente após a emissão deste documento poderão ser iniciadas as obras do empreendimento/atividade.

De Operação (LO): a licença que deve ser solicitada quando do término das obras referentes ao empreendimento/atividade; somente após a emissão deste documento o empreendimento/atividade poderá iniciar seu funcionamento.

Declaração: documento que relata a situação de um empreendimento/atividade, não sendo autorizatório.

Autorização: documento precário que autoriza por um prazo não superior a 1 (um) ano uma determinada atividade bem definida.

INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO:

CAMPO 1- IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

NOME/RAZÃO SOCIAL: identificar a pessoa físico ou jurídica responsável pela atividade para a qual está sendo solicitado o documento na FEPAM, conforme consta no contrato social da pessoa jurídica ou, no caso de pessoa física, conforme consta no documento de identidade.

No caso de endereço fora da área urbana, onde não há serviço de correio, deverá ser informado o endereço para entrega de documentação, na sede do município (exemplos: EMATER, Prefeitura Municipal, Sindicato Rural, etc.)

CAMPO 2 –IDENTIFICAÇÃO DA ATIVIDADE/EMPREENDIMENTO

ATIVIDADE: especificar para qual atividade está solicitando o documento na FEPAM (exemplos: Loteamento, Depósito de Produtos Químicos, etc.), informando o endereço, telefone, fax e as coordenadas geográficas da mesma.

As coordenadas Geográficas deverão ser obtidas com Receptor GPS, com as seguintes configurações:

Formato das coordenadas: Geográficas, em graus, com, no mínimo, 5 (cinco) casas após o ponto no sistema geodésico (Datum) SAD-69.

A leitura deverá ser obtida por profissional habilitado.

A medição deverá ser realizada e apresentada juntamente com a primeira solicitação de documento licenciatório junto à FEPAM e poderá ser dispensada tão logo o dado conste em documento emitido por esta instituição.

Exemplo de leitura:

Somente graus (hddd.ddddd°)

-	2	8	.	5	6	5	4	2	1	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

O ponto escolhido para a medição deverá obrigatoriamente estar dentro da área do empreendimento e, em casos de mineração, deverá ser medido na entrada da cava da mina, dentro da poligonal licenciada pelo DNPM.

CAMPO 3- MOTIVO DO ENCAMINHAMENTO

Identificar qual documento está sendo solicitado. No caso de renovação, indicar o número do documento anterior e o número do processo da FEPAM no qual consta o referido documento.

DIRETRIZES GERAIS

O Plano de Recuperação de Área Degradada - PRAD a ser apresentado constituir-se-á numa série de informações, levantamentos e/ou estudos, destinados a permitir a avaliação dos efeitos ambientais e a adequação das medidas a serem tomadas na recuperação de áreas em que houve extração mineral.

A elaboração do mesmo deverá ocorrer de forma ordenada e clara, procurando dar maior enfoque à(s) área(s) que sofrerá(ão) maior modificação ambiental, sempre delineado pela legislação ambiental vigente.

Este termo de referência não exclui a possibilidade de ser exigida alguma documentação nova para ser anexado ao plano, se assim for solicitado pelo técnico da FEPAM.

Conteúdo Básico

O conteúdo deverá abordar os seguintes aspectos e na ordem abaixo relacionadas:

1- Descrição Geral do Empreendimento:

1.1- Localização e vias de acesso, contendo descrição detalhada de como chegar à área e ilustração com mapa conforme o item 4.1;

2- Caracterização do Empreendimento:

2.1- Extensão da área impactada pela mineração e da área a ser recuperada;

2.2- Descrição das etapas do plano de recuperação, detalhando a terraplanagem, volume de material a ser movimentado, declividade e estabilidade dos taludes, drenagem;

- 2.3- Descrição da preparação de solo, implantação de vegetação nativa da região com informações qualitativa e quantitativa das espécies vegetais a serem introduzidas, bem como seu manejo, monitoramento localização e época de plantio;
- 2.4- Adequação paisagística da área e proposição para uso futuro, quando da conclusão da recuperação de área;
- 2.5- Descrição da mão-de-obra direta empregada em cada uma das fases do empreendimento;
- 2.6- Cronograma geral de execução do projeto de recuperação de área degradada por mineração.-

3- Diagnóstico Ambiental:

- 3.1- Descrição da situação atual da configuração topográfica, susceptibilidade das superfícies à erosão, pilhas ou leques de rejeitos, caracterização dos estéreis e dos solos, bem como suas relações com a geologia e geomorfologia local;
- 3.2- Caracterização dos ecossistemas existentes na área a ser licenciada, delimitando-os no mapa definido no item 4.2.
- 3.3- Identificação e caracterização dos mananciais hídricos próximos (dimensão e vazão) e respectiva bacia, visando a avaliação das condições qualitativas e quantitativas destes recursos (mapa conforme definido nos itens 4.1 a 4.3);
- 3.4- Identificação das áreas protegidas conforme legislação vigente e áreas de reserva legal de propriedades rurais;
- 3.5- Identificação das Áreas de Preservação Permanente (nascentes, banhados, lagos, recursos hídricos, topo de morro e outros) conforme legislação vigente;
 - 3.5.1- Laudo Técnico para determinação de área de preservação permanente, que deverá ser elaborado de acordo com a **DIRETRIZ TÉCNICA Nº 001/2010 – DIRTEC**, encontrada no site www.fepam.rs.gov.br em Licenciamento Ambiental – Normas Técnicas.

4 – Documentação Cartográfica

Cada mapa deverá conter grade de coordenadas geográficas ou UTM com identificação do datum, podendo o empreendedor, se quiser, fazer o uso de um detalhamento maior.

OBS: Todos documentos devem ser assinados pelo respectivo responsável técnico.

- 4.1- Mapa topográfico de situação do empreendimento na região em escala mínima 1:50.000 ou 1:10.000 para municípios da região metropolitana, contendo vias de acesso, recursos hídricos e o ecossistema local. No caso de uso de escala 1:50.000 deve ser apresentado detalhe em croqui com as vias de acesso, informando distâncias e referências para facilitar o acesso ao local;
- 4.2- Mapa topográfico em escala mínima 1:25.000 ou 1:10.000 para municípios da região metropolitana contendo a delimitação da área e os diversos tipos de ecossistema ou formação florestal, classificando-os de acordo com o IBGE - Levantamento de Recursos Naturais, v. 33, (1986);
- 4.3- Planta planialtimétrica de detalhe em escala mínima 1:2.000 com curvas de nível a cada metro com todos os elementos da superfície do terreno, contemplando as cavas de mineração, depósitos de rejeitos e/ou solo vegetal, áreas de servidão, corpos d'água, cercas, prédios, poços, formações vegetais e Áreas de Preservação Permanente. No caso de extração de areia em recurso hídrico deverá ser apresentada planta batimétrica em escala mínima 1:1.000;
- 4.4- Planta planialtimétrica de configuração final em escala mínima 1:2.000 contendo a vegetação a ser implantada, drenagem e demais itens pertinentes à recuperação da área com perfis representativos.

Anexos

Anotações de Responsabilidade Técnica de todos os profissionais em relação à execução do Plano de Recuperação de Área Degradada, cada qual com sua atividade técnica pertinente.