



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
Área de Concentração: Infra-estrutura e Meio Ambiente

Paulo César Licks

EFEITO DA COBERTURA VEGETAL NO PROCESSO
EROSIVO E NA REGENERAÇÃO NATURAL DA
VEGETAÇÃO EM ÁREA DE EMPRÉSTIMO DE SOLO

Passo Fundo
Mai, 2007

Paulo César Licks

EFEITO DA COBERTURA VEGETAL NO PROCESSO EROSIVO E NA REGENERAÇÃO
NATURAL DA VEGETAÇÃO EM ÁREA DE EMPRÉSTIMO DE SOLO

Paulo César Licks

**EFEITO DA COBERTURA VEGETAL NO PROCESSO EROSIVO E NA
REGENERAÇÃO NATURAL DA VEGETAÇÃO EM ÁREA DE EMPRÉSTIMO DE
SOLO**

Orientador: Professor Antônio Thomé, Doutor.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo na Área de concentração Infra-estrutura e Meio Ambiente

Passo Fundo

2007

Paulo César Licks

**“Efeito da Cobertura Vegetal no Processo Erosivo e na Regeneração Natural da
Vegetação em Área de Empréstimo de Solo”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo na Área de concentração Infra-estrutura e Meio Ambiente

Data de aprovação: Passo Fundo, 30 de abril de 2007.

Os membros componentes da Banca Examinadora abaixo aprovam a Dissertação.

Antônio Thomé, Doutor.
Orientador

Alberto Sayão, Doutor.
PUC – Rio de Janeiro – RJ

Cezar Augusto Burkert Bastos, Doutor.
FURG – Rio Grande – RS

Pedro Prietto, Doutor.
Universidade de Passo Fundo

Pedro Scosteguy, Doutor.
Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo
2007

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Cláudia Regina de Oliveira, minha companheira, que sempre supera suas próprias barreiras com muita dedicação, esforço e perseverança e ao Lorenzo de Oliveira Licks, meu filho e amigo.

AGRADECIMENTOS

Universidade de Passo Fundo; Professores Dr. Antônio Thomé e Dr. Solon Jonas Longui; professora M.Sc. Claudia Regina de Oliveira; Engenheiro Luís Fernando Acha Mercado – Gerente de implantação da Usina Hidrelétrica Barra Grande; Dr. Carlos Alberto Bezerra de Miranda – Superintendente da BAESA; José Lionello Manuzzi – Biólogo; José Luiz Soares – Bacharel em Direito; Rosa Maria de Oliveira; professor Paulo Henrique de Oliveira – Dr. em Agronomia; Eduardo Korf, Kátia Priscila do Amaral e Guilherme Londero – estagiários do Laboratório de Geotecnia – CETEC/FEAR/UPF; Leunir Freitas – funcionário do Laboratório de Geotecnia – CETEC/FEAR/UPF; Maria Helena Domingues Lima, do Laboratório de Solos da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UPF. Glaci Flores, do Laboratório de Sementes – UPF; Paulo Jorge Ribeiro, Engenheiro de Segurança do Trabalho, Luciana Markiewics, Engenheira Florestal e os técnicos: Cléber Capalonga e Arthur Caetano Holpert Júnior – Departamento de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente da Construções e Comércio Camargo Correa S.A. AHE Barra Grande; Bourscheid Engenharia S.A.; Moisés e Rafael de Paula – auxiliares.

Resumo

Em áreas de implantação de grandes obras, os impactos ambientais causados pela movimentação do solo e pelas escavações em rocha criaram necessidade crescente por restauração efetiva das áreas degradadas. Neste trabalho foram experimentados e avaliados dois efeitos da cobertura vegetal em áreas degradadas: a regeneração natural das espécies vegetais e a perda de solo por erosão superficial. Para a avaliação do efeito da cobertura na regeneração natural da vegetação foram listadas as espécies de flora regeneradas. Constatou-se que a espécie *Baccharis dracunculifolia* tende a reduzir a quantidade dos indivíduos e espécies regenerados quando é aumentada a sua densidade de plantio, enquanto que a espécie *Schinus terebinthifolius* não interfere na quantidade de indivíduos e espécies regenerados nas densidades avaliadas. Isto pode ser um indicativo da ocorrência do efeito alelopático da espécie *Baccharis dracunculifolia* nas outras plantas. A utilização da espécie *Schinus terebinthifolius* tende a apresentar elevação do número de famílias regeneradas quando aumentada a densidade de plantio. Mesmo que tenham sido evidenciadas estas tendências em sete meses de observação, as médias avaliadas ainda não apresentam diferenças estatísticas entre si, analisadas pelos testes de Tukey e Duncan. A Asteraceae é a principal família, pois das dez espécies que obtiveram índices de valor de importância (IVI) mais elevados, seis delas fazem parte desta família tanto na flora do entorno quanto na regeneração natural da vegetação. Quanto ao efeito da cobertura na perda de solo, foi quantificado o solo perdido por erosão laminar e avaliados os seus resultados com a utilização da espécie *Paspalum notatum* como cobertura. Os resultados desta estimativa equivalem às quantidades de 25,22 t/ha/ano para o tratamento sem cobertura e 1,06 t/ha/ano para o tratamento com cobertura. Foi definida a taxa de erodibilidade (K) do solo baseada nas características do mesmo, por meio do método que utiliza o Nomograma de Wischmeier, obtendo-se valores entre 0,20 a 0,26.

Palavras-chaves: Perda de solo, erosão, taxa de erodibilidade, recuperação de área degradada, estudo fitossociológico, levantamento florístico.

Abstract

*In areas of large earthwork projects, the environmental impacts caused by the soil movement and rock excavations created growing need for effective restoration of the degraded areas. In this work two effects of the vegetable covering in degraded areas were experienced and appraised: the natural regeneration of vegetable species and the soil loss by superficial erosion. For the evaluation of the covering effect on the natural vegetation regeneration, they were related the regenerate flora species. It was verified that the species *Baccharis dracunculifolia* tends the individuals amount and regenerated species to reduce when its plantation density is increased, while specie *Schinus terebinthifolius* doesn't interfere on the individuals amount and regenerated species in the considered densities. It can be an indicative of the occurrence of the species *Baccharis dracunculifolia* alelopathy effect on other plants. The *Schinus terebinthifolius* using can presents a regeneration families increase when increases plantation density. In seven months of observation, It there wasn't statistical differences, when it was analyzed by the tests of Tukey and Duncan. The Asteraceae's family species obtained the higher importance value index (IVI). It was found six Asteraceae's family species in vegetation natural regeneration and next to the experiment. The estimate's result of the soil loss it is equal to the amounts of 25,22 t/ha/yr for treatment without covering and 1,06 t/ha/yr for treatment with covering. It was defined the erodability rate (K) of the soil, based on the characteristics of the soil, by the method that uses Nomogram of Wischmeier. It was obtained values among 0,20 to 0,26.*

Key-words: Soil loss, erodability rate, erosion, degraded area's recovery, fitosociological study, flora species's regenerate.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ORGANOGRAMA DA PESQUISA	48
FIGURA 2 – LOCALIZAÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA BARRA GRANDE	50
FIGURA 3 – VISTA AÉREA DA USINA HIDRELÉTRICA BARRA GRANDE E, NO DETALHE, A LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE EXPERIMENTO	50
FIGURA 4 – ÁREA DE EMPRÉSTIMO DE SOLO 01	52
FIGURA 5 – ÁREA DE EMPRÉSTIMO DE SOLO 02	52
FIGURA 6 – DISTRIBUIÇÃO ALEATÓRIA DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS EM TRÊS BLOCOS E SEUS TRATAMENTOS NO EXPERIMENTO 01	54
FIGURA 7 – DISTRIBUIÇÃO ALEATÓRIA DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS EM TRÊS BLOCOS E OS RESPECTIVOS TRATAMENTOS NO EXPERIMENTO 02	55
FIGURA 8 – INDIVÍDUO DE <i>BACCHARIS DRACUNCULIFOLIA</i> FLORESCIDO.	58
FIGURA 9 – RAMOS E FRUTOS DE <i>SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS</i>	59
FIGURA 10 – INDIVÍDUOS DE <i>PASPALUM NOTATUM</i> COBRINDO O SOLO	59
FIGURA 12 – LOCAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS NOS TRANSECTOS NO ENTORNO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS.	61
FIGURA 13 – DESENHO ILUSTRANDO A IMPLANTAÇÃO DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS DE 3 M DE LADO NO EXPERIMENTO 01	67
FIGURA 14 – IMAGEM SIMULANDO A LOCAÇÃO DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS DO EXPERIMENTO 01	67
FIGURA 15 – DESENHO ILUSTRANDO O ISOLAMENTO DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS E O ARMAZENAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA PROVENIENTE DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL EXPERIMENTO 02	68
FIGURA 16 – FOTOGRAFIA COM REPRESENTAÇÃO DA LOCAÇÃO DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS DO EXPERIMENTO 02	68
FIGURA 17 – CURVA ESPÉCIE/ÁREA DO LEVANTAMENTO FLORÍSTICO DO ENTORNO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS.	71
FIGURA 18 – NÚMERO DE INDIVÍDUOS ENCONTRADOS POR PARCELA AMOSTRADA NA VEGETAÇÃO DO ENTORNO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS	74
FIGURA 19 – NÚMERO DE ESPÉCIES ENCONTRADAS POR PARCELA AMOSTRADA NA VEGETAÇÃO DO ENTORNO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS	76
FIGURA 20 – NÚMERO DE FAMÍLIAS ENCONTRADAS POR PARCELA AMOSTRADA NA VEGETAÇÃO DO ENTORNO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS	76
FIGURA 21 – NÚMERO DE ESPÉCIES POR FAMÍLIA ENCONTRADAS NA VEGETAÇÃO DO ENTORNO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS	77
FIGURA 22 – NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR FAMÍLIA ENCONTRADAS NA VEGETAÇÃO DO ENTORNO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS	77
FIGURA 23 – FITOSSOCIOLOGIA DAS DEZ PRINCIPAIS ESPÉCIES ENCONTRADAS NAS ÁREAS DO ENTORNO DOS EXPERIMENTOS	79
FIGURA 24 – VISTA GERAL DO PERFIL DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL	83
FIGURA 25 – HORIZONTES “A” DO SOLO	84

FIGURA 26 – HORIZONTE “B” DO SOLO.....	84
FIGURA 27 – HORIZONTES “C” DO SOLO.....	85
FIGURA 28 – DETALHE DA TRANSIÇÃO ENTRE OS HORIZONTES DO SOLO.....	86
FIGURA 29 – GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE <i>BACCHARIS DRACUNCULIFOLIA</i> EM TESTE DE LABORATÓRIO	91
FIGURA 30 – PARCELA TESTEMUNHA NO EXPERIMENTO 01, SEM COBERTURA VEGETAL.....	92
FIGURA 31 – MUDAS DE <i>BACCHARIS DRACUNCULIFOLIA</i> TRANSPLANTADAS NA DENSIDADE DE 9 PLANTAS POR PARCELA.....	93
FIGURA 32 – MUDAS DE <i>BACCHARIS DRACUNCULIFOLIA</i> TRANSPLANTADAS NA DENSIDADE DE 36 PLANTAS POR PARCELA.....	93
FIGURA 33 – MUDAS DE <i>SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS</i> TRANSPLANTADAS NA DENSIDADE DE 9 PLANTAS POR PARCELA.....	94
FIGURA 34 – MUDAS DE <i>SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS</i> TRANSPLANTADAS NA DENSIDADE DE 36 PLANTAS POR PARCELA.....	94
FIGURA 35 – ALTURAS MÉDIAS (M) DAS MUDAS PLANTADAS DE <i>BACCHARIS DRACUNCULIFOLIA</i> NAS TRÊS REPETIÇÕES	95
FIGURA 36 – ALTURAS MÉDIAS (M) DAS MUDAS PLANTADAS DE <i>SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS</i> NAS TRÊS REPETIÇÕES	96
FIGURA 37 – NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR TRATAMENTO ENCONTRADO NA REGENERAÇÃO NATURAL DA VEGETAÇÃO.....	97
FIGURA 38 – NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR FAMÍLIA ENCONTRADOS NA REGENERAÇÃO NATURAL DAS PARCELAS	98
FIGURA 39 – NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR ESPÉCIE ENCONTRADOS NA REGENERAÇÃO NATURAL DAS PARCELAS.	99
FIGURA 40 – NÚMERO DE ESPÉCIES ENCONTRADAS POR FAMÍLIA NA REGENERAÇÃO NATURAL DAS PARCELAS ..	100
FIGURA 41 – NÚMERO MÉDIO DE ESPÉCIES ENCONTRADAS POR TRATAMENTO NA REGENERAÇÃO NATURAL DAS PARCELAS	101
FIGURA 42 – NÚMERO MÉDIO DE FAMÍLIAS ENCONTRADAS POR TRATAMENTO NA REGENERAÇÃO NATURAL DAS PARCELAS	101
FIGURA 43 – NÚMERO MÉDIO DE ESPÉCIES ENCONTRADAS POR TRATAMENTO E POR FAMÍLIA NA REGENERAÇÃO NATURAL DAS PARCELAS.....	102
FIGURA 44 – FITOSSOCIOLOGIA DAS DEZ PRINCIPAIS ESPÉCIES REGENERADAS NO EXPERIMENTO 01	105
FIGURA 45 – LIMITE DE LIQUIDEZ (LL), LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) E ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP) DO SOLO NA PORÇÃO PLANA DA ÁREA 01	109
FIGURA 46 – MASSA ESPECÍFICA REAL (G) DO SOLO NA PORÇÃO PLANA DA ÁREA 01	110
FIGURA 47 – LIMITE DE LIQUIDEZ (LL), LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) E ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP) NOS TALUDES DA ÁREA 01.....	111
FIGURA 48 – MASSA ESPECÍFICA REAL (G) DO SOLO NOS TALUDES DA ÁREA 01	111
FIGURA 49 – LIMITE DE LIQUIDEZ (LL), LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) E ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP) NA PORÇÃO PLANA DA ÁREA 02.....	112
FIGURA 50 – MASSA ESPECÍFICA REAL (G) DO SOLO NA PORÇÃO PLANA DA ÁREA 02	113
FIGURA 51 – LIMITE DE LIQUIDEZ (LL), LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) E ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP) DO SOLO NOS TALUDES DA ÁREA 02	114
FIGURA 52 – MASSA ESPECÍFICA REAL (G) DO SOLO NOS TALUDES DA ÁREA 02	114

FIGURA 53 – LIMITE DE LIQUIDEZ (LL), LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) E ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP) MÉDIOS DO SOLO NAS ÁREAS EXPERIMENTAIS	115
FIGURA 54 – MASSA ESPECÍFICA REAL (G) MÉDIA DO SOLO NAS ÁREAS EXPERIMENTAIS.....	116
FIGURA 55 – CONSTITUIÇÃO GRANULOMÉTRICA MÉDIA DO SOLO NA PORÇÃO PLANA DA ÁREA 01	117
FIGURA 56 – CONSTITUIÇÃO GRANULOMÉTRICA MÉDIA DO SOLO NOS TALUDES DA ÁREA 01	118
FIGURA 57 – CONSTITUIÇÃO GRANULOMÉTRICA MÉDIA DO SOLO NA PORÇÃO PLANA DA ÁREA 02	119
FIGURA 58 – CONSTITUIÇÃO GRANULOMÉTRICA MÉDIA DO SOLO NOS TALUDES DA ÁREA 02	120
FIGURA 59 – CONSTITUIÇÃO GRANULOMÉTRICA MÉDIA DO SOLO NAS ÁREAS EXPERIMENTAIS.....	121
FIGURA 60 – DIAGRAMA DE REPARTIÇÃO DE CLASSES GENERALIZADAS DE TEXTURA.	122
FIGURA 61 – TRIÂNGULO DE CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA (BUREAU OF PUBLIC ROADS).	122
FIGURA 62 – CARTA DE PLASTICIDADE DE SOLOS DE GRANULAÇÃO FINA (SILTES E ARGILAS) – SISTEMA UNIFICADO DE CLASSIFICAÇÃO DO SOLO (SUCS).....	123
FIGURA 63 – ESQUEMA PARA CLASSIFICAÇÃO PELO SISTEMA RODOVIÁRIO	124
FIGURA 64 – PARCELAS COM A UTILIZAÇÃO DE PASPALUM NOTATUM COMO COBERTURA VEGETAL.....	125
FIGURA 65 – GRANULOMETRIA MÉDIA DAS COLETAS DE PERDA DE SOLO NOS TRATAMENTOS A1 E A2 – REPETIÇÃO 01	126
FIGURA 66 – GRANULOMETRIA MÉDIA DAS COLETAS DE PERDA DE SOLO NOS TRATAMENTOS A1 E A2 – REPETIÇÃO 02	128
FIGURA 67 – GRANULOMETRIA MÉDIA DAS COLETAS DE PERDA DE SOLO NOS TRATAMENTOS A1 E A2 – REPETIÇÃO 03	129
FIGURA 68 – GRANULOMETRIA MÉDIA DAS COLETAS DE PERDA DE SOLO NOS TRATAMENTOS A1 E A2 – MÉDIA DAS REPETIÇÕES	130
FIGURA 69 – PERDA DE SOLO NO TRATAMENTO A1 (SEM PASPALUM NOTATUM) NO PERÍODO EXPERIMENTAL....	134
FIGURA 70 – PERDA DE SOLO NO TRATAMENTO A2 (COM PASPALUM NOTATUM) NO PERÍODO EXPERIMENTAL ...	135
FIGURA 71 – PERDA TOTAL DE SOLO NOS TRATAMENTO A1 E A2 PERÍODO DE COLETA DE PERDA DE SOLO – SOMA DAS REPETIÇÕES	136
FIGURA 72 – NOMOGRAMA DE WISCHMEIER ET AL. (1971)	138
FIGURA 73 – CLASSES DE SOLO E SEUS FATORES K MÉDIOS DE ERODIBILIDADE.....	139

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – DADOS NUMÉRICOS REPRESENTANDO A CURVA DAS ESPÉCIES ENCONTRADAS EM RELAÇÃO À ÁREA AMOSTRADA.	71
TABELA 2 – NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR PARCELA AMOSTRADA NA VEGETAÇÃO DO ENTORNO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS	73
TABELA 3 – NÚMERO DE ESPÉCIES POR PARCELA E POR FAMÍLIA ENCONTRADA NA VEGETAÇÃO DO ENTORNO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS	75
TABELA 4 – ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA DA VEGETAÇÃO ENCONTRADA NO ENTORNO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS.	80
TABELA 5 – ANÁLISE QUÍMICA BÁSICA DO SOLO NAS DUAS ÁREAS EXPERIMENTAIS	87
TABELA 6 – ANÁLISE QUÍMICA DE MICRONUTRIENTES E ENXOFRE NO SOLO NAS DUAS ÁREAS EXPERIMENTAIS	87
TABELA 7 – ATRIBUTOS QUÍMICOS NA CAMADA DE 0–0,2M DE PROFUNDIDADE DO NITOSSOLO HÁPLICO ALUMÍNICO, SUBMETIDO A DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO EM LAGES – SC	89
TABELA 8 – PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS MEDIDAS DURANTE O PERÍODO DE EXPERIMENTAÇÃO OBTIDA NO PLUVIÔMETRO INSTALADO A 150 METROS DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS.....	89
TABELA 9 – PRECIPITAÇÕES PLUVIAIS MENS AIS DE 2002 A 2005 DA ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE CAMPOS NOVOS – SC.....	90
TABELA 10 – PRECIPITAÇÕES PLUVIAIS MENS AIS, DE JANEIRO DE 2005 A JUNHO DE 2006, DA ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE PINHAL DA SERRA – RS.....	90
TABELA 11 – RESULTADO DOS ENSAIOS DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE BACCHARIS DRACUNCULIFOLIA.....	91
TABELA 12 – ALTURAS MÉDIAS DAS ESPÉCIES PLANTADAS NAS PARCELAS COM BACCHARIS DRACUNCULIFOLIA, NO EXPERIMENTO 01.	95
TABELA 13 – ALTURAS MÉDIAS DAS ESPÉCIES PLANTADAS COM SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS, NO EXPERIMENTO 01	96
TABELA 14 – NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR PARCELA NOS TRATAMENTOS DA REGENERAÇÃO NATURAL	97
TABELA 15 – NÚMERO DE ESPÉCIES ENCONTRADAS POR PARCELA E POR FAMÍLIA, NO EXPERIMENTO 01.....	99
TABELA 16 – NÚMERO MÉDIO DE ESPÉCIES E DE FAMÍLIAS POR TRATAMENTO E RESPECTIVOS COEFICIENTES DE VARIAÇÃO EM RELAÇÃO À MÉDIA DAS REPETIÇÕES EM CADA TRATAMENTO DA REGENERAÇÃO NATURAL	100
TABELA 17 – ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA DOS INDIVÍDUOS REGENERADOS NAS PARCELAS INSTALADAS NO EXPERIMENTO 01.....	104
TABELA 18 – RESULTADOS DOS PARÂMETROS DE CARACTERIZAÇÃO DO SOLO PARA A PORÇÃO PLANA DA ÁREA 01	109
TABELA 19 – RESULTADOS DOS PARÂMETROS DE CARACTERIZAÇÃO DO SOLO PARA OS TALUDES DA ÁREA 01 ...	110
TABELA 20 – RESULTADOS DOS PARÂMETROS DE CARACTERIZAÇÃO DO SOLO PARA A PORÇÃO PLANA DA ÁREA 02	112
TABELA 21 – RESULTADOS DOS PARÂMETROS DE CARACTERIZAÇÃO DO SOLO PARA OS TALUDES DA ÁREA 02...	113
TABELA 22 – RESULTADOS MÉDIOS DOS PARÂMETROS DE CARACTERIZAÇÃO DO SOLO OBTIDOS PARA AS ÁREAS EXPERIMENTAIS	115

TABELA 23 – RESULTADOS DA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO NA PORÇÃO PLANA DA ÁREA 01	117
TABELA 24 – RESULTADOS DA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA MÉDIA NOS TALUDES DA ÁREA 01	118
TABELA 25 – RESULTADOS DA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO NA PORÇÃO PLANA DA ÁREA 02	119
TABELA 26 – RESULTADOS DA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA NOS TALUDES DA ÁREA 02	120
TABELA 27 – RESULTADOS MÉDIOS DA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA NAS ÁREAS EXPERIMENTAIS.....	120
TABELA 28 – GRANULOMETRIA DO SOLO ERODIDO NO TRATAMENTO A1 (SEM PASPALUM NOTATUM) – REPETIÇÃO 01	126
TABELA 29 – GRANULOMETRIA DO SOLO ERODIDO NO TRATAMENTO A2 (COM PASPALUM NOTATUM) – REPETIÇÃO 01	126
TABELA 30 – GRANULOMETRIA DO SOLO ERODIDO NO TRATAMENTO A1 (SEM PASPALUM NOTATUM) – REPETIÇÃO 02	127
TABELA 31 – GRANULOMETRIA DO SOLO ERODIDO NO TRATAMENTO A2 (COM PASPALUM NOTATUM) – REPETIÇÃO 02	127
TABELA 32 – GRANULOMETRIA DO SOLO PERDIDO NO TRATAMENTO A1 (SEM PASPALUM NOTATUM) – REPETIÇÃO 03	128
TABELA 33 – GRANULOMETRIA DO SOLO PERDIDO NO TRATAMENTO A2 (COM PASPALUM NOTATUM) – REPETIÇÃO 03	128
TABELA 34 – GRANULOMETRIA DO SOLO PERDIDO NO TRATAMENTO A1 (SEM PASPALUM NOTATUM) – MÉDIA .	129
TABELA 35 – GRANULOMETRIA DO SOLO PERDIDO NO TRATAMENTO A2 (COM PASPALUM NOTATUM) – MÉDIA	129
TABELA 36 – PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO PERÍODO DE COLETA DE PERDA DE SOLO	130
TABELA 37 – PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E PERDA DE SOLO NO TRATAMENTO A1 (SEM PASPALUM NOTATUM) – REPETIÇÃO 01	131
TABELA 38 – PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E PERDA DE SOLO NO TRATAMENTO A2 (COM PASPALUM NOTATUM) – REPETIÇÃO 01	131
TABELA 39 – PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E PERDA DE SOLO NO TRATAMENTO A1 (SEM PASPALUM NOTATUM) – REPETIÇÃO 02	132
TABELA 40 – PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E PERDA DE SOLO NO TRATAMENTO A2 (COM PASPALUM NOTATUM) – REPETIÇÃO 02	132
TABELA 41 – PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E PERDA DE SOLO NO TRATAMENTO A1 (SEM PASPALUM NOTATUM) – REPETIÇÃO 03	133
TABELA 42 – PRECIPITAÇÃO E PERDA DE SOLO NO TRATAMENTO A2 (COM PASPALUM NOTATUM) – REPETIÇÃO 03	133
TABELA 43 – PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E PERDA DE SOLO NO TRATAMENTO A1 (SEM PASPALUM NOTATUM) – MÉDIA	134
TABELA 44 – PRECIPITAÇÃO E PERDA DE SOLO NO TRATAMENTO A2 (COM PASPALUM NOTATUM) – MÉDIA	135
TABELA 45 – PERDA TOTAL DE SOLO NO TRATAMENTO A1 (SEM PASPALUM NOTATUM) – SOMA DAS REPETIÇÕES	136
TABELA 46 – PERDA TOTAL DE SOLO NO TRATAMENTO A2 (COM PASPALUM NOTATUM) – SOMA DAS REPETIÇÕES	136
TABELA 47 – VALORES DO FATOR C PARA DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS	140

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – RELAÇÃO DE MATERIAIS, INSUMOS E SERVIÇOS PARA A INSTALAÇÃO DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS	69
QUADRO 2 – SEQÜÊNCIA DAS ESPÉCIES ENCONTRADAS NAS UNIDADES AMOSTRAIS DO LEVANTAMENTO FLORÍSTICO DO ENTORNO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS.	72
QUADRO 3 – RELAÇÃO DAS ESPÉCIES, AGRUPADAS POR FAMÍLIA, ENCONTRADAS NA VEGETAÇÃO DO ENTORNO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS.	78
QUADRO 4 – CLASSIFICAÇÃO DE ALGUNS PARÂMETROS DE SOLO PARA O ESTADO DE SANTA CATARINA.....	88
QUADRO 5 – RELAÇÃO DOS LOTES DE SEMENTES DE VASSOURINHA COLETADAS.	91
QUADRO 6 – RELAÇÃO DE ESPÉCIES ENCONTRADAS POR FAMÍLIA, NO EXPERIMENTO 01.	102
QUADRO 7 – RELAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE SOLO COLETADAS NAS ÁREAS EXPERIMENTAIS.	108

Sumário

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 ESTÁGIOS OU GRUPOS SUCESSIONAIS	20
2.1.1 REGENERAÇÃO NATURAL DA VEGETAÇÃO	22
2.1.2 ESTABELECIMENTO DA SUCESSÃO VEGETAL	24
2.2 RESTAURAÇÃO E RECUPERAÇÃO EM ÁREAS DEGRADADAS	35
2.3 EROÇÃO EM ÁREAS DEGRADADAS	40
2.4 CUSTO DE RECUPERAÇÃO EM ÁREAS DEGRADADAS	45
3 PROGRAMA EXPERIMENTAL, MÉTODOS E MATERIAIS.....	47
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	47
3.2 PROGRAMA EXPERIMENTAL	49
3.2.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DOS EXPERIMENTOS.....	49
3.2.2 IDENTIFICAÇÃO DOS TRATAMENTOS E SEUS NÍVEIS	53
a) <i>Tratamentos</i>	53
b) <i>Repetições</i>	53
c) <i>Área de cada parcela</i>	53
3.2.3 QUANTIDADE DE MUDAS E LEIVAS	55
a) <i>quantidade de mudas transplantadas de Baccharis dracunculifolia para o Experimento 01</i>	55
b) <i>quantidade de mudas de Schinus terebinthifolius para o Experimento 01</i>	55
c) <i>quantidade de leivas de Paspalum notatum para o Experimento 02</i>	56
3.3 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	56
3.3.1 SELEÇÃO DAS ESPÉCIES	56
3.3.2 ESTUDO FLORÍSTICO DOS COMPONENTES HERBÁCEOS, ARBUSTIVOS E ARBÓREOS DA ÁREA DO ENTORNO.....	61
3.3.3 ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO SOLO	65
3.3.4 MONITORAMENTO DAS PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS	65
3.4 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	66
3.4.1 MATERIAL PARA O PREPARO DE AMOSTRAS E PARA OS ENSAIOS DE SOLO	66
3.4.2 MATERIAIS PARA A INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS	66
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	70
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	70
4.1.1 ESTUDO FLORÍSTICO.....	70

4.1.2	PERFIL DO SOLO	82
4.1.3	ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO	87
4.1.4	PRECIPITAÇÕES PLUVIAIS	89
4.2	EXPERIMENTO 01 – REGENERAÇÃO NATURAL DA VEGETAÇÃO.....	90
4.2.1	TESTE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>BACCHARIS DRACUNCULIFOLIA</i>	90
4.2.2	INSTALAÇÃO DAS PARCELAS COM <i>BACCHARIS DRACUNCULIFOLIA</i>	92
4.2.3	INSTALAÇÃO DAS PARCELAS COM <i>SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS</i>	94
4.2.4	DESENVOLVIMENTO DAS MUDAS PLANTADAS.....	95
4.2.5	REGENERAÇÃO NATURAL DA VEGETAÇÃO NAS PARCELAS EXPERIMENTAIS.....	96
4.2.6	CORRELAÇÃO ENTRE A FLORA DO ENTORNO E REGENERAÇÃO NATURAL NO EXPERIMENTO 01	106
4.3	EXPERIMENTO 02 – PERDA DE SOLO.....	107
4.3.1	CARACTERIZAÇÃO DO SOLO.....	107
4.3.2	INSTALAÇÃO DAS PARCELAS COM <i>PASPALUM NOTATUM</i>	124
4.3.3	DESAGREGAÇÃO E ARRASTE HÍDRICO DE PARTÍCULAS DO SOLO	125
4.3.4	ERODIBILIDADE DO SOLO	138
5 CONCLUSÃO		141
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		143
APÊNDICE A – GLOSSÁRIO.....		151

1 INTRODUÇÃO

Nas construções de barragens com fins de formação de lagos artificiais ou em outros empreendimentos de médio e grande porte, normalmente é necessária a remoção de camadas de solo com a finalidade de utilizar a argila em outro local ou simplesmente com o intuito de preparar a área para a instalação de estruturas civis.

Nestas áreas de jazidas de argila, também denominadas áreas de empréstimo, o ambiente é modificado pela remoção da cobertura vegetal e retirada do solo e, em muitos casos, do subsolo, reduzindo a espessura da camada entre a superfície do solo e a rocha matriz. A nova condição criada apresenta resistência para retornar a situação original e, mesmo que sejam tomadas ações de interferência para a recuperação da área, a cobertura vegetal natural ou introduzida terá dificuldade para se desenvolver devido, principalmente, à alteração das características do solo e da cobertura vegetal.

Espera-se, com os experimentos, que as espécies *Baccharis dracunculifolia* (vassourinha) e *Schinus terebinthifolius* (aroeira-vermelha), utilizadas como cobertura de solo degradado, interfiram no processo de regeneração da vegetação natural, em área de empréstimo de solo.

Também é esperado que a espécie *Paspalum notatum* (grama-forquilha), utilizada como cobertura de solo degradado, reduza a perda de solo, em área de empréstimo de solo.

Diante do exposto, serão duas as questões de pesquisa a serem estudadas: a) “As espécies vegetais *Baccharis dracunculifolia* e *Schinus terebinthifolius*, utilizadas como cobertura de solo degradado, interferem na regeneração da vegetação natural, em área de empréstimo de solo?” e b) “A espécie vegetal *Paspalum notatum*, utilizada como cobertura de solo degradado reduz a perda de solo, em área de empréstimo de solo? E em que intensidade?”.

Em empreendimentos de implantação de obras civis, cujo solo e subsolo locais são intensamente degradados, observa-se, frequentemente, a utilização de espécies vegetais, de origem exótica, para cobertura de solo, na recuperação de áreas degradadas, como forma de compensação ao impacto gerado pela implantação das obras. Estas espécies propiciam boa cobertura de solo, na primeira fase do processo de recuperação. No entanto, as mesmas podem dificultar o desenvolvimento de outras espécies introduzidas ou regeneradas, diminuindo, com isto, a resiliência ambiental da área (Ver apêndice A – Glossário).

As espécies nativas são as mais adequadas para restauração, já que a meta é obter um novo ecossistema, o mais semelhante possível ao anteriormente existente (ENGEL e PARROTA, 2000 apud KAGEYAMA et al., 2003). Kageyama et al. (2003) comentam ainda que as espécies nativas têm maior probabilidade de ter na plantação de restauração os polinizadores e dispersores naturais, o que é fundamental para que essa nova comunidade se autoregenere naturalmente.

Ações de recuperação de áreas degradadas como a reconformação e adequação da superfície do terreno, a distribuição de solo proveniente de outras áreas, a adubação e calagem, o controle da erosão do solo e a introdução de cobertura vegetal, somada à dificuldade de sobrevivência da cobertura vegetal introduzida ou até mesmo regenerada, tornam a atividade razoavelmente onerosa. Sendo assim, qualquer a iniciativa que reduza custos de uma ou mais ações a serem realizadas para a recuperação de áreas degradadas, se torna importante.

As principais razões do presente estudo consistem na avaliação de procedimentos metodológicos utilizados na implantação de cobertura vegetal que resista às intempéries e que, ao mesmo tempo, dê condições para o desenvolvimento da regeneração vegetal, propiciando, com isto, a recuperação mais rápida da área degradada e a redução de custos.

Há necessidade iminente de se desenvolver técnicas para a restauração de áreas degradadas que sejam de baixo custo e que propiciem a recuperação a curto e médio prazo.

Neste trabalho avaliou-se o potencial erosivo do solo em área degradada pelo dimensionamento de perda de solo e pela determinação da taxa de erodibilidade, pois as condições de perda de solo, nestas áreas, influenciam diretamente o desenvolvimento da cobertura vegetal introduzida ou regenerada.

A erodibilidade dos solos, principalmente dos solos residuais, pode ser mensurada e avaliada por meio de inúmeros ensaios ou métodos que, de alguma forma, consideram a magnitude ou a frequência dos processos erosivos. Alguns destes procedimentos, diretos ou indiretos, são sugeridos por Bastos et al. (2002): a) ensaio de inderbitzen, que avalia a

resistência do escoamento superficial à erosão, pela análise da taxa de erodibilidade K , do solo, próximo à tensão hídrica de saturação em superfície de plano inclinado; b) ensaio do fator K_{usle} , da equação universal de perda de solo, baseada na precipitação pluviométrica, no comprimento de rampa, na inclinação de rampa, na cobertura vegetal e nas práticas de cultivo e manejo; c) ensaio de dispersão do solo, baseado na concentração de sais do extrato de saturação do solo; d) ensaio baseado na metodologia MCT, que avalia a infiltrabilidade e a erodibilidade específica; e) ensaios geotécnicos e mineralógicos; e f) método da peneira múltipla e ensaio de permeabilidade.

Foram realizados alguns ensaios de caracterização do solo para a obtenção da taxa de erodibilidade do mesmo, também foi mensurado o carregamento superficial ou perda de solo, em diferentes condições de cobertura, utilizando-se a espécie *Paspalum notatum*. Estes ensaios são necessários para que sejam conhecidas as características do solo, quanto ao seu potencial de resistência à erosão superficial.

O conhecimento deste potencial torna-se importante para facilitar o planejamento de ações que reduzam o processo erosivo do solo, propiciando também o melhor desenvolvimento da cobertura vegetal introduzida ou regenerada em área degradada que esteja sendo recuperada.

Os resultados obtidos, na presente pesquisa, poderão ser utilizados como procedimentos metodológicos na implantação de projetos, públicos ou de empresas privadas, para a recuperação de áreas degradadas, beneficiando, assim, a sociedade como um todo.

O trabalho delimita-se pelo estudo experimental de efeitos ocasionados pela cobertura vegetal em área de empréstimo do solo: a regeneração natural da vegetação e a perda de solo por erosão superficial. Foram instalados dois experimentos para a avaliação periódica destes efeitos. Todo o processo de acompanhamento e evolução dos experimentos foi registrado com imagens, planilhas e gráficos.

A estrutura da dissertação é composta por cinco capítulos. Além do presente capítulo, no qual se apresenta o problema, os objetivos, as justificativas e o escopo da pesquisa, esta dissertação está composta por mais quatro capítulos.

No capítulo dois, apresenta-se a revisão da literatura, fundamentada nos conceitos que caracterizam os princípios de recuperação e restauração de áreas degradadas e nas características físicas, químicas e biológicas de solos degradados. Este capítulo se subdivide em quatro conceitos fundamentais, que serão discutidos: os estágios ou grupos sucessionais, a restauração e recuperação em áreas degradadas, a erosão em áreas degradadas e os custos para a recuperação de áreas degradadas.

No capítulo três são descritos o programa experimental, os métodos de pesquisa e os materiais e equipamentos utilizados. Nesse capítulo são detalhados os procedimentos e o delineamento dos experimentos, bem como as ações realizadas para a implantação e desenvolvimento da pesquisa.

No capítulo quatro, são apresentados e analisados os resultados da pesquisa. Nesta dissertação de mestrado foram apresentados os principais dados obtidos no decorrer da implantação do projeto de pesquisa e descritas as fases desenvolvidas neste período.

No capítulo cinco, são relacionadas e descritas as conclusões da pesquisa e sua tendência para as ações e estudos futuros, utilizando-se a mesma linha de pesquisa desenvolvida neste trabalho. São sugeridas, também, novas pesquisas relacionadas ao tema estudado.

1.1 Objetivos

Os objetivos da dissertação de mestrado estão baseados nos conceitos de restauração de áreas degradadas, levando-se em consideração a cobertura vegetal, a precipitação pluviométrica e o escoamento superficial da água no solo.

Desta forma, tem-se como objetivo geral a avaliação dos efeitos da cobertura vegetal introduzida, no comportamento da erosão superficial do solo e na capacidade de regeneração da vegetação natural, em área de empréstimo de solo.

Os objetivos específicos do presente trabalho são os seguintes:

- quantificar o número de espécies e a densidade de indivíduos regenerados e avaliar os resultados, em duas condições de cobertura vegetal: a) utilização da espécie *Baccharis dracunculifolia* e b) utilização da espécie *Schinus terebinthifolius*;
- quantificar a perda de solo por erosão laminar, definir a taxa de erodibilidade do mesmo e avaliar os resultados obtidos em diferentes densidades de cobertura vegetal utilizando-se a espécie *Paspalum notatum*;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Serão descritos, neste capítulo, alguns conceitos que caracterizam os princípios de recuperação e restauração de áreas degradadas, passando pela definição dos estágios ou grupos sucessionais da vegetação natural (Ver apêndice A – Glossário) e cujos principais efeitos da degradação atuam interferindo na cobertura vegetal, na disposição do perfil do solo e nas características físicas, químicas e biológicas do mesmo.

Será discutido o efeito da cobertura vegetal no controle da erosão superficial do solo. A erosão é considerada um dos principais fatores a exaurir o solo quanto aos seus atributos físicos e químicos, às vezes de caráter irreversível (GONÇALVES, 2003). A erosão interfere, desta forma, na resiliência de uma área degradada que está em processo de recuperação.

Serão também discutidos o processo de regeneração natural em áreas cuja vegetação e/ou solo foram perturbados e as técnicas e procedimentos usuais para o estabelecimento induzido da sucessão vegetal.

2.1 Estágios ou grupos sucessionais

Budowski (1965) apud Kageyama e Gandara (2001) apresentou um modelo para as florestas tropicais, definindo que a sucessão secundária é formada por estágios sucessionais distintos e as espécies, por sua vez, são agrupadas em função de sua ocorrência preferencial em cada um destes estágios. Este modelo define os estágios *serais* em pioneiro, secundário inicial, secundário tardio e clímax.

Vaccaro et al. (1999) observam que a intensidade luminosa e as variações de temperatura presentes num sítio interferem diretamente na variação das respostas apresentadas nos processos de germinação, estabelecimento, desenvolvimento e reprodução das espécies florestais. Assim, de um lado, encontram-se espécies florestais que dependem de luminosidade e temperatura para seu pleno desenvolvimento, enquanto que no extremo oposto, situam-se as espécies que não suportam as condições de plena exposição luminosa e altas temperaturas. Em razão disso, muitos autores têm agrupado as espécies florestais em grupos, baseados nas respostas quanto aos fatores luminosidade e temperatura.

Rodrigues (1995) considera que as espécies pioneiras têm função cicatrizadora de ambientes alterados. No outro extremo das pioneiras têm-se as clímáxicas, que são as espécies finais na substituição da sucessão secundária. Entre os dois extremos, existe um grande número de espécies com características ou adaptações ecológicas intermediárias. Quando as características são mais parecidas com as pioneiras, estas espécies são chamadas de secundárias iniciais, quando apresentam características mais próximas das espécies clímáxicas são denominadas secundárias tardias.

Os ecossistemas reagem aos eventos naturais ou antrópicos que ocorrem nas florestas ou em outra forma de cobertura vegetal, também denominados distúrbios. Destes distúrbios derivam-se os conceitos de estabilidade e resiliência. Quando um ecossistema reage a um distúrbio, de forma a absorver o impacto deste, regulando as variações na sua estrutura e nos processos ecológicos, este ecossistema é dito estável, sendo capaz de se manter num estado de equilíbrio dinâmico. Resiliência, por sua vez, é definida pelo grau de rapidez com que as variáveis de um sistema retornam ao equilíbrio, após um distúrbio (TIVY, 1993 apud ENGEL e PARROTTA, 2003).

O processo de sucessão vegetal que ocorre após um distúrbio proporciona melhoria gradual das condições físicas, químicas e biológicas do solo. O consorciamento de espécies com diferentes hábitos, pertencentes a categorias ecológicas diferentes e com indivíduos em floração e frutificação durante todo o ano, favorece o estabelecimento da resiliência ambiental, acelerando a dinâmica sucessional da comunidade e a conseqüente recuperação da área degradada (SILVA e REIS, 2000).

Silva e Reis (2000) comentam, ainda, que os conhecimentos gerados nos trabalhos que vêm sendo realizados em estudos de recuperação de áreas degradadas, em geral, representam modelos mais voltados para o processo de revegetação de áreas degradadas e não para a recuperação da resiliência ambiental.

Neste sentido, é interessante que sejam observadas as reações comportamentais da vegetação secundária, que surge após a ocorrência de um distúrbio para que as ações planejadas na recuperação de áreas degradadas sigam uma dinâmica mais próxima das condições naturais de sucessão secundária.

A sucessão florestal deve ser entendida não como uma simples substituição de espécies no tempo, mas sim como uma substituição de grupos ecológicos ou categorias sucessionais, pois, durante a sucessão, as diferentes espécies ou composições de espécies desempenharão funções distintas no desenvolvimento ou manutenção da comunidade (WHITMORE, 1989 e 1996 apud RODRIGUES e GANDOLFI, 2001).

Para Kageyama e Gandara (2001) a sucessão secundária é o processo que ocorre por meio das mudanças que se verificam nos ecossistemas após a destruição parcial da comunidade, independente do tamanho da área perturbada. Neste processo ocorre progressiva alteração na composição florística da floresta, iniciando-se com as espécies pioneiras até as espécies climáticas. Este é um mecanismo natural de auto-renovação das florestas, cicatrizando as áreas perturbadas, quer seja naturalmente, pela formação de clareiras, ou pela interferência antrópica na vegetação.

2.1.1 Regeneração natural da vegetação

Foi observado, em experimento, que a regeneração natural de espécies lenhosas ocorre com maior facilidade nas áreas degradadas cuja cobertura vegetal inicial foi implantada quando comparado com áreas degradadas sem introdução prévia de cobertura vegetal (ENGEL e PARROTA, 2001). No experimento foram semeadas seis espécies de gramíneas e cinquenta e três espécies de outras dezoito diferentes famílias botânicas. A germinação das sementes variou entre quinze por cento a oitenta e três por cento entre as parcelas.

A regeneração natural, nesse ensaio, foi avaliada dois anos e meio após a semeadura das espécies herbáceas e o resultado obtido quanto à regeneração natural de espécies lenhosas foi o surgimento, em média, de 6,1 espécies por parcela cuja cobertura vegetal inicial foi implantada contra 2,8 espécies regeneradas, em média, por parcela nas áreas sem cobertura vegetal prévia. Para Engel e Parrota (2001), estes dados sugerem que a germinação e o estabelecimento das espécies lenhosas ocorrem com maior facilidade em áreas com

introdução prévia de cobertura vegetal, podendo estar ligado com o aumento de poleiros para pássaros e morcegos que são dispersores de sementes de plantas lenhosas e/ou pela condição microclimática melhorada e/ou pela redução de competitividade com gramíneas em razão do aumento da condição de sombra na superfície do solo que facilita também na germinação das sementes e no crescimento das mudas.

Quando uma espécie exótica invade e domina um ambiente com cobertura vegetal nativa a mesma tende a alterar o microclima local para o seu próprio benefício, interferindo diretamente nas comunidades de micorrizas e nas condições químicas do solo influenciando na relação de alelopatia (ver glossário) das espécies. As espécies exóticas competem com ervas, arbustos e árvores, principalmente nas fases juvenis, tal que a extremidade das florestas fica destituída de plantas nativas que outrora regeneravam em estrutura complexa e sombreada, vulnerabilizando a regeneração natural da vegetação e dificultando a sua proliferação (MURPHY, 2005).

Silva (2003) observa que, no fenômeno de regeneração natural da vegetação, a fauna silvestre atua com frequência e de forma dinâmica nos ambientes naturais antropizados. Por este motivo, sugere que seja levada em consideração a efetiva contribuição da fauna nos processos de restauração/recuperação, procurando-se identificar as situações e os organismos envolvidos para que seja obtido o melhor proveito das interações da fauna na regeneração natural. Sugere, ainda, que no planejamento de projetos que visem restauração/regeneração da vegetação, a escolha da técnica adequada, envolvendo o aspecto fauna, deve ser considerada em função das peculiaridades de cada área e dos recursos materiais e humanos disponíveis.

Algumas técnicas de restauração/recomposição consideram a fauna silvestre como um dos principais agentes atuantes na regeneração natural: - manutenção de fontes próximas de sementes. A fauna atua nesse processo como dispersora natural das sementes; - plantio programado de mudas de plantas zoocóricas. Nesta técnica são plantadas mudas de espécies cuja fauna nativa se alimenta de seus frutos e disseminam as sementes veiculadas em suas fezes; e - introdução de poleiros artificiais (estruturas suspensas feitos com galhos de árvores para o pouso de aves). Pressupõe-se que aves frutívoras disseminam sementes por meio das fezes quando pousam em poleiros artificiais (SILVA, 2003).

Em florestas tropicais, a forma mais frequente de dispersão de sementes é através dos animais silvestres (dispersão zoocórica). Em torno de 60 a 90% das espécies das florestas são adaptadas a este tipo de transporte e dispersão (MORELLATO e FILHO, 1992 apud REIS, 2001).

Zanini e Granade (2005) realizaram experimento na Floresta Nacional de São Francisco de Paula – RS em campo abandonado para monitorar a dispersão e o estabelecimento naturais de sementes, bem como a colonização de espécies lenhosas, em região de ocorrência da Floresta Ombrófila Mista. Os fatores analisados no experimento foram: vegetação pioneira (presença ou ausência); fertilidade do solo (adição de adubo químico ou não) e poleiros para atrair dispersores de sementes (presença ou ausência). Os dados analisados, durante doze meses, foram: abundância de sementes e mudas, riqueza de espécies, crescimento e mortalidade das plantas. Constataram que a abundância de sementes e mudas, bem como a riqueza de espécies eram maiores em lugares com poleiro e que a fertilidade não influenciou no estabelecimento das mudas. A abundância de sementes chegava a ser treze vezes maior em lugares com poleiro com, aproximadamente, dez sementes por metro quadrado.

Para que seja escolhido um modelo de restauração, é necessário observar-se a existência de banco de sementes ou plântula de espécies pioneiras e áreas com vegetação natural próximas. A presença ou ausência destas situações determinará o grau de intervenção e o tipo de espécies ou grupo sucessional a ser utilizado. Em regiões com intensa cobertura florestal remanescente, a regeneração natural também será abundante e sua diversidade será alta (SILVA et al., 1995 e CALEGARIO, 1993 apud KAGEYAMA e GANDARA, 2001).

Nas áreas degradadas com banco de sementes presente e cujas áreas do entorno existir abundância de fontes de sementes, segundo Kageyama e Gandara (2001), não há necessidade de introdução de espécies, sendo possível a utilização da regeneração natural como forma mais adequada de restauração da área. Em alguns casos pode haver necessidade de controle das plantas invasoras muito agressivas, que podem retardar ou impedir o processo sucessional.

A diversidade ou a heterogeneidade florística de uma comunidade, de acordo com Brower e Zar (1977) apud Souza (1997), representa a maturidade da comunidade de plantas, sendo mais estável e complexa à medida que se torna mais madura. Quando a diversidade florística é alta, significa que há uma alta complexidade da interação entre os indivíduos.

2.1.2 Estabelecimento da sucessão vegetal

O processo de degradação da vegetação e solos no Brasil, com a fragmentação das florestas, vem ocasionando a extinção das espécies de fauna e flora. Os avanços legais, com

relação aos impactos ambientais gerados pelas ações antrópicas, transformarão em regras a implantação de sistemas de gestão e auditorias ambientais em empresas privadas e públicas. Isto proporcionará uma reformulação nos processos de uso de matéria-prima e nas formas de produção, incluindo a mitigação dos impactos ambientais, a conservação dos recursos naturais e a recuperação de áreas degradadas (BARBOSA, 2001).

Kageyama et al. (2003) verificaram a importância que vêm se dando às espécies arbóreas nos trabalhos de restauração, em função do papel que as mesmas têm na estrutura da floresta tropical. No entanto, os mesmos questionam se é correto, o início da restauração dos ecossistemas tropicais degradados ser feito somente com as espécies arbóreas. Questionam, também, o papel da fauna nesse processo de manutenção do equilíbrio do novo ecossistema que está sendo restaurado e o quanto da diversidade de espécies vegetais e que grupos ecológicos devem ser priorizados.

Bawa (1985) apud Kageyama e Gandara (2001) considera que a interação entre plantas e animais em florestas tropicais é intensa, sendo determinante para a estruturação do ecossistema. O autor lista como relações fundamentais entre fauna e flora a polinização e a dispersão de sementes por herbivoria ou predação. Algumas espécies dependem da troca de pólen entre indivíduos para ocorrer a polinização (alogamia). Destacam-se, como agentes principais destas interações, os insetos, os morcegos e as aves.

O modelo sucessional, segundo Kageyama et al. (1994) apud Kageyama e Gandara (2001) separa as espécies em grupos sucessionais, de forma que as espécies iniciais da sucessão dêem condições de sombra mais cerrada às espécies climáticas, enquanto as espécies secundárias iniciais fornecem sombreamento parcial às secundárias tardias. Neste modelo, as espécies pioneiras são as mais importantes, já que elas irão proporcionar as condições adequadas para o desenvolvimento das espécies dos outros grupos sucessionais.

Há que se considerar, na classificação das pioneiras, as suas características silviculturais, pois ocorrem as pioneiras típicas, que fecham clareiras grandes na sucessão secundária e as pioneiras antrópicas, que fazem o papel de pioneiras, mesmo não sendo pioneiras na floresta primária (KAGEYAMA e GANDARA, 2001).

Kageyama et al. (1985) apud Kageyama e Gandara (2001) consideram que o uso de espécies arbóreas pioneiras nos plantios mistos, criando condições de sombreamento para as espécies dos estágios posteriores da sucessão vegetal, foi o grande avanço nos modelos de restauração que vêm sendo utilizados com resultados otimistas.

Nas condições de retirada de solo, para utilização sob forma de jazida de argila, segundo Reis (2001), são tradicionalmente utilizadas como primeira cobertura de solo, as plantas da

família Poaceae (gramíneas), que devido à sua condição de plantas C4, conseguem desenvolver-se melhor do que outras espécies. No entanto, quando o objetivo é a restauração de uma área, as gramíneas exóticas, estabelecem um obstáculo muito difícil de ser suplantado quanto às condições de degradação inicial, devido à sua condição de agressividade e capacidade de produzir substâncias alelopáticas. Estas substâncias dificultam o desenvolvimento de outras espécies vegetais sobre estes ambientes.

Cada planta a ser introduzida numa área degradada deve ser capaz de aumentar a produção contínua de nutrientes e evitar processos de auto-regeneração que, normalmente, param o processo sucessional. Exemplos de gramíneas perenes com forte capacidade de auto-regeneração são os gêneros *Brachiaria*, *Melinis*, *Panicum*, entre outros (REIS, 2001).

São comuns projetos de recuperação de áreas degradadas por meio de hidrossemeadura de coquetéis de espécies gramíneas. Estas hidrossemeaduras são eficientes na formação de uma cobertura do solo capaz de amenizar os processos drásticos de erosão e adicionar matéria orgânica ao solo superficial, mas apresentam o inconveniente de dificultar a sucessão natural e aumentar riscos de incêndio na área em recuperação (REIS, 2001).

Uma alternativa ao plantio de espécies pioneiras e não pioneiras, conforme argumenta Pompéia (1990) e Pompéia et al. (1992) apud Kageyama e Gandara (2001) seria a sementeira direta, podendo ser utilizada quando houver disponibilidade de sementes em grande quantidade e precoces e ainda, quando existir dificuldade de produção de mudas. Este método é interessante para áreas de difícil acesso e de operacionalização de plantios, bem como, com riscos elevados de ocorrer erosão de solo. A disponibilidade de sementes das espécies pioneiras e secundárias iniciais, normalmente é abundante todos os anos.

Há algumas vantagens da sementeira direta de espécies vegetais em áreas degradadas se forem relacionadas com outras técnicas de estabelecimento de nova cobertura vegetal (plantio de mudas produzidas em viveiros, plantio de mudas de raiz nua, plantio de estacas ou plantio de leivas), como por exemplo, o elevado custo associado aos cuidados das mudas nos viveiros e seu plantio no campo e a dificuldade das mudas transplantadas ou estacas se estabelecerem com mais rapidez e naturalidade (ENGEL e PARROTA, 2001).

Para Jefferson (2004), em qualquer processo de restauração que considere a sucessão vegetal como o principal agente da revegetação, é necessário que se conheça o comportamento das espécies quanto à tolerância de competição intra e inter específica baseado no desenvolvimento dos indivíduos em diferentes densidades de crescimento. Conhecendo-se o comportamento das espécies é possível, em caso de sementeira direta,

compor, da maneira mais adequada, a quantidade proporcional de sementes para cada espécie a ser semeada.

Engel e Parrota (2001) testaram a semeadura direta de cinco espécies florestais nativas em área experimental próxima a Botucatu, estado de São Paulo, inserida em região de vegetação tropical sazonal semidecídua cuja precipitação média anual é de 1300 mm, concentrados entre os meses de outubro a março, a temperatura média anual é de 19,4 °C e as temperaturas médias mensais variando entre 16,3 °C a 21,9 °C, o relevo é montanhoso com cotas variando entre 464 a 775 metros. A germinação das sementes nesta área, que outrora fora utilizada como pomar e pastagem, ocorreu de zero a 23,7 por cento em quarenta e cinco dias após a semeadura. A germinação das sementes destas cinco espécies foi testada também em sementeiras, sendo que uma das espécies apresentou, nesta condição, germinação de 35 % em noventa dias. Para as outras quatro espécies, a germinação excedeu a 70%.

Mediante estes resultados pode-se sugerir que a semeadura direta de espécies florestais nativas é uma alternativa significativa para a fase inicial de cobertura vegetal em área degradada, considerando-se o baixo custo operacional e considerando-se também a utilização de espécies pioneiras, cuja produção de sementes é abundante na maioria das espécies.

Neste mesmo experimento constatou-se que o número de plantas sobrevividas nos primeiros quarenta e cinco dias, somando-se todas as plântulas das cinco espécies testadas, foi de 2.189. Esta quantidade reduziu-se para 1.459 plantas nos 2 primeiros anos de crescimento, devido a fatores climáticos e biológicos. Sendo assim, conhecendo-se a proporção de sementes que provavelmente germinarão no campo e a proporção de plantas sobreviventes, podem ser dimensionadas as densidades de semeaduras com quantidades suficientes para que, ao final do período de estabelecimento das plantas, a densidade de plantas seja adequada ao desenvolvimento normal da vegetação.

Para Evans (1982) apud Engel e Parrota (2001), porém, há desvantagens significativas na semeadura direta: pela baixa porcentagem de germinação e sobrevivência de mudas no campo quando comparadas com as mudas produzidas em viveiro, que recebem cuidados diários e pela maior mortalidade das mudas associada à competição com ervas daninhas (ou aumento do custo das capinas e roçadas), além de suscetibilidade aumentada pelas condições climatológicas.

Murphy (2005) realizou experimento em Ontário – Canadá com a finalidade de avaliar a concorrência entre duas espécies herbáceas, uma nativa e outra exótica, em diferentes densidades de plantios de mudas. As densidades de mudas plantadas da espécie nativa com as quantidades de nove e onze mudas por metro quadrado em ambiente com a presença da

espécie exótica tenderam a ser as mais efetivas densidades para que a espécie nativa competisse com a espécie exótica, reduzindo, com isto, a quantidade de mudas por unidade de área desta espécie após dois anos de desenvolvimento das plantas. Para as densidades maiores testadas (quinze e vinte mudas por metro quadrado) não houve nenhum benefício adicional de competição e supressão da espécie exótica, provavelmente devido à competição intra-específica da espécie nativa. Por sua vez as densidades mais baixas avaliadas (uma, duas ou três mudas por metro quadrado) normalmente não puderam competir com a espécie exótica. Também foram testadas outras duas densidades (cinco e sete mudas por metro quadrado) que aparentemente não obtiveram resultados significativos quanto à competição e supressão da espécie exótica.

Baseando-se nas densidades estudadas no experimento descrito anteriormente utilizando-se duas espécies herbáceas e baseando-se no fato de que plantas arbustivas e arboretas, por serem maiores, ocupam maior espaço para o seu desenvolvimento comparadas com as plantas herbáceas, optou-se, para o presente estudo, a utilização das densidades de uma e quatro mudas por metro quadrado além de parcelas testemunha sem o plantio de mudas.

Rodrigues e Nave (2001), em comentário sobre a diversidade da cobertura vegetal, enfatizando as florestas ciliares e a possível forma de recuperação dessas áreas, quando degradadas, constatam que os projetos de recuperação têm se caracterizado pelo uso de um número restrito de espécies florestais nativas, apesar da já comprovada e pouco estudada heterogeneidade ambiental das coberturas vegetais. Ignorar essa complexidade ambiental durante a escolha e distribuição de espécies florestais nos projetos de recuperação de áreas degradadas pode resultar numa homogeneização artificial da vegetação com conseqüências imprevisíveis na dinâmica e diversidade ecológica, principalmente nas áreas onde a cobertura vegetal é fragmentada.

Seguindo esta premissa da heterogeneidade de espécies existentes nas formas naturais de cobertura vegetal, o presente trabalho procura verificar formas de se conduzir o processo de recuperação de áreas degradadas induzindo o surgimento do maior número possível de espécies provenientes da regeneração natural.

A escolha adequada das espécies que deverão ser utilizadas na recuperação de uma área degradada representa a principal garantia de resultados positivos da restauração. Esta escolha deve estar baseada no levantamento e estudo do processo de sucessão ecológica, caracterizado, principalmente, pelo gradual aumento e substituição de espécies no decorrer do tempo e pela ampliação da complexidade do ecossistema (SWAINE, 1996; RODRIGUES, 1995; MATTHES e MARTINS, 1996 apud RODRIGUES e GANDOLFI, 2001).

Souza (1997) recomenda que algumas gramíneas como a capim-gordura (*Melinis minutiflora*) sejam evitadas nas áreas de recuperação, apesar de promover boa cobertura de solo, pois podem causar abafamento e mortes das mudas plantadas ou regeneradas e limitar a germinação de sementes de espécies arbóreas nativas.

Ye et al. (2000) testaram revegetação com algumas espécies (três Poaceae e uma Fabaceae) para a recuperação de lagoa de rejeito abandonada de indústria extratora de zinco (Zn) e chumbo (Pb) na província de Guangdong, na China. A revegetação foi precedida pela deposição de uma camada acima do rejeito. Cinco diferentes materiais foram experimentados, isoladamente, para compor esta camada: esterco de suínos, composto de resíduos vegetais, resíduo de carvão queimado, cinzas e solo. *Cynodom dactylon* ou grama bermudas (Poaceae) foi a espécie que teve maior cobertura e crescimento dos tratamentos ensaiados. No tratamento testemunha (sem nenhum tipo de material em cobertura), não foi possível o desenvolvimento de nenhuma das espécies testadas. Devido à sua condição de toxidez pela presença elevada de metais (zinco, chumbo, enxofre e cádmio), em quatro semanas todas as mudas estavam mortas. A cobertura de solo com trinta centímetros de espessura proporcionou o melhor crescimento e cobertura das espécies plantadas.

A recuperação de ecossistemas degradados é uma atividade muito antiga e, até recentemente, ela se caracterizava como uma atividade sem vínculos com as concepções teóricas, sendo executada normalmente como uma prática de plantio de mudas florestais, com objetivos bem específicos de controlar erosão, estabilizar taludes e melhorar a condição cênica. No entanto, recentemente, com o acúmulo significativo de conhecimentos sobre os processos envolvidos na dinâmica de formações naturais, tem se conduzido uma mudança significativa na orientação dos programas de recuperação.

Estes acrescentam, além das práticas usuais de re-introdução de espécies arbóreas, a difícil tarefa de reconstrução dos processos ecológicos e, portanto, das complexas interações da comunidade, respeitando as suas características, de forma a garantir a perpetuação e evolução das comunidades naturais (RODRIGUES e GANDOLFI, 2001).

Para Enrenfeld e Toth (1997) apud Rodrigues e Gandolfi, (2001) não apenas os aspectos da diversidade e riqueza de espécies de flora e fauna poderiam ser enfocados nos projetos de recuperação, mas também os relacionados com a ciclagem de nutrientes, a produtividade primária e a estruturação das cadeias alimentares.

Em áreas muito degradadas, tais como áreas de empréstimo de solo, a escolha das espécies adequadas na recuperação da área requer critério rigoroso em sua decisão, pois nem sempre as condições de origem da espécie determinam a resposta favorável nestes tipos de áreas. Para

isto é necessário implantar experimentos para análise da adaptação quanto à sobrevivência e ao desenvolvimento das espécies nestas áreas perturbadas (KAGEYAMA e GANDARA, 2001).

Botelho et al. (1995) apud Barbosa (2001) sugerem a escolha das espécies, para a recuperação de áreas degradadas e reflorestamentos, baseada em estudos fitossociológicos realizados na região do entorno da área de distúrbio, combinando-se grupos de espécies típicas de cada estágio sucessional.

Majer (1992 e 1996); Gaunt e Bliss (1993) e Knowles e Parrota (1995) apud Parrota e Knowles (1999) têm se baseado no plantio de espécies nativas e exóticas a fim de restabelecer rapidamente a cobertura arbórea em áreas mineradas. Segundo os autores, esta técnica facilita a sucessão florestal natural.

Algumas características das espécies utilizadas podem ser promotoras de um aceleração no processo de sucessão, sendo, portanto, de interesse da restauração: crescimento rápido para a cobertura do solo e redução do processo erosivo; o desenvolvimento de sistemas radiculares profundos permitindo o aumento da percolação e da aeração no solo (REIS et al., 2001 apud REIS, 2001).

Parrota e Knowles (1999) realizaram estudos em área de mineração de Bauxita em Porto Trombetas, no estado do Pará. Eles constataram que, onde houve pouca sobrevivência nos plantios mistos de espécies florestais nativas, foram encontrados, na regeneração natural, menos espécies (aproximadamente 50%) arbóreas e arbustivas, quando comparado com os plantios mistos com boa sobrevivência das espécies plantadas. No primeiro caso, a regeneração natural tendeu a ser dominada por gramíneas, limitando o desenvolvimento de espécies da sucessão secundária. Constataram também, que as espécies arbóreas de frutos carnosos e que têm sementes dispersas pela ornitofauna e mastofauna nativa (Annonaceae, Chrysobalanaceae, Lauraceae, Palmae e Sapotaceae) são significativamente mais abundantes nas parcelas mais próximas das florestas não perturbadas do entorno da área degradada que naquelas mais distantes da borda da floresta. As espécies vegetais que produzem sementes menores apresentam maior distância em sua dispersão, visto que o vento atua de forma a transportar as sementes por distâncias maiores.

A diversidade de espécies encontrada nas parcelas experimentais do estudo anteriormente referido (PARROTA e KNOWLES, 1999) foi de 67, 35, 28, 23, 17 e 15 espécies encontradas para os seguintes tratamentos, respectivamente: floresta primária, semeadura direta, plantio misto com espécies nativas, regeneração natural, plantio misto com espécies florestais e plantio misto com espécies nativas cuja sobrevivência das mudas foi baixa. Os autores

observaram a germinação de plantas dispersadas pela fauna nativa em distâncias até 640 metros distantes da borda da floresta, sendo que a densidade e a diversidade de espécies colonizadoras foram inversamente correlacionadas com a distância do local de origem das sementes.

Segundo Zahawi (2005), é possível se utilizar para a recuperação de áreas degradadas, as espécies de comportamento arbustivo, além das espécies arbóreas, pois as mesmas podem agir induzindo o recrutamento de sementes, atraindo dispersores de sementes. Podem, também, prover sombra para melhorar as condições microclimáticas para o estabelecimento de mudas.

Parrota e Knowles (1999) sugerem, para as áreas de mineração, algumas técnicas e ações quanto à recuperação de áreas degradadas, da seguinte forma: (a) estabelecer plantações mistas altamente diversificadas; (b) armazenar e reaplicar o solo superficial antes do plantio da cobertura vegetal; (c) eliminar ou controlar as gramíneas competidoras; (d) acelerar o processo de sucessão natural nas áreas e (e) promover a proliferação da fauna silvestre dispersora de sementes, como morcegos, aves e mamíferos terrestres.

No processo de mineração, segundo Souza (1997), é necessário que sejam realizadas diversas etapas no decorrer da extração da jazida, para facilitar a recuperação da área e a sucessão natural no final do processo extrativo. As principais etapas, conforme preconiza o autor, são as seguintes: (a) construir de estradas de acesso à mina em traçados adequados; (b) remover a cobertura vegetal; (c) remover e estocar a camada superficial do solo, rica em matéria orgânica; (d) remover e estocar o solo que se encontra acima da rocha a ser explorada; (e) retirar e utilizar o minério da jazida; (f) utilizar a camada do solo estocado para preencher as grandes cavidades deixadas pela retirada da jazida; (g) utilizar a camada superficial do solo, rica em matéria orgânica, distribuindo-a pela área degradada como fonte de nutrientes, micro e macro-fauna e sementes diversas, com a finalidade de acelerar o processo de revegetação e (h) proceder a recuperação, pela correção da acidez e fertilidade do solo e recomposição da vegetação na área degradada.

No contexto de ecologia de paisagem, poderia ser avaliado o papel de corredores florestados interligando remanescentes de vegetação para facilitar a recuperação de um ambiente, bem como a manutenção e a estabilidade da biodiversidade (HOBBS, 1992; ROSEMBERG *et al*, 1997; BELL *et al*, 1997, apud RODRIGUES e GANDOLFI, 2001).

É fundamental, para o sucesso da restauração, a adequação dos objetivos com as características das áreas degradadas. Para aquelas áreas onde a matriz regional ainda é florestal, a restauração depende basicamente de se criar as condições necessárias para a chegada e estabelecimento de propágulos (ver glossário) oriundos das florestas do entorno.

Nas situações em que a matriz regional se constitui também de áreas com vegetação muito alterada, a restauração deve prever estratégias para garantir as características naturais da vegetação, como biodiversidade elevada e complexidade das interações (RODRIGUES e GANDOLFI, 1996, apud RODRIGUES e GANDOLFI, 2001).

Rodrigues e Gandolfi (2001) propõem o planejamento, num programa de recuperação, baseados em diferentes conceitos e com etapas distintas, passando pela avaliação das condições atuais da área degradada. A partir do aprofundado conhecimento dos fatores de degradação e das características das áreas degradadas é que se podem identificar as dificuldades e facilidades e se definir as estratégias para realizar a restauração.

Gandolfi e Rodrigues (1996) e Rodrigues e Gandolfi (1996 e 1998) apud Rodrigues e Gandolfi (2001) indicam algumas etapas para projetos de recuperação de áreas degradadas: (1) isolamento da área, (2) retirada dos fatores de degradação, (3) eliminação ou desbaste de espécies competidoras, (4) adensamento de espécies com uso de mudas ou sementes, (5) enriquecimento de espécies com uso de mudas ou sementes, (6) implantação de consórcio de espécies com uso de mudas ou sementes, (7) indução e condução de propágulos autóctones (banco de sementes e regeneração natural), (8) transferência ou transplante de propágulos alóctones, (9) implantação de espécies pioneiras atrativas à fauna nativa e (10) enriquecimento com espécies de interesse econômico.

Uma das etapas que pode ser destacada, na recuperação de áreas, é a indução e condução de propágulos existentes no local e no entorno da área degradada. Segundo Barros (1996) apud Rodrigues e Gandolfi (2001), a restauração poderá se restringir à ações de indução da germinação, quando constatada a presença de sementes. Em alguns casos a restauração poderá ser realizada pelas ações de fixação dos propágulos oriundos do entorno (chuva de sementes).

Enrenfeld (2000) sugere análise prévia e definição de metas adequadas, para cada projeto de restauração de áreas degradadas, principalmente, em relação às razões e à intensidade de esforço de restauração. O planejamento deve considerar a diversidade de condições ecológicas e o modo como os humanos interagem com a natureza.

Conforme Franco et al. (1992) apud Souza (1997), os modelos de recuperação de solos degradados devem estar baseados em técnicas que promovam a utilização de espécies de rápido crescimento e que, as mesmas, sejam capazes de melhorar o solo por meio de aporte de matéria orgânica, decomposição e ciclagem dos nutrientes.

Os animais microscópicos do solo, como os nematóides, os protozoários e os rotíferos são de grande importância na cadeia trófica e para o equilíbrio biológico do solo. No processo de mineração, estas populações reduzem-se consideravelmente. Portanto, os métodos e técnicas

utilizadas para a recuperação destas áreas degradadas devem promover a recuperação das populações microbióticas do solo (SIQUEIRA, 1993 apud SOUZA, 1997).

Barbosa (2001) acredita ser possível recuperar algumas das funções ecológicas da floresta em áreas degradadas, a partir da análise de modelos de recomposição florestal que estão sendo utilizados, como por exemplo, a estabilidade do solo ou a recuperação das nascentes. Um conceito que começa a ser explorado melhor nas pesquisas, segundo o autor, é o da autosustentabilidade das florestas implantadas por meio de modelos que se utilizam da sucessão natural para a melhoria das relações entre fauna e flora, visando a auto renovação da vegetação e a conservação da biodiversidade.

A tendência na recuperação das áreas degradadas e dos reflorestamentos é de se favorecer a auto-renovação das áreas, como ocorre naturalmente após o distúrbio, ou seja, por meio de processos similares ao da sucessão secundária, com a utilização do maior número possível de informações (BARBOSA, 2001).

Para a recuperação de áreas mineradas, são necessárias, segundo Griffith (1980) apud Gisler (1995), algumas medidas prévias ou durante a mineração, como por exemplo: (1) a suavização dos cortes; (2) o planejamento conservacionista das vias de acesso; (3) o isolamento do material potencialmente tóxico; (4) o armazenamento da camada superior do solo; (5) o aterro progressivo das escavações das áreas já mineradas e (6) o tratamento adequado no solo para evitar a erosão superficial na área minerada durante a exploração e durante o processo de recuperação.

O uso da serapilheira (camada orgânica do solo das florestas) como prática de recuperação de área minerada consorciado ao plantio de espécies nativas acelera o estabelecimento e desenvolvimento de espécies da sucessão secundária de maior porte (*Baccharis dracunculifolia* e *Baccharis oxyodonta*), favorecendo o maior incremento da biomassa na área degradada (GISLER, 1995).

Blanco-Garcia e Lindig-Cisneros (2005) realizaram experimentos na região nordeste do estado de Michoacán, México, em local de formação basáltica recente, cujo solo está em início de formação. A superfície do mesmo caracteriza-se pela abundante presença de material bem graduado de matacões, blocos, pedregulho e areia. A vegetação do local apresenta grande dificuldade de estabelecimento, devido às elevadas temperatura em que a superfície pode chegar (até sessenta graus Celsius) e pelas deposições sucessivas de cinzas vulcânicas ocorridas há cinquenta anos. Nesta área realizou-se experimento fatorial, cujos fatores foram a utilização de resíduos de casca de pinus e a semeadura de uma espécie nativa da família das Fabaceas (*Lupinus elegans*). Nas parcelas foram plantadas mudas nativas de *Pinus*

pseudostrobus para avaliar o efeito dos fatores na sobrevivência das mudas. Após um ano de observações, a sobrevivência das mudas com a utilização de resíduos de casca de pinus foi, em média, de quarenta e seis por cento. Isto foi superior à sobrevivência das mudas sem a utilização destes resíduos, que ficou em vinte e um por cento, aproximadamente. A utilização da espécie *Lupinus elegans* não apresentou efeito algum na sobrevivência das mudas de *Pinus pseudostrobus* plantadas.

De acordo com Aber (1990) apud Barbosa (2001) é preferível, na recuperação das áreas degradadas, a adoção de modelos baseados na sucessão secundária, que, segundo o autor, consiste na substituição ordenada das espécies através do tempo, em determinado local, conduzindo a comunidade de plantas e de animais a uma dinâmica estabilizada.

O sistema de manejo baseado na sucessão secundária, além de condizente com as características ecológicas e de proporcionar o aumento da biodiversidade, representa também a redução dos esforços dispendidos (REIS e KAGEYAMA, 2003).

O trabalho de recuperação de áreas degradadas envolve o manejo artificial do processo de sucessão primária ou secundária, acelerando o padrão pelo qual a comunidade retorna ao seu estágio climácico (SOUZA, 1997).

Ainda, para Reis e Kageyama (2003), a velocidade de implantação das sucessivas comunidades dependerá do grau de degradação da área, da distância da área supridora de propágulos, da existência e quantidade de vetores da fauna responsáveis pela movimentação dos propágulos e da existência de plantas mantenedoras de alimentos para atrair a fauna disseminadora de propágulos.

Kageyama e Gandara (2000) apud Gonçalves et al. (2003) julgam ser possível recuperar áreas degradadas na forma de florestas secundárias, por meio do processo natural de sucessão ecológica. Para facilitar este processo, é necessário isolar a área, protegendo-a de incêndios. O isolamento da área também evita a presença de animais domesticados, como o gado bovino, que dificulta, consideravelmente, o desenvolvimento da vegetação implantada ou que surge pelo processo de sucessão secundária.

Durigan (2003) considera que, para o processo de restauração, seja necessária a aplicação de dois grandes grupos de técnicas: as técnicas de condução da regeneração natural e as técnicas de plantio. Os dois conjuntos de ações podem ser utilizados concomitantemente.

Existem diferentes situações de intensidade de degradação de solo e vegetação, de acordo com o seu uso. Baseado nisso, Durigan (2003) sugere, resumidamente, algumas ações específicas para cada uma dessas condições: (a) pastagens naturais – são facilmente recuperadas pelo simples isolamento, controle das gramíneas exóticas e controle de incêndios;

(b) reflorestamentos de pinus e eucalipto – recomenda-se apenas a remoção das espécies exóticas e o controle da rebrota e regeneração; (c) agricultura – controlar as plantas invasoras e efetuar o plantio de espécies nativas; (d) áreas mineradas ou rodovias (cortes) – dependendo da altura do corte, pode ser conduzida a rebrota das raízes e da germinação do banco de sementes, além do plantio de mudas e (e) áreas mineradas ou rodovias (aterros) – neste caso, o plantio de mudas e semeadura são as poucas alternativas viáveis.

Reis (2001) preconiza que a base teórica para todo o processo de restauração ambiental deve estar fundamentada em propiciar a sucessão por meio do aumento da biomassa no local degradado.

Ruiz-Jaen e Aide (2005) sugerem, para a mensuração do sucesso da restauração, a avaliação de três categorias gerais dos atributos de ecossistema: diversidade, estrutura de vegetação e processos ecológicos. Consideram que sejam incluídas, pelo menos, duas variáveis dentro de cada um dos três atributos de ecossistemas, como por exemplo, riqueza e abundância de organismos, cobertura e densidade de plantas, ciclagem de nutrientes e interações biológicas e, ainda, pelo menos, dois locais de referência para capturar a variação que existe nos ecossistemas.

2.2 Restauração e recuperação em áreas degradadas

A partir da década de oitenta, principalmente, houve no Brasil uma mudança significativa no conceito de restauração, com ampla discussão sobre o uso de espécies nativas em plantios mistos (Congresso de Espécies Nativas, 1982 e Simpósio de Matas Ciliares, 1989 apud KAGEYAMA e GANDARA, 2001).

Algumas definições como a restauração e a recuperação de áreas degradadas são estabelecidas e definidas pela Lei 9985 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC. O termo “conservação da natureza”, por exemplo, segundo a referida Lei, é definido como “o manejo do uso antrópico da natureza, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, para que o mesmo possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e

aspirações das gerações futuras, e garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral (BRASIL, 2000)”.

Restauração “*stricto sensu*”, ou seja, num sentido mais restrito, segundo Van Der Haveren et al. (1997) apud Rodrigues e Gandolfi (2001), significa um retorno completo do ecossistema degradado às condições ambientais originais, considerando-se as características bióticas e abióticas e suas interações. Esta possibilidade é remota, pois, normalmente, as condições ambientais após a degradação não permitem mais o retorno para uma condição idêntica à original. Por outro lado, restauração “*lato sensu*” (sentido mais amplo) se aplica a um ecossistema que foi submetido a uma perturbação não muito intensa, possibilitando a preservação da capacidade do ecossistema de se recuperar dos efeitos negativos da degradação. Neste caso o ecossistema degradado não retornaria à condição original, mas sim a algum estado intermediário.

Para Carpanezzi et al. (1990) apud Souza (1997), um ecossistema degradado é aquele que teve eliminado os seus meios de regeneração biótica, como a vegetação, o banco de sementes, o banco de plântulas, a chuva de sementes e a rebrota, apresentando, portanto, baixa resiliência.

Rodrigues e Gandolfi (2001) sugerem outros termos relacionados com a degradação ambiental: reabilitação e redefinição. O primeiro refere-se ao retorno do ecossistema degradado a algum estado diferente do original, mas estável. No entanto este retorno somente seria possível por meio de uma forte intervenção antrópica, pois sem esta intervenção o ecossistema se manteria numa condição de degradação irreversível. A redefinição, também chamada de redesignação, constitui-se numa estratégia de conversão de um ecossistema degradado (ou não degradado) num ecossistema com destinação ou uso diferente da original, como por exemplo, a implantação de reservatórios hídricos em áreas de mineração.

Para a *Society for Ecological Restoration*, citada por Engel e Parrota (2003), restauração ecológica é a ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e no funcionamento dos processos ecológicos, considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais.

A restauração ecológica inclui metas a serem alcançadas em curto, médio e longo prazo. Em curto prazo, incluem-se os serviços ambientais do ecossistema, tais como: o controle da erosão, melhoria da fertilidade do solo, estabilização do ciclo hidrológico, aumento da biodiversidade, da produtividade primária e fixação do gás carbônico. Em médio prazo, incluem-se o enriquecimento e o aumento da complexidade estrutural do habitat, o aumento

da biodiversidade e a regeneração de algumas espécies. Entretanto, o objetivo da sustentabilidade do ecossistema só pode ser alcançado em longo prazo (ENGEL e PARROTTA, 2003).

Reis e Kageyama (2003) consideram que a restauração de uma determinada área necessita de ações humanas apenas no início do processo, sendo que a própria natureza se encarregará de sua continuidade por meio do aumento gradual e natural da biodiversidade.

Recuperação de áreas degradadas é uma consequência do uso incorreto da paisagem e, fundamentalmente dos solos agrícolas e urbanos, sendo apenas uma tentativa limitada de remediar um dano que, na maioria das vezes poderia ter sido evitado com um planejamento ambiental prévio (RODRIGUES E GANDOLFI, 2001).

Aranson et al., 1995 apud Rodrigues e Gandolfi (2001) definem que a recuperação de uma determinada área, depende da trajetória percorrida durante a degradação e dos níveis de consequências ocorridas no ecossistema. Os autores expõem também que, embora se possa definir um objetivo pretendido para a recuperação, o mesmo somente poderá ser alcançado por meio de uma trajetória a ser desenvolvida na recuperação da área degradada. Com isso, caso a degradação não tenha sido muito profunda, a sua recuperação poderá ocorrer passando por uma trajetória exatamente inversa ou similar àquela percorrida durante a degradação. Em níveis mais intensos de degradação, alguns limites poderiam ter sido ultrapassados, impedindo o retorno natural do ecossistema à condição inicial, sendo necessária intensa intervenção antrópica, neste caso, para se chegar a um estado estável permanente.

O termo recuperação é o mais utilizado no Brasil, adotado com sentido amplo. Este termo refere-se, tipicamente, ao trabalho realizado em sítios mais severamente degradados pelas atividades mineradoras ou grandes obras de construção civil (ENGEL e PARROTTA, 2003).

Para Brasil (2000), recuperação é definida como a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original. Já a restauração consiste na restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original. Ou seja, a recuperação pode ser considerada um estágio intermediário para se conseguir um ambiente restaurado, a partir de alterações antrópicas. As ações para se conseguir a restauração de um ecossistema degradado, teoricamente, são mais complexas comparando-se com o processo de recuperação do mesmo ecossistema.

Engel e Parrota (2003) resumem que a restauração ecológica tem como meta deliberada a viabilidade ecológica ao longo prazo do ecossistema e a recriação, no futuro, de comunidades mais próximas possíveis da natural, quanto à sua estrutura e funcionamento. Na abordagem de

recuperação os objetivos são mais específicos, definidos numa escala de tempo menor e a semelhança com os ecossistemas naturais não é uma característica aparentemente importante.

No entanto, é provável que o ambiente reaja com menor intensidade e velocidade de recuperação para chegar a um novo equilíbrio, se as condições de intervenção forem muito diferentes das originais.

Rodrigues e Gandolfi (2001) sugerem, para a necessidade da expansão da fronteira agrícola, o planejamento ambiental prévio, possibilitando assim a delimitação das áreas que deveriam ser preservadas em função de suas características ambientais ou mesmo legais. Usualmente o planejamento ambiental considera, na maioria das vezes, apenas uma propriedade rural, independente das características e do planejamento das propriedades do entorno, condicionando assim o insucesso na preservação ambiental.

Esta concepção baseia-se na correlação interdependente dos diferentes sistemas ambientais de um determinado local. Mesmo que sejam planejadas ações em áreas específicas limitadas pelas divisas de uma propriedade rural, é necessário que sejam avaliadas, como um todo, as unidades ambientais ou ecossistemas que ultrapassem os limites da propriedade.

Leopold et al. (1964) e Gregory e Walling (1973) apud Lima (2001) consideram que um sistema geomorfológico aberto, como é o caso de uma bacia hidrográfica ou uma área natural não modificada pela ação antrópica, encontra-se em equilíbrio dinâmico. Caso venha a ocorrer, nestes sistemas, qualquer modificação na forma dos mesmos, ocorrerá uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico destes sistemas.

Baseado nesse conceito, uma das ações que podem ser tomadas para a recuperação de uma área degradada é não permitir que haja atividades antrópicas na área, quer seja pelo cultivo agrícola, pela produção pecuária ou pela ocupação territorial urbana.

Há uma tendência de conceituação entre pesquisadores de que a melhor estratégia para se revegetar ou recuperar uma determinada área ou região é o estímulo à regeneração natural do ecossistema, desde que o processo de degradação não tenha chegado ao ponto de esgotamento do solo e da resiliência do sistema (METZGER, 2003).

Uma forma de agilizar o processo de recuperação de áreas degradadas é por meio da instalação de grupos de vegetação distribuídos aleatoriamente na área denominados ilhas de diversidade.

Kolb (1993) e Guevara (1997) apud Kageyama e Gandara (2001), a partir de pesquisa, perceberam que, a partir de pequenos fragmentos florestais ou até mesmo árvores isoladas podem exercer papel de atração da fauna dispersora de sementes, contribuindo para acelerar a

sucessão secundária ao seu redor. Este processo pode ser recriado pela implantação de “ilhas” dentro de uma paisagem a ser recuperada.

As ilhas de diversidades, juntamente com os fragmentos florestais existentes, principalmente em áreas ciliares, podem ser utilizadas como corredores de fluxo gênico, que interligam os diversos fragmentos de vegetação. As matas ciliares são estratégicas para os corredores, já que, se recuperadas as matas ao longo de todos os cursos d'água, muito provavelmente, a maioria dos fragmentos estarão interligados (MACEDO, 1993 apud KAGEYAMA e GANDARA, 2001).

A utilização de ilhas de diversidade é um processo de restauração aplicável a situações específicas, onde as condições da paisagem permitem esse tipo de intervenção (KAGEYAMA et al., 2003). Este caso pode ser utilizado quando as ações para a restauração das condições de solo e de micro hábitat de toda a área se tornam muito onerosas, visto que as ilhas de diversidades consistem nas intervenções de recuperação ou restauração realizadas em pequenas extensões do terreno isoladas entre si e distribuídas aleatoriamente na área degradada.

Segundo Reis et al. (2003), o plantio de mudas em ilhas de alta diversidade é uma das técnicas utilizadas com base no princípio sucessional de colonização de áreas em formação, também denominado de nucleação. Outras técnicas de nucleação, que proporcionam maior diversidade e maior rapidez de estabilização, com a mínima entrada artificial de taxas energéticas são as seguintes: transposição de solo, semeadura direta e hidrossemeadura, poleiros artificiais, transposição de galharia e coleta de sementes com manutenção da variabilidade genética.

Considera-se importante a conservação da vegetação do entorno de áreas degradadas para que o processo de recuperação seja intensificado pela interferência dos habitats adjacentes. Brasil (2000) define a conservação *in situ* como a conservação de ecossistemas e habitats naturais e a manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seus meios naturais nos quais desenvolvem suas propriedades características.

Em ambientes de antropização extensivas, os habitats e ecossistemas, a medida que vão sendo degradados, perdem gradativamente suas características originais e a sua biodiversidade original. Para estes casos, alguns autores sugerem o manejo dos ambientes de forma a preservar corredores naturais que interliguem espacialmente os ecossistemas. Segundo Brasil (2000) os corredores ecológicos são definidos como porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando áreas conservadas, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas

degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais.

Engel e Parrota (2001) estudaram a semeadura direta de cinco espécies florestais nativas pioneiras oriundas de floresta tropical úmida (Mata Atlântica) no município de Botucatu, estado de São Paulo e constataram que a regeneração natural, no local do experimento, de espécies da floresta nativa do entorno era significativamente maior dentro das parcelas em que foram semeadas as espécies estudadas, quando comparadas com as parcelas controle, que foram protegidas de fogo e outras perturbações. As parcelas encontravam-se a uma distância de cinquenta a duzentos metros de alguns fragmentos florestais de onde, provavelmente, se originavam as sementes das espécies germinadas no local.

Pode se deduzir com estes fatos que a cobertura vegetal com espécies iniciais (pioneiras) em áreas degradadas proporciona melhoria no desenvolvimento inicial das plantas e nas condições de germinação das sementes presentes no solo ou originadas de áreas adjacentes.

2.3 Erosão em áreas degradadas

Numa área cuja vegetação de cobertura e uma parte das camadas do perfil do solo foram retiradas, como é o caso de uma área de empréstimo ou jazida de argila, o potencial erosivo dos solos aumenta pelo simples fato de se ter retirado a cobertura protetora do solo e pela modificação da estrutura superficial do mesmo. Isso facilita a atuação da água proveniente das precipitações pluviométricas, que age no processo erosivo do solo pelo impacto das gotas e pelo escoamento direto. Este processo erosivo do solo sem cobertura vegetal protetora aumenta ainda mais a degradação da área.

Perfil do solo pode ser definido como a sucessão de horizontes ou camadas, numa seção vertical, através do solo, acrescida do material mineral subjacente pouco ou nada transformado pelo processo pedogênico (formação do solo), incluindo-se o manto superficial de resíduos orgânicos (OLIVEIRA et al., 1992).

São denominados horizontes quando suas características vinculam-se predominantemente pelas ações ou processos pedogenéticos e camadas, quando as seções são pouco ou nada influenciadas por aqueles processos, como é o caso de alguns solos sedimentares (OLIVEIRA et al., 1992).

Para a Embrapa (1988) apud Oliveira et al. (1992) os horizontes e camadas principais do solo são simbolizados pelas seguintes letras maiúsculas: O, H, A, E, B, C, F e R. “A”, “E” e “B” sempre denotam horizontes; “R” sempre é indicativa de camada; “O” designa seção que pode ser considerada camada, enquanto “H” e “F” são de denotação variável. Na descrição do perfil, normalmente adiciona-se, a estas letras, outras minúsculas e números arábicos que completam a designação dada aos horizontes principais.

Os impactos oriundos da mineração de superfície, segundo Parrota e Knowles (1999), podem ser bastante extensivos, devido à erosão e ao escoamento superficial, resultando em assoreamento e deterioração da qualidade da água em rios e reservatórios, além de diminuir a resiliência da área erodida.

A agricultura sempre foi e continua sendo o principal fator causador da erosão e degradação dos ecossistemas, geralmente associados à expansão agrícola ou com práticas inadequadas, mas atividades como a exploração florestal, o garimpo e a construção de reservatórios são também atividades de grande contribuição na degradação dos ambientes naturais (RODRIGUES E GANDOLFI, 2001).

Para Lima (2001), escoamento direto é o volume de água que causa o aumento rápido da vazão de microbacias, durante e imediatamente após a ocorrência de uma chuva.

Horton (1940) apud Lima (2001) preconizava que o escoamento direto era basicamente produzido pelo escoamento superficial que ocorre toda vez que a intensidade de chuva excede a capacidade de infiltração do solo e que a água infiltrada no solo alimenta o lençol freático. No entanto este fenômeno não ocorre da mesma forma e intensidade nos diferentes locais das micro-bacias hidrográficas, ou seja, o escoamento direto pode ocorrer mesmo que a intensidade da chuva seja inferior à capacidade de infiltração do solo.

Durante uma chuva o escoamento direto ocorre preferencialmente nos terrenos que margeiam a rede de drenagem. Nas porções mais distantes ou mais altas da encosta, a água da chuva tende, principalmente a infiltrar-se e escoar até o canal mais próximo através do processo subsuperficial ou escoamento base (LIMA, 1995, apud LIMA, 2001).

A perda de solo, por erosão hídrica, está intimamente ligada à precipitação pela sua capacidade de desagregação dos solos. A erosão hídrica dos solos e a produção de sedimentos têm sido objetos de preocupação na gestão do uso do solo e água (PONCE ÁLVARES, 2005).

Para Toledo e Mattos (2003), as estimativas de perda de solo são avaliadas melhor por meio da Equação Universal de Perda de Solo – A, EUPS ou USLE – (Equação 01). A mesma estima a erosão hídrica de uma área em função dos seguintes fatores: topográfico (LS), características da chuva (R), cobertura vegetal (C), manejo do solo (P) e propriedade do solo

(K). O fator topográfico compõe-se por dois parâmetros: o comprimento da rampa (L) e o grau de inclinação da mesma (S). As propriedades do solo, que determinam a erodibilidade – K são a velocidade de infiltração, permeabilidade, capacidade de armazenamento de água e resistência a dispersão.

A equação universal de perda de solo é resumida pela seguinte fórmula:

$$A = LS \cdot P \cdot K \cdot C \cdot R \quad (1)$$

Medido em tonelada por hectare por ano – ton.ha⁻¹.ano⁻¹ (TOLEDO E MATTOS, 2003).

Joly et al. (2001) estudaram a erosão e perda de solo na Bacia Hidrográfica do rio Jacaré-Pepira, tributário do rio Tietê, no estado de São Paulo e estimaram a perda de sedimentos por erosão superficial, na fazenda Santa Elisa, município de Brotas, em três diferentes situações de cobertura vegetal: solo nu, pastagem e mata ciliar. Os resultados obtidos, durante um ano de observações e coletas de dados, foram 0,89 kg/ha/ano, 245,57 kg/ha/ano e 15.900,03 kg/ha/ano, respectivamente para mata ciliar, pastagem e solo nu. A precipitação média anual deste local oscila entre 1300 e 1500 mm, com estação seca se estendendo de maio a setembro.

Percebe-se, nesse estudo, a grande diferença quantitativa de perda de solo por erosão superficial para as diferentes condições de cobertura vegetal de solo. Na situação com menor perda de solo (mata ciliar), o valor comparativo é insignificante relacionando-se a perda de solo com a condição de solo nu, enquanto que, se for comparada a perda de solo entre a pastagem e o solo nu, esta relação representa 1,6%.

A erosão dos solos é na maioria dos casos o processo de perda de nutrientes do solo de maior importância quantitativa (TOMÉ JUNIOR, 1997). Esta perda de nutrientes do solo dificulta o desenvolvimento da vegetação, retardando com isso, a formação da cobertura protetora do solo e diminuindo gradativamente a resiliência deste novo sistema para que retorne a um novo equilíbrio após o distúrbio ocorrido.

Para Lima (2001) a perda de nutrientes dos ecossistemas terrestres chega aos cursos d'água através de seu transporte em solução no escoamento subsuperficial. Estes nutrientes podem ser retidos por absorção radicular da vegetação presente na zona ripária, antes de chegar aos cursos de água.

O efeito de filtragem de particulados e de nutrientes em solução, proporcionados pela zona ripária confere estabilidade no processo de ciclagem geoquímica de nutrientes pela microbacia.

Em áreas degradadas distantes dos cursos de água o efeito de filtragem de particulados e de nutrientes em solução pode ser intensificado pela permanência ou implantação de cobertura vegetal no entorno da área, principalmente nos limites da área considerados a jusante em relação ao seu escoamento superficial.

Gonçalves et al. (2003) afirmam que o solo é o substrato principal dos ecossistemas naturais. Sua preservação e recuperação são imprescindíveis para o equilíbrio ecológico do ecossistema e para se evitar a degradação do mesmo. Entendem como solo degradado aquele que sofreu perda parcial ou total de sua capacidade de sustentar o crescimento de plantas e outros organismos pela alteração dos seus atributos físicos, químicos e biológicos, iniciando-se com a remoção da cobertura vegetal.

Segundo Gonçalves (2003), as perdas de solo por erosão estão diretamente relacionadas ao tipo de cobertura vegetal e com manejo do solo.

O conhecimento das características físico-hídricas dos solos, como a textura, a massa específica do solo e de partículas, a porosidade total, a micro e macro porosidade, a condutividade hidráulica saturada e a infiltração, são instrumentos básicos para prevenção e controle da erosão (AGENA et al., 2000 apud LARIOS, 2005).

A partir desses conceitos, percebe-se como estão intimamente relacionados os processos de perda de solo e as alterações dos seus atributos físicos, químicos e biológicos, a formação ou conservação de cobertura vegetal protetora e o grau ou taxa de erodibilidade apresentada pelo mesmo.

Para Bastos et al. (2002), a erodibilidade dos solos representa os fatores do solo e além destes, consideram-se também os fatores climáticos, fatores topográficos, cobertura do solo e fatores do solo. Os autores consideram também a erodibilidade como uma propriedade do solo que representa a facilidade com que as partículas são desagregadas e transportadas por um agente erosivo. Os estudos da erodibilidade dos solos são utilizados para se perceber os níveis de sua degradação física, por meio das características ou mudança dos atributos físicos, como a porosidade, permeabilidade e densidade.

Pimenta (2005) comenta que, para ser determinada a taxa de erodibilidade do solo, é necessário o conhecimento dos seus constituintes, ou seja, o conteúdo de areia, de silte, de argila e de matéria-orgânica, bem como à informação sobre a permeabilidade e a estrutura do mesmo. As características físico-químicas do solo e suas inter-relações têm um efeito variado nos valores da taxa de erodibilidade. Além disso, muitos mecanismos de erosão atuam ao mesmo tempo, relacionados com cada propriedade específica do solo. A taxa de erodibilidade

torna-se mais difícil de estimar se for levada em conta a umidade do solo que antecede ao início do processo erosivo, as condições físicas da superfície do solo e as variações sazonais.

Segundo Valente et al. (2001), “a erodibilidade dos solos é função de suas características morfológicas, físicas, químicas, biológicas e mineralógicas como a textura, a estrutura e a permeabilidade dos mesmos, indicando sua maior ou menor suscetibilidade à erosão”.

Ab’Sáber (2001) considera conveniente, sempre que possível, detalhar a dinâmica dos mecanismos de transporte e deposição de sedimentos em diferentes setores de uma planície aluvial. Segundo o autor, essas planícies possuem um sistema de aluviação baseado numa triagem de tipos de sedimentos, conforme sua massa e tamanho. Os sedimentos mais grosseiros vão ficando próximos aos cursos d’água, por ocasião de transbordos do leito normal, enquanto que os mais finos vão sendo projetados para mais longe, sendo que a distância de sedimentação tende a aumentar com a intensidade do transbordamento.

Os sedimentos mais grosseiros, predominantemente arenosos, são movimentados pelo escoamento das águas por *rolamento*, *arrastamento* e eventual *saltação*, enquanto os sedimentos finos, argilosos ou silticos, se movimentam na massa d’água por *solução* e *suspensão* (AB’SÁBER, 2001).

Tomando-se como base estes preceitos, pode-se inferir que, nos casos de erosão superficial ocorrida em áreas degradadas, o transporte e a deposição de sedimentos ocorrem de forma similar: as partículas mais finas vão sendo transportadas pelo escoamento superficial a distâncias maiores e os sedimentos mais grosseiros, devido à densidade e massa, vão ficando próximos da sua posição original.

De um modo geral, os rios transportam sedimentos retirados de rochas decompostas ou de solos situados a montante das planícies, independente da distância da sua origem ao local de deposição dos sedimentos. Esse fato implica uma grande mistura dos sedimentos aluviais devido à multiplicidade das áreas fornecedoras e dos locais de deposição (AB’SÁBER, 2001).

Para se conseguir uma recuperação mais rápida do solo, da vegetação e da paisagem de uma área degradada, segundo Souza (1997), é indispensável a sua revegetação. As áreas de empréstimo de solo e/ou rocha, além da retirada da vegetação da superfície, têm degradação agravada pela alteração profunda no substrato da vegetação (solo e subsolo). Nestas condições, a instalação de uma cobertura vegetal suficiente para impedir a atuação dos processos erosivos geralmente é lenta, enquanto que a erosão evolui rapidamente. Para se evoluir na recuperação destas áreas é necessário que o processo de implantação da cobertura vegetal seja mais rápido que o processo de perda de solo pela erosão superficial.

Bochet e Garcia-Fayos (2004) realizaram experimentos em setenta e um taludes de rodovias num semi-árido da região mediterrânea em Valência, na Espanha para avaliar a influência de características de rampas ou taludes em vegetação e erosão hídrica. Os aspectos estudados foram: o efeito de ângulo de rampa, o tipo de corte e de aterro e o sentido da inclinação, as propriedades de solo, a cobertura de vegetação, a riqueza de espécies, a composição florística e as causas de erosão hídrica. Os resultados obtidos nestes experimentos indicam a dificuldade da revegetação de rampas com ângulos maiores que quarenta e cinco graus, devido à dificuldade de fixação de sementes e posterior germinação, não sendo indicado, portanto, nestes casos a hidrosseadura.

Conforme os autores citados, esforços futuros deveriam focar o aumento da aspereza de superfície ou terraços construídos a intervalos regulares para reduzir o ângulo de rampa para menos que quarenta e cinco graus. Em rampas mais suaves, ajustando-se as misturas de semente de acordo com espécie dominante em cada tipo de rampa, houve sucesso considerável da revegetação às margens das estradas.

Uma alternativa possível para os taludes com inclinação superior a quarenta e cinco por cento, seria a utilização de espécies de gramíneas (Poaceae) pela fixação de leivas na superfície do solo.

2.4 Custo de recuperação em áreas degradadas

Engel e Parrota (2001) realizaram estudos de sementeira direta, utilizando cinco espécies florestais nativas pioneiras, oriundas de floresta tropical e estimaram os custos de estabelecimento e manutenção de cobertura vegetal no processo inicial de recuperação em área que outrora fora pastagem e pomar. Em seus estudos constataram que os custos de estabelecimento e manutenção das espécies semeadas em área experimental variaram de R\$ 742,00 a R\$ 912,00 por hectare para os dois primeiros anos (1997 e 1998) de desenvolvimento da cobertura vegetal, sendo que, em média, 65 % dos custos representaram as ações da fase de implantação da sementeira, incluindo-se o preparo do solo, 18 % representaram as atividades realizadas no primeiro ano de manutenção e 17%, as atividades realizadas no segundo ano de manutenção.

Deve ser considerado que, para a situação mencionada anteriormente, a intensidade do impacto na área experimental praticamente se resume na degradação da cobertura vegetal e na pequena perda de solo por erosão superficial. Há alguns casos de degradação que, além destas interferências ambientais, ainda ocorrem com a retirada das camadas de solo (áreas de empréstimo de argila, silte ou areia). Em outros casos a retirada de camadas de rocha utilizadas como jazidas de exploração mineral e, nestes casos, a intensidade do impacto é maior e, conseqüentemente, sua recuperação se torna mais difícil e mais onerosa.

Em programa de pesquisa desenvolvido pela Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz (ESALQ) em cooperação com o Instituto de Pesquisas Florestais (IPEF) e com participação da Companhia Energética de São Paulo (CESP) foram desenvolvidos experimentos em escalas operacionais utilizando-se diferentes modelos de restauração, sendo a sucessão vegetal o seu fundamento básico e as espécies pioneiras como sendo o principal grupo sucessional. O resultado mais significativo destes trabalhos foi a redução dos custos operacionais, de forma que, no início do programa de pesquisa em 1988 o tempo de implantação das florestas girava em torno de cinco a sete anos ao custo de US\$ 4.000,00 por hectare, enquanto que em 1990, a formação das florestas pode ser considerada aos dois anos após o plantio, com perspectiva de redução do custo de implantação para cerca de US\$ 1.000 por hectare. As técnicas e procedimentos utilizados para a redução dos custos citados basearam-se na melhoria na escolha das populações e da coleta de sementes, na formação de mudas em tubetes, no número de espécies dos diferentes grupos sucessionais, no espaçamento adequado para cada grupo, na forma de preparo de solo nos diferentes graus de degradação, na adubação inicial de plantio e nas ações de manutenção na fase inicial de desenvolvimento (KAGEYAMA et al., 1989 e KAGEYAMA et al., 1990 apud KAGEYAMA e GANDARA, 2001).

3 PROGRAMA EXPERIMENTAL, MÉTODOS E MATERIAIS

3.1 Considerações Iniciais

No estudo realizado foram implantados dois experimentos, ora denominados Experimento 01 e Experimento 02, localizados em áreas degradadas pela utilização como áreas de empréstimo de argila.

O Experimento 01 foi realizado para avaliar a regeneração natural, o número de espécies regeneradas e a densidade de indivíduos regenerados, em duas condições de cobertura vegetal: a) utilização da espécie *Baccharis dracunculifolia* e b) utilização da espécie *Schinus terebinthifolius*.

O Experimento 02 foi realizado para avaliar a perda de solo por erosão laminar e para definir a taxa de erodibilidade do solo, em diferentes níveis de cobertura vegetal, com a utilização da espécie *Paspalum notatum*.

O programa experimental, os métodos e os materiais utilizados para a realização dos experimentos serão descritos adiante.

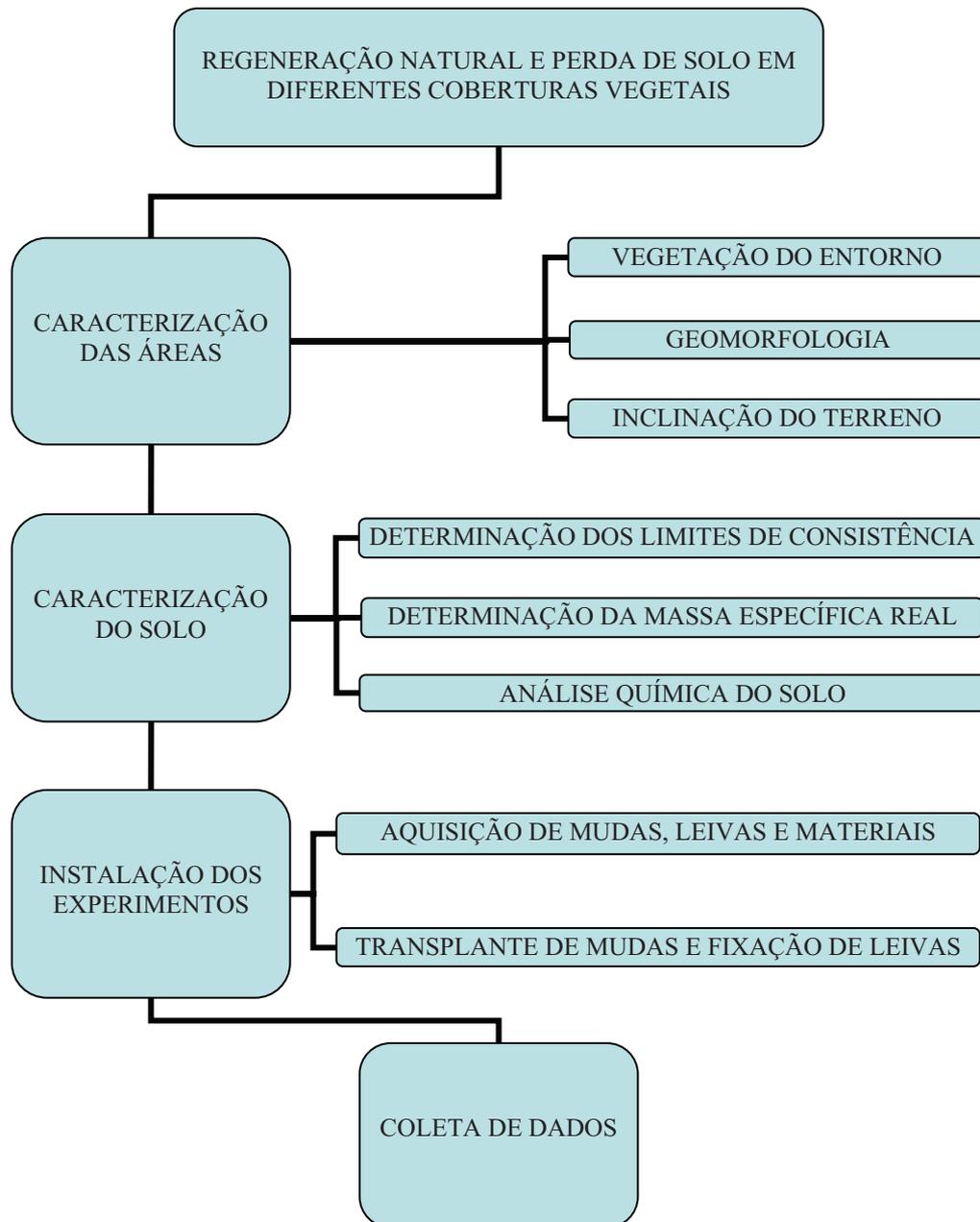
Com a finalidade de facilitar a compreensão, será apresentado um organograma (Figura 1) das ações, etapas e eventos previstos no decorrer do estudo e que serão detalhadas e descritas a seguir.

Na verificação do contexto situacional do experimento, foi caracterizada a vegetação do entorno, a geomorfologia da região, a inclinação do terreno no experimento e no entorno e a caracterização do solo do experimento por meio de ensaios específicos.

Para a instalação dos experimentos, foi necessário o transplante de mudas de *Baccharis dracunculifolia*, o preparo e plantio de leivas de *Paspalum notatum*, a aquisição e plantio de

mudas de *Schinus terebinthifolius*, a aquisição dos materiais necessários e a instalação das unidades experimentais.

Figura 1 – Organograma da pesquisa



Como resultados do experimento, foram quantificados e qualificados os níveis de perda de solo, a regeneração natural e o desenvolvimento das plantas para cada um dos tratamentos ensaiados e a possível correlação existente entre os mesmos, além da determinação da taxa de erodibilidade do solo.

3.2 Programa experimental

Neste item é caracterizado e descrito o plano dos experimentos realizados, quanto à identificação dos tratamentos e níveis avaliados e quanto à quantificação de materiais, insumos e equipamento utilizados nas unidades experimentais.

A pesquisa de campo foi realizada por meio da implantação de dois experimentos, como base do estudo elaborado.

3.2.1 Caracterização do local dos experimentos

O presente estudo experimental foi realizado no canteiro de obras da Usina Hidrelétrica Barra Grande, município de Anita Garibaldi, estado de Santa Catarina (Figura 2). O local caracteriza-se por apresentar terreno inclinado, variando de ondulado, nas partes mais elevadas a íngreme ou escarpado, nas áreas mais próximas do leito do Rio Pelotas. A altitude varia de 480 m a 900 m. Os experimentos foram instalados a uma altitude aproximada de 780m (Figura 3).

As formações florestais que recobrem as vertentes dos morros do vale do Rio Pelotas são denominadas de Floresta Estacional Decidual, nas áreas mais baixas do vale e de Floresta Ombrófila Mista, nas áreas mais elevadas e de relevo plano. Cabe ressaltar que, em algumas áreas, a vegetação que ocorre na fase de transição destas duas formações florestais apresenta características florísticas tanto de uma quanto da outra formação florestal. Nas regiões mais elevadas, à medida que se afasta do leito do rio, o relevo apresenta-se ondulado a plano e a fito fisionomia começa a apresentar características de formação campestre.

As informações de localização das áreas experimentais, classificação do clima predominante, precipitação média, temperatura média, velocidade média dos ventos, cálculos dos balanços hídricos, formação de rochas e solo, que caracterizam a região do experimento implantado e que serão descritas adiante, foram obtidas do Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica Barra Grande (ENGEVIX, 1998).

O experimento está situado entre as coordenadas geográficas 27°46' de Latitude Sul e 51°13' de Longitude Oeste, correspondendo às coordenadas UTM SAD 69: 481724 e 6928466.

Figura 2 – Localização da Usina Hidrelétrica Barra Grande



Fonte: Brasil (2007)

Figura 3 – Vista aérea da Usina Hidrelétrica Barra Grande e, no detalhe, a localização das áreas de experimento



Conforme a classificação de Köppen, o clima predominante na bacia é do tipo Cf, temperado chuvoso de ambiente úmido.

A precipitação total média anual é de 1.650 mm, variando entre 2.523 mm e 1.206 mm, e o número de dias de chuva oscila entre 110 e 120 dias por ano, sem existência de período seco.

A temperatura média anual oscila em torno de 16,5° C, com variação entre 20,5° C em janeiro e 12,3° C em julho.

As velocidades médias de vento são em torno de 2,0 m/s, podendo atingir até 5,5 m/s, nas direções predominantes com componente Leste. No outono e inverno, são frequentes ventos com componente Norte. Foram registradas velocidades máximas de até 25,0 m/s para ventos com duração superior a uma hora.

O cálculo do balanço hídrico concluiu que a precipitação é maior do que a Evapotranspiração Potencial (EVP) e do que a Evapotranspiração Real (EVR) em todos os meses do ano, não havendo déficit de água no solo. A umidade relativa apresenta valores médios anuais em torno de 76%, sendo o mês mais seco (dezembro) com média de 71,2% e o mês mais úmido (junho) com média de 79,6%.

Na área predominam rochas vulcânicas da formação Serra Geral, de idade Juro-Cretácea, com espessura estimada de 500 a 600 m. Em profundidade, as rochas se assentam sobre a seqüência sedimentar que preencheu a bacia do Paraná.

Quanto aos solos da região, foram identificadas cinco classes de solos: (a) Latossolo Bruno: solos minerais, fortemente ácidos, com baixa reserva de nutrientes. Ocupam as superfícies mais elevadas e aplainadas, constituídas por colinas de vertentes. São encontrados em altitudes superiores a 900 metros; (b) Terra Bruna/Roxa Estruturada: solos minerais, quase sempre em relevo ondulado e fortemente ondulado; (c) Terra Bruna Estruturada: solos minerais, fortemente ácidos, com baixa reserva de nutrientes, em relevo suavemente ondulado e ondulado e altitudes em geral superiores a 800 m; (d) Cambissolos: ocupam as encostas mais íngremes do relevo ondulado. Possuem baixa fertilidade natural com presença de alumínio e susceptibilidade à erosão e (e) Solos Litólicos: solos minerais, que ocupam praticamente todo o relevo montanhoso e as encostas mais íngremes do relevo fortemente ondulado. São muito suscetíveis à erosão.

São duas as áreas destinadas para os experimentos: área de empréstimo de solo 01 (Figura 4) e área de empréstimo de solo 02 (Figura 5).

As duas áreas de empréstimo de solo podem ser classificadas, quanto a sua declividade média, em dois grupos: a) com inclinação média de cinco graus (5°), na base das áreas e b) com inclinação média de quarenta e cinco graus (45°) nos taludes destas áreas.

Figura 4 – Área de Empréstimo de solo 01



Figura 5 – Área de Empréstimo de solo 02



O Experimento 01 foi instalado em áreas com inclinação média de cinco graus, enquanto que o Experimento 02, instalado em áreas com inclinação média de quarenta e cinco graus.

No entorno das áreas de empréstimo dos experimentos, há a presença das espécies que serão utilizadas no estudo. Percebe-se maior abundância de *Baccharis dracunculifolia* encontrada imediatamente ao lado das áreas experimentais, seguida por *Schinus terebinthifolius* com alguns indivíduos encontrados a aproximadamente trinta metros. A uma distância aproximada de cinquenta metros, é observada a presença de *Paspalum notatum*, ocupando a superfície do solo em áreas com vegetação secundária inicial.

3.2.2 Identificação dos tratamentos e seus níveis

Fez-se necessário o detalhamento dos tratamentos e níveis dos ensaios realizados para que todas as ações planejadas ocorressem num processo sem imprevistos. Da mesma forma foram definidas as repetições dos ensaios e a quantificação das unidades experimentais para que o resultado representasse os objetivos do estudo.

a) *Tratamentos*

No Experimento 01 foram avaliados cinco tratamentos:

A – cobertura vegetal com o transplante de mudas da espécie *Baccharis dracunculifolia*, utilizando-se 1 planta por metro quadrado.

B – cobertura vegetal com o transplante de mudas da espécie *Baccharis dracunculifolia*, utilizando-se 4 plantas por metro quadrado.

C – cobertura vegetal com o plantio de mudas da espécie *Schinus terebinthifolius*, utilizando-se 1 planta por metro quadrado.

D – cobertura vegetal com o plantio de mudas da espécie *Schinus terebinthifolius*, utilizando-se 4 plantas por metro quadrado.

E – testemunha, servindo de referência tanto para os tratamentos com o uso de *Baccharis dracunculifolia* quanto para os tratamentos com o uso de *Schinus terebinthifolius*.

No Experimento 02 foram avaliados dois tratamentos:

A – cobertura vegetal com a implantação de leivas da espécie *Paspalum notatum* em toda a superfície das unidades amostrais.

B – testemunha - sem a implantação de vegetação nas unidades amostrais.

b) *Repetições*

Nos dois experimentos foram realizadas três repetições por tratamento ensaiado.

c) *Área de cada parcela*

As parcelas do Experimento 01 são quadradas de três metros de lado e estão inseridas em três blocos homogêneos, com 6 parcelas alinhadas, com espaçamento de um metro entre elas.

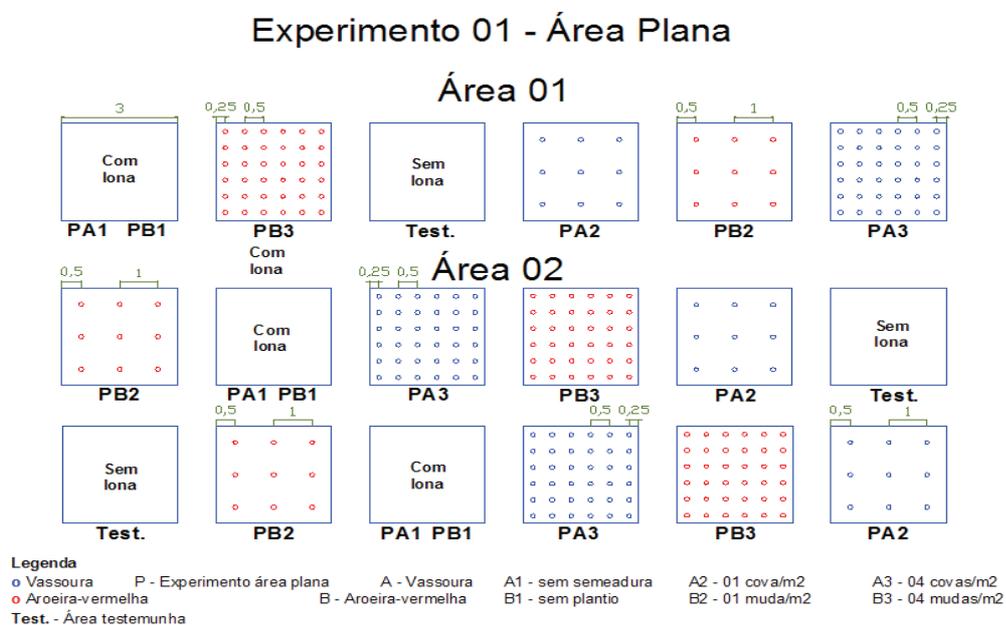
A distribuição das parcelas em cada bloco seguiu processo inteiramente casualizado. Um bloco foi locado na área de empréstimo de solo 01 (Figura 4) e os outros dois blocos, na área de empréstimo de solo 02 (Figura 5), dispostos longitudinalmente na base da área.

As parcelas do Experimento 02 têm formato retangular com dois metros de largura e três metros de comprimento, sendo que o comprimento é medido na direção da inclinação do terreno e as mesmas estarão inseridas em três blocos homogêneos, com 2 parcelas alinhadas em cada bloco e sem espaçamento entre elas. A distribuição das parcelas em cada bloco seguiu processo inteiramente casualizado. Dois blocos foram locados na área de empréstimo de solo 01 (Figura 6) e o outro, na área de empréstimo de solo 02 (Figura 7). As parcelas iniciam meio metro acima do limite da linha que divide as áreas de empréstimo e o seu entorno.

Nas figuras 6 e 7 são representadas as distribuições das unidades experimentais em cada um dos experimentos.

O tamanho das parcelas foi definido em função da disponibilidade de recursos para a realização dos experimentos e espera-se a obtenção de resultados representativos e compatíveis com os objetivos propostos.

Figura 6 – Distribuição aleatória das unidades experimentais em três blocos e seus tratamentos no Experimento 01.



P – Experimento realizado na área plana (até 5° de inclinação).

Test. – parcela testemunha, sem cobertura vegetal inserida, corresponde aos tratamentos A1 e B1.

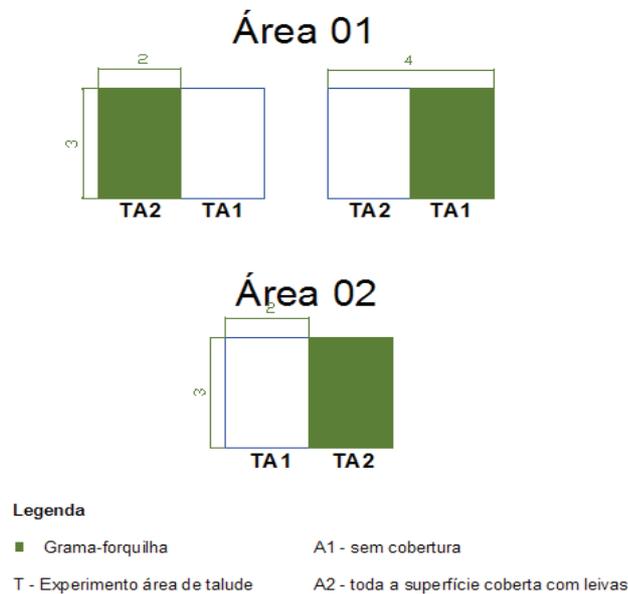
A2 e A3 – tratamentos com o uso da espécie *Baccharis dracunculifolia* nas densidades de uma e quatro plantas por metro quadrado, respectivamente.

B2 e B3 – tratamentos com o uso da espécie *Schinus terebinthifolius* nas densidades de uma e quatro plantas por metro quadrado, respectivamente.

Cada Bloco representa uma repetição.

Figura 7 – Distribuição aleatória das unidades experimentais em três blocos e os respectivos tratamentos no Experimento 02.

Experimento 02 - Área de Talude



T – Experimento realizado na área de talude (aproximadamente 45% de declividade).

A1 e A2 – tratamentos com o uso da espécie *Paspalum notatum* nas densidades de zero e cem por cento de cobertura vegetal, utilizando-se leivas, respectivamente.

Cada Bloco representa uma repetição.

3.2.3 Quantidade de mudas e leivas

Neste item está quantificado e descrito o número de mudas e leivas utilizadas nos tratamentos dos dois ensaios realizados.

a) quantidade de mudas transplantadas de *Baccharis dracunculifolia* para o Experimento 01

Foram utilizados os seguintes quantitativos de mudas de *Baccharis dracunculifolia* transplantadas no Experimento 01: - uma muda por metro quadrado x nove metros quadrados = nove mudas por parcela x três repetições = vinte e sete mudas; - quatro mudas por metro quadrado x nove metros quadrados = trinta e seis mudas por parcela x três repetições = cento e oito mudas. Somaram-se cento e trinta e cinco mudas transplantadas.

b) quantidade de mudas de *Schinus terebinthifolius* para o Experimento 01

Quanto às mudas de *Schinus terebinthifolius* plantadas no Experimento 01, foram utilizados os seguintes quantitativos: - uma muda por metro quadrado x nove metros

quadrados = nove mudas por parcela x três repetições = vinte e sete mudas; - quatro mudas por metro quadrado x nove metros quadrados = trinta e seis mudas por parcela x três repetições = cento e oito mudas. Somaram-se para esta espécie, também, cento e trinta e cinco mudas, no total.

c) *quantidade de leivas de Paspalum notatum para o Experimento 02*

No Experimento 02, a utilização de leivas da espécie *Paspalum notatum* representaram os seguintes quantitativos: - cem por cento da superfície da parcela coberta com leivas. Cada parcela representa seis metros quadrados x três repetições = dezoito metros quadrados de leivas. No outro tratamento não foram utilizadas leivas, totalizando dezoito metros quadrados de leivas. As leivas tiveram dimensões aproximadas de vinte e cinco centímetros por vinte e cinco centímetros, ou seja, foram utilizadas dezoito leivas por metro quadrado, totalizando duzentos e oitenta e oito leivas.

Não foi utilizado, nos experimentos, nenhum tipo de fertilizante ou corretivo de solo, com a finalidade de propiciar as condições edáficas naturais para o desenvolvimento das plantas.

3.3 Métodos e técnicas utilizados

Serão descritos neste item, outros procedimentos metodológicos desenvolvidos, além do programa experimental, já caracterizado anteriormente. Estes procedimentos estão subdivididos em: seleção das espécies, estudo florístico dos componentes herbáceos, arbustivos e arbóreos do entorno das áreas experimentais, ensaios de caracterização do solo e monitoramento das precipitações pluviométricas.

3.3.1 Seleção das espécies

Em ambientes naturais alterados pela atuação antrópica, quer seja pelo corte da vegetação, quer seja pela retirada do solo e subsolo, a regeneração natural ocorre com maior ou menor dificuldade, dependendo da intensidade da alteração. A quantidade de espécies que resistem nesta fase de regeneração reduz-se drasticamente, limitando com isto o número de espécies emergentes ou que podem ser utilizadas na recuperação ou restauração destes ambientes.

As espécies emergentes que mais resistem nesta nova condição de ambiente alterado estão inseridas no grupo sucessional, cujas espécies são denominadas pioneiras (BUDOWSKI, 1965 apud VACCARO et al. 1999).

As espécies locais ou nativas, em um novo ambiente criado, têm maior probabilidade de ser influenciadas pelos seus predadores, que são importantes para que ocorra um novo equilíbrio entre as plantas, os animais e os microrganismos. As espécies que se tornam invasoras são invariavelmente exóticas e ocupam um vazio ecológico ao não terem os seus predadores naturais que evoluíram conjuntamente com as plantas, apontando que na restauração devem ser usadas somente espécies nativas (CARPANEZZI et al. 1994 apud KAGEYAMA et al. 2003).

Segundo Marquiori e Durlo (1992) o sub-reino florístico de distribuição dos táxones vegetais, denominado “Pampeano”, cuja Região Sul do Brasil está inserida, distingue-se pela flora de natureza herbácea, com numerosos representantes das famílias Poaceae (gramíneas), Asteraceae (compostas) e Oxalidaceae (trevos). A maioria das espécies destas famílias está inserida no grupo das pioneiras.

Ambiente Brasil (2006) indica, entre outras, a espécie *Schinus terebinthifolius* como espécie nativa pioneira a ser utilizada em recuperação de áreas degradadas, pela sua utilidade como abrigo e alimento da fauna.

Para a recuperação de áreas degradadas de minas ou áreas de empréstimo de solo, são utilizadas espécies de gramíneas introduzidas, pela falta de sementes, pela ausência de conhecimento sobre a adequação das espécies e pelos problemas de germinação que ocorrem com o uso das gramíneas nativas. No entanto, a espécie de grama nativa *Paspalum notatum* é indicada para o revestimento vegetal de taludes (AMBIENTE BRASIL, 2006).

Por essas razões apresentadas, foram selecionadas três espécies pioneiras, nativas do Sul do Brasil, que apresentassem características adequadas para serem utilizadas em experimento que verifique o comportamento das mesmas e suas influências no que tange à regeneração da vegetação natural e à perda de solo pela erosão superficial do mesmo. Duas espécies (*Baccharis dracunculifolia* – Asteraceae e *Schinus terebinthifolius* - Anacardiaceae) serão utilizadas no Experimento 01 com a finalidade de avaliar a regeneração natural e a outra espécie (*Paspalum notatum* - Poaceae) será utilizada no Experimento 02 para avaliar a perda de solo.

A espécie vassoura-do-campo ou vassourinha (*Baccharis dracunculifolia*) pertence à família Asteraceae (Figura 8), caracteriza-se por ser uma planta perene, sobrevivendo em média de quatro a oito anos. De porte arbustivo, de dois a três metros de altura, com inúmeros

ramos em sua copa, abundante produção e dispersão de sementes e resistente a vários tipos de habitats, popularmente chamada de vassourinha ou alecrim-do-campo, sua floração acontece entre os meses de fevereiro a abril no estado de São Paulo (FAT, 2005).

As folhas da vassoura-do-campo são alternas, sem pecíolo, membranáceas, uninérveas, lanceoladas, densamente pontuadas de glândulas. As inflorescências são axilares, dispostas em capítulos, contendo somente flores femininas ou somente de flores de ambos os sexos, seu fruto é denominado aquênio (LORENZI, 1991).

Figura 8 – Indivíduo de *Baccharis dracunculifolia* florescido.



A aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*) pertencente à família Anacardiaceae (Figura 9), caracteriza-se por ser uma planta perene, de porte arbustivo a árvore, abundante produção e dispersão de sementes, seus frutos maduros são avermelhados e podem frutificar duas vezes ao ano, os frutos persistem por um longo tempo na planta, o processo reprodutivo inicia-se precocemente, a partir do primeiro ano de plantio e se distribui nos estados do Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil (CARVALHO, 2003).

A aroeira-vermelha ocorre desde o Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte, sua variação altitudinal vai desde o nível do mar a dois mil metros de altitude no Paraná, é uma espécie pioneira a secundária média, espécie comum na vegetação secundária, nos estágios de capoeirinha, capoeira, capoeirão e floresta secundária (CARVALHO, 2003).

Esta espécie resiste a clima com precipitações entre setecentos e dois mil e setecentos milímetros no estado de São Paulo, não apresenta deficiência hídrica na região Sul, é uma das espécies mais procuradas pela avifauna, o seu maior disseminador (CARVALHO, 2003).

Figura 9 – Ramos e frutos de *Schinus terebinthifolius*

A grama-forquilha (*Paspalum notatum*) pertence à família das Poaceae ou gramíneas (Figura 10) e se caracteriza por ser uma planta perene, herbácea, prostrada, de caule comprimido e com enraizamento nos nós. A grama-forquilha reproduz-se por sementes e através de rizomas, apresenta folhas glabras ou levemente pilosas, bordos ásperos, bainha glabra ou levemente pilosa no ápice, lígula com um anel de pelos curtos, inflorescências em panículas com dois racemos terminais, opostos, glabros, medindo seis a doze centímetros de comprimento, é uma das melhores plantas para revestimento de taludes (LORENZI, 1991).

Figura 10 – Indivíduos de *Paspalum notatum* cobrindo o solo

Para a definição das espécies a serem estudadas no Experimento 01, procurou-se escolher aquelas que tivessem comportamento de crescimento e de porte distintos entre si, agrupando-

as em duas classes que apresentassem características complementares, da seguinte forma: espécie perene de crescimento herbáceo/arbustivo (*Baccharis dracunculifolia*) e espécie perene de crescimento arbustivo/arbóreo (*Schinus terebinthifolius*).

Os resultados do Experimento 01 serão avaliados e relatados no capítulo 5 do presente trabalho. No entanto o experimento permanecerá instalado no local para futuras coletas de dados e avaliações a respeito da recuperação da área em médio prazo. Esta pesquisa terá continuidade, pois as condições de recuperação da área continuarão acontecendo.

No Experimento 01, foram implantadas ilhas de vegetação (coincidindo com as parcelas amostrais) utilizando-se apenas duas espécies, uma de porte herbáceo/arbustivo e outra de porte arbustivo/arbórea, em área degradada, com características edáficas e de cobertura bem diferentes das originais com a finalidade de se verificar o comportamento e a reação da regeneração natural e correlacioná-los com o tipo de cobertura testado.

Para a realização do Experimento 01, foram transplantadas diretamente da área do entorno do experimento, a quantia de cento e trinta e cinco mudas de vassourinha (*Baccharis dracunculifolia*).

Foram realizados testes de germinação para sementes coletadas de *Baccharis dracunculifolia* com a finalidade de se verificar a viabilidade das sementes e de verificar, também, a possibilidade de se introduzir esta espécie por meio de semeadura direta em áreas degradadas destinadas à recuperação, reduzindo-se, com isto, os custos operacionais.

Os testes de germinação das sementes foram realizados em quatro lotes de cem sementes, para dois tratamentos diferenciados: a 20° C de temperatura controlada, num período de 20 dias e a 25° C de temperatura controlada, num período de 20 dias, conforme protocolo utilizado no Laboratório de Sementes da Universidade de Passo Fundo para sementes de dimensões similares.

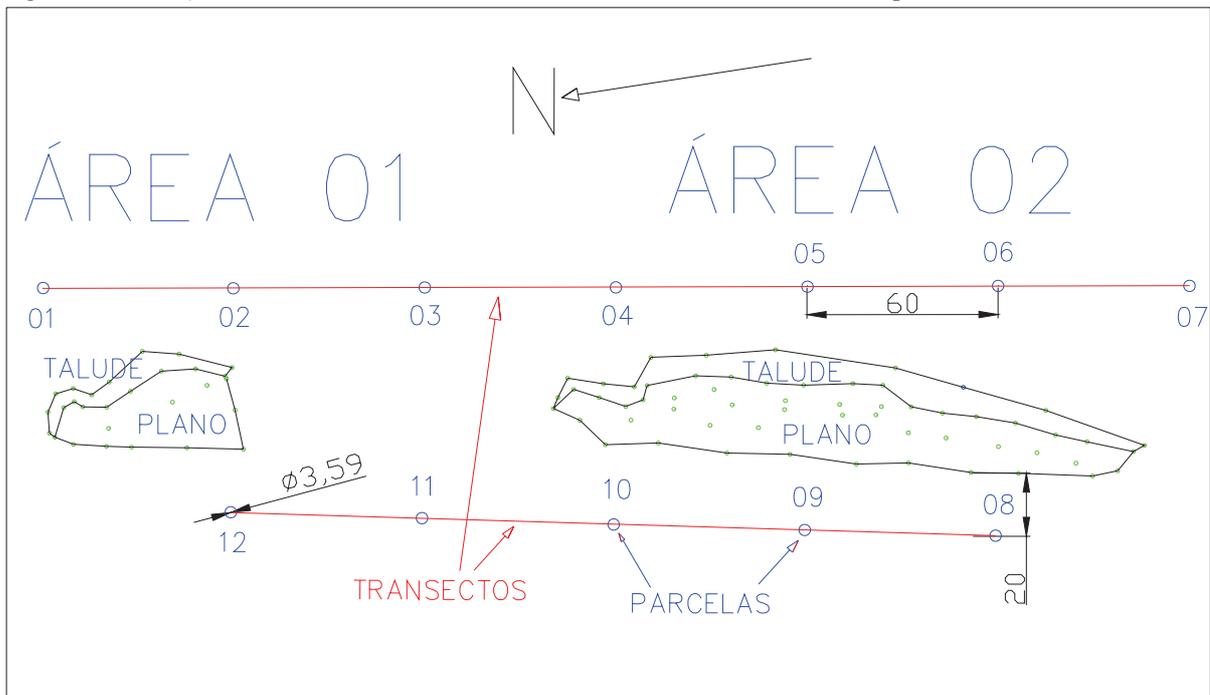
No Experimento 02 foi utilizada a espécie *Paspalum notatum* em duas diferentes densidades de cobertura de solo (zero e cem por cento da superfície).

Os resultados observados e avaliados neste experimento são: a perda de solo superficial ocorrida nos tratamentos ensaiados, a análise granulométrica deste solo erodido, a determinação dos limites de plasticidade e liquidez do solo e a determinação da taxa de erodibilidade apresentada pelo mesmo, quanto às suas características físico-químicas.

3.3.2 Estudo florístico dos componentes herbáceos, arbustivos e arbóreos da área do entorno

Para o estudo florístico das espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas do entorno da área experimental foram implantadas unidades amostrais representativas ao longo das áreas amostrais, distante aproximadamente vinte metros da sua borda, foram estabelecidos transectos e as unidades amostrais foram locadas eqüidistantes 60 metros no decorrer dos transectos (Figura 12). No entorno das áreas predomina a vegetação secundária em estágio inicial de regeneração, conforme define o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1994a) e (CONAMA, 1994b).

Figura 12 – Locação das unidades amostrais nos transectos no entorno das áreas experimentais



Parrota et al. (1997); Parrota e Knowles (1999) apud Parrota e Knowles (1999) utilizaram parcelas circulares de 10 metros de diâmetro ($78,5 \text{ m}^2$) para avaliar a regeneração natural em transectos que iniciavam na borda das florestas primárias em direção ao interior da mesma. Dentro de cada uma das parcelas, fez-se um inventário completo para os arbustos, trepadeiras, ervas e gramíneas (touceiras) com a finalidade de analisar a regeneração natural. Neste caso a floresta primária apresenta menor quantidade de indivíduos por unidade de área no estrato inferior (regeneração natural), sendo necessária a utilização de unidades amostrais maiores comparando-se com as formações vegetais secundárias.

Rondon Neto et al. (2000) realizaram experimento em Lavras, Minas Gerais com a finalidade de conhecer a estrutura e a composição florística do componente arbustivo-arbóreo da regeneração natural estabelecida em uma clareira de origem antrópica, em Floresta Estacional Semidecídua Montana, visando à discussão de alguns aspectos da sucessão secundária. Para a representatividade da população amostrada os autores utilizaram unidades amostrais de 10 metros quadrados. Todos os indivíduos amostrados tiveram registrada a sua altura total.

Da mesma forma, as unidades amostrais implantadas para o estudo florístico da vegetação do entorno dos experimentos, no presente estudo, foram instaladas com formato circular de dez metros quadrados cada parcela. Esta unidade amostral de formato circular apresenta um raio de 1,78 m.

As informações levantadas para o estudo florístico do entorno foram as seguintes: (a) nome popular da espécie identificada; (b) nome científico; (c) família botânica e (d) altura total.

Este estudo florístico foi realizado com a finalidade de se conhecer a constituição vegetal do entorno da área experimental, pois esta vegetação, de uma forma ou de outra, influencia na regeneração natural da vegetação nas parcelas ensaiadas, por meio da dispersão de sementes produzidas no entorno das mesmas.

O material botânico encontrado foi herbarizado e identificado quanto à sua família, gênero e espécie, por meio de literatura específica: Barroso (2002), Cabrera (1980), Carvalho (1994), Carvalho (2003), Conama (1994), Conama (1994a), Fat (2005), Floridata (2006), Iac (2005), Kissmann e Goth (1997), Kissmann e Goth (1999), Kissmann e Goth (2000), Lorenzi (1991), Lorenzi (2002), Pensiero (2003), Reitz et al. (1988), Schultz (1985) e Vaccaro et al. (1999).

Serão analisadas as correlações existentes entre a vegetação presente no entorno e a regeneração natural ocorrida nos ensaios, quanto à distribuição e densidade de indivíduos ocorridos por espécies e famílias encontradas.

Para a definição da suficiência amostral do estudo florístico realizado no entorno do experimento, tomou-se como referência o método de Regressão Linear de Platô (*plateau*), baseado no trabalho de Gomide et al. (2005). Este método utiliza como base a curva espécie-área, ou seja, a medida que a área amostral de um levantamento florístico vai aumentando (abscissa), o número de espécies encontradas nas unidades amostrais também vai aumentando (ordenada) até chegar a um ponto de estabilização, formando-se um “platô horizontal” na curva. A curva espécie-área passa por uma regressão linear de platô, que define o ponto de

inflexão da curva e este ponto representa a suficiência amostral. Desta forma, a regressão linear de platô permite determinar a área mínima de amostragem, para representação florística da vegetação.

Autores como Camargo (1997), Lima (1997), Nappo et al. (1999), Vasconcelos (1992) e Volpato (1994) apud Gomide et al. (2005) também utilizaram a regressão linear de platô em seus estudos florísticos para avaliar a suficiência amostral e obtiveram resultados representativos na definição da intensidade amostral.

A suficiência amostral pode ser definida, para as coberturas vegetais com pouca diversidade de espécies, apenas pela observação da curva espécie/área. Nesta curva há a tendência de não aumentar o número de espécie encontrada (ordenada), a medida que a área amostral (abscissa) aumenta, a partir de uma determinada área amostrada. Este método foi utilizado no trabalho de Bolignon et al. (2005).

Para a definição da suficiência amostral do levantamento florístico da vegetação do entorno do presente estudo não foi necessária a aplicação do método da regressão linear de platô, visto que, na décima primeira unidade amostral, o número de espécies encontradas se estabilizou.

O método de amostragem utilizado, para o estudo da vegetação do entorno, foi a amostragem sistemática (NETTO e BRENA, 1983).

Os parâmetros que definem a distribuição, a concentração e a cobertura das espécies vegetais (fitossociologia), estimados para a vegetação do entorno das áreas experimentais, basearam-se nos trabalhos de Brandão et al. (1998) apud Lara et al. (2003). Os autores sugerem, para a análise da estrutura da vegetação da sucessão secundária, os seguintes parâmetros: (a) frequência das espécies – correspondendo à distribuição das espécies pelas áreas amostradas (equações 2 e 6); (b) densidade – representando a quantidade de plantas por unidade de área em cada espécie (equações 3 e 7) e (c) abundância – informa sobre as espécies cujas plantas ocorrem concentradas em determinados pontos (equações 4 e 8). O índice de valor de importância (IVI), que representa a média destes parâmetros, indica quais espécies são mais importantes dentro da área estudada (equações 5 e 9).

Kupper (1994) apud Bolignon et al. (2005) define a frequência como a probabilidade de se amostrar determinada espécie numa unidade amostral. Matteucci e Colma (1982) apud Bolignon et al. (2005) definem que a densidade representa o número de indivíduo de cada espécie existente na composição da comunidade. A dominância, por sua vez, é o parâmetro que expressa a proporção de tamanho ou cobertura de cada espécie em relação ao espaço

ocupado pela população (MARTINS, 1991 apud BOLIGON et al., 2005). Estes parâmetros podem ser apresentados de forma absoluta e relativa.

No presente estudo não foi utilizado o parâmetro dominância, pois a maioria dos indivíduos das espécies apresenta pequenos diâmetros à altura do peito - DAP (inferiores a dois centímetros) e pequenas áreas de projeção das copas, e, conseqüente, homogeneidade entre as espécies no que se refere à dominância. Sendo assim, o terceiro parâmetro escolhido, para substituir a dominância foi a abundância, conforme descrito por Brandão *et al.*, (1998) apud Lara et al. (2003).

Para determinar os parâmetros utilizados nas estimativas amostrais, foram utilizadas as seguintes equações:

$$\text{Frequência (Fre)} = \frac{\text{N de parcelas que contêm a espécie}}{\text{N total de parcelas utilizadas}} \quad (2)$$

$$\text{Densidade (Den)} = \frac{\text{N total de indivíduos por espécie}}{\text{Área total coletada}} \quad (3)$$

$$\text{Abundância (Abu)} = \frac{\text{N total de indivíduos por espécie}}{\text{N total de parcelas que contêm a espécie}} \quad (4)$$

$$\text{Índice de Valor de Importância (IVI)} = \frac{\text{Fre} + \text{Den} + \text{Abu}}{3} \quad (5)$$

Foram determinados também, os valores relativos dos parâmetros de frequência, densidade e abundância, da seguinte forma:

$$\text{Frequência Relativa \% (Fre Rel\%)} = \frac{\text{Frequência da espécie} \times 100}{\text{Frequência total de todas as espécies}} \quad (6)$$

$$\text{Densidade Relativa \% (Den Rel\%)} = \frac{\text{Densidade da espécie} \times 100}{\text{Densidade total de todas as espécies}} \quad (7)$$

$$\text{Abundância Relativa \% (Abu Rel\%)} = \frac{\text{Abundância da espécie} \times 100}{\text{Abundância total de todas as espécies}} \quad (8)$$

$$\text{Índice de Valor de Importância Relativo \% (IVI Rel\%)} = \frac{\text{Fre Rel} + \text{Den Rel} + \text{Abu Rel}}{\quad} \quad (9)$$

Souza (1997), para a realização de estudo florístico do entorno de áreas degradadas pela mineração de bauxita, empregou os parâmetros de frequência e densidade, da mesma forma que foram utilizados no presente estudo.

3.3.3 Ensaios de caracterização do solo

Conforme NBR 6457 (ABNT, 1986), a caracterização física do solo é realizada a partir dos seguintes ensaios de solo: análise granulométrica, determinação dos limites de liquidez e plasticidade, massa específica real dos grãos que passam na peneira de 4,8 milímetros, massa específica aparente e absorção de água dos grãos retidos na peneira 4,8 milímetros.

No presente estudo foram avaliados os seguintes aspectos para a caracterização do solo: análise granulométrica, determinação do limite de liquidez, determinação do limite de plasticidade e determinação da massa específica real dos grãos.

Além de ensaios de caracterização física do solo, também foi realizada a análise química completa, no Laboratório de Solos da UPF, baseada na metodologia apresentada por Tedesco et al. (1995). Na análise química básica foram determinados os seguintes atributos: teor de argila; pH em água para a determinação da acidez do solo; índice SMP (ver glossário); teor de fósforo (P); teor de potássio (K); teor de matéria orgânica (MO); teor de alumínio (Al); teor de cálcio (Ca), teor de magnésio (Mg); capacidade de troca de cátions (CTC); saturação por bases; saturação por Alumínio (Al) e saturação por potássio (K). Na análise química dos micronutrientes foram determinados os seguintes atributos: teor de enxofre (S); teor de boro (B); teor de manganês (Mn); teor de zinco (Zn) e teor de cobre (Cu).

O solo nas áreas dos experimentos foi caracterizado e descrito quanto ao seu perfil e sua profundidade média.

A preparação das amostras para os ensaios de caracterização do solo foi realizada pela secagem ao ar até próximo da umidade higroscópica (ABNT, 1986). Para a análise química completa do solo as amostras foram secas em estufa a 45° C.

3.3.4 Monitoramento das precipitações pluviométricas

Foi instalado um pluviômetro a, aproximadamente, 150 metros da área experimental, com a finalidade de monitorar as precipitações pluviais ocorridas durante os períodos de coleta de dados nos experimentos. Paralelamente a este controle e anterior ao período de realização do

experimento, foram utilizadas informações da estação climatológica de Campos Novos – SC e de Pinhal da Serra – RS, ambas monitoradas pelo Climerh/Epagri/SC, para o acompanhamento das condições climáticas regionais.

A estação climatológica de Pinhal da Serra, que se encontra a aproximadamente oito quilômetros da área experimental, foi instalada em janeiro de 2005. Anterior ao período referido, os dados de precipitação pluviométrica da estação de Campos Novos foram utilizados como referência, cuja estação se encontra a aproximadamente 70 Km das áreas experimentais.

3.4 Materiais e equipamentos

Neste item são relacionados, quantificados e descritos os materiais, insumos e equipamentos utilizados nos experimentos a campo, bem como, àqueles necessários para a realização dos ensaios de laboratório.

3.4.1 Material para o preparo de amostras e para os ensaios de solo

O material utilizado para o preparo das amostras, bem como para a caracterização do solo quanto à sua granulometria, seu limite de liquidez, seu limite de plasticidade, sua massa específica aparente e a análise química seguiram os critérios definidos pela ABNT (1986).

3.4.2 Materiais para a instalação dos experimentos

As unidades experimentais do Experimento 01 foram instaladas conforme pode ser observado na Figura 13 e na Figura 14, com a utilização de estacas determinando os limites das parcelas, de modo que a dimensão de cada uma delas ficasse definida. Ao longo do limite de cada parcela se fez um sulco para evitar a entrada da água proveniente do escoamento superficial que ocorria fora da área da parcela.

Por sua vez, as unidades do Experimento 02 foram instaladas conforme pode ser observado na Figura 15, de modo que cada uma delas ficou isolada da influência da água do escoamento superficial e impacto da gota da chuva que ocorre fora da área da parcela.

No Experimento 02 as laterais das parcelas são isoladas das áreas externas por uma lona plástica de sessenta centímetros de altura (vinte centímetros abaixo e quarenta centímetros

acima da superfície do solo), conforme Figura 15 e Figura 16. A lona foi fixada em oito estacas por parcela (quatro nas laterais e quatro nos cantos de cada parcela).

Figura 13 – Desenho ilustrando a implantação das unidades experimentais de 3 m de lado no Experimento 01

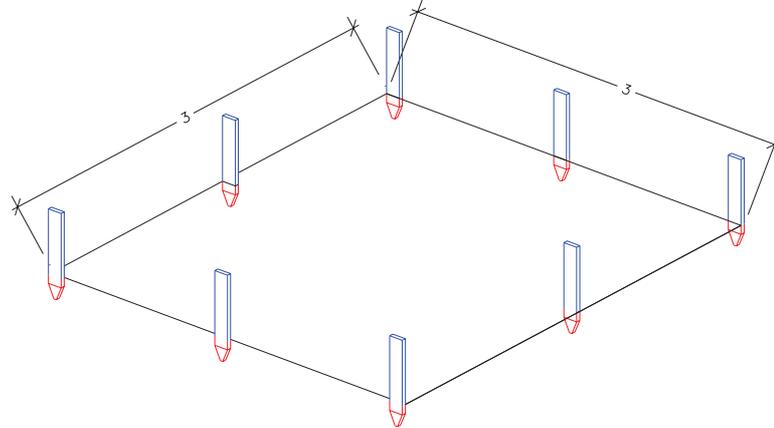


Figura 14 – Imagem simulando a locação das unidades experimentais do Experimento 01



A lateral mais elevada de cada uma das parcelas foi instalada acima da linha que separa o talude da área de empréstimo de sua área adjacente e cujas condições de solo e vegetação não foram alteradas com a formação da jazida (área de empréstimo).

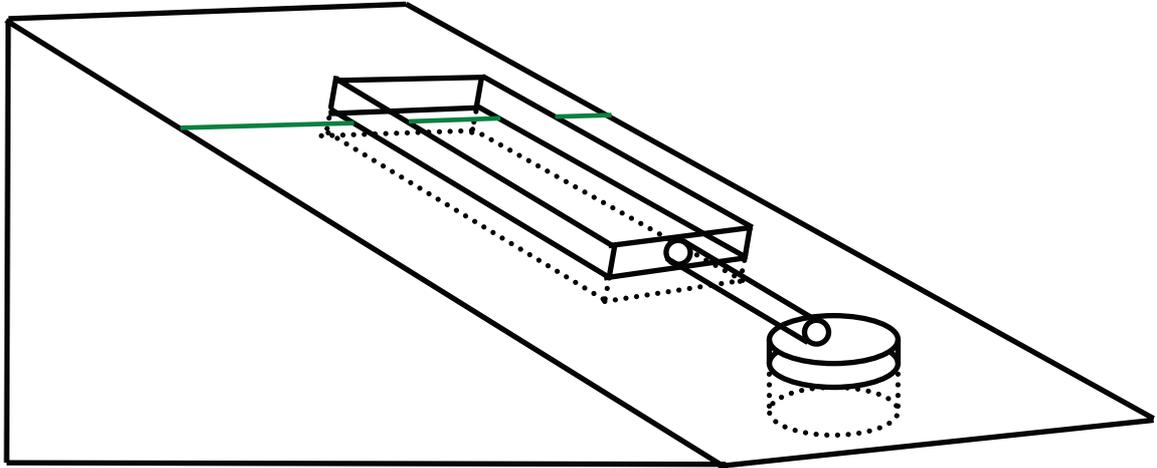
A água proveniente do escoamento superficial, oriundas das precipitações pluviométricas, de cada uma das parcelas é canalizada por meio de um tubo de PVC de setenta e cinco milímetros de diâmetro até um recipiente coletor de cem litros que armazena a água escoada.

Periodicamente foram coletadas as partículas de solo decantadas no fundo do recipiente coletor e, posteriormente no laboratório, quantificadas e qualificadas estas partículas retidas.

Quanto às partículas menores que 0,002 milímetros ou 2μ (micra) que ficam em suspensão e que podem ser perdidas pelo transbordamento da água coletada no recipiente, as mesmas também foram quantificadas pela medição do volume estimado de água escoada nas

parcelas e pela concentração do particulado (argila) em suspensão nas amostras coletadas após a homogeneização do conteúdo do recipiente.

Figura 15 – Desenho ilustrando o isolamento das unidades experimentais e o armazenamento da água da chuva proveniente do escoamento superficial Experimento 02



Os resultados obtidos no Experimento 02 são avaliados periodicamente e correlacionados com as condições climáticas, principalmente com as precipitações pluviométricas, ocorridas e com a taxa de erodibilidade apresentada pelo solo do local.

Figura 16 – Fotografia com representação da localização das unidades experimentais do Experimento 02



Para a instalação das parcelas ou unidades experimentais, foi necessária a aquisição de materiais, insumos e equipamentos, além da contratação de serviços, conforme pode ser visto no Quadro 1.

Quadro 1 – Relação de materiais, insumos e serviços para a instalação das unidades experimentais

Discriminação	Quantidade	Unidade
Lona de polietileno transparente UV (bobina de 2 m)	100	m
Estacas para fixar lona (80 cm x 5cm x 5cm)	200	unidades
Estacas para fixar leivas (25 cm x 2,5cm x 1,0cm)	300	unidades
Cano PVC 75 mm	12	m
Cano PVC 50 mm	06	m
Tonel de 100 l	12	unidades
Silicone para saída de água nos recipientes	01	tubo
Mudas de raiz nua de <i>Baccharis dracunculifolia</i>	135	mudas
Mudas em sacos de <i>Schinus terebinthifolius</i>	135	mudas
Leivas de <i>Paspalum notatum</i>	18	m ²
Arame fino	20	m
Arame para cerca	1.000	m
Palanques para cerca	12	unidades
Placas indicativas	02	unidades
Tinta spray para placas	02	tubos
Pregos	02	kg
Serviços para instalação das parcelas	20	Dias/homem

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos nos dois experimentos realizados, além de informações relevantes e interligadas aos processos ocorridos e dimensionados nos mesmos. O capítulo foi dividido em três partes para facilitar a compreensão, no entanto, os conteúdos são interligados entre si: num primeiro momento serão apresentados e discutidos os resultados dos levantamentos e estudos realizados com a finalidade de caracterizar as áreas experimentais; posteriormente são apresentados e discutidos os resultados e suas implicações no que tange a realização do Experimento 01 e, finalmente, apresentados e analisados os resultados do Experimento 02.

4.1 Caracterização da área experimental

Neste item apresentam-se as principais características da área experimental, cujos experimentos foram implantados, principalmente, quanto aos seus aspectos de cobertura vegetal, às suas características edáficas e outras situações locais.

4.1.1 Estudo florístico

O estudo florístico para a determinação dos componentes herbáceos, arbustivos e arbóreos do entorno das áreas experimentais foi realizado com a finalidade de se conhecer a constituição vegetal. Esta vegetação influencia diretamente a regeneração natural da vegetação nas parcelas ensaiadas, por meio da dispersão de sementes produzidas pela vegetação das proximidades.

Predomina como formação vegetal do entorno, a vegetação secundária em estágio inicial de regeneração, conforme define as resoluções 04/94 e 33/94 (CONAMA, 1994a e CONAMA, 1994b).

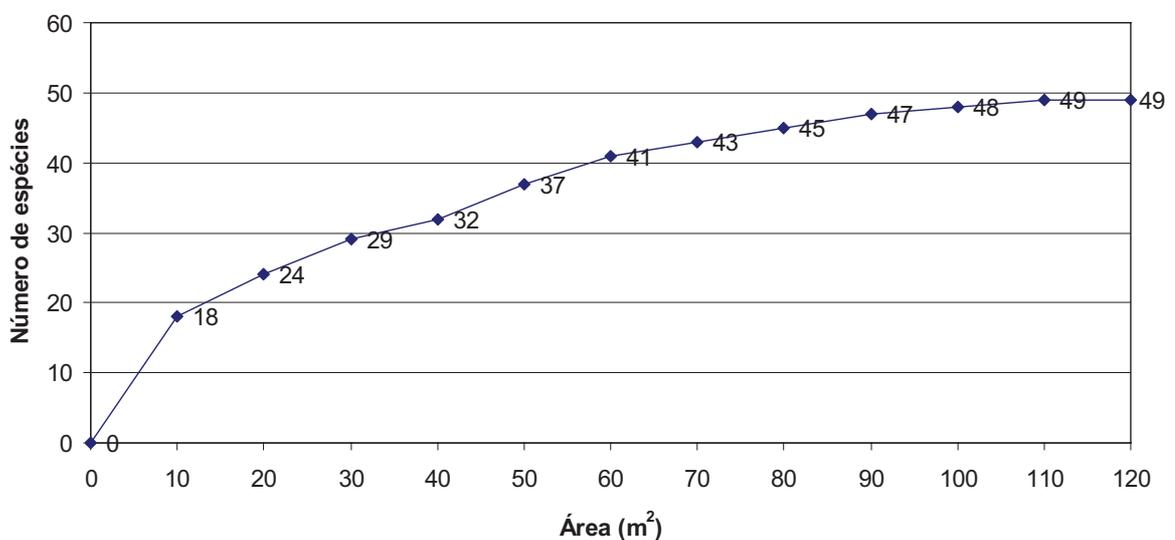
Na Figura 12 (item 3.3.2) pôde ser observada a distribuição das doze unidades amostrais locadas para se determinar as características da vegetação do entorno.

A quantidade de parcelas necessárias para que os seus parâmetros representassem significativamente a população vegetal estudada foi determinada pelo método que relaciona o número de espécies encontradas a medida que aumenta a área amostral, denominado “curva espécie/área”. A estabilização da curva ocorreu na décima primeira unidade amostral, como pode ser observado na Tabela 1, na Figura 17 e no Quadro 2.

Tabela 1 – Dados numéricos representando a curva das espécies encontradas em relação à área amostrada.

PARCELA	NÚMERO DE ESPÉCIES	NÚMERO ADICIONAL DE ESPÉCIES	ÁREA (m ²)
1	18	18	10
2	24	6	20
3	29	5	30
4	32	3	40
5	37	5	50
6	41	4	60
7	43	2	70
8	45	2	80
9	47	2	90
10	48	1	100
11	49	1	110
12	49	0	120

Figura 17 – Curva espécie/área do levantamento florístico do entorno das áreas experimentais.



Quadro 2 – Sequência das espécies encontradas nas unidades amostrais do levantamento florístico do entorno das áreas experimentais.

N	UNIDADE AMOSTRAL	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
1	1	picão-roxo	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	ASTERACEAE
2	1	rabo-de-burro	<i>Andropogon bicornis</i> L.	POACEAE
3	1	vassourinha	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	ASTERACEAE
4	1	vassoura-da-folha-larga	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz e Pav.) Pers.	ASTERACEAE
5	1	carqueja	<i>Baccharis trimera</i> (Less) DC.	ASTERACEAE
6	1	picão-preto	<i>Bidens pilosa</i> L.	ASTERACEAE
7	1	buva	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	ASTERACEAE
8	1	tiririca	<i>Cyperus aciculares</i> (Schrad.) Steud.	CYPERACEAE
9	1	açucará	<i>Gleditschia amorphoides</i> Taub.	CAESEALPINACEAE
10	1	lantana	<i>Lantana camara</i> L.	VERBENACEAE
11	1	rabo-de-bugio	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	FABACEAE
12	1	camboatá-branco	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	SAPINDACEAE
13	1	espinheira-santa	<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reiss.	CELASTRACEAE
14	1	grama-forquilha	<i>Paspalum notatum</i> Flügge.	POACEAE
15	1	leiteiro-da-folha-graúda	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax.	EUPHORBIACEAE
16	1	aroeira-vermelha	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	ANACARDIACEAE
17	1	botão-de-ouro	<i>Siegesbeckia orientalis</i> L.	ASTERACEAE
18	1	assa-peixe	<i>Vernonia Polyanthes</i> Less.	ASTERACEAE
19	2	caraguatá	<i>Eryngium horridum</i> Malme.	APIACEAE
20	2	pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i> L.	MYRTACEAE
21	2	bugreiro	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand.	ANACARDIACEAE
22	2	maria-mole	<i>Senecio brasiliensis</i> Less.	ASTERACEAE
23	2	salsaparrilha-do-campo	<i>Smilax brasiliensis</i> Spreng.	SMILACACEAE
24	2	mamica-de-cadela	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	RUTACEAE
25	3	vassoura-da-folha-estreita	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pavón) Pers.	ASTERACEAE
26	3	sete-capotes	<i>Campomanesia guazumaefolia</i> (Cambess.) O. Berg.	MYRTACEAE
27	3	tanchagem	<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	PLANTAGINACEAE
28	3	branquilha-leiteiro	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs.	EUPHORBIACEAE
29	3	guaxuma-branca	<i>Sida glaziovii</i> K. Schum.	MALVACEAE
30	4	pega-pega	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	FABACEAE
31	4	erva-de-bicho	<i>Polygonum punctatum</i> Elliot.	POLYGONACEAE
32	4	carrapicho	<i>Xanthium strumarium</i> L.	ASTERACEAE
33	5	almeirão-do-campo	<i>Hypochoeris brasiliensis</i> Griseb.	ASTERACEAE
34	5	açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	TILIACEAE
35	5	canela-guaicá	<i>Ocotea puberula</i> (Ness et Martius) Nees.	LAURACEAE
36	5	samambaia	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	POLYPODIACEAE
37	5	araticumzeiro	<i>Rollinia sylvatica</i> (St. Hil.) Mart.	ANNONACEAE
38	6	goiaba-serrana	<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret.	MYRTACEAE
39	6	carqueja-miúda	<i>Baccharis articulata</i> (Lam.) Pers.	ASTERACEAE
40	6	cerejeira	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	MYRTACEAE
41	6	branqueja	<i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC.	ASTERACEAE
42	7	timbó	<i>Ateleia glazioveana</i> Baill.	FABACEAE
43	7	guamirim-preto	<i>Gomidesia sellowiana</i> O. Berg	MYRTACEAE
44	8	vassoura trinérvea	<i>Baccharis trinervis</i> (Lam.) Pers	ASTERACEAE
45	8	tarumã	<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	VERBENACEAE
46	9	fumeiro-bravo	<i>Solanum erianthum</i> D. Don.	SOLANACEAE
47	9	carne-de-vaca	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	STYRACACEAE
48	10	chá-de-bugre	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	FLACOURTIACEAE
49	11	pata-de-vaca	<i>Bauhinia candicans</i> Benth.	FABACEAE
49	12	nenhuma espécie nova		

A regularidade percebida no aumento gradativo do número de espécies encontradas, à medida que a área amostral aumenta de tamanho, até se alcançar o ponto de estabilização da curva, indica a homogeneidade da vegetação estudada. Isto se comprova pelo fato de a formação vegetal encontrada no entorno tratar-se de vegetação secundária em estágio inicial de regeneração e, segundo resoluções do CONAMA (CONAMA, 1994a e CONAMA, 1994b), a vegetação deste grupo sucessional é a que apresenta maior homogeneidade, comparando-se com os outros três grupos descritos para a cobertura vegetal natural da Mata Atlântica e seus ecossistemas associados.

Os indivíduos identificados e quantificados na amostra totalizaram 815, para uma área amostral de 120 metros quadrados (Tabela 2), apresentando uma média aproximada de 68 plantas por unidade amostral e o desvio padrão do número de indivíduos nas parcelas estimado é de 5,79, comprovando a homogeneidade espacial da população.

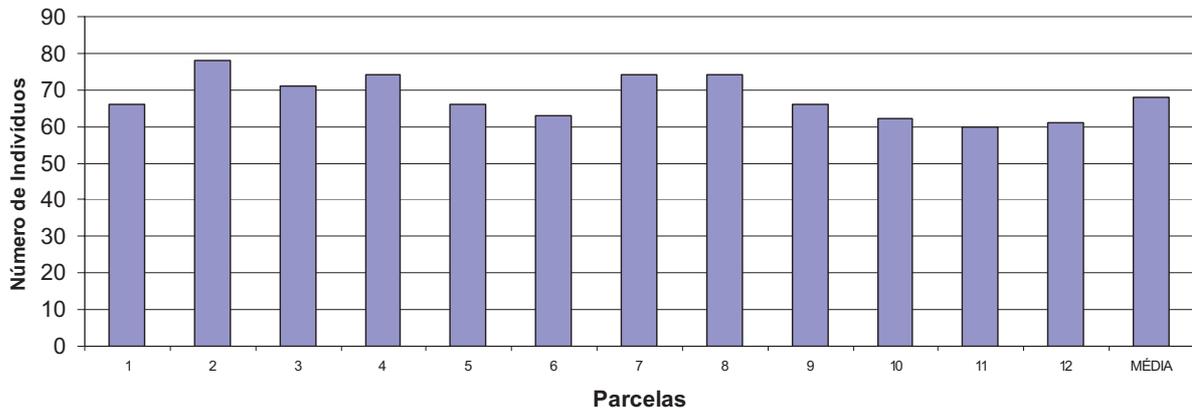
Tabela 2 – Número de indivíduos por parcela amostrada na vegetação do entorno das áreas experimentais

PARCELAS	NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR PARCELA
1	66
2	78
3	71
4	74
5	66
6	63
7	74
8	74
9	66
10	62
11	60
12	61
SOMA	815
MÉDIA	67,92

Percebe-se na Figura 18 que o número de indivíduos encontrados nas unidades amostrais, aumenta ou diminui gradativamente na seqüência amostrada. Este efeito, provavelmente ocorre pelo fato de ter sido realizada amostragem sistemática, cujas parcelas foram locadas em transectos alinhados e eqüidistantes 60 metros uma das outras. Esta diferenciação gradativa no número de espécies na seqüência das parcelas evidencia também a transição

entre os pequenos grupos de indivíduos, de densidades diferentes, reunidos ao longo da área coberta com vegetação secundária em estágio inicial de regeneração.

Figura 18 – Número de indivíduos encontrados por parcela amostrada na vegetação do entorno das áreas experimentais



Na Tabela 3 pode-se notar a dispersão e quantificação dos indivíduos em cada família botânica encontrada no levantamento florístico, bem como a quantificação do número de espécies por família. Destacam-se, das vinte e quatro famílias encontradas, a Asteraceae (compostas) e a Poaceae (gramíneas) pela sua frequência, ou seja, ambas são encontradas nas doze unidades amostrais.

A família Asteraceae se sobressai, também, pela quantidade de espécies (15 espécies de 49 encontradas ou 31%) e pela quantidade de indivíduos amostrados (528 dos 815 amostrados ou 65%).

Sem dúvida a família Asteraceae é a mais importante encontrada na vegetação do entorno das áreas experimentais. Três razões podem ser elencadas para justificar esta relevância: (1) a maioria das espécies desta família está incluída no grupo das espécies pioneiras. Sabe-se que a amostragem foi realizada em vegetação secundária em estágio inicial de regeneração e por característica própria, neste estágio sucessional predominam as espécies pioneiras, conforme a classificação da sucessão secundária em estágios sucessionais (BUDOWSKI, 1965 apud VACCARO et al., 1999 e apud KAGEYAMA e GANDARA (2001); (2) a maior parte das espécies encontradas caracteriza-se pela abundante produção de sementes, anualmente; e (3) é elevada e de grande alcance a dispersão das sementes produzidas pelas espécies desta família, principalmente ocasionada pela ação dos ventos (as sementes são leves e geralmente apresentam estruturas filiformes que facilitam a ação dos ventos no seu transporte).

Tabela 3 – Número de espécies por parcela e por família encontrada na vegetação do entorno das áreas experimentais

N	FAMÍLIA	NÚMERO DE ESPÉCIES POR PARCELA POR FAMÍLIA												TOTAL ESPÉCIES	TOT. IND.	MÉDIA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	ANACARDIACEAE	1	2	1	1	1	1		1	2	1	1	1	2	39	19,5
2	ANNONACEAE					1								1	1	1,0
3	APIACEAE		1	1			1	1	1	1	1			1	34	34,0
4	ASTERACEAE	8	8	7	7	6	10	7	11	11	6	9	9	15	528	35,2
5	CAESEALPINACEAE	1			1					1				1	5	5,0
6	CELASTRACEAE	1				1								1	4	4,0
7	CYPERACEAE	1												1	1	1,0
8	EUPHORBIACEAE	1	1	1						1	1	1		2	7	3,5
9	FABACEAE	1			1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	13	3,3
10	FLACOURTIACEAE										1			1	1	1,0
11	LAURACEAE					1								1	2	2,0
12	MALVACEAE			1	1					1		1		1	19	19,0
13	MYRTACEAE		1	1			2	1					1	5	6	1,2
14	PLANTAGINACEAE			1										1	1	1,0
15	POACEAE	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14	7,0
16	POLYGONACEAE				1								1	1	5	5,0
17	POLYPODIACEAE					1	1	1	1	1	1		1	1	47	47,0
18	RUTACEAE		1			1	1			1	1	1	1	1	12	12,0
19	SAPINDACEAE	1			1	1	1				1			1	16	16,0
20	SMILACACEAE		1			1	1	1			1			1	9	9,0
21	SOLANACEAE									1		1	1	1	6	6,0
22	STYRACACEAE									1	1			1	2	2,0
23	TILIACEAE					1	1							1	2	2,0
24	VERBENACEAE	1	1			1	1	1	2	1	1		1	2	41	20,5
TOTAL ESP.		18	18	14	14	18	22	14	18	24	18	17	18	49	815	17,8
TOTAL FAM.	24	10	9	8	8	13	12	8	7	13	13	8	10			9,9
TOTAL IND.															815	16,6

A distribuição do número de espécies encontradas por parcela amostrada na vegetação do entorno das áreas experimentais (Figura 19) segue um padrão semelhante à distribuição do número de indivíduos encontrados por parcela amostrada (Figura 18) evidenciando, também, a transição entre os pequenos grupos com quantidades diferentes de espécies, reunidas ao longo dos transectos, cujas unidades amostrais foram locadas equidistantes sessenta metros uma das outras e distribuídas na área do entorno, que se apresenta coberta com vegetação secundária em estágio inicial de regeneração.

Da mesma forma, o número de famílias encontrado por parcela amostrada na vegetação do entorno (Figura 20) indica padrão similar de distribuição, comparando-se com os padrões descritos para as figuras 18 e 19, sendo evidenciados grupos vegetais que reúnem quantidades diferentes de famílias entre os mesmos.

Figura 19 – Número de espécies encontradas por parcela amostrada na vegetação do entorno das áreas experimentais

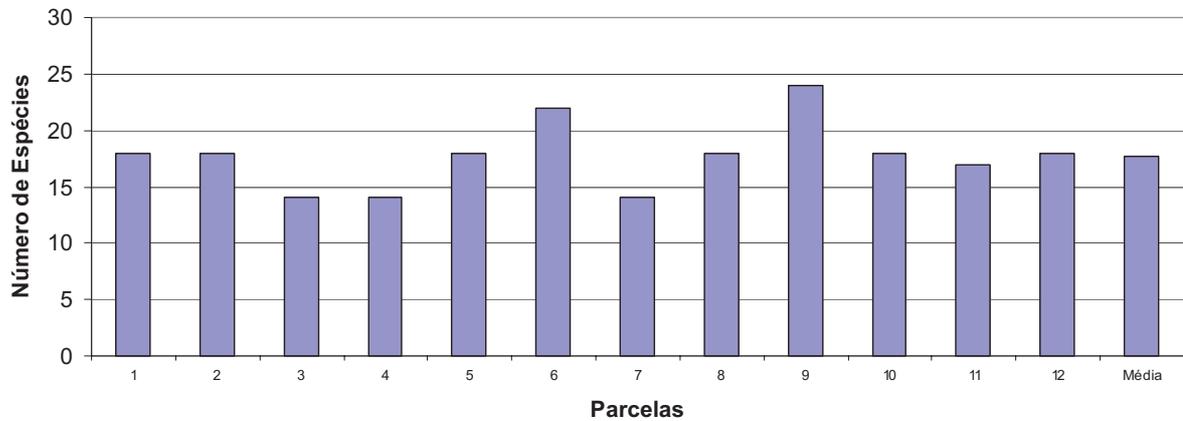
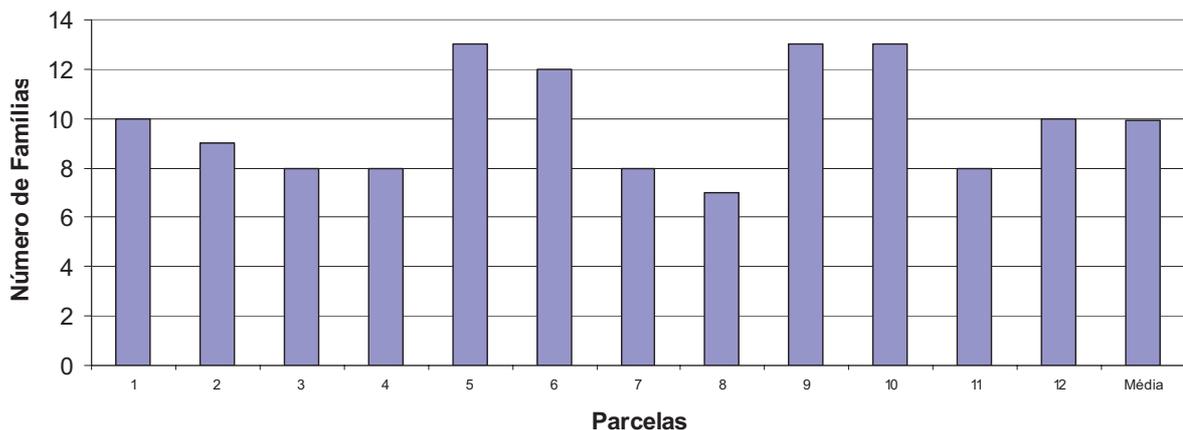


Figura 20 – Número de famílias encontradas por parcela amostrada na vegetação do entorno das áreas experimentais



Um aspecto que difere nas três situações descritas para as figuras 18, 19 e 20 é que a quantidade máxima de indivíduos é encontrada nas parcelas dois, sete e oito, enquanto que a quantidade máxima de espécies é encontrada nas parcelas seis e nove e o número máximo de famílias é encontrado nas parcelas cinco, nove e dez. Este fato mostra que o aumento quantitativo de indivíduos por parcela não está correlacionado com o aumento do número de espécies e estes não se correlacionam com o aumento de famílias nas parcelas. Isto indica que pode estar ocorrendo algum fenômeno que interfira no desenvolvimento e distribuição das plantas como, por exemplo, a alelopatia, que, segundo Reis (2001), acontece frequentemente com a família Poaceae (gramíneas).

Considera-se a Asteraceae (compostas) como a principal família botânica encontrada no entorno das áreas experimentais. Foram identificadas quinze espécies representantes desta

família, distribuídas em dez gêneros distintos, sendo amostrados quinhentos e vinte e oito indivíduos nas parcelas, conforme pode ser observado na Figura 21 e na Figura 22.

Figura 21 – Número de espécies por família encontradas na vegetação do entorno das áreas experimentais

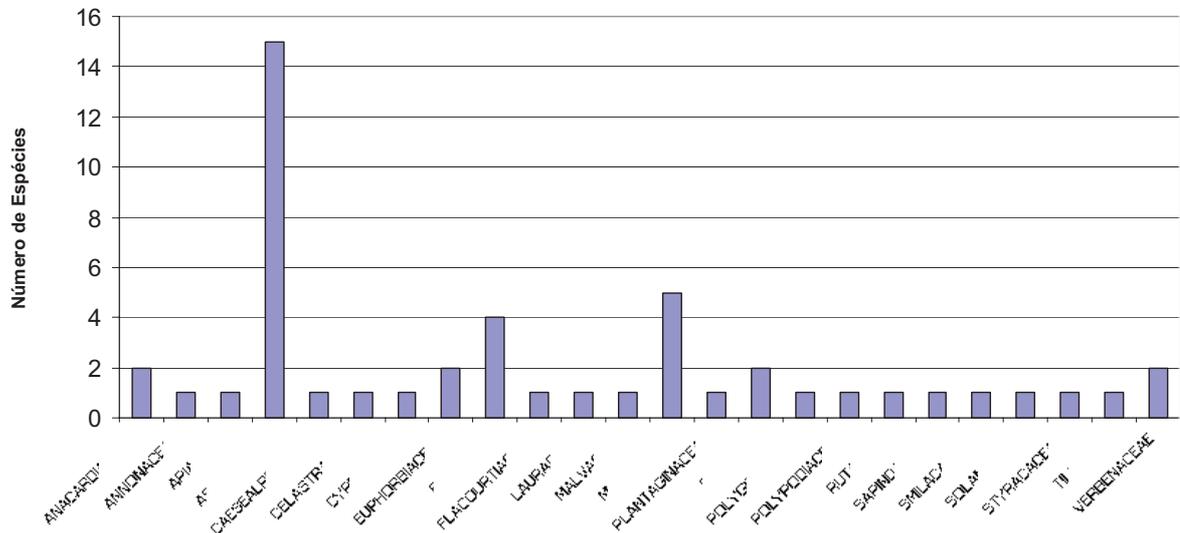
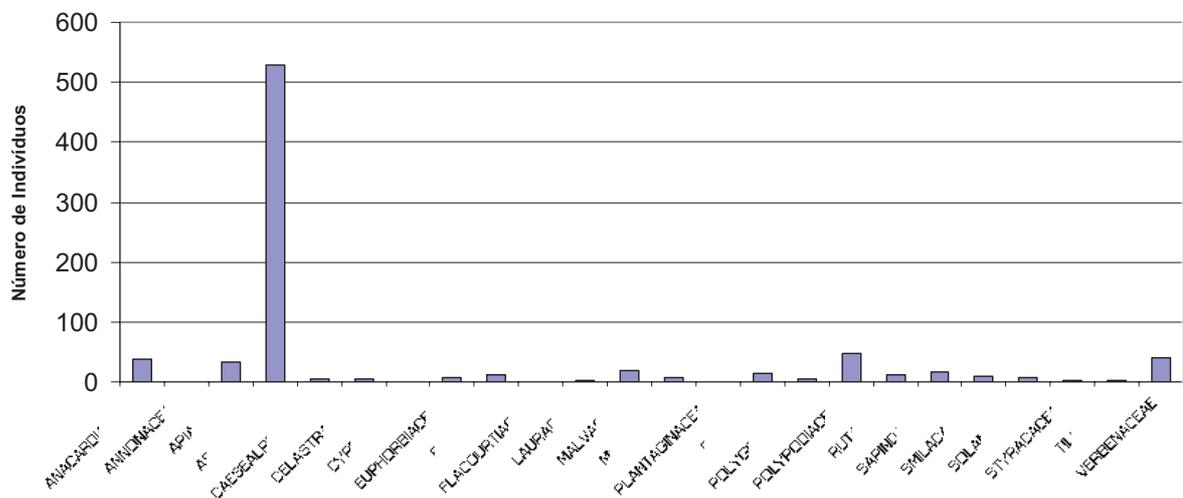


Figura 22 – Número de indivíduos por família encontradas na vegetação do entorno das áreas experimentais



No Quadro 3, são relacionadas as 49 espécies encontradas na vegetação do entorno das áreas experimentais, ordenadas por nome científico, seus respectivos nomes populares e famílias botânicas.

A formação vegetal do entorno, por se tratar de vegetação secundária em estágio inicial de regeneração, constitui-se, em sua maior parte, por espécies de características herbácea e arbustiva. No entanto, são encontradas também, apesar do pequeno porte, vinte e uma espécies de comportamento arbóreo, quanto adultas. Este fato comprova que algumas características das formações florestais em estágio médio e avançado de regeneração, na

sucessão vegetal, já vão se apresentando na fase inicial de regeneração, pois existem muitas espécies arbóreas que toleram bem as condições de elevada insolação e luminosidade (pioneiras).

Quadro 3 – Relação das espécies, agrupadas por família, encontradas na vegetação do entorno das áreas experimentais.

N	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
1	bugreio	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand.	ANACARDIACEAE
2	aroeira-vermelha	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	
3	araticumzeiro	<i>Rollinia sylvatica</i> (St. Hil.) Mart.	ANNONACEAE
4	caraguatá	<i>Eryngium horridum</i> Malme.	APIACEAE
5	picão-roxo	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	ASTERACEAE
6	carqueja-miúda	<i>Baccharis articulata</i> (Lam.) Pers.	
7	vassourinha	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	
8	vassoura-da-folha-larga	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz e Pav.) Pers.	
9	vassoura-da-folha-estreita	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pavón) Pers.	
10	carqueja	<i>Baccharis trimera</i> (Less) DC.	
11	vassoura trinérvea	<i>Baccharis trinervis</i> (Lam.) Pers	
12	picão-preto	<i>Bidens pilosa</i> L.	
13	buva	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	
14	almeirão-do-campo	<i>Hypochoeris brasiliensis</i> Griseb.	
15	branqueja	<i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC.	
16	maria-mole	<i>Senecio brasiliensis</i> Less.	
17	botão-de-ouro	<i>Siegesbeckia orientalis</i> L.	
18	assa-peixe	<i>Vernonia Polyanthes</i> Less.	
19	carrapicho	<i>Xanthium strumarium</i> L.	
20	açucará	<i>Gleditschia amorphoides</i> Taub.	CAESEALPINACEAE
21	espinheira-santa	<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reiss.	CELASTRACEAE
22	tiririca	<i>Cyperus aciculares</i> (Schrad.) Steud.	CYPERACEAE
23	leiteiro-da-folha-graúda	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax.	EUPHORBIACEAE
24	branquilha-leiteiro	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	
25	timbó	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	FABACEAE
26	pata-de-vaca	<i>Bauhinia candicans</i> Benth.	
27	pega-pega	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	
28	rabo-de-bugio	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	FLACOURTIACEAE
29	chá-de-bugre	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	
30	canela-guaicá	<i>Ocotea puberula</i> (Ness et Martius) Nees.	LAURACEAE
31	guaxuma-branca	<i>Sida glaziovii</i> K. Schum.	MALVACEAE
32	goiaba-serrana	<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret.	MYRTACEAE
33	sete-capotes	<i>Campomanesia guazumaefolia</i> (Cambess.) O. Berg.	
34	cerejeira	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	
35	pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i> L.	
36	guamirim-preto	<i>Gomidesia sellowiana</i> O. Berg	PLANTAGINACEAE
37	tanchagem	<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	
38	rabo-de-burro	<i>Andropogon bicornis</i> L.	POACEAE
39	grama-forquilha	<i>Paspalum notatum</i> Flüggé.	POLYGONACEAE
40	erva-de-bicho	<i>Polygonum punctatum</i> Elliot.	
41	samambaia	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	POLYPODIACEAE
42	mamica-de-cadela	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	RUTACEAE
43	camboatá-branco	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	SAPINDACEAE
44	salsaparrilha-do-campo	<i>Smilax brasiliensis</i> Spreng.	SMILACACEAE
45	fumeiro-bravo	<i>Solanum erianthum</i> D. Don.	SOLANACEAE
46	carne-de-vaca	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	STYRACACEAE
47	açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	TILIACEAE
48	lantana	<i>Lantana camara</i> L.	VERBENACEAE
49	tarumã	<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	

Foram utilizados três parâmetros para a realização da análise fitossociológica: a frequência absoluta, que corresponde a razão entre o número de parcelas que contêm a espécie e o

número total de parcelas utilizadas, que neste estudo foram 12; a densidade absoluta, que representa a razão entre o número total de indivíduos por espécie e a área amostrada de 120 metros quadrados; e a abundância absoluta, correspondendo à razão existente entre o número total de indivíduos por espécie e o número de parcelas que contêm a espécie. Calculando-se a média aritmética destes três parâmetros obtém-se o Índice de Valor de Importância (IVI) de cada espécie.

As dez principais espécies encontradas, ordenadas pelos valores do Índice de Valor de Importância são apresentadas na Figura 23. São elas, respectivamente: *Vernonia Polyanthes* Less., *Baccharis latifolia* (Ruiz e Pav.) Pers., *Baccharis dracunculifolia* DC., *Baccharis trimera* (Less) DC., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn., *Senecio brasiliensis* Less., *Ageratum conyzoides* L., *Lantana camara* L., *Eryngium horridum* Malme. e *Schinus terebinthifolius* Raddi. Observou-se a predominância, entre estas espécies, de plantas com características herbáceas e arbustivas e apenas *Schinus terebinthifolius* com característica arbórea.

Os parâmetros e o IVI, absolutos e relativos (em porcentagem), das espécies são apresentados na Tabela 4.

Figura 23 – Fitossociologia das dez principais espécies encontradas nas áreas do entorno dos experimentos

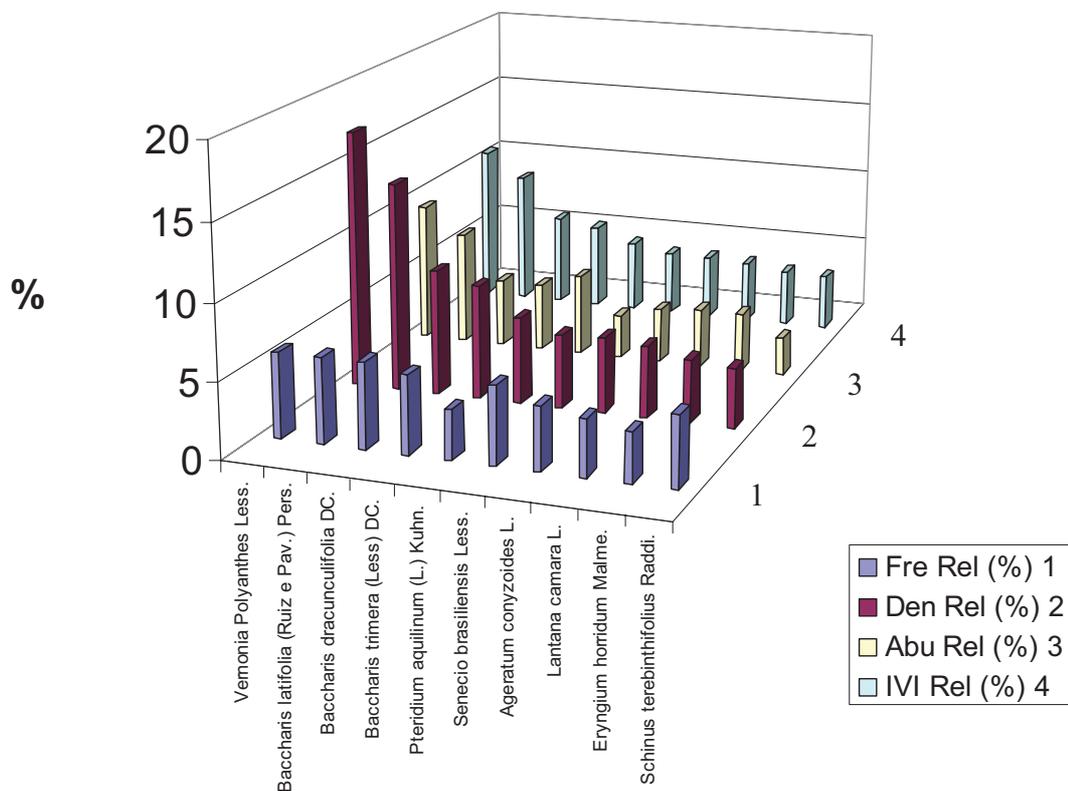


Tabela 4 – Análise fitossociológica da vegetação encontrada no entorno das áreas experimentais.

N	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	OCOR	IND	FREQUÊNCIA		DENSIDADE		ABUNDÂNCIA		IVI	
					ABS.	REL.	ABS.	REL.	ABS.	REL.	ABS.	REL.
1	assa-peixe	<i>Vernonia Polyanthes</i> Less.	12	139	1,00	5,63	1,16	17,05	11,58	9,33	4,58	10,67
2	vassoura-da-folha-larga	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz e Pav.) Pers.	12	113	1,00	5,63	0,94	13,86	9,42	7,59	3,79	9,03
3	vassourinha	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	12	68	1,00	5,63	0,57	8,34	5,67	4,57	2,41	6,18
4	carqueja	<i>Baccharis trimera</i> (Less) DC.	11	62	0,92	5,16	0,52	7,61	5,64	4,54	2,36	5,77
5	samambaia	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	7	47	0,58	3,29	0,39	5,77	6,71	5,41	2,56	4,82
6	maria-mole	<i>Senecio brasiliensis</i> Less.	11	40	0,92	5,16	0,33	4,91	3,64	2,93	1,63	4,33
7	pião-roxo	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	9	41	0,75	4,23	0,34	5,03	4,56	3,67	1,88	4,31
8	lantana	<i>Lantana camara</i> L.	8	39	0,67	3,76	0,33	4,79	4,88	3,93	1,96	4,16
9	caraguatá	<i>Eryngium horridum</i> Malme.	7	34	0,58	3,29	0,28	4,17	4,86	3,91	1,91	3,79
10	aroeira-vermelha	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	10	32	0,83	4,69	0,27	3,93	3,20	2,58	1,43	3,73
11	carrapicho	<i>Xanthium strumarium</i> L.	3	18	0,25	1,41	0,15	2,21	6,00	4,83	2,13	2,82
12	guaxuma-branca	<i>Sida glaziovii</i> K. Schum.	4	19	0,33	1,88	0,16	2,33	4,75	3,83	1,75	2,68
13	grama-forquilha	<i>Paspalum notatum</i> Flugge.	12	12	1,00	5,63	0,10	1,47	1,00	0,81	0,70	2,64
14	camboatá-branco	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	5	16	0,42	2,35	0,13	1,96	3,20	2,58	1,25	2,30
15	mamica-de-cadela	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	7	12	0,58	3,29	0,10	1,47	1,71	1,38	0,80	2,05
16	pião-preto	<i>Bidens pilosa</i> L.	4	11	0,33	1,88	0,09	1,35	2,75	2,22	1,06	1,81
17	buva	<i>Coryza bonariensis</i> (L.) Cronq.	7	8	0,58	3,29	0,07	0,98	1,14	0,92	0,60	1,73
18	carqueja-miúda	<i>Baccharis articulata</i> (Lam.) Pers.	5	9	0,42	2,35	0,08	1,10	1,80	1,45	0,76	1,63
19	salsaparilha-do-campo	<i>Smilax brasiliensis</i> Spreng.	5	9	0,42	2,35	0,08	1,10	1,80	1,45	0,76	1,63
20	branqueja	<i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC.	5	7	0,42	2,35	0,06	0,86	1,40	1,13	0,63	1,44
21	bugreiro	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand.	3	7	0,25	1,41	0,06	0,86	2,33	1,88	0,88	1,38
22	rabo-de-bugio	<i>Lonchocarpus muehlenbergianus</i> Hassl.	5	6	0,42	2,35	0,05	0,74	1,20	0,97	0,56	1,35
23	leiteiro-da-folha-graúda	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax.	5	6	0,42	2,35	0,05	0,74	1,20	0,97	0,56	1,35
24	fumeiro-bravo	<i>Solanum erianthum</i> D. Don.	3	6	0,25	1,41	0,05	0,74	2,00	1,61	0,77	1,25
25	erva-de-bicho	<i>Polygonum punctatum</i> Elliot.	2	5	0,17	0,94	0,04	0,61	2,50	2,01	0,90	1,19

LEGENDA: ocor = número de parcelas em que determinada espécie ocorre; ind = número de indivíduos amostrados de uma determinada espécie; abs. = absoluta; rel. = relativa e IVI = índice de valor de importância.

Continua...

Continuação da Tabela 4 – Análise fitossociológica da vegetação encontrada no entorno das áreas experimentais.

N	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	OCOR	IND	FREQUÊNCIA		DENSIDADE		ABUNDÂNCIA		IVI	
					ABS.	REL.	ABS.	REL.	ABS.	REL.	ABS.	REL.
26	vassoura-da-folha-estreita	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pavón) Pers.	3	5	0,25	1,41	0,04	0,61	1,67	1,34	0,65	1,12
27	açucará	<i>Gleditschia amorphoides</i> Taub.	3	5	0,25	1,41	0,04	0,61	1,67	1,34	0,65	1,12
28	espíneira-santa	<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reiss.	2	4	0,17	0,94	0,03	0,49	2,00	1,61	0,73	1,01
29	vassoura trinérvea	<i>Baccharis trinervis</i> (Lam.) Pers.	3	4	0,25	1,41	0,03	0,49	1,33	1,07	0,54	0,99
30	timbó	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	3	3	0,25	1,41	0,03	0,37	1,00	0,81	0,43	0,86
31	pata-de-vaca	<i>Bauhinia candicans</i> Benth.	2	3	0,17	0,94	0,03	0,37	1,50	1,21	0,56	0,84
32	canela-guaicá	<i>Ocotea puberula</i> (Ness et Martius) Nees.	1	2	0,08	0,47	0,02	0,25	2,00	1,61	0,70	0,78
33	botão-de-ouro	<i>Stegesbeckia orientalis</i> L.	1	2	0,08	0,47	0,02	0,25	2,00	1,61	0,70	0,78
34	goiaba-serrana	<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret.	2	2	0,17	0,94	0,02	0,25	1,00	0,81	0,39	0,66
35	rabo-de-burro	<i>Andropogon bicornis</i> L.	2	2	0,17	0,94	0,02	0,25	1,00	0,81	0,39	0,66
36	açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	2	2	0,17	0,94	0,02	0,25	1,00	0,81	0,39	0,66
37	carne-de-vaca	<i>Syrax leprosus</i> Hook. & Arn.	2	2	0,17	0,94	0,02	0,25	1,00	0,81	0,39	0,66
38	tarumã	<i>Vitex montevicensis</i> Cham.	2	2	0,17	0,94	0,02	0,25	1,00	0,81	0,39	0,66
39	sete-capotes	<i>Campomanesia guazumaefolia</i> (Cambess.) O. Berg.	1	1	0,08	0,47	0,01	0,12	1,00	0,81	0,36	0,47
40	chá-de-bugre	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	1	0,08	0,47	0,01	0,12	1,00	0,81	0,36	0,47
41	tiririca	<i>Cyperus aciculares</i> (Schrad.) Steud.	1	1	0,08	0,47	0,01	0,12	1,00	0,81	0,36	0,47
42	pega-pega	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	1	1	0,08	0,47	0,01	0,12	1,00	0,81	0,36	0,47
43	cerejeira	<i>Eugenia involucreta</i> DC.	1	1	0,08	0,47	0,01	0,12	1,00	0,81	0,36	0,47
44	pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i> L.	1	1	0,08	0,47	0,01	0,12	1,00	0,81	0,36	0,47
45	guamirim-preto	<i>Gomidesia sellowiana</i> O. Berg.	1	1	0,08	0,47	0,01	0,12	1,00	0,81	0,36	0,47
46	almeirão-do-campo	<i>Hypochoeris brasiliensis</i> Griseb.	1	1	0,08	0,47	0,01	0,12	1,00	0,81	0,36	0,47
47	lançagem	<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	1	1	0,08	0,47	0,01	0,12	1,00	0,81	0,36	0,47
48	araticumzeiro	<i>Rollinia sylvatica</i> (St. Hil.) Mart.	1	1	0,08	0,47	0,01	0,12	1,00	0,81	0,36	0,47
49	brancoleiteiro	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs.	1	1	0,08	0,47	0,01	0,12	1,00	0,81	0,36	0,47
				815	17,75	100,00	6,79	100,00	124,10	100,00	49,55	100,00

LEGENDA: ocor = número de parcelas em que determinada espécie ocorre; ind = número de indivíduos amostrados de uma determinada espécie; abs. = absoluta; rel. = relativa e IVI = índice de valor de importância.

Entre as 10 principais espécies, 6 delas são da família Asteraceae (compostas), uma Polypodiaceae, uma Verbenaceae, uma Apiaceae (Umbelíferas) e uma espécie da família das Anacardiaceae. Portanto, novamente sobressaem-se as espécies da família Asteraceae, pela obtenção do IVI na análise fitossociológica.

Por outro lado, um aspecto que pode ser observado, com relação à análise fitossociológica da vegetação do entorno das áreas experimentais, é a raridade das espécies. Algumas espécies apresentaram apenas um indivíduo amostrado de um total de 815. São elas: *Campomanesia guazumaefolia* (Cambess.) O. Berg., *Casearia sylvestris* Sw., *Cyperus aciculares* (Schrad.) Steud., *Desmodium adscendens* (Sw.) DC., *Eugenia involucrata* DC., *Eugenia uniflora* L., *Gomidesia sellowiana* O. Berg., *Hypochoeris brasiliensis* Griseb., *Plantago tomentosa* Lam., *Rollinia sylvatica* (St. Hil.) Mart. e *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. e Downs.

Destas 11 espécies raras do entorno, 4 pertencem à família Myrtaceae, uma Flacourtiaceae, uma Cyperaceae, uma Fabaceae, uma Asteraceae, uma Plantaginaceae, uma Annonaceae e uma Euphorbiaceae.

Apesar de serem consideradas raras na formação vegetal amostrada, ou seja, vegetação secundária em estágio inicial de regeneração, essas espécies são predominantes nas vegetações secundária média e secundária avançada de regeneração, com exceção das espécies *Cyperus aciculares* (Schrad.) Steud., *Desmodium adscendens* (Sw.) DC., *Hypochoeris brasiliensis* Griseb. e *Plantago tomentosa* Lam., o que caracteriza o aspecto de transição entre os estágios sucessionais.

4.1.2 Perfil do solo

Tomou-se como base o perfil de solo médio dos taludes das áreas experimentais e foram identificados os horizontes do solo e dimensionado as suas profundidades, bem como, descritas as características principais de cada um destes horizontes.

Na Figura 24 apresenta-se uma vista de parte de um dos taludes localizado em uma das áreas experimentais representando o perfil médio de solo avaliado pela identificação e descrição dos seus horizontes. Podem ser observadas algumas características gerais do perfil de solo apresentado, como, por exemplo, a tonalidade escura do horizonte superficial, devido à presença de matéria orgânica; e à presença de seixos, calhaus e matacões (na escala de Wentworth estas nomenclaturas representam partículas de rocha de 4 a 64 mm; 64 a 256 mm e maiores que 256 mm de diâmetro, respectivamente) inseridos no horizonte subsuperficial, caracterizando o processo incompleto de intemperização deste horizonte.

Figura 24 – Vista geral do perfil do solo da área experimental



Nas Figuras 25, 26, 27 e 28 são apresentados os horizontes do solo numa forma mais detalhada, sendo possível diferenciar as características específicas de cada horizonte, descritas a seguir:

a) Figura 25 a

– Horizonte “A” – Horizonte mineral superficial, com matéria orgânica incorporada e bastante mineralizada, intimamente associada às partículas minerais, de intensa ação dos microorganismos, tanto microfauna quanto microflora, caracteriza-se também pela grande oscilação da temperatura, da umidade e da composição gasosa; apresenta tonalidade mais escura que os horizontes inferiores, sua espessura varia em torno de 30 centímetros.

b) Figura 25 b

– Detalhe do Horizonte “A” – apresenta coloração acinzentada e sua estrutura é friável.

Figura 25 – Horizontes “A” do Solo



a – Horizonte A (0,30m)



b – Detalhe do Horizonte A

c) Figura 26 a

– Horizonte “B” – Horizonte mineral, subsuperficial, situado abaixo do horizonte A, originado por transformações relativamente acentuadas do material originário e, neste caso, com poucos constituintes orgânicos migrados dos horizontes “A”. Os processos biológicos são quase nulos neste horizonte. Em função de sua tonalidade avermelhada, possivelmente apresenta grande quantidade de óxidos minerais e argilas silicatadas. Sua espessura varia em torno de um metro.

d) Figura 26 b

– Detalhe do Horizonte “B” – Apresenta tonalidade vermelha clara e sua friabilidade é maior que a do horizonte A. Apesar de apresentar intemperismo bem evoluído, ainda assim, ocorrem incrustações de seixos geodais silicatados ao longo do perfil.

Figura 26 – Horizonte “B” do Solo



a – Horizonte B (1m)



b – Detalhe do Horizonte B

e) Figura 27 a

– Horizonte “C” – Horizonte mineral de material relativamente pouco afetado pelos processos pedogênicos. Grande parte de seus atributos manifestam-se com persistência de características litológicas. Pelas suas características, se originou do próprio local pelo processo de intemperização das rochas que se encontram em camadas inferiores. Sua espessura varia em torno de 5 a 7 metros.

f) Figura 27 b

– Detalhe do Horizonte “C” – Apresenta coloração avermelhada de tonalidade mais clara que a do horizonte B. Apresenta grande quantidade de seixos e calhaus na sua constituição o que caracteriza baixa intemperização da rocha original.

g) A Camada R ou substrato rochoso, apesar de não aparecer no perfil estudado, provavelmente aparece abaixo do horizonte C.

Figura 27 – Horizontes “C” do Solo



a – Parte do Horizonte C (5 a 7m)



b – Detalhe do Horizonte C

h) Figura 28 a

– Transição entre o Horizonte “A” e o Horizonte “B” – O principal detalhe desta figura é a diferenciação gradativa da tonalidade entre os horizontes, sendo que o horizonte A apresenta-se mais escuro, caracterizado pela presença intensa de matéria orgânica na sua constituição.

i) Figura 28 b

– Transição entre o Horizonte “B” e o Horizonte “C” – Nesta transição de horizontes, pode-se observar, nitidamente, a cor avermelhada nos dois horizontes, sendo que o horizonte C apresenta tonalidade mais clara. Outra diferença observada é a presença de

fragmentos de rochas incrustadas no solo em maior quantidade no horizonte C, quando comparada com o horizonte B.

Figura 28 – Detalhe da transição entre os Horizontes do Solo



a – Transição entre o Horizonte A e o Horizonte B



b – Transição entre o Horizonte B e o Horizonte C

4.1.3 Análise química do solo

O Horizonte B do solo das duas áreas experimentais foi amostrado e analisado quimicamente divididos em quatro grupos amostrais: (1) área plana da área experimental 01, (2) área de talude íngreme da área experimental 01, (3) área plana da área experimental 02 e (4) área de talude íngreme da área experimental 02. Cabe ressaltar que o solo amostrado corresponde à superfície atual do solo, visto que o solo original das áreas foi retirado para utilização como fonte de argila utilizada no processo de construção da barragem da Usina Hidrelétrica Barra Grande. Foi realizada a análise química básica do solo (Tabela 5) e a análise química de micronutrientes + enxofre (Tabela 6).

Tabela 5 – Análise química básica do solo nas duas áreas experimentais

ANÁLISE BÁSICA															
Amostra	Área (ha)	Argila (%)	pH H ₂ O	Índice SMP	P		M.O. (%)	Al	Ca	Mg	H+Al	CTC	Saturação		
					mg / dm ³			cmol _c /dm ³					Bases	Al	K
													(%)		
Área Plana 01	0,107	38,00	4,30	4,10	7,00	103,00	0,90	7,20	2,60	1,60	38,60	43,20	11,00	61,00	0,60
Área Plana 02	0,319	36,00	4,80	4,70	7,00	111,00	0,80	3,30	4,20	2,50	19,40	26,40	27,00	32,00	1,10
Talude 01	0,049	30,00	4,30	3,90	6,00	71,00	<0,80	11,70	2,00	2,50	48,60	53,30	9,00	71,00	0,30
Talude 02	0,175	35,00	4,80	4,20	7,00	71,00	<0,80	6,20	2,60	2,00	34,40	39,30	12,00	56,00	0,50
Média	0,163	34,75	4,55	4,23	6,75	89,00	<0,82	7,10	2,85	2,15	35,25	40,55	14,75	55,00	0,63

Lab. de Solos - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - UPF - Passo Fundo - RS - janeiro de 2006

Tabela 6 – Análise química de micronutrientes e enxofre no solo nas duas áreas experimentais

ANÁLISE DE MICRO-NUTRIENTES + ENXOFRE					
Amostra	Enxofre	Boro	Manganês	Zinco	Cobre
	mg/dm ³				
Área Plana 01	21,00	0,30	23,00	1,20	6,50
Área Plana 02	11,00	<0,10	20,00	1,30	5,00
Talude 01	11,00	0,10	31,00	1,70	6,40
Talude 02	11,00	<0,10	36,00	1,40	8,80
Média	13,50	<0,15	27,50	1,40	6,68

Lab. de Solos - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - UPF - Passo Fundo - RS - janeiro de 2006

O solo onde foi realizado os experimentos é classificado, segundo mapa de solos do Brasil (IBGE, 2007), como sendo Nitossolo Háptico, anteriormente classificado como Terra Bruna Estruturada Similar Álica.

Este solo, segundo Zimback (2007), apresenta as seguintes características: é um solo mineral, seu horizonte B é nítico (de textura argilosa ou muito argilosa) e que exige a presença do horizonte nítico, dentro dos primeiros cinquenta centímetros do horizonte B. Estes solos anteriormente eram chamados de Terra Roxa Estruturada, Terra Bruna Estruturada ou Podzólico Vermelho-escuro. Atualmente, se dividem em Nitossolo Vermelho e Nitossolo Háptico.

Reis (2001), estudando a recuperação de áreas de empréstimo de argila na Usina Hidrelétrica Ita analisou o solo/subsolo das áreas degradadas e encontrou os seguintes valores médios: pH em água – 4,7; Índice SMP – 5,7; fósforo – 5,0 miligramas por dm^3 ; potássio – 44,7 miligramas por dm^3 ; matéria orgânica – 0,37 por cento (massa/volume); alumínio – 0,4 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ e cálcio – 0,9 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$. Comparando-se estes resultados com a análise química básica do solo nas duas áreas experimentais do presente estudo, pode-se observar que alguns dos teores dos nutrientes e os outros índices analisados apresentam similaridades para os dois casos, cuja degradação de solo ocorreu pela retirada das camadas superficiais de solo e subsolo, resultando valores abaixo da média normal para solos da região: (1) o pH em água nos dois casos é baixo, indicando a necessidade de correção da acidez para melhorar o desenvolvimento das plantas surgentes nas áreas degradadas que não toleram pH baixo e (2) o índice SMP é baixo, indicando o elevado poder tampão do solo e a necessidade de uso de quantidades maiores de calcário para que o pH da solução do solo se eleve a níveis ideais para o desenvolvimento das plantas.

Embrapa (1997) apud Bönisch et al. (2004) classificam alguns atributos de solo para o estado de Santa Catarina, como pode ser visto no Quadro 4. Tomando-se por base esta classificação, o teor médio de potássio (K) do solo analisado das áreas experimentais apresenta fertilidade alta; quanto ao teor médio de alumínio (Al), o solo apresenta fertilidade muito baixa; quanto à capacidade de troca de cátions (CTC), o solo apresenta fertilidade média e quanto à saturação por bases (V), o solo apresenta fertilidade alta.

Quadro 4 – Classificação de alguns parâmetros de solo para o estado de Santa Catarina

Parâmetro	Classes de Fertilidade			
	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
K (m/kg)	≤ 80	≥ 45 e < 80	< 45	
Al (cmol_c/kg)	$< 0,3$	$\geq 0,4$ e < 1	≥ 1 e < 4	≥ 4
Soma Bases (cmol_c/kg)	≥ 4	≥ 2 e < 4	< 2	
CTC (cmol_c/kg)	≥ 50	≥ 35 e < 50	≥ 10 e < 35	< 10
V (Saturação Bases %)	≥ 8	≥ 6 e < 8	≥ 4 e < 6	< 4

Fonte: Embrapa (1997) apud Bönisch et al. (2004)

Bertol et al. (2004) realizaram estudo e avaliaram alguns atributos químicos da camada superficial de um solo de fertilidade média, classificado como Nitossolo Háplico alumínico, no município de Lages, SC, cujos parâmetros podem ser observados na Tabela 7. Comparando-se estes parâmetros mensurados, com os parâmetros obtidos na análise básica e na análise de micro-nutrientes (Tabelas 5 e 6), referente ao presente trabalho pode-se afirmar que: quanto ao teor médio de Cálcio (Ca^{2+}), o solo analisado das áreas experimentais apresenta fertilidade similar, que pode ser considerada normal para este solo; quanto ao teor médio de magnésio (Mg^{2+}), o solo também apresenta fertilidade média; quanto ao teor médio de fósforo (P), o solo apresenta fertilidade bem acima da média regional e quanto ao teor médio de potássio (K), o solo apresenta fertilidade pouco abaixo da média regional.

Tabela 7 – Atributos químicos na camada de 0–0,2m de profundidade do Nitossolo Háplico alumínico, submetido a diferentes sistemas de manejo do solo em Lages – SC

Tratamento	Ca^{2+}	Mg^{2+}	P	K
	$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$		mg dm^{-3}	
Solo sem cobertura	3,6	2,2	1,8	109

Fonte: Bertol et al. (2004)

4.1.4 Precipitações pluviiais

Os dados de precipitação pluviométrica utilizados para a análise e quantificação dos resultados obtidos no Experimento 02 – perda de solo, foram aqueles coletados do pluviômetro instalado próximo à área dos experimentos (Tabela 8). Os dados das estações climatológicas de Campos Novos – SC e de Pinhal da Serra – RS estão sendo utilizados apenas para se ter noção histórica das precipitações pluviométricas regionais (Tabela 9 e Tabela 10, respectivamente).

Tabela 8 – Precipitações pluviométricas medidas durante o período de experimentação obtida no pluviômetro instalado a 150 metros das áreas experimentais

Mês/ano	Precipitação (mm)
jun/06	70,00
jul/06	92,50
ago/06	135,00
set/06	119,50
out/06	12,00
nov/06	191,00
dez/06	259,50
jan/07	41,00
Total	920,50
Média mensal	115,06

Tabela 9 – Precipitações pluviiais mensais de 2002 a 2005 da estação climatológica de Campos Novos – SC

		2002												Soma	Média
Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez			
mm	235,5	208,4	123,7	184,8	183,2	176,4	165,7	116,4	202,3	250,9	145,8	158,9	2.152,0	179,3	
		2003													
Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez			
mm	188,8	153,6	153,6	129,4	137,5	103,1	104,5	55,8	67,0	179,0	169,5	405,4	1.847,2	153,9	
		2004													
Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez			
mm	117,6	54,5	99,6	181,9	148	29,4	185,5	58,8	193,9	193,9	266,2	174,9	1.704,2	142,0	
		2005													
Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez			
mm	231,6	32,1	119,3	367,4	311,2	235,7	131,5	190,6	281,5	323,1	72,0	48,3	2.344,3	195,4	
		2006													
Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez			
mm	144,3	112,1	214,3	41,6	33,1	93,3	56,5	159,4	150,1	135,1	186,4	213,4	1.539,6	128,3	
Soma	917,8	560,7	710,5	905,1	813,0	637,9	643,7	581,0	894,8	1082,0	839,9	1000,9	9.587,3		
Média	183,6	112,1	142,1	181,0	162,6	127,6	128,7	116,2	179,0	216,4	168,0	200,2	1.917,5	159,8	

Fonte: CLIMERH (2007)

Tabela 10 – Precipitações pluviiais mensais, de janeiro de 2005 a junho de 2006, da estação climatológica de Pinhal da Serra – RS

		2005												Soma	Média
Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez			
mm	110,0	25,2	65,4	119,2	123,2	89,0	51,2	73,6	86,8	127,2	35,2	20,8	926,8	77,2	
		2006													
Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez			
mm	133,6	63,8	145,6	33,6	40,2	83,8	114,6	170,4	99,2	69,4	220,0	150,8	1.325,0	110,4	
Soma	243,6	89,0	211,0	152,8	163,4	172,8	165,8	244,0	186,0	196,6	255,2	171,6	2.251,8		
Média	121,8	44,5	105,5	76,4	81,7	86,4	82,9	122,0	93,0	98,3	127,6	85,8	1.125,9	93,8	

Fonte: CLIMERH, 2007

4.2 Experimento 01 – Regeneração natural da vegetação

O Experimento 01 consistiu na instalação de unidades amostrais com diferentes coberturas vegetais e diferentes níveis de densidade destas coberturas com a finalidade de avaliar o efeito ocasionado na regeneração natural ocorrida no interior destas parcelas.

A mensuração da regeneração natural teve dois parâmetros principais analisados: o número de espécies regeneradas e a densidade de indivíduos regenerados por espécie.

4.2.1 Teste de germinação de sementes de *Baccharis dracunculifolia*

Foram coletadas sementes de vassourinha (*Baccharis dracunculifolia*), com a finalidade de se realizar teste de germinação de sementes e com isso avaliar a possibilidade de utilização

desta espécie na recuperação de área degradada por meio da semeadura direta de sementes, conforme pode ser visto no Quadro 5.

Mesmo que tenha sido realizado este ensaio de germinação de sementes, no Experimento 01, a espécie (*Baccharis dracunculifolia*) foi inserida nas parcelas pelo transplante de mudas com raízes nuas, encontradas no entorno. Foi utilizado o transplante por dois motivos: adiantar o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, o efeito sobre a regeneração natural da vegetação e pelo fato da espécie sobreviver bem ao transplante.

Quadro 5 – Relação dos lotes de sementes de vassourinha coletadas.

Lote	Coleta	Local de coleta	Data de beneficiamento	Quantidade (g)
01	19/05/05	Anita Garibaldi – SC	21/05/05	2
02	22/05/05	S. Afonso – P. Fundo – RS	23/05/05	6
03	22/05/05	S. Afonso – P. Fundo – RS	30/05/05	2
04	31/05/05	UPF – P. Fundo – RS	05/06/05	6
05	31/05/05	UPF – P. Fundo – RS	07/06/05	3
06	06/06/05	UPF – P. Fundo – RS	11/06/05	2
				21

A viabilidade das sementes coletadas pode ser observada na Tabela 11 e o seu comportamento germinativo pode ser visualizado na Figura 29.

Tabela 11 – Resultado dos ensaios de germinação de sementes de *Baccharis dracunculifolia*.

Temperatura	% germinação (01/10/05 a 20/10/05)	
	20° C	25° C
Repetições	37%	35%
	39%	34%
	36%	38%
	35%	39%
Média	36%	36%

Figura 29 – Germinação das sementes de *Baccharis dracunculifolia* em teste de laboratório



Apesar dos testes germinativos apresentarem viabilidade em torno de 36 por cento, a sementeira desta espécie se viabiliza, pois esta espécie produz sementes em abundância e, também, por ser um método pouco oneroso.

4.2.2 Instalação das parcelas com *Baccharis dracunculifolia*

As 9 parcelas para a avaliação do efeito da cobertura vegetal na regeneração vegetal com o uso da espécie *Baccharis dracunculifolia* foram instaladas em 3 blocos com 3 níveis de cobertura em cada bloco: sem cobertura, uma planta por metro quadrado e 4 plantas por metro quadrado.

A forma como foram instaladas as parcelas, a disposição e a densidade das mudas transplantadas podem ser observadas nas figuras 30, 31 e 32. No limite lateral das parcelas foi realizado um sulco para evitar a entrada de água proveniente do escoamento superficial.

Figura 30 – Parcela testemunha no experimento 01, sem cobertura vegetal



Os resultados obtidos na parcela considerada testemunha (sem cobertura vegetal) são utilizados na avaliação dos dois tratamentos testados no Experimento 01, pois em ambos os casos o nível de menor densidade de cobertura (sem cobertura) apresentam as mesmas características.

As convenções apresentadas nas placas indicativas das parcelas experimentais, no Experimento 01, têm os seguintes significados:

P – indica que o Experimento 01 foi realizado em área praticamente plana;

A – indica o tratamento cuja espécie usada foi a *Baccharis dracunculifolia*;

B – indica o tratamento cuja espécie usada foi a *Schinus terebinthifolius*;

1 – indica o nível nulo de densidade utilizado, ou seja, sem cobertura de nenhuma das espécies (Figura 30);

2 – indica a densidade utilizada de 1 planta por metro quadrado, para ambas as espécies (Figura 31); e

3 – indica a densidade utilizada de 4 plantas por metro quadrado, para ambas as espécies (Figura 32).

As mudas de *Baccharis dracunculifolia* utilizadas em um dos tratamentos no Experimento 01 foram transplantadas no dia vinte e um de junho do ano de 2006, aproveitando-se um período chuvoso para facilitar sua adaptação e sobrevivência. As mesmas tiveram origem das áreas correspondentes ao entorno das áreas experimentais, com porte aproximado entre quarenta e cinquenta centímetros de altura e, provavelmente, as sementes que deram origem a estas plantas germinaram no período do inverno e primavera do ano de dois mil e cinco, ou seja, as plantas foram transplantadas com uma idade aproximada de 8 a 19 meses (Figuras 31 e 32).

Figura 31 – Mudanças de *Baccharis dracunculifolia* transplantadas na densidade de 9 plantas por parcela.



Figura 32 – Mudanças de *Baccharis dracunculifolia* transplantadas na densidade de 36 plantas por parcela.



4.2.3 Instalação das parcelas com *Schinus terebinthifolius*

Da mesma forma que foi realizada com as mudas de *Baccharis dracunculifolia*, as 9 parcelas para a avaliação do efeito da cobertura vegetal na regeneração vegetal, com o uso da espécie *Schinus terebinthifolius*, foram instaladas em 3 blocos com 3 níveis de cobertura em cada bloco: sem cobertura, 1 planta por metro quadrado e 4 plantas por metro quadrado. As mudas de *Schinus terebinthifolius* plantadas procederam de mudas produzidas em embalagens plásticas com porte aproximado entre 30 e 40 centímetros de altura.

A forma em que foram instaladas as parcelas, bem como a distribuição das mudas, pode ser observada nas figuras 33 e 34.

O plantio das mudas de *Schinus terebinthifolius* foi efetivado na primeira quinzena de agosto do ano de 2006.

Figura 33 – Mudas de *Schinus terebinthifolius* transplantadas na densidade de 9 plantas por parcela.



Figura 34 – Mudas de *Schinus terebinthifolius* transplantadas na densidade de 36 plantas por parcela.



4.2.4 Desenvolvimento das mudas plantadas

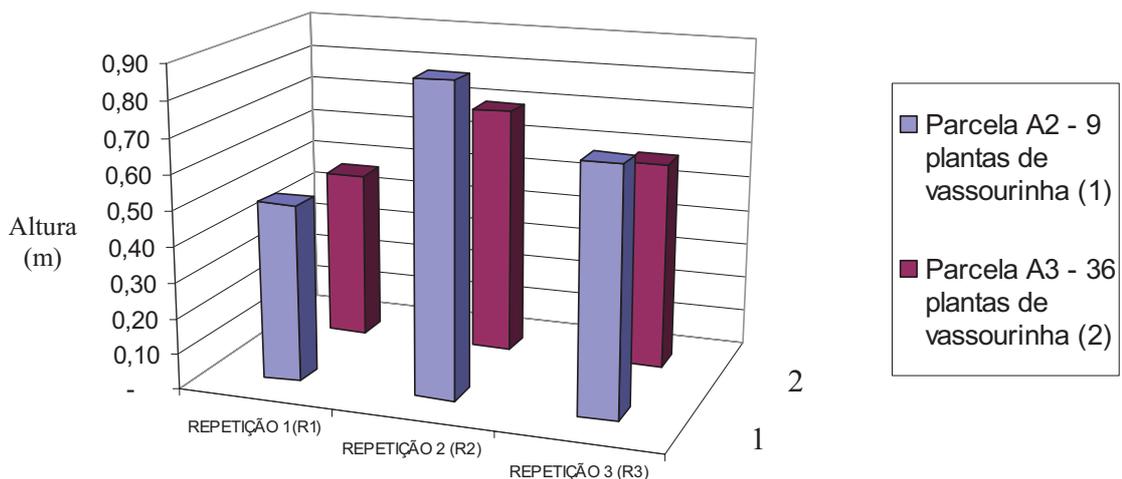
Na Tabela 12 e na Figura 35, são apresentadas as médias das alturas das plantas de *Baccharis dracunculifolia*, introduzidas nas parcelas experimentais, para a realização de um dos tratamentos. Percebeu-se um pequeno crescimento das plantas nestes 7 meses desde o transplante das mesmas. No início, as plantas apresentavam altura média entre 40 e 50 centímetros, enquanto que, atualmente, esta média passou para 60 a 70 centímetros.

O nível de densidade de 1 planta por metro quadrado apresenta crescimento médio ligeiramente superior ao crescimento das parcelas com densidade de 4 plantas por metro quadrado, nos 7 meses de crescimento, provavelmente pelo efeito da competição entre as plantas pelos nutrientes disponíveis no solo.

Tabela 12 – Alturas médias das espécies plantadas nas parcelas com *Baccharis dracunculifolia*, no Experimento 01.

Tratamento	Área (m ²)	Altura Média (m)			Média
		Repetição 1 (R1)	Repetição 2 (R2)	Repetição 3 (R3)	
Parcela A2 - 9 plantas de vassourinha	9	0,50	0,87	0,69	0,69
Parcela A3 - 36 plantas de vassourinha	9	0,48	0,70	0,59	0,59

Figura 35 – Alturas médias (m) das mudas plantadas de *Baccharis dracunculifolia* nas três repetições



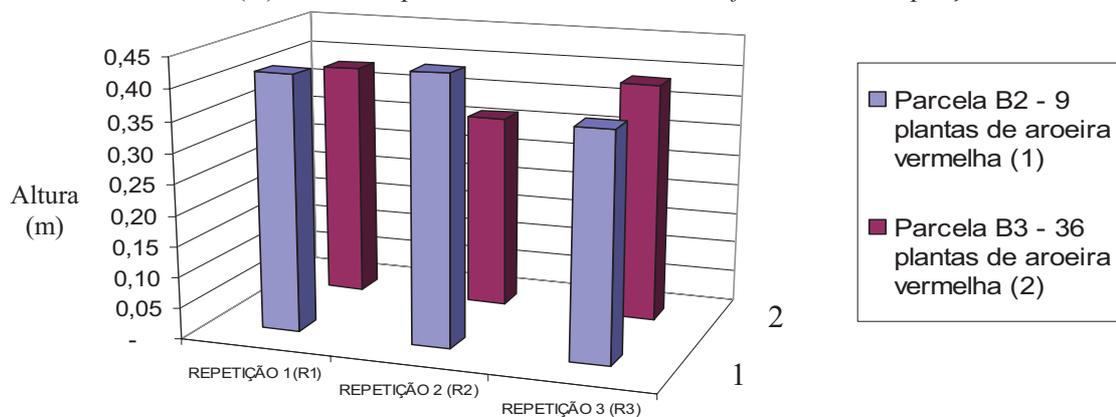
São apresentadas, na Tabela 13 e na Figura 36, as médias das alturas das plantas de *Schinus terebinthifolius*, introduzidas nas parcelas experimentais, para a realização do tratamento da regeneração natural da vegetação. Neste tratamento houve, praticamente, uma estagnação do crescimento das plantas nestes 7 meses de desenvolvimento. No início as

plantas apresentavam altura média entre 30 e 40 centímetros, enquanto que, atualmente, estas médias variam de 36 a 41 centímetros.

Tabela 13 – Alturas médias das espécies plantadas com *Schinus terebinthifolius*, no Experimento 01

Tratamento	Área (m ²)	Altura Média (m)			Média
		Repetição 1 (R1)	Repetição 2 (R2)	Repetição 3 (R3)	
Parcela B2 - 9 plantas de aroeira vermelha	9	0,42	0,43	0,37	0,41
Parcela B3 - 36 plantas de aroeira vermelha	9	0,38	0,32	0,39	0,36

Figura 36 – Alturas médias (m) das mudas plantadas de *Schinus terebinthifolius* nas três repetições



4.2.5 Regeneração natural da vegetação nas parcelas experimentais

Será analisado, neste item, o processo de regeneração das espécies nas parcelas localizadas nos dois tratamentos do Experimento 01 e seus diferentes níveis de densidade.

Conforme apresentado e descrito no capítulo três, o programa experimental foi planejado para a realização de dois experimentos: o Experimento 01, cujos resultados serão analisados para verificação do comportamento da regeneração natural da vegetação e o Experimento 02, com finalidade de avaliação da perda de solo. Em ambos os experimentos foi utilizada a cobertura vegetal, em diferentes densidades, a fim de avaliar os seus efeitos.

Em razão da alta densidade de plantas regeneradas nas parcelas, optou-se, para a quantificação e qualificação das plantas regeneradas, pela análise de metade da área das parcelas, ou seja, 4,5 m² dos 9 m² de cada parcela.

O número de indivíduos regenerados por parcela, no experimento 01, é apresentado na Tabela 14 e na Figura 37. Observa-se que nas parcelas, cuja espécie plantada foi a *Baccharis dracunculifolia*, o número médio de indivíduos regenerados tende a reduzir com o aumento da

densidade das plantas: 156; 122 e 86 indivíduos para as densidades de 0; 9 e 36 mudas por parcela, respectivamente. Isto é um indicativo da ocorrência do efeito alelopático da espécie *Baccharis dracunculifolia*, que interfere no desenvolvimento e distribuição das plantas nas parcelas.

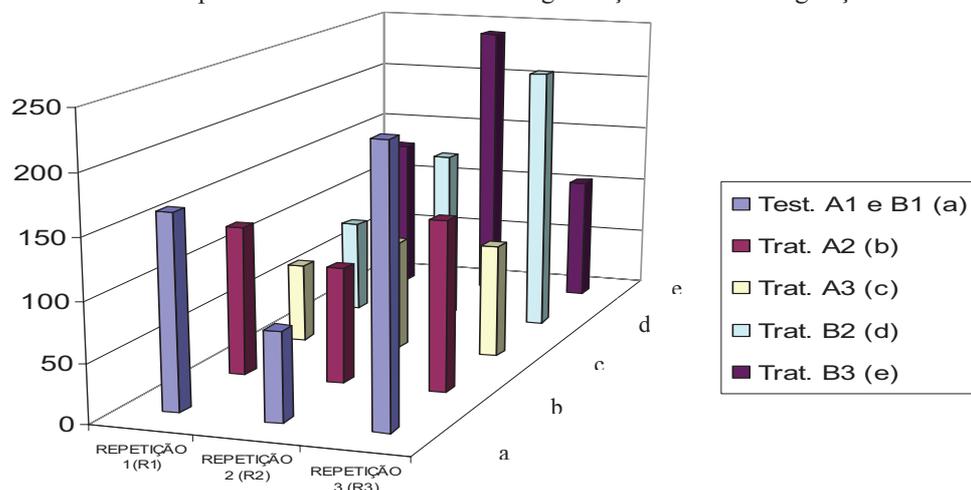
No entanto, as médias do número de indivíduos por parcela nos tratamentos, apresentadas na Tabela 14, não são consideradas diferentes entre si pelos testes Tukey e Duncan (GOMES, 1978).

Observa-se, também, uma variação muito elevada, estimada pelos seus coeficientes de variação, dos números de indivíduos regenerados por parcela. Os menores coeficientes de variação (em torno de 15) ocorreram no tratamento em que foi utilizada a espécie *Baccharis dracunculifolia*, nas densidades de 9 e de 36 plantas por parcela ou 1 e 4 plantas por metro quadrado, respectivamente. Este aspecto evidencia que a dispersão das sementes não é homogênea para as áreas em que ocorrem a germinação das mesmas, o que, provavelmente, depende da disponibilidade de sementes no entorno e da presença dos agentes dispersores de sementes.

Tabela 14 – Número de indivíduos por parcela nos tratamentos da regeneração natural

Tratamento	Número de Indivíduos por Parcela			Soma	Média	Desvio Padrão	Coef. Var. (%)
	Repetição 1 (R1)	Repetição 2 (R2)	Repetição 3 (R3)				
Parcela A1 e B1 - sem plantio	163	75	230	468	156,00	63,5	40,7
Parcela A2 - 9 plantas de <i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	126	98	144	368	122,67	18,9	15,4
Parcela A3 - 36 plantas de <i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	67	94	97	258	86,00	13,5	15,7
Parcela B2 - 9 plantas de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	80	148	227	455	151,67	60,1	39,6
Parcela B3 - 37 plantas de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	132	243	107	482	160,67	59,1	36,8
SOMA	568	658	805	2031			
MÉDIA	113,60	131,60	161,00		135,40		

Figura 37 – Número de indivíduos por tratamento encontrado na regeneração natural da vegetação

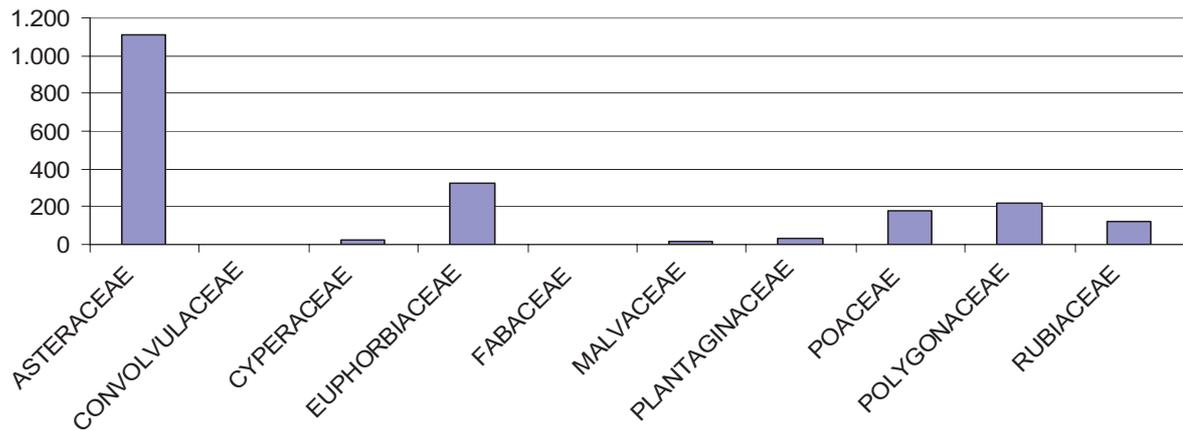


Pode-se notar que nas parcelas, cuja espécie plantada foi *Schinus terebinthifolius*, o número médio de indivíduos regenerados, praticamente, não apresenta diferença quanto às densidades de plantas ensaiadas: 156; 151 e 160 indivíduos para as densidades de 0; 9 e 36 mudas por parcela, respectivamente (Tabela 14).

Na Tabela 15, são apresentados os resultados referentes ao número de indivíduos e espécies encontradas nas parcelas e suas respectivas médias, bem como o número de espécies por famílias botânicas.

Foram encontradas 10 famílias botânicas diferentes representando as plantas germinadas nas parcelas utilizadas para analisar a regeneração natural. A família que mais apresentou indivíduos amostrados nas parcelas foi a Asteracea, totalizando, aproximadamente, 55% dos indivíduos amostrados, conforme pode ser observado na Figura 38 e na Tabela 15.

Figura 38 – Número de indivíduos por família encontrados na regeneração natural das parcelas



Apesar da a família Asteraceae apresentar mais indivíduos que a soma das outras 9 famílias encontradas, o número médio de indivíduos por espécie nesta família é menor que o número médio de indivíduos por espécie encontrada nas famílias Polygonaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae e Poaceae (Figura 39). Esta relação se justifica pela elevada quantidade de espécies encontradas pertencentes à família Asteraceae (14 espécies ao todo). Algumas famílias apresentaram duas espécies; Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae e Poaceae. As demais foram representadas por uma espécie apenas (Figura 40).

Tabela 15 – Número de espécies encontradas por parcela e por família, no Experimento 01.

Família	Número de Espécies por Parcela por Família																		Total Espécies	Tot. Ind.	Média (ind/sp)			
	Test. (A1 B1)			Trat. A2			Trat. A3			Trat. B2			Trat. B3											
	R1	R2	R3	\bar{m}	R1	R2	R3	\bar{m}	R1	R2	R3	\bar{m}	R1	R2	R3	\bar{m}								
1	8	8	9	8,3	8	7	7	7,3	4	9	4	5,7	5	7	7	6,3	9	6	5	6,7	14	1.109	79,2	
2																		1	1	1	1,0	1	4	4,0
3				1,0	1	1	1	1,0						1	1	1	1,0					1	27	27,0
4				1,0	1	1	1	1,0		1	1	1,0	1	2	2	1,5		1	1	1	1,0	2	328	164,0
5																		1				2	3	1,5
6	1			1,0	1		1	1,0	1	1	1	1,0						1	1	1	1,0	2	18	9,0
7				1,0	1		1	1,0														1	30	30,0
8	2	1	1	1,3	2	2	2	2,0	1	1	2	1,5	1	1	2	1,3	2	2	2	2	1	2	178	89,0
9	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0	1	1	1	1	1	1	215	215,0
10	1			1,0	1		1	1,0	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0	1	1	1	1	1	1	120	120,0
TOTAL ESP.	12	10	16	12,7	12	12	14	12,7	8	13	9	10,0	8	14	16	12,7	14	13	13	13,3	27			
TOTAL FAM.	4	3	8	5,0	4	5	7	5,3	5	5	5	5,0	4	8	8	6,7	5	7	9	7,0				
TOTAL IND.																							2.032	75,3

Figura 39 – Número de indivíduos por espécie encontrados na regeneração natural das parcelas

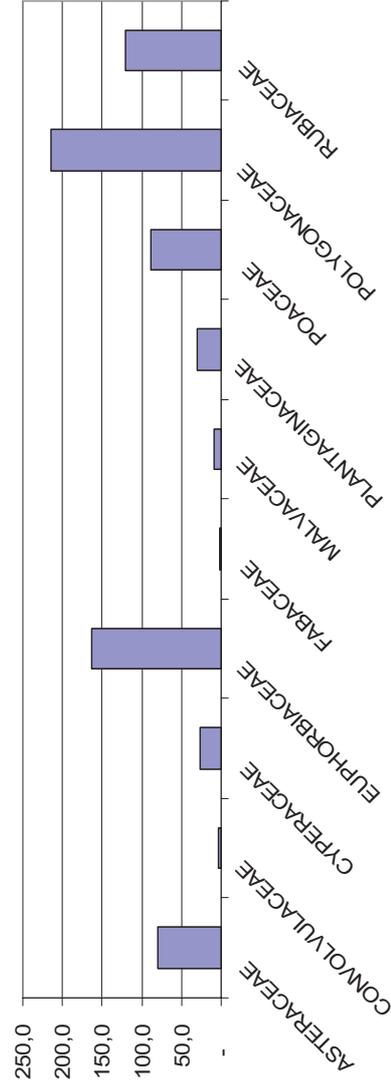
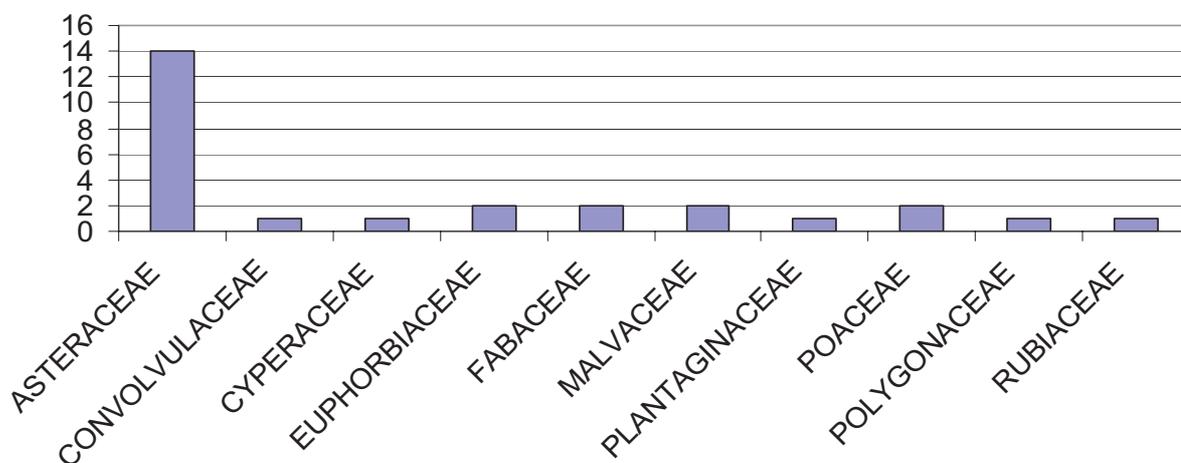


Figura 40 – Número de espécies encontradas por família na regeneração natural das parcelas



Observa-se uma pequena variação do número médio de espécies encontradas nos tratamentos utilizados para avaliar a regeneração natural das parcelas, apresentado na Tabela 16 e na Figura 41. Apesar do tratamento A3 (*Baccharis dracunculifolia*, na densidade de 4 plantas por metro quadrado) tender, aparentemente, a um número menor das médias de espécies nos tratamentos, pode-se considerar que não há diferença significativa entre os tratamentos, pois o coeficiente de variação, estimado para o tratamento A3 é maior que 21%, ou seja, a média de 10 espécies neste tratamento poderia chegar a 12, ficando similar aos outros tratamentos.

De forma análoga pode-se observar, na Tabela 16 e na Figura 42, que as médias de famílias encontradas também são semelhantes entre si, mesmo que os tratamentos B2 e B3 tenderem a apresentar uma média maior de famílias por tratamento. Os coeficientes de variação dos tratamentos B2 e B3 que se aproximam de 28% e 23%, respectivamente, comprovam esta similaridade.

Tabela 16 – Número médio de espécies e de famílias por tratamento e respectivos coeficientes de variação em relação à média das repetições em cada tratamento da regeneração natural

	Número Médio de Espécies e de Famílias por Tratamento e Respetivos Coeficientes de Variação									
	Test. (A1 B1)		Trat A2		Trat A3		Trat B2		Trat B3	
	N Médio	Coef. Var.	N Médio	Coef. Var.	N Médio	Coef. Var.	N Médio	Coef. Var.	N Médio	Coef. Var.
Espécies	12,7	24,1	12,7	9,1	10,0	26,5	12,7	32,9	13,3	4,3
Famílias	5,0	52,9	5,3	28,6	5,0	-	6,7	34,6	7,0	28,6

Figura 41 – Número médio de espécies encontradas por tratamento na regeneração natural das parcelas

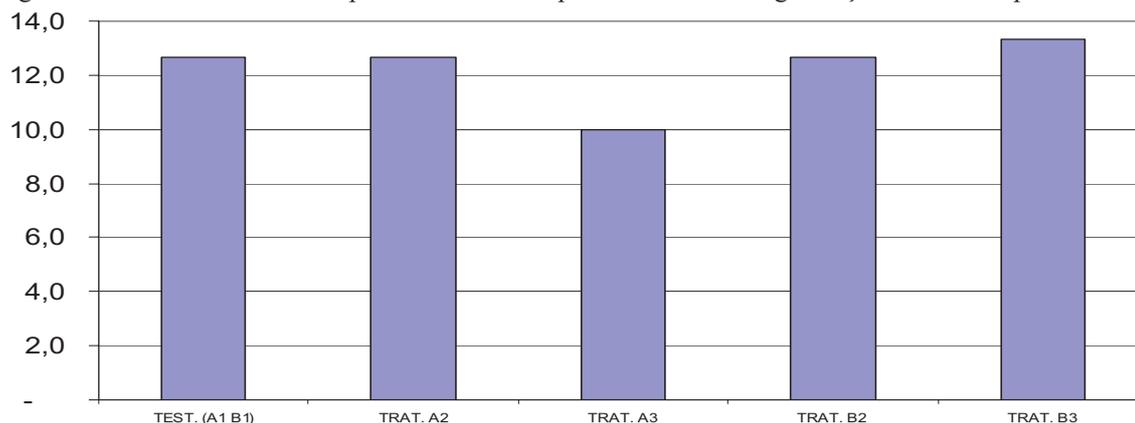
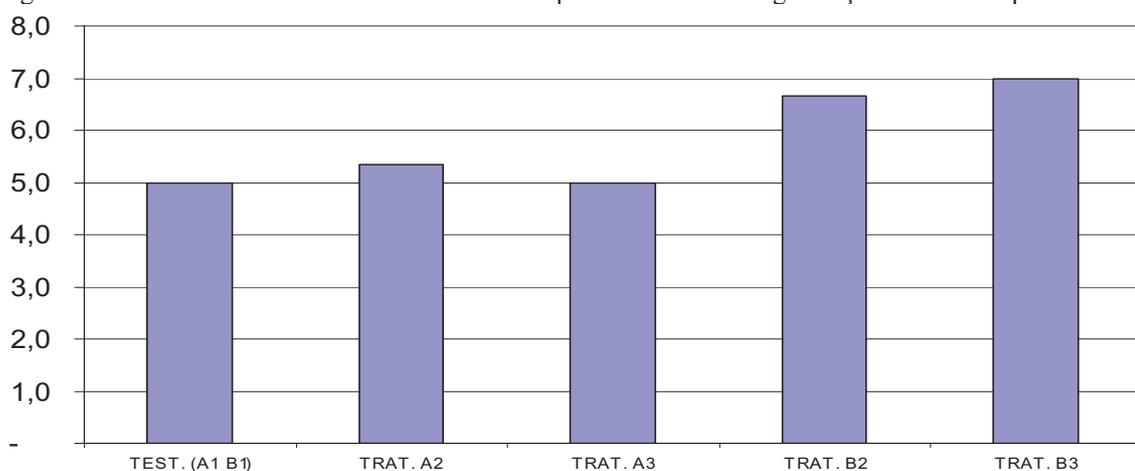


Figura 42 – Número médio de famílias encontradas por tratamento na regeneração natural das parcelas



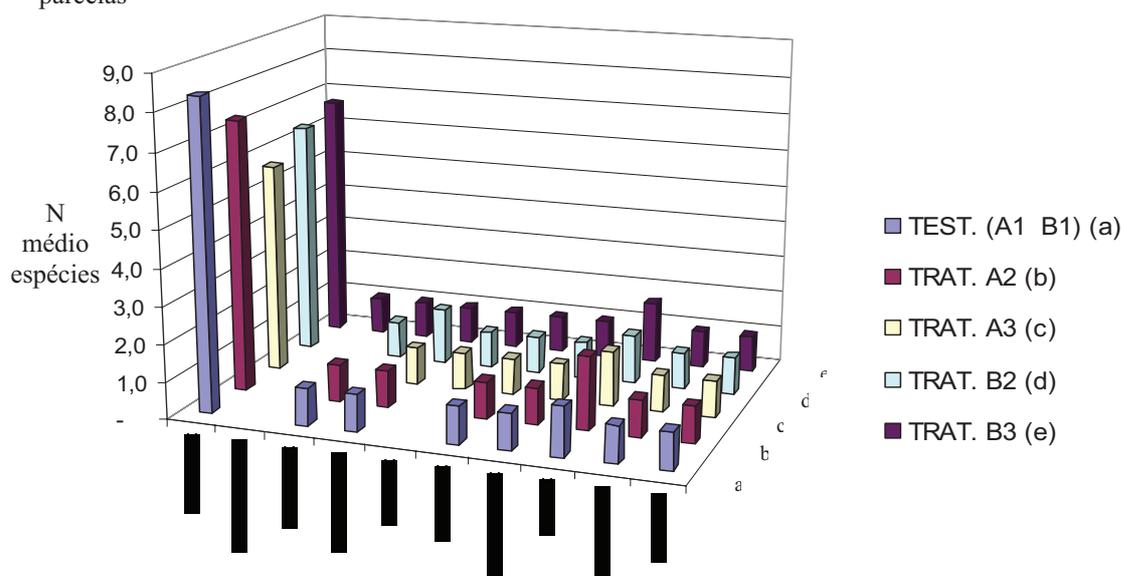
Acredita-se que, pelo acompanhamento deste experimento ao longo do tempo, a diferenciação entre o número médio, tanto de espécies quanto de famílias, encontrado por tratamento, irá gradativamente aumentar, pois a interação entre as espécies ocorre permanentemente na sucessão vegetal e talvez o tempo de 7 meses de observação destas interações tenha sido insuficiente para se perceber as diferenças.

Na Figura 43 é possível ser visualizada a distribuição do número médio de espécies encontradas por família nos diferentes tratamentos ensaiados.

A utilização da espécie *Schinus terebinthifolius* apresentou tendência de aumento do número de famílias regeneradas quando aumentada a densidade de plantio (Figura 43).

No Quadro 6 apresentam-se as espécies encontradas na regeneração natural da vegetação do Experimento 01, discriminadas pelos seus nomes populares, nomes científicos e suas respectivas famílias.

Figura 43 – Número médio de espécies encontradas por tratamento e por família na regeneração natural das parcelas



Quadro 6 – Relação de espécies encontradas por família, no Experimento 01.

N	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
1	carrapicho-miúdo	<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) O. Kuntze	ASTERACEAE
2	picão-roxo	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	
3	carqueja-miúda	<i>Baccharis articulata</i> (Lam.) Pers.	
4	vassourinha	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	
5	vassoura-da-folha-larga	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz e Pav.) Pers.	
6	carqueja	<i>Baccharis trimera</i> (Less) DC.	
7	picão-preto	<i>Bidens pilosa</i> L.	
8	buva	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	
9	almeirão-do-campo	<i>Hypochoeris brasiliensis</i> Griseb.	
10	branqueja	<i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC.	
11	maria-mole	<i>Senecio brasiliensis</i> Less.	
12	roseta	<i>Soliva pterosperma</i> (Juss) Less.	
13	assa-peixe	<i>Vernonia Polyanthes</i> Less.	
14	carrapicho	<i>Xanthium strumarium</i> L.	
15	corda-de-viola	<i>Ipomoea purpurea</i> Lam.	CONVOLVULACEAE
16	tiririca	<i>Cyperus aciculares</i> (Schrad.) Steud.	CYPERACEAE
17	amendoim-bravo	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	EUPHORBIACEAE
18	erva-de-santa-luzia	<i>Euphorbia pilulifera</i> L.	
19	pega-pega	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	FABACEAE
20	ervilhaca	<i>Vicia sativa</i> L.	
21	guaxuma-branca	<i>Sida glaziovii</i> K. Schum.	MALVACEAE
22	guaxuma-preta	<i>Sida rhombifolia</i> L.	
23	tanchagem	<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	PLANTAGINACEAE
24	grama-paulista	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	POACEAE
25	grama-forquilha	<i>Paspalum notatum</i> Flügge.	
26	erva-de-bicho	<i>Polygonum punctatum</i> Elliot.	POLYGONACEAE
27	poaia	<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	RUBIACEAE

A análise fitossociológica das plantas encontradas na regeneração natural da vegetação das parcelas, no Experimento 01, foi realizada de forma semelhante à análise fitossociológica da flora do entorno das áreas experimentais, ou seja, foram utilizados 3 parâmetros para a referida análise: a frequência absoluta, correspondente à relação entre o número de parcelas que contêm a espécie e o número total de parcelas avaliadas, que neste estudo foram 15; a densidade absoluta, que representa a relação entre o número total de indivíduos por espécie e a área amostrada de 67,5 m² e a abundância absoluta, correspondendo à relação existente entre o número total de indivíduos por espécie e o número de parcelas que contêm a espécie. Calculando-se a média aritmética destes 3 parâmetros obtém-se o Índice de Valor de Importância (IVI) de cada espécie. Os parâmetros citados e o IVI das espécies são apresentados no Tabela 17.

Esses parâmetros descritos e o respectivo IVI para cada uma das espécies são apresentados no Tabela 17, também, sob sua forma relativa (em percentagem).

As 10 principais espécies encontradas, ordenadas pelos valores do Índice de Valor de Importância são apresentadas na Figura 44. São elas, respectivamente: *Conyza bonariensis* (L.) Cronq., *Euphorbia pilulifera* L., *Senecio brasiliensis* Less., *Polygonum punctatum* Elliot., *Paspalum notatum* Flügge., *Mitracarpus hirtus* (L.) DC., *Vernonia polyanthes* Less., *Baccharis dracunculifolia* DC., *Acanthospermum australe* (Loefl.) O. Kuntze e *Xanthium strumarium* L.

Destas espécies relacionadas, 6 delas fazem parte da família Asteraceae (compostas) e as outras 4 pertencem às famílias Euphorbiaceae, Polygonaceae, Poaceae (gramíneas) e Rubiaceae, respectivamente.

Outro aspecto que pode ser observado, com relação à análise fitossociológica da regeneração natural no Experimento 01, é a raridade das espécies. Algumas delas apresentaram apenas um indivíduo amostrado de um total de dois mil e trinta e um. São elas: *Ageratum conyzoides* L., *Bidens pilosa* L., *Euphorbia heterophylla* L. e *Vicia sativa* L. Coincidentemente, estas espécies (picão-roxo, picão-preto, leiteiro e ervilhaca, respectivamente) são encontradas frequentemente como invasoras de culturas agrícolas e pastagens artificiais. Neste caso, cerca de uns 200 metros do local dos experimentos, existe uma área que há 5 anos fora área de produção agrícola, o que pode justificar suas presenças.

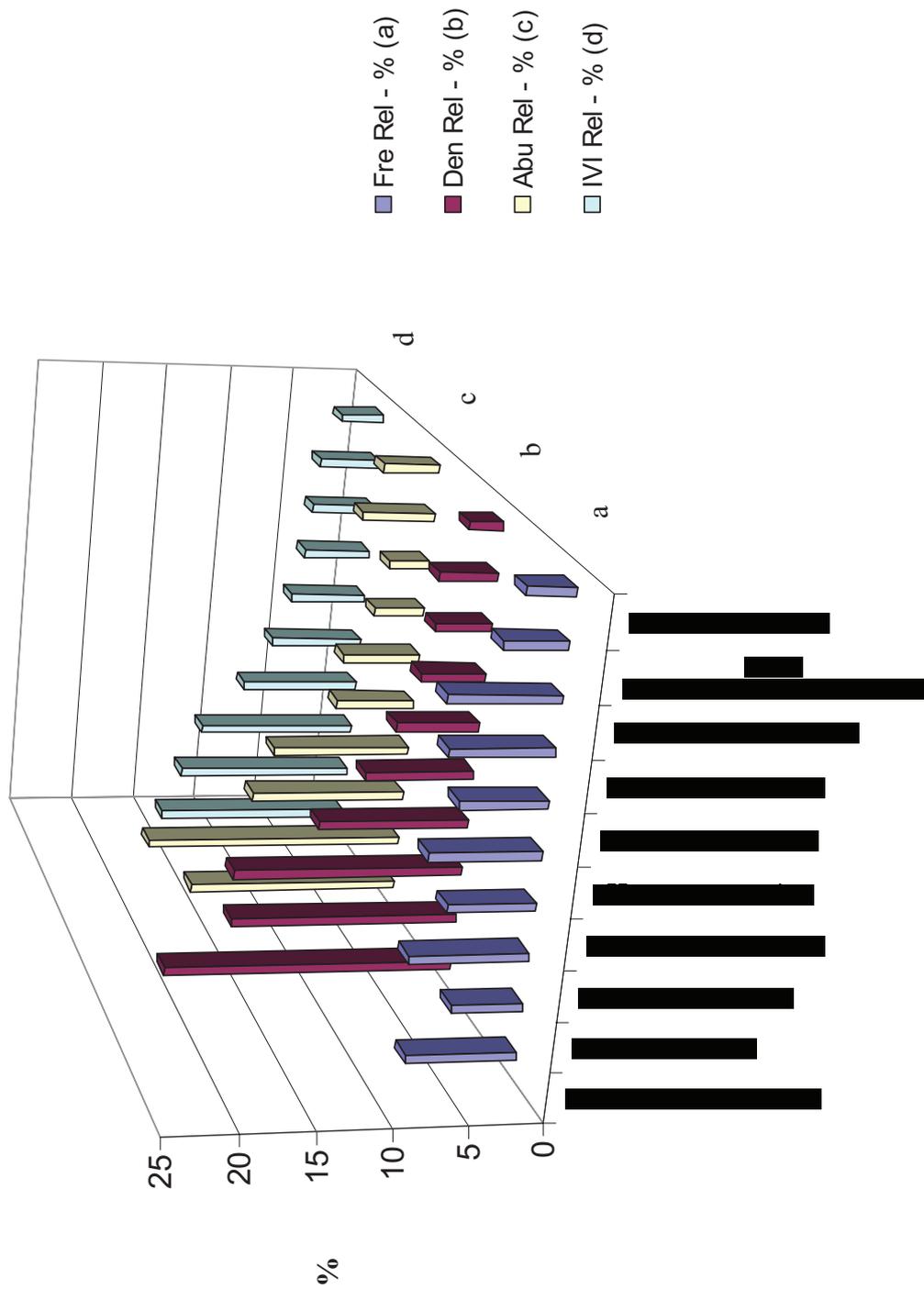
Destas 4 espécies raras encontradas no Experimento 01, duas pertencem à família Asteraceae, uma Fabaceae (leguminosa faboídea) e uma Euphorbiaceae.

Tabela 17 – Análise fitossociológica dos indivíduos regenerados nas parcelas instaladas no Experimento 01.

N	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	OCOR	IND	FREQUÊNCIA		DENSIDADE		ABUNDÂNCIA		IVI	
					ABS.	REL.	ABS.	REL.	ABS.	REL.	ABS.	REL.
1	buva	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	14	417	0,93	7,61	6,18	20,53	29,79	15,46	12,30	14,53
2	erva-de-santa-luzia	<i>Euphorbia pilulifera</i> L.	9	327	0,60	4,89	4,84	16,10	36,33	18,86	13,93	13,28
3	maria-mole	<i>Senecio brasiliensis</i> Less.	15	330	1,00	8,15	4,89	16,25	22,00	11,42	9,30	11,94
4	erva-de-bicho	<i>Polygonum punctatum</i> Elliot.	11	215	0,73	5,98	3,19	10,59	19,55	10,15	7,82	8,90
5	grama-forquilha	<i>Paspalum notatum</i> Flügge.	14	156	0,93	7,61	2,31	7,68	11,14	5,78	4,80	7,02
6	poaia	<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	11	120	0,73	5,98	1,78	5,91	10,91	5,66	4,47	5,85
7	assa-peixe	<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	13	92	0,87	7,07	1,36	4,53	7,08	3,67	3,10	5,09
8	vassourinha	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	14	80	0,93	7,61	1,19	3,94	5,71	2,97	2,61	4,84
9	carrapicho-miúdo	<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) O. Kuntze	8	82	0,53	4,35	1,21	4,04	10,25	5,32	4,00	4,57
10	carrapicho	<i>Xanthium strumarium</i> L.	6	48	0,40	3,26	0,71	2,36	8,00	4,15	3,04	3,26
11	almeirão-do-campo	<i>Hypochoeris brasiliensis</i> Griseb.	9	25	0,60	4,89	0,37	1,23	2,78	1,44	1,25	2,52
12	tanchagem	<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	5	29	0,33	2,72	0,43	1,43	5,80	3,01	2,19	2,39
13	tiririca	<i>Cyperus aciculares</i> (Schrad.) Steud.	7	27	0,47	3,80	0,40	1,33	3,86	2,00	1,57	2,38
14	grama-paulista	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	8	22	0,53	4,35	0,33	1,08	2,75	1,43	1,20	2,29
15	guaxuma-preta	<i>Sida rhombifolia</i> L.	7	16	0,47	3,80	0,24	0,79	2,29	1,19	1,00	1,93
16	vassoura-da-folha-larga	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz e Pav.) Pers.	6	14	0,40	3,26	0,21	0,69	2,33	1,21	0,98	1,72
17	carqueja	<i>Baccharis trimera</i> (Less) DC.	7	8	0,47	3,80	0,12	0,39	1,14	0,59	0,58	1,60
18	roseta	<i>Soliva pterosperma</i> (Juss) Less.	4	5	0,27	2,17	0,07	0,25	1,25	0,65	0,53	1,02
19	corda-de-viola	<i>Ipomoea purpurea</i> Lam.	3	4	0,20	1,63	0,06	0,20	1,33	0,69	0,53	0,84
20	branqueja	<i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC.	3	4	0,20	1,63	0,06	0,20	1,33	0,69	0,53	0,84
21	carqueja-miúda	<i>Baccharis articulata</i> (Lam.) Pers.	2	2	0,13	1,09	0,03	0,10	1,00	0,52	0,39	0,57
22	pega-pegã	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	2	2	0,13	1,09	0,03	0,10	1,00	0,52	0,39	0,57
23	guaxuma-branca	<i>Sida glaziovii</i> K. Schum.	2	2	0,13	1,09	0,03	0,10	1,00	0,52	0,39	0,57
24	picão-roxo	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	1	1	0,07	0,54	0,01	0,05	1,00	0,52	0,36	0,37
25	picão-preto	<i>Bidens pilosa</i> L.	1	1	0,07	0,54	0,01	0,05	1,00	0,52	0,36	0,37
26	amendoim-bravo	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	1	1	0,07	0,54	0,01	0,05	1,00	0,52	0,36	0,37
27	envilhaca	<i>Vicia sativa</i> L.	1	1	0,07	0,54	0,01	0,05	1,00	0,52	0,36	0,37
				2031	12,27	100,00	30,09	100,00	192,62	100,00	78,33	100,00

LEGENDA: ocor = número de parcelas em que determinada espécie ocorre; ind = número de indivíduos amostrados de uma determinada espécie; abs. = absoluta; rel. = relativa; IVI = índice de valor de importância.

Figura 44 – Fitosociologia das dez principais espécies regeneradas no Experimento 01



LEGENDA: Fre Rel (%) = frequência relativa; Den Rel (%) = densidade relativa; Abu Rel (%) = abundância relativa e IVI Rel = índice de valor de importância relativo.

4.2.6 Correlação entre a flora do entorno e regeneração natural no Experimento 01

Em experimentos realizados na década de 80, em Porto Trombetas, estado do Pará (PARROTA e KNOWLES, 1999) foi estudado a riqueza de espécies arbóreas em diferentes tratamentos utilizados e se obteve os seguintes resultados quanto ao número de espécies registradas nas diferentes coberturas florestais, com o intuito de analisar a regeneração natural da vegetação:

- a) Floresta primária – 157 espécies, representando 39 famílias botânicas;
- b) Plantio misto com espécies nativas – 141 espécies, representando 38 famílias;
- c) Plantio misto com espécies nativas onde houve pouca sobrevivência – 47 espécies, representando 22 famílias;
- d) Plantio misto com espécies comerciais – 40 espécies, representando 21 famílias;
- e) Semeadura direta com espécies nativas – 117 espécies, representando 37 famílias e;
- f) Regeneração natural sem nenhum tratamento – 86 espécies, de 32 famílias.

Nas parcelas instaladas no Experimento 01, do presente estudo, foram encontradas vinte e sete espécies de dez famílias diferentes, enquanto que na flora do entorno das áreas experimentais o número de espécies encontradas foi de quarenta e nove, pertencentes a vinte e quatro famílias botânicas distintas.

Os números de espécies e de famílias encontrados são coerentes com esses anteriormente apresentados para a Região Amazônica, pois ocorre, naturalmente, maior abundância de espécies e famílias botânicas nas fitofisionomias de áreas equatoriais e tropicais, quando comparadas com as subtropicais e também, porque o processo de regeneração natural do Experimento 01 iniciou-se há menos de um ano.

As diferenças encontradas entre a regeneração natural do Experimento 01 e a vegetação do entorno, tanto no número de espécies, quanto no número de famílias, é justificável, pois a regeneração natural nas parcelas ensaiadas encontra-se na fase inicial do processo de sucessão vegetal (aproximadamente 7 meses), enquanto na flora do entorno, apesar de ser considerada vegetação secundária em estágio inicial de regeneração, seu processo sucessional, provavelmente, está ocorrendo há mais de seis anos, devido ao porte apresentado por alguns indivíduos.

A Asteraceae é, sem dúvida, a família botânica mais importante, tanto para a flora do entorno quanto para a regeneração natural da vegetação avaliada no Experimento 01, pois, das dez espécies que obtiveram Índice de Valor de Importância (IVI) mais elevados, seis delas

fazem parte desta família, na flora do entorno e, também, seis das espécies pertencem à família Asteraceae, na regeneração natural.

4.3 Experimento 02 – Perda de solo

Para o desenvolvimento do Experimento 02, foram instaladas 6 parcelas constituídas por um tratamento de cobertura vegetal de solo, com 2 níveis de densidade de cobertura e 3 repetições por nível ensaiado. Este experimento tem como finalidade a avaliação da perda de solo ocasionado pelo escoamento superficial, ocorrido no interior das parcelas.

A mensuração da perda de solo teve dois parâmetros principais: o volume de água escoado na superfície, estimado por meio da precipitação pluviométrica monitorada e a quantificação das partículas carregadas no processo de erosão superficial.

4.3.1 Caracterização do solo

Os dois experimentos realizados no presente estudo foram locados em áreas degradadas pelo uso como área de empréstimo de solo. A degradação ocorreu, com maior intensidade, sobre o solo e sobre a vegetação que cobria o local. Com a finalidade de caracterizar e discriminar detalhadamente este solo degradado foi realizado uma amostragem representativa, coletando-se amostras de solo e, por meio de ensaios laboratoriais, determinados alguns atributos físicos necessários para esta caracterização do solo.

A amostragem foi sistematizada em quatro grupos: (a) porção praticamente plana da área 01; (b) taludes com inclinação média de 45° da área 01; (c) porção praticamente plana da área 02 e (d) taludes com inclinação média de 45° da área 02, conforme pode ser observado no Quadro 7. Coletaram-se dez unidades amostrais representando o grupo “a”, cinco unidades amostrais para o grupo “b”, quinze unidades para o grupo “c” e seis unidades amostrais para o grupo “d”, totalizando trinta e seis unidades amostrais.

A partir das amostras coletadas das áreas experimentais, foram realizados ensaios de laboratório para a determinação de alguns parâmetros de caracterização do solo: Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP), Massa Específica Real (G) e Análise Granulométrica (AG) das partículas de solo. Com estes ensaios foi possível determinar o Índice de Plasticidade (IP) e a Taxa de Erodibilidade do Solo.

A determinação do limites de liquidez e do limite de plasticidade, bem como, a análise granulométrica do solo coletado teve como referência o que preconiza a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1984a, ABNT, 1984b, ABNT, 1984c e ABNT, 1995).

Quadro 7 – Relação e localização das amostras de solo coletadas nas áreas experimentais.

Area Experimental	Porção	Amostra	Data de coleta	Coordenadas UTM SAD 69	Altitude
Area 01	Plana	1	9/9/05	22 J 481724 6928466	785 m
Area 01	Plana	2	9/9/05	22 J 481721 6928458	785 m
Area 01	Plana	3	9/9/05	22 J 481725 6928453	785 m
Area 01	Plana	4	9/9/05	22 J 481727 6928446	784 m
Area 01	Plana	5	9/9/05	22 J 481722 6928446	784 m
Area 01	Plana	6	9/9/05	22 J 481719 6928440	784 m
Area 01	Plana	7	9/9/05	22 J 481724 6928438	784 m
Area 01	Plana	8	9/9/05	22 J 481731 6928440	784 m
Area 01	Plana	9	9/9/05	22 J 481732 6928430	783 m
Area 01	Plana	10	9/9/05	22 J 481717 6928431	783 m
Area 01	Talude inclinado	11	16/9/05	22 J 481727 6928466	787 m
Area 01	Talude inclinado	12	16/9/05	22 J 481731 6928463	786 m
Area 01	Talude inclinado	13	16/9/05	22 J 481743 6928444	784 m
Area 01	Talude inclinado	14	16/9/05	22 J 481743 6928432	786 m
Area 01	Talude inclinado	15	16/9/05	22 J 481738 6928434	785 m
Area 02	Plana	16	9/12/05	22 J 481692 6928259	785 m
Area 02	Plana	17	9/12/05	22 J 481691 6928250	784 m
Area 02	Plana	18	9/12/05	22 J 481685 6928246	783 m
Area 02	Plana	19	9/12/05	21 J 481685 6928226	782 m
Area 02	Plana	20	9/12/05	22 J 481681 6928219	781 m
Area 02	Plana	21	9/12/05	22 J 481683 6928215	780 m
Area 02	Plana	22	9/12/05	22 J 481685 6928214	780 m
Area 02	Plana	23	9/12/05	22 J 481690 6928200	779 m
Area 02	Plana	24	9/12/05	22 J 481675 6928181	777 m
Area 02	Plana	25	9/12/05	22 J 481673 6928176	776 m
Area 02	Plana	26	9/12/05	22 J 481682 6928184	776 m
Area 02	Plana	27	9/12/05	22 J 481681 6928182	775 m
Area 02	Plana	28	9/12/05	22 J 481675 6928177	774 m
Area 02	Plana	29	9/12/05	22 J 481666 6928177	773 m
Area 02	Plana	30	9/12/05	22 J 481671 6928172	772 m
Area 02	Talude inclinado	31	4/1/2006	22 J 481704 6928230	788 m
Area 02	Talude inclinado	32	4/1/2006	22 J 481694 6928226	785 m
Area 02	Talude inclinado	33	4/1/2006	22 J 481698 6928207	786 m
Area 02	Talude inclinado	34	4/1/2006	22 J 481693 6928200	782 m
Area 02	Talude inclinado	35	4/1/2006	22 J 481686 6928173	782 m
Area 02	Talude inclinado	36	4/1/2006	22 J 481678 6928159	781 m

Algumas amostras de solo não foram utilizadas, pois ficaram inutilizadas no processo de análise laboratoriais, no entanto, este fato não comprometeu a caracterização do solo das áreas experimentais e os seus resultados foram representativos, apresentando coeficientes de variação relativamente baixos a moderados. Os valores encontrados de limite de liquidez, limite de plasticidade, índice de plasticidade e massa específica real dos grãos, as estimativas de variação estatística de alguns dados, são apresentados nas tabelas 18, 19, 20, 21 e 22 e nas figuras 45 a 54.

Na Tabela 18 e na Figura 45 constam alguns parâmetros estatísticos, que apresentam as variações existentes entre as amostras obtidas na porção plana da área experimental 01. Percebe-se, nestes parâmetros, que a maior variação ocorre no índice de plasticidade, seguida

pelo limite de plasticidade, com coeficientes de variação em torno de 15 e 11%, respectivamente. Mesmo assim, esta variação não compromete o resultado obtido.

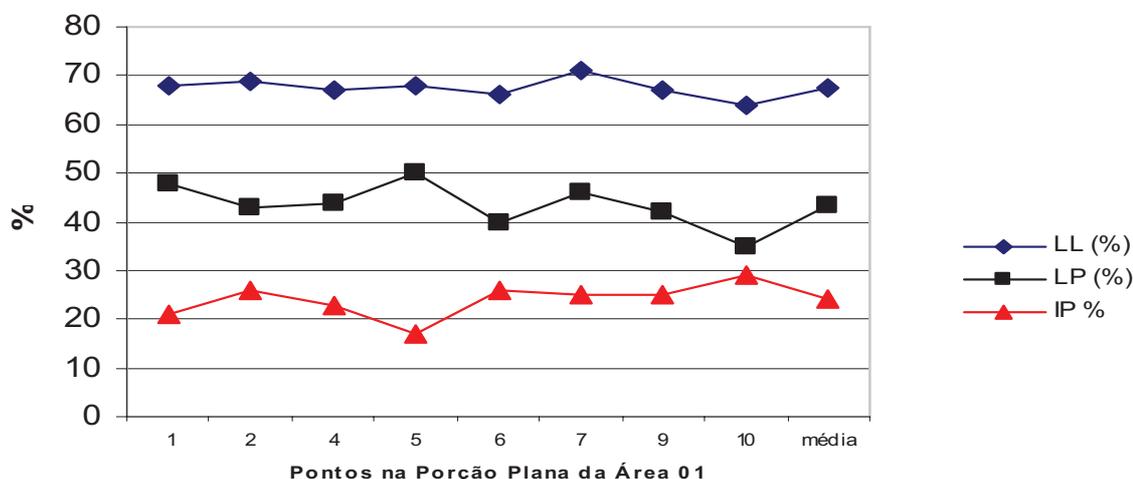
Tabela 18 – Resultados dos parâmetros de caracterização do solo para a porção plana da Área 01

Porção/Área	Ponto	LL (%)	LP(%)	IP (%)	G (g/cm ³)
Plana/Área 01	1	68	48	21	2,83
Plana/Área 01	2	69	43	26	2,73
Plana/Área 01	4	67	44	23	2,70
Plana/Área 01	5	68	50	17	2,69
Plana/Área 01	6	66	40	26	2,67
Plana/Área 01	7	71	46	25	2,87
Plana/Área 01	9	67	42	25	2,76
Plana/Área 01	10	64	35	29	2,61
Média	média	67,5	43,5	24,0	2,73
Variância		4,3	22,3	13,4	0,01
Desvio Padrão		2,1	4,7	3,7	0,09
Coef. Variação		3,1	10,9	15,3	3,12

Legenda: LL – limite de liquidez; LP – limite de plasticidade; IP – índice de plasticidade e G – massa específica real dos grãos do solo

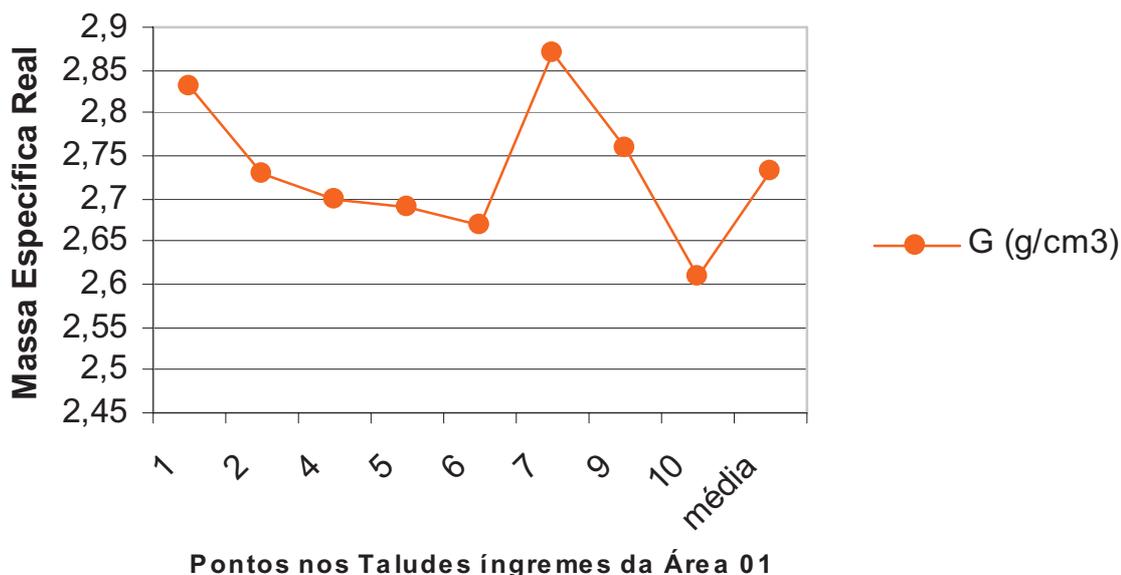
Na Figura 45 pode ser observada a homogeneidade dos valores de limite de liquidez encontrados para cada uma das amostras de solo analisadas na porção plana da Área 01, havendo maior discrepância nos valores de limite de plasticidade para os pontos 5 e 10. O ponto 5, que apresenta maior índice de plasticidade, também apresenta a maior quantidade de argila na sua constituição granulométrica, indicando que a argila influencia diretamente no aumento do índice de plasticidade do solo. O ponto 10, que apresenta menor índice de plasticidade, também é um dos que apresenta menores teores de argila na sua constituição (Tabela 23).

Figura 45 – Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP) e Índice de Plasticidade (IP) do solo na porção plana da Área 01



Quanto à massa específica real (G) do solo amostrado, encontrou-se a maior massa na amostra de número sete, na porção plana da Área 01, apresentando $2,87 \text{ g/cm}^3$ (Figura 46). A amostra de número 33, nos taludes da Área 02, apresentou a menor massa específica real: $2,46 \text{ g/cm}^3$ (Figura 51). A média da massa específica real nos vinte e um pontos amostrados é de $2,69 \text{ g/cm}^3$ de solo (Tabela 22).

Figura 46 – Massa Específica Real (G) do solo na porção plana da Área 01



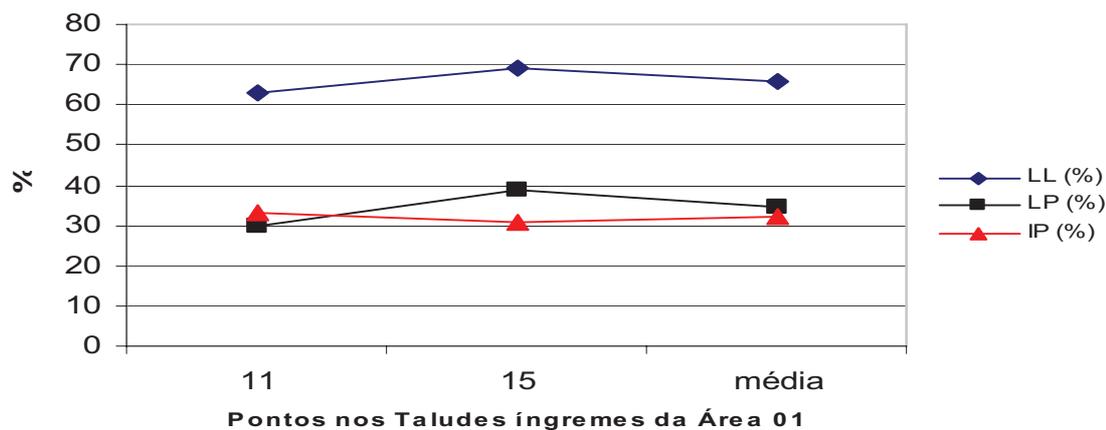
Na Tabela 19 e na Figura 47 são apresentadas as variações existentes entre as amostras obtidas nos talude íngremes da área experimental 01. A maior variação ocorre no limite de plasticidade, com coeficientes de variação em torno de 18%, o que pode ser considerado baixo, apesar do número pequeno de amostras de solo.

Tabela 19 – Resultados dos parâmetros de caracterização do solo para os taludes da área 01

Porção/Área	Ponto	LL (%)	LP (%)	IP (%)	G (g/cm ³)
Talude/Área 01	11	63	30	33	2,72
Talude/Área 01	15	69	39	31	2,61
Média		66,0	34,5	32,0	2,67
Variância		18,0	40,5	2,0	0,01
Desvio Padrão		4,2	6,4	1,4	0,08
Coef. Variação		6,4	18,4	4,4	2,92

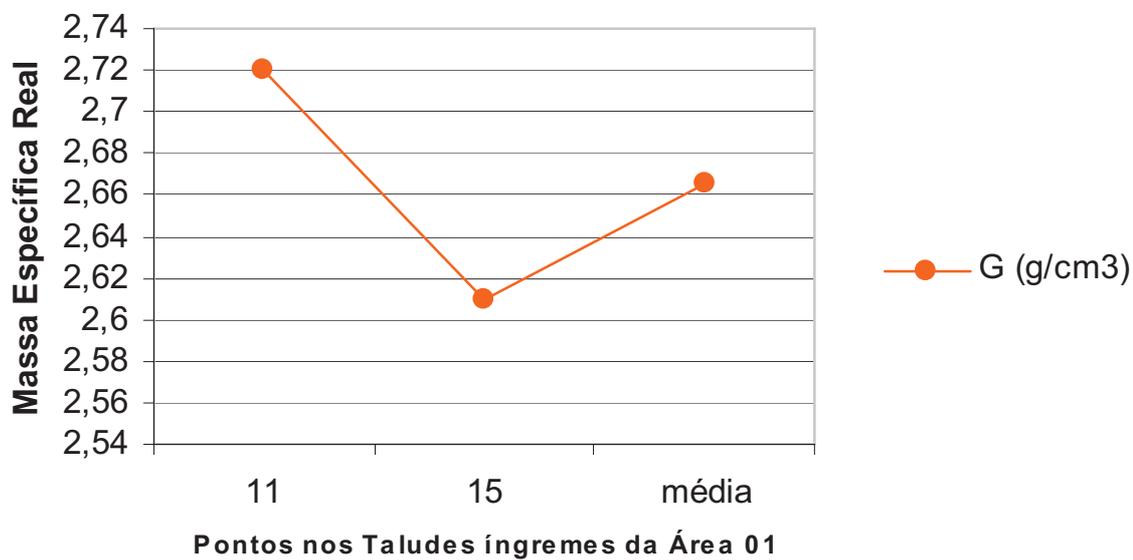
Legenda: LL – limite de liquidez; LP – limite de plasticidade; IP – índice de plasticidade e G – massa específica real

Figura 47 – Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP) e Índice de Plasticidade (IP) nos taludes da Área 01



Na Figura 48 pode ser observada a variação da massa específica real das amostras dos taludes da porção plana da Área 01. Aparentemente o gráfico apresenta grande diferença entre as amostras, no entanto o coeficiente de variação da massa específica real das mesmas é menor que três por cento.

Figura 48 – Massa Específica Real (G) do solo nos taludes da Área 01



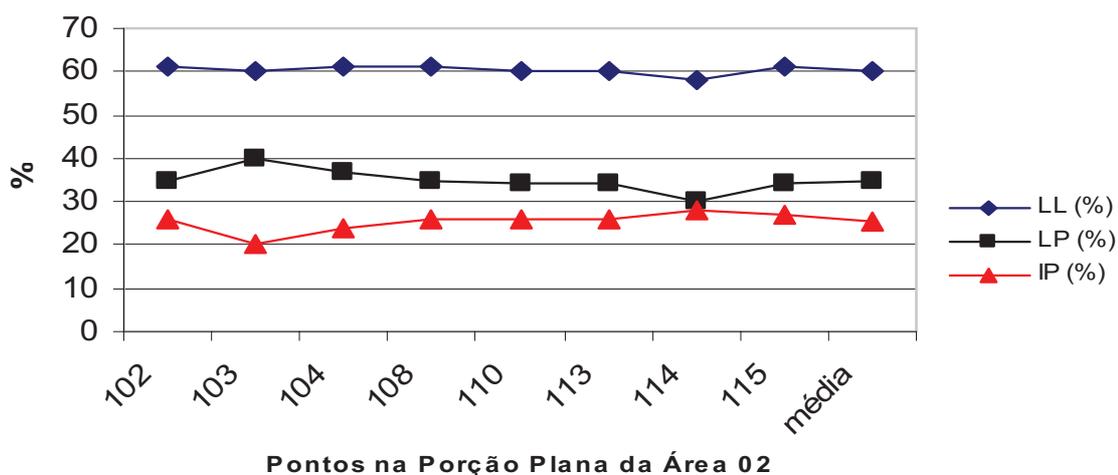
Na Tabela 20 e na Figura 49 apresentam-se variações existentes entre as amostras obtidas nas porções planas da área experimental 02. O índice de plasticidade, seguido do limite de plasticidade apresentam a maior variação entre os parâmetros avaliados. Os coeficientes de variação destes parâmetros situam-se em torno de 10 e 8 por cento, respectivamente, sendo representativos estes resultados.

Tabela 20 – Resultados dos parâmetros de caracterização do solo para a porção plana da área 02

Porção/Área	Ponto	LL (%)	LP(%)	IP (%)	G (g/cm ³)
Plana/Área 02	102	61	35	26	2,79
Plana/Área 02	103	60	40	20	2,76
Plana/Área 02	104	61	37	24	2,59
Plana/Área 02	108	61	35	26	2,75
Plana/Área 02	110	60	34	26	2,66
Plana/Área 02	113	60	34	26	2,87
Plana/Área 02	114	58	30	28	2,8
Plana/Área 02	115	61	34	27	2,86
Média	média	60,3	34,9	25,4	2,76
Variância		1,1	8,1	6,0	0,01
Desvio Padrão		1,0	2,9	2,4	0,10
Coef. Variação		1,7	8,2	9,6	3,45

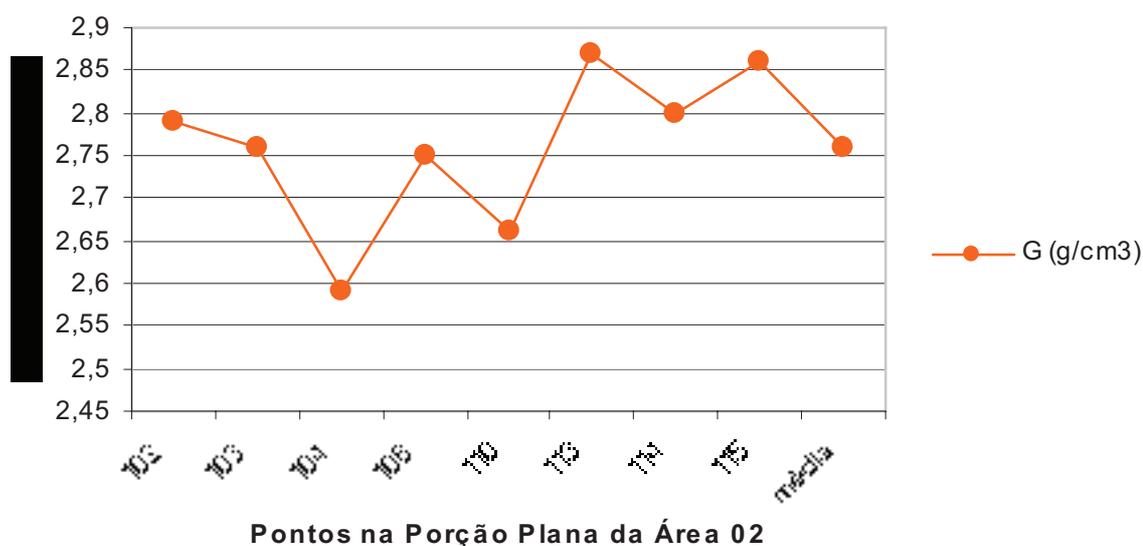
Legenda: LL – limite de liquidez; LP – limite de plasticidade; IP – índice de plasticidade e G – massa específica real

Figura 49 – Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP) e Índice de Plasticidade (IP) na porção plana da Área 02



Na figura 50 são apresentados os resultados da massa específica real de cada amostra da porção plana da Área 02 cujos valores variam de 2,59 g/cm³ a 2,87 g/cm³ de solo. O coeficiente de variação destes resultados é menor que 4 por cento, mesmo assim a variabilidade deste parâmetro pode ser considerada elevada.

Figura 50 – Massa Específica Real (G) do solo na porção plana da Área 02



Na Tabela 21 e na Figura 51 são apresentadas variações existentes entre as amostras de solo obtidas nos talude da área experimental 02. As maiores variações ocorrem no índice de plasticidade seguido pelo limite de liquidez, com os seus coeficientes de variação situados em torno de 28% e 17%, respectivamente.

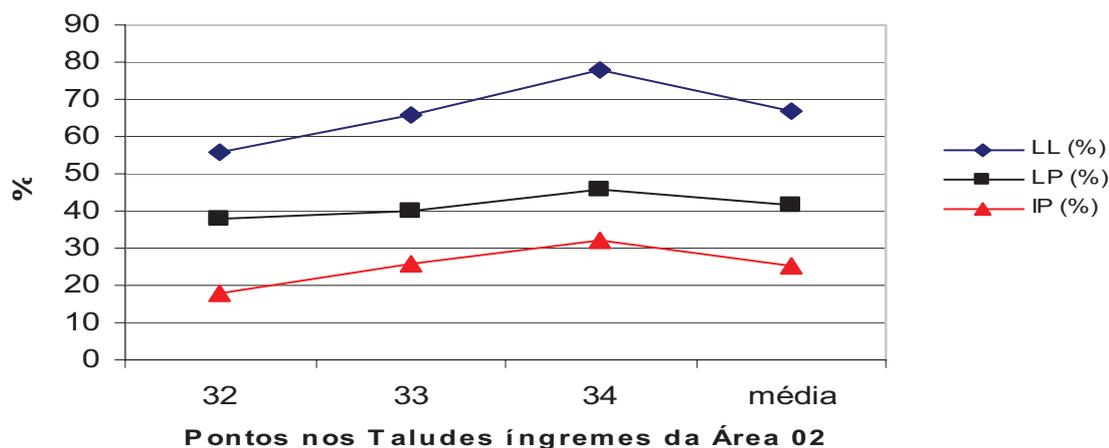
Tabela 21 – Resultados dos parâmetros de caracterização do solo para os taludes da área 02

Porção/Área	Ponto	LL (%)	LP (%)	IP (%)	G (g/cm³)
Talude/Área 02	32	56	38	18	2,76
Talude/Área 02	33	66	40	26	2,46
Talude/Área 02	34	78	46	32	2,62
Média	média	66,7	41,3	25,3	2,61
Variância		121,3	17,3	49,3	0,02
Desvio Padrão		11,0	4,2	7,0	0,15
Coef. Variação		16,5	10,1	27,7	5,74

Legenda: LL – limite de liquidez; LP – limite de plasticidade; IP – índice de plasticidade e G – massa específica real

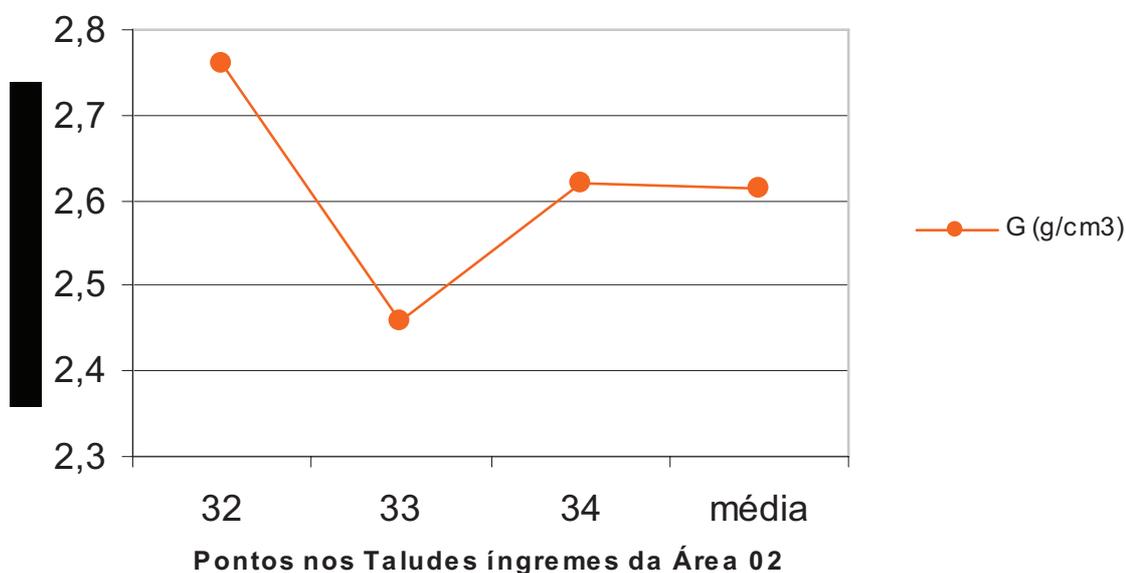
Nos taludes da Área 02 é que se encontrou o maior coeficiente de variação entre as áreas amostradas, ou seja, em torno de 28% para o parâmetro que estimou o índice de plasticidade (Tabela 21).

Figura 51 – Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP) e Índice de Plasticidade (IP) do solo nos taludes da Área 02



Na Figura 52 são apresentados os resultados da massa específica real do solo nos pontos amostrados dos taludes da Área 02. O ponto de número 33 apresentou o menor valor de massa específica real dos grãos entre todos os pontos amostrados.

Figura 52 – Massa Específica Real (G) do solo nos taludes da Área 02



Na Tabela 22 e na Figura 53 são apresentadas as médias dos parâmetros de caracterização do solo nas quatro porções das áreas experimentais, cujos valores foram obtidos separadamente.

Estas médias são analisadas quanto às suas diferenças, por meio de alguns parâmetros estatísticos, representado as variações existentes entre estas médias encontradas. Percebe-se, nos resultados, que a maior variação ocorre no índice de plasticidade, seguida pelo limite de plasticidade, com CV em torno de 14 e 11%, respectivamente, podendo ser considerados

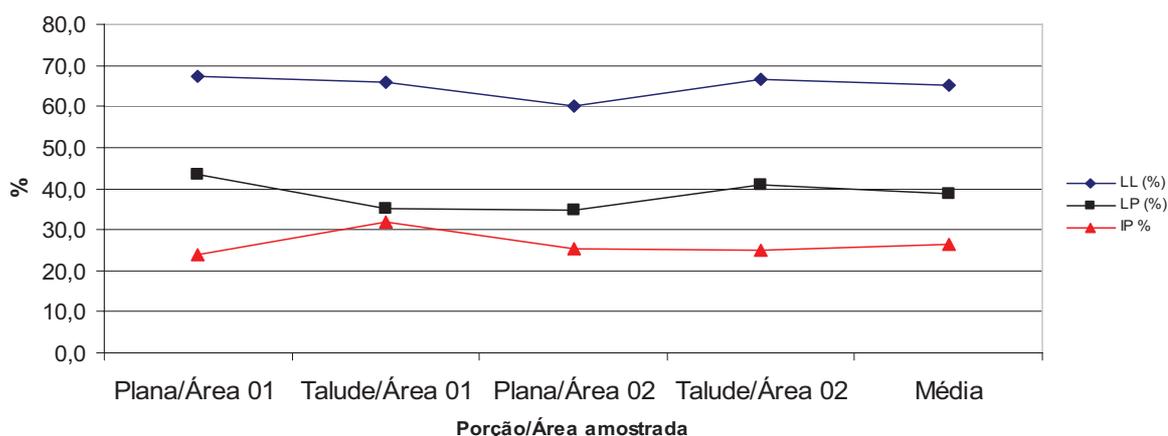
significativos, portanto, os resultados obtidos de caracterização do solo das áreas experimentais.

Tabela 22 – Resultados médios dos parâmetros de caracterização do solo obtidos para as áreas experimentais

Porção/Área	Nº Unid. Amost.	Médias			
		LL (%)	LP (%)	IP %	G (g/cm ³)
Plana/Área 01	8	67,5	43,5	24,0	2,73
Talude/Área 01	2	66,0	35,0	32,0	2,67
Plana/Área 02	8	60,3	34,9	25,4	2,76
Talude/Área 02	3	66,7	41,0	25,0	2,61
Média		65,1	38,6	26,6	2,694
Variância		10,8	18,9	13,3	0,004
Desvio Padrão		3,3	4,3	3,7	0,066
Coef. Variação		5,1	11,3	13,7	2,436

Legenda: LL – limite de liquidez; LP – limite de plasticidade; IP – índice de plasticidade e G – massa específica real

Figura 53 – Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP) e Índice de Plasticidade (IP) médios do solo nas áreas experimentais



Verificando-se os resultados médios da massa específica real das amostras de solo (Tabela 22), pode se perceber a tendência dos taludes apresentarem menor massa específica real quando comparados com as porções planas das áreas experimentais. Esta tendência não ocorre com relação aos limites de liquidez e de plasticidade do solo.

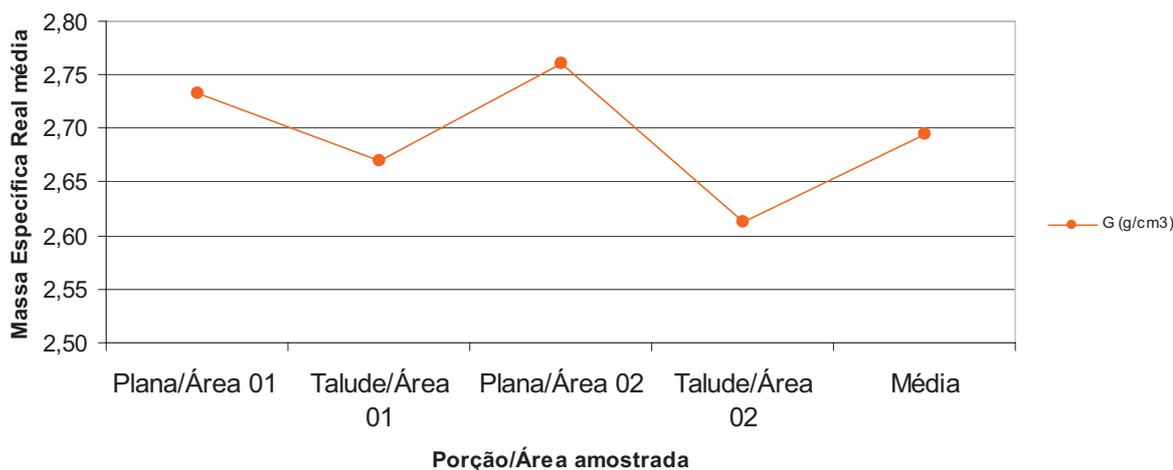
Segundo Pinto (2000), os grãos de quartzo (predominantes no tamanho areia) costumam apresentar massa específica real em torno de 26,5 kN/m³, enquanto que as argilas lateríticas, em virtude da deposição de sais de ferro e alumínio, valores em torno de 30 kN/m³, correspondendo, respectivamente, em torno de 2,65 g/cm³ e 3 g/cm³. Sendo assim, existe a tendência dos solos mais argilosos apresentarem massa específica real maior que os solos arenosos.

Nos resultados do presente estudo, essa relação pode ser observada nas porções planas da Área 01 e da Área 02, bem como nos taludes da Área 01 (Tabela 22 e Tabela 27), não ocorrendo para os taludes da Área 02. Na Tabela 05, esta possibilidade pode ser observada pelo teor de alumínio relativamente baixo encontrado nos taludes da Área 02. Provavelmente, os teores de ferro, que não foram determinados, também sejam baixos, para a referida área.

Os resultados de caracterização do solo das análises realizadas em laboratórios apresentados anteriormente resultaram nos seguintes valores médios (Tabela 22, Figura 53 e Figura 54): a) Limite de Liquidez = 65; b) Limite de Plasticidade = 39; c) Índice de Plasticidade = 27; d) Massa Específica Real dos Grãos = 2,69 g/cm³.

Esses valores variaram pouco, excetuando-se para a massa específica real dos grãos do solo encontrada nos taludes. Portanto, as médias destes valores representam significativamente a caracterização do solo das áreas dos experimentos, como um todo.

Figura 54 – Massa Específica Real (G) média do solo nas áreas experimentais



Outra característica estudada em laboratório foi a distribuição granulométrica do solo amostrado nas áreas destinadas à implantação dos experimentos e seus resultados são apresentados nas Tabelas 23, 24, 25, 26 e 27 e a distribuição granulométrica das partículas de solo podem ser visualizadas nas Figuras 55, 56, 57, 58 e 59.

A escala granulométrica utilizada como referência no presente trabalho foi a mesma adotada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (ABNT, 1995), que é composta pelas seguintes classes de partículas: argila ($\leq 0,002\text{mm}$); silte ($0,002 < \phi \leq 0,06\text{mm}$); areia fina ($0,006 < \phi \leq 0,2\text{mm}$); areia média ($0,2 < \phi \leq 0,6\text{mm}$); areia grossa ($0,6 < \phi \leq 2\text{mm}$) e pedregulho ($2 < \phi \leq 60\text{mm}$);

Foram analisadas vinte e quatro amostras de solo, em quatro diferentes áreas, e em nenhuma destas amostras foram encontradas partículas do tamanho de areia grossa e de

pedregulho. Os particulados destas amostras ficaram distribuídos entre argila, silte, areia fina e areia média.

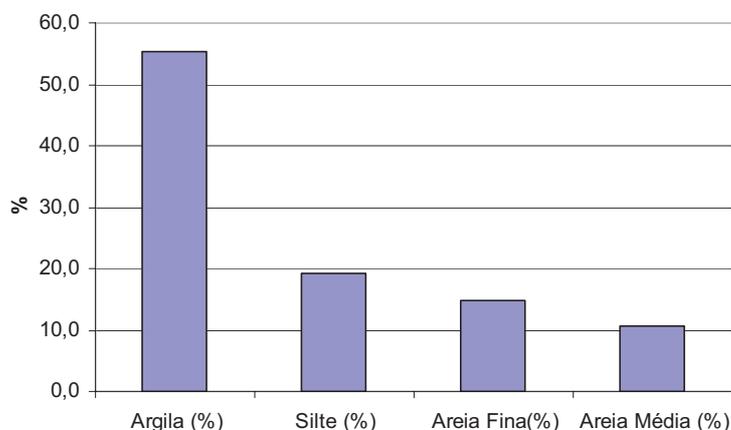
A Tabela 23 e a Figura 55 mostram as proporções de partículas encontradas nas amostras de solo analisadas em laboratório para a porção plana da Área 01. A quantidade proporcional média dos tamanhos das partículas, das unidades amostrais, segue a seguinte ordem: argila, silte, areia fina e areia média, apesar desta seqüência não acontecer nas amostras dos pontos 7, 9 e 10, entre os 6 pontos amostrados.

As maiores variações dos dados analisados ocorrem no tamanho “areia média”, seguida pelo tamanho “areia fina”, com os seus coeficientes de variação situados em torno de 39 e 27%, o que não compromete a amostra, pois estes dois grupos de partículas representam, no máximo, trinta e cinco por cento da massa total de solo.

Tabela 23 – Resultados da análise granulométrica do solo na porção plana da Área 01

Porção/Área	Ponto	Granulometria			
		Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina(%)	Areia Média (%)
Plana/Área 01	1	60,0	18,8	13,4	7,8
Plana/Área 01	2	54,6	23,7	16,7	5,1
Plana/Área 01	5	61,4	17,9	11,6	9,1
Plana/Área 01	7	53,3	16,5	19,2	10,9
Plana/Área 01	9	49,4	15,9	19,1	15,5
Plana/Área 01	10	52,5	23,0	9,6	14,9
Média	média	55,2	19,3	14,9	10,6
Variância		21,2	10,8	16,2	16,7
Desvio Padrão		4,6	3,3	4,0	4,1
Coef. Variação (%)		8,3	17,1	27,0	38,6

Figura 55 – Constituição granulométrica média do solo na porção plana da Área 01



Na Tabela 24 e na Figura 56 são mostradas as proporções de partículas de solo analisadas, em laboratório, para taludes da Área 01. A quantidade proporcional média dos tamanhos das partículas segue a mesma ordem que a porção plana da Área 01: argila, silte, areia fina e areia

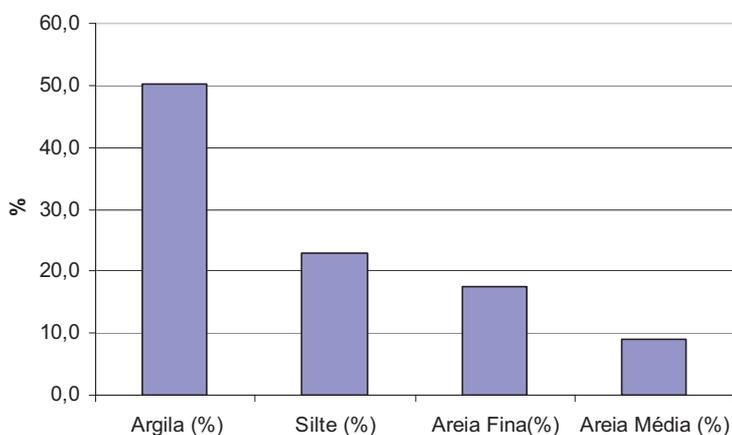
média, apesar desta seqüência não acontecer na amostra do ponto 13, entre os 4 pontos amostrados.

As maiores variações dos dados analisados ocorrem nos tamanhos “silte”, “areia fina” e “areia média”, com os seus coeficientes de variação situados em torno de 50, 38 e 71%. Esta amostra pode não representar a realidade dos valores granulométricos do solo, pois apenas o grupo “argila” apresenta coeficiente de variação baixo (em torno de 16%) representando, aproximadamente, 50% da massa de solo.

Tabela 24 – Resultados da análise granulométrica média nos taludes da Área 01

Porção/Área	Ponto	Granulometria			
		Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina(%)	Areia Média (%)
Talude/Área 01	11	60,9	13,6	12,8	12,7
Talude/Área 01	12	45,9	38,9	12,8	2,5
Talude/Área 01	13	51,9	16,2	26,9	5,0
Talude/Área 01	14	42,3	23,5	18,0	16,3
Média	média	50,2	23,0	17,6	9,1
Variância		66,0	129,0	44,5	42,1
Desvio Padrão		8,1	11,4	6,7	6,5
Coef. Variação (%)		16,2	49,3	37,8	71,3

Figura 56 – Constituição granulométrica média do solo nos taludes da Área 01



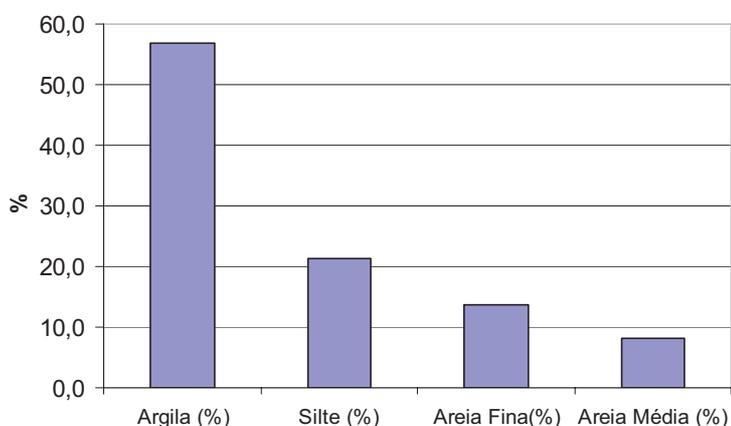
São apresentadas, na Tabela 25 e na Figura 57, as proporções de partículas encontradas nas amostras de solo para a porção plana da Área 02. A quantidade proporcional média dos tamanhos das partículas, das unidades amostrais, segue, da mesma forma que nas outras áreas, a seguinte ordem: argila, silte, areia fina e areia média. A mesma seqüência ocorre em todos os pontos amostrados.

A maior variação dos dados analisados ocorreu no tamanho “areia média”, apresentando os seus coeficientes de variação situados em torno de 22%. Os coeficientes de variação baixos indicam a elevada representatividade da amostra para esta área.

Tabela 25 – Resultados da análise granulométrica do solo na porção plana da Área 02

Porção/Área	Ponto	Granulometria			
		Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina(%)	Areia Média (%)
Plana/Área 02	101	56,0	18,5	15,7	9,8
Plana/Área 02	102	57,3	19,4	14,1	9,3
Plana/Área 02	104	63,4	17,0	12,4	7,3
Plana/Área 02	106	59,9	18,4	11,7	10,1
Plana/Área 02	108	57,2	21,2	12,2	9,4
Plana/Área 02	109	54,0	26,5	11,1	8,3
Plana/Área 02	110	49,2	26,9	15,2	8,7
Plana/Área 02	112	55,9	25,0	13,9	5,2
Plana/Área 02	115	58,9	19,3	16,3	5,5
Média	média	56,9	21,3	13,6	8,2
Variância		15,7	14,3	3,5	3,3
Desvio Padrão		4,0	3,8	1,9	1,8
Coef. Variação (%)		7,0	17,7	13,8	22,3

Figura 57 – Constituição granulométrica média do solo na porção plana da Área 02



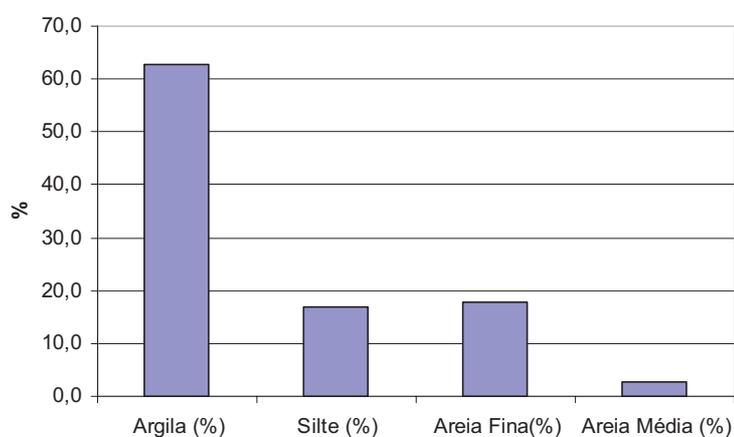
Na Tabela 26 e na Figura 58 são mostradas as proporções de partículas de solo analisadas para taludes da Área 02. A quantidade proporcional média dos tamanhos das partículas segue ordem diferente em relação às áreas descritas anteriormente: argila, areia fina, silte e areia média, apesar da diferença quantitativa entre “silte” e “areia fina” ser pequena.

As maiores variações dos dados analisados ocorreram, justamente, nos tamanhos “silte” e “areia fina”, com os seus coeficientes de variação situados em torno de 60 e 48%. Esta amostra pode não representar a realidade dos valores granulométricos do solo, pois apenas os grupos “argila” e “areia média” apresentam coeficientes de variação baixos, representando, aproximadamente, dois terços da massa de solo.

Tabela 26 – Resultados da análise granulométrica nos taludes da Área 02

Porção/Área	Ponto	Granulometria			
		Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina(%)	Areia Média (%)
Talude/Área 02	31	84,7	7,9	4,8	2,6
Talude/Área 02	32	47,4	25,9	24,4	2,4
Talude/Área 02	33	70,3	8,9	17,4	3,5
Talude/Área 02	35	51,6	29,5	16,5	2,5
Talude/Área 02	36	60,5	12,0	26,6	2,9
Média	média	62,9	16,8	17,9	2,8
Variância		226,7	102,0	73,1	0,2
Desvio Padrão		15,1	10,1	8,5	0,4
Coef. Variação (%)		23,9	60,1	47,6	16,2

Figura 58 – Constituição granulométrica média do solo nos taludes da Área 02

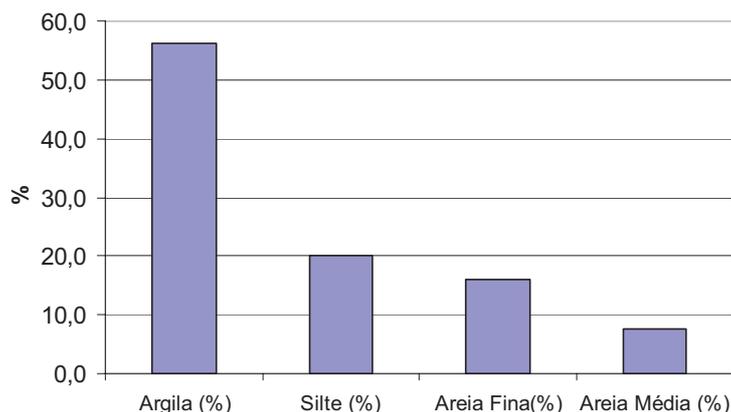


Na Tabela 27 e na Figura 59 são mostradas as médias das proporções médias de partículas de solo analisadas para os quatro grupos das áreas experimentais. Estas médias seguem a seguinte ordem, em termos quantitativos: argila, areia fina, silte e areia média, apresentando boa representatividade, pois seus coeficientes de variação estão de 14%, com exceção das partículas do tamanho “areia média”, que apresenta coeficiente de variação em torno de 45%, no entanto, esta variação elevada ocorre em menos de 11% da massa do solo.

Tabela 27 – Resultados médios da análise granulométrica nas áreas experimentais

Porção/Área	Nº Unid. Amost.	Médias			
		Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina(%)	Areia Média (%)
Plana/Área 01	6	55,2	19,3	14,9	10,6
Talude/Área 01	4	50,2	23,0	17,6	9,1
Plana/Área 02	9	56,9	21,3	13,6	8,2
Talude/Área 02	5	62,9	16,8	17,9	2,8
Média		56,3	20,1	16,0	7,7
Variância		27,2	7,2	4,4	11,6
Desvio Padrão		5,2	2,7	2,1	3,4
Coef. Variação (%)		9,3	13,3	13,1	44,6

Figura 59 – Constituição granulométrica média do solo nas áreas experimentais



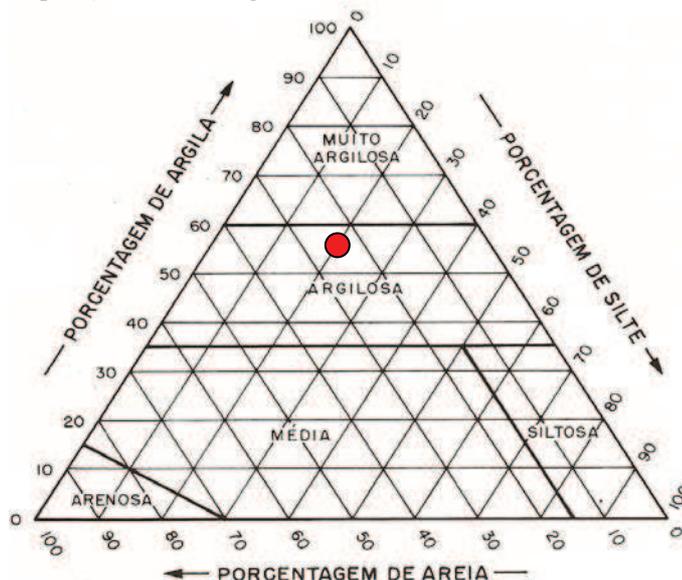
As amostras de solo coletadas são representativas quanto à sua constituição granulométrica, quando analisadas as áreas experimentais como um todo.

O ponto amostrado, de número nove, porção plana da Área 01 (Tabela 23), apresenta a menor quantidade de partículas finas (argila e silte), em torno de 65%. O solo estudado pode ser classificado como solo fino, segundo Vargas (1978), que considera solos finos aqueles em que, pelo menos, 50% dos seus grãos sejam inferiores a 0,074 mm ou passassem pela peneira Tyler número 200. O ponto que apresenta maior quantidade de partículas finas é o de número 31, amostrado nos taludes da Área 02 (Tabela 26) com quantidade aproximada de 93%. A média aproximada dos teores de argila e de silte de todos os pontos amostrados é de 76% (Tabela 27).

Sendo assim, pode-se afirmar que a constituição aproximada das partículas do solo das áreas experimentais está assim distribuída: 56% de argila, 20% de silte, 16% de areia fina e 8% de areia média.

Esta proporção das partículas constituintes indica que o solo pode ser classificado como argiloso, podendo, em alguns trechos, ser classificado como muito argiloso pelo diagrama de repartição de classes generalizadas de textura (EMBRAPA, 1979 apud OLIVEIRA et al., 1992), conforme indicado na Figura 60.

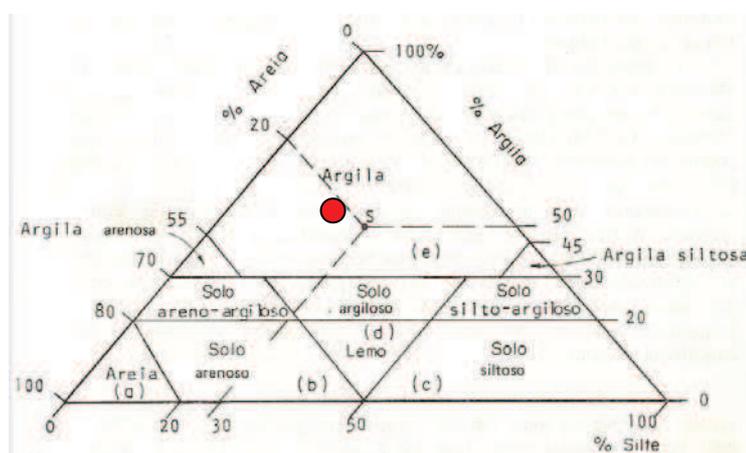
Figura 60 – Diagrama de repartição de classes generalizadas de textura.



Fonte: Embrapa (1979) apud Oliveira et al. (1992)

De forma similar, a classe textural do solo pode ser considerado “argila”, se analisado no triângulo de classificação granulométrica, criado pelo “Bureau of Public Roads” (Figura 61).

Figura 61 – Triângulo de classificação granulométrica (Bureau of Public Roads).



Fonte: Vargas (1978)

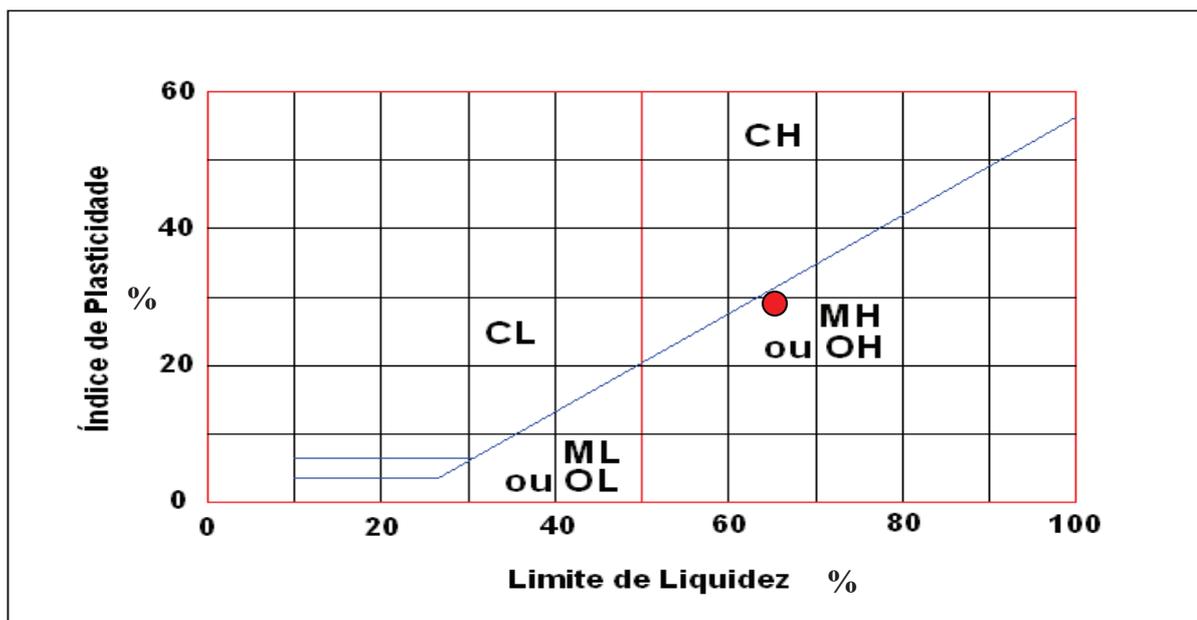
Mesmo que um dos 4 grupos granulométricos encontrados (areia média) tenha apresentado elevado coeficiente de variação, as amostras podem ser consideradas bem representativas, pois o tamanho de partícula “areia média” representa, no máximo, 11% da massa total do solo.

A classificação baseada nas classes generalizadas de textura não é muito utilizada para definir as características geotécnicas do solo, pois esta classificação não considera as curvas

granulométricas das partículas mais grosseiras e nem o índice de plasticidade do mesmo, que determinam com maior precisão a resistência e o potencial de compressibilidade do solo. Essa classificação é mais utilizada nos estudos para a classificação taxonômica do solo ou estudos pedológicos.

A partir dos resultados médios de caracterização do solo das áreas experimentais (LL, LP e IP) e tomando-se como referência a Carta de Plasticidade de Solos de Granulação Fina - siltes e argilas ou Sistema Unificado de Classificação do Solo (SUCS) - pode-se classificar o solo amostrado (Tabela 22) como sendo um solo com silte (M) de alta compressibilidade (H) – Limite de Liquidez = 65; Limite de Plasticidade = 39 e Índice de Plasticidade = 27, (Figura 62). Apesar da média das amostras se enquadrarem na classe MH, as amostras dos pontos 11 e 114 (Tabela 19 e Tabela 20), de um total coletado de 21 amostras, enquadram-se na classe CH (argila de alta compressibilidade).

Figura 62 – Carta de Plasticidade de solos de granulação fina (siltes e argilas) – Sistema Unificado de Classificação do Solo (SUCS).



Legenda: M – silte; C – argila; O – solo orgânico; L – baixa compressibilidade e H – alta compressibilidade.

Fonte: Pinto (2000).

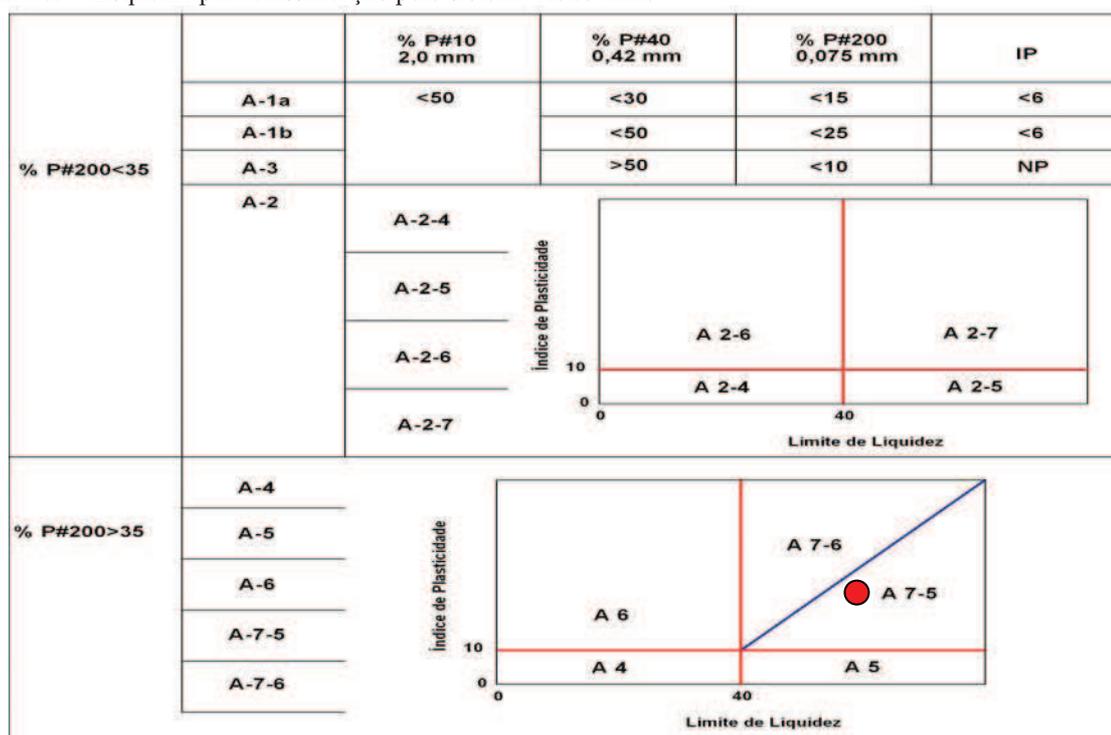
A partir da análise granulométrica (Tabela 27), juntamente com os valores médios dos Índices de Plasticidade e dos Limites de Liquidez (Tabela 22), os resultados também podem ser utilizados tomando-se por referência a Classificação dos Solos Finos no Sistema Rodoviário (Figuras 63). Neste método o solo é classificado como “A-7-5”.

Neste sistema de classificação, os solos do tipo A-1, A-2, e A-3 são os solos de granulação grosseira, ou seja, quando peneirado em peneira 200, menos de 35% deste solo passa por essa

peneira. Os grupos A-4, A-5, A-6 e A-7 são aqueles grupos em que mais de 35% do solo passa pela peneira referida (PINTO, 2000).

Segundo Pinto (2000), a discrepância entre as classificações clássicas e o comportamento observado de alguns solos no Brasil se deve ao fato destes serem frequentemente solos residuais ou solos lateríticos, para os quais os índices de consistência não podem ser interpretados da mesma maneira como o são para os solos transportados, de ocorrência nos países de clima temperado, onde a classificação unificada e a classificação pelo sistema rodoviário foram elaboradas. Por este motivo, o solo estudado ora é classificado como argiloso e ora como silte de alta compressividade. Às vezes, os solos com muita argila apresentam comportamento pouco plástico e com baixo limite de liquidez, característicos de solos siltosos, pela presença significativa de óxidos de ferro e alumínio que tendem a reduzir a plasticidade destes materiais.

Figura 63 – Esquema para classificação pelo sistema Rodoviário



Fonte: Pinto (2000).

4.3.2 Instalação das parcelas com *Paspalum notatum*

Foram instaladas seis parcelas para a avaliação da perda de solo, agrupadas em três blocos homogêneos, com dois níveis de cobertura vegetal em cada bloco: - sem cobertura vegetal e cem por cento da superfície coberta com leivas da espécie *Paspalum notatum*.

As parcelas foram implantadas de modo que os filmes plásticos que isolam as parcelas dos efeitos de bordadura permitiram a canalização efetiva de toda a água e partículas oriundas do escoamento superficial, nas parcelas, até os recipientes de coleta (Figura 64). Na base da parcela, foram fixados dois filmes plásticos para facilitar a retenção e canalização do escoamento superficial.

Figura 64 – Parcelas com a utilização de *Paspalum notatum* como cobertura vegetal.



As convenções apresentadas nas placas indicativas das parcelas experimentais, no Experimento 02, têm os seguintes significados:

T – indica que o Experimento 02 foi realizado em área de talude com aproximadamente 45° de inclinação;

A – indica o tratamento cuja espécie usada foi a *Paspalum notatum*;

1 – indica o nível nulo de densidade utilizado, ou seja, sem cobertura da espécie; e

2 – indica a densidade utilizada de 100% da superfície coberta com leivas.

4.3.3 Desagregação e arraste hídrico de partículas do solo

Diferentemente do solo coletado para a caracterização das áreas experimentais, que apresentaram apenas 4 tamanhos de partículas: argila, silte, areia fina e areia média (Tabela 27), o solo coletado, a partir da perda ocasionada pelo escoamento superficial, apresentou outros dois tamanhos de partículas: areia grossa e pedregulho, mesmo que em pequenas proporções (Tabelas 28 a 35), chegando, em média, a 6% a quantidade destas partículas.

O teor de argila erodida pelo efeito da chuva e pelo escoamento superficial no período de coleta de solo, variou, aproximadamente, entre 20% (Tabela 30) e 56% (Tabela 33), sendo que o teor médio de argila foi de 35%, aproximadamente (Tabela 34).

A variação do teor de silte erodido no período de coleta de solo ficou entre 16 e 64%, aproximadamente (Tabela 33) e a média aproximada de todas as coletas foi de 39%.

Os maiores teores encontrados de areia fina, areia média e areia grossa foram de 42, 12 e 10 %, nas amostras de solo coletado nos tratamentos A2R1, A1R3 e A1R3, respectivamente, enquanto que os menores teores dessas partículas foram de 8, 1 e 1%, aproximadamente, do solo coletado nos tratamentos A1R2, A2R1 e A2R1, respectivamente.

Tabela 28 – Granulometria do solo erodido no tratamento A1 (sem *Paspalum notatum*) – Repetição 01

Data	Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina(%)	Areia Média (%)	Areia Grossa (%)	Pedregulho (%)	perda de solo - seco (g)
21/jul	43,19	40,72	7,70	8,39	*	*	2178,48
3/ago	**	**	**	**	**	**	178,97
14/set	50,52	23,02	18,36	4,20	3,90	*	346,02
28/set	29,89	48,86	13,46	3,40	2,54	1,87	277,08
25/out	47,48	34,34	13,57	2,46	1,43	0,72	4186,41
7/nov	39,47	33,30	18,30	2,07	1,87	4,98	112,84
22/nov	49,14	27,35	15,46	4,39	2,37	1,29	4925,93
30/nov	42,87	29,58	18,05	2,69	3,26	3,55	131,79
10/jan	49,02	26,89	15,88	4,18	3,02	1,01	6745,31
Média	43,95	33,01	15,10	3,97	2,63	2,24	
Variância	46,82	70,51	12,87	3,95	0,71	2,82	
Desvio Padrão	6,84	8,40	3,59	1,99	0,84	1,68	
Coef. Variação	15,57	25,44	23,76	50,05	32,06	75,07	

* tamanho de partículas inexistente na amostra;

** amostra avariada no processo de análise

Tabela 29 – Granulometria do solo erodido no tratamento A2 (com *Paspalum notatum*) – Repetição 01

Data	Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina(%)	Areia Média (%)	Areia Grossa (%)	Pedregulho (%)	perda de solo - seco (g)
21/jul	****	****	****	****	****	****	0,00
3/ago	****	****	****	****	****	****	0,00
14/set	23,41	34,08	41,54	0,82	0,16	*	70,40
28/set	46,28	23,41	27,60	1,95	0,77	*	27,46
25/out	40,26	24,26	33,82	1,31	0,35	*	87,17
7/nov	30,58	57,18	9,64	1,38	1,22	*	21,78
22/nov	***	***	***	***	***	***	11,70
30/nov	***	***	***	***	***	***	6,07
10/jan	35,13	43,11	19,50	2,15	0,11	*	178,73
Média	35,13	36,41	26,42	1,52	0,52		
Variância	77,18	199,58	153,56	0,28	0,22		
Desvio Padrão	8,78	14,13	12,39	0,53	0,47		
Coef. Variação	25,01	38,80	46,90	35,01	89,81		

* tamanho de partículas inexistente na amostra;

*** quantidade de solo insuficiente para análise;

**** sem perda de solo.

Na Figura 65 pode ser percebida a influência que a vegetação (tratamento A2) exerce sobre a retenção das partículas de argila no solo evitando a perda da mesma por meio do processo erosivo, ocasionado pelo impacto da chuva sobre a superfície do solo e pelo escoamento superficial.

Figura 65 – Granulometria média das coletas de perda de solo nos tratamentos A1 e A2 – repetição 01

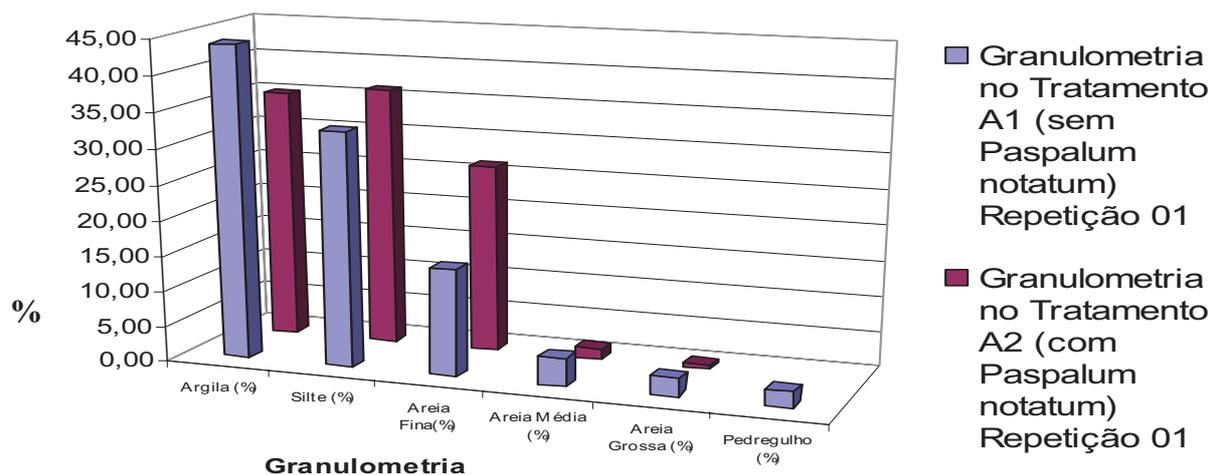


Tabela 30 – Granulometria do solo erodido no tratamento A1(sem Paspalum notatum) – Repetição 02

Data	Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina(%)	Areia Média (%)	Areia Grossa (%)	Pedregulho (%)	perda de solo - seco (g)
21/jul	22,37	59,10	15,82	2,01	0,70	*	2004,15
3/ago	27,06	49,33	10,74	5,01	3,43	4,42	208,93
14/set	25,36	46,90	15,69	6,95	2,93	2,17	256,20
28/set	**	**	**	**	**	**	57,49
25/out	37,93	47,33	7,54	3,41	2,66	1,12	783,06
7/nov	19,76	45,99	21,64	4,41	6,37	1,82	100,03
22/nov	26,68	53,20	10,33	4,55	4,45	0,79	2950,22
30/nov	39,31	32,38	19,45	3,90	4,19	0,78	58,77
10/jan	36,04	34,30	16,98	4,71	4,32	3,64	3354,57
Média	29,31	46,07	14,77	4,37	3,63	2,10	
Variância	55,23	79,91	23,45	1,99	2,72	2,04	
Desvio Padrão	7,43	8,94	4,84	1,41	1,65	1,43	
Coef. Variação	25,35	19,41	32,78	32,29	45,40	67,87	

* tamanho de partículas inexistente na amostra;

** amostra avariada no processo de análise.

Tabela 31 – Granulometria do solo erodido no tratamento A2 (com Paspalum notatum) – Repetição 02

Data	Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina(%)	Areia Média (%)	Areia Grossa (%)	Pedregulho (%)	perda de solo - seco (g)
21/jul	33,00	35,43	28,62	2,96	*	*	72,90
3/ago	35,85	26,71	30,15	3,27	1,41	2,62	61,94
14/set	37,65	20,97	36,93	1,79	1,73	0,92	35,32
28/set	22,12	63,61	9,67	2,60	2,00	*	6,55
25/out	30,93	41,92	27,16	*	*	*	14,39
7/nov	**	**	**	**	**	**	15,60
22/nov	**	**	**	**	**	**	18,06
30/nov	***	***	***	***	***	***	3,29
10/jan	43,86	35,41	14,99	2,82	0,84	2,07	378,53
Média	33,90	37,34	24,59	2,69	1,50	1,87	
Variância	53,09	219,89	104,16	0,31	0,25	0,75	
Desvio Padrão	7,29	14,83	10,21	0,56	0,50	0,87	
Coef. Variação	21,49	39,71	41,51	20,75	33,37	46,39	

* tamanho de partículas inexistente na amostra;

** amostra avariada no processo de análise;

*** quantidade de solo insuficiente para análise.

Figura 66 – Granulometria média das coletas de perda de solo nos tratamentos A1 e A2 – repetição 02

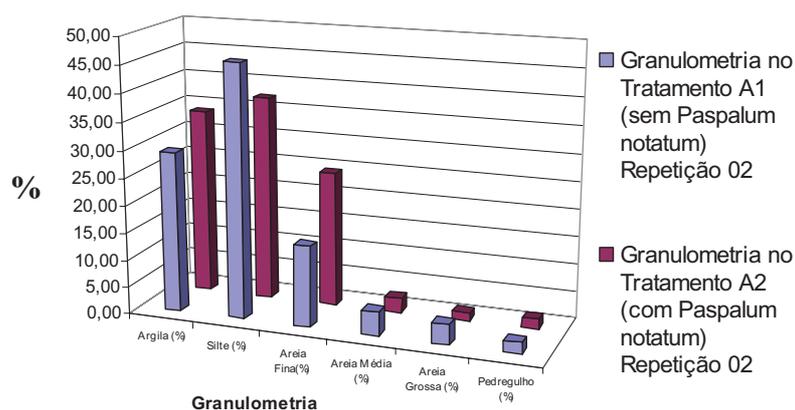


Tabela 32 – Granulometria do solo perdido no tratamento A1(sem Paspalum notatum) – Repetição 03

Data	Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina(%)	Areia Média (%)	Areia Grossa (%)	Pedregulho (%)	perda de solo - seco (g)
21/jul	****	****	****	****	****	****	0,00
3/ago	45,55	33,18	13,21	5,64	0,76	1,66	116,94
14/set	33,65	21,46	33,20	6,07	5,34		258,70
28/set	34,84	35,76	24,15	3,18	1,64	0,42	161,11
25/out	34,53	32,71	26,45	3,94	1,76	0,62	163,15
7/nov	45,57	29,77	12,82	5,79	3,32	2,73	65,96
22/nov	****	****	****	****	****	****	0,00
30/nov	41,75	22,68	17,03	8,77	9,77		35,17
10/jan	25,37	23,26	27,13	12,00	9,91	2,33	1214,15
Média	37,32	28,40	22,00	6,48	5,29	1,53	
Variância	54,28	34,12	60,40	9,07	14,21	1,38	
Desvio Padrão	7,37	5,84	7,77	3,01	3,77	1,18	
Coef. Variação	19,74	20,57	35,33	46,45	71,27	77,04	

**** sem perda de solo.

Tabela 33 – Granulometria do solo perdido no tratamento A2 (com Paspalum notatum) – Repetição 03

Data	Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina(%)	Areia Média (%)	Areia Grossa (%)	Pedregulho (%)	perda de solo - seco (g)
21/jul	****	****	****	****	****	****	0,00
3/ago	****	****	****	****	****	****	0,00
14/set	55,62	15,59	25,78	3,00	*	*	22,29
28/set	**	**	**	**	**	**	52,91
25/out	35,95	29,71	30,39	3,44	0,51	*	57,81
7/nov	**	**	**	**	**	**	21,55
22/nov	26,75	64,27	7,86	1,12	*	*	28,72
30/nov	***	***	***	***	***	***	9,15
10/jan	43,03	31,16	21,66	3,25	0,89	*	96,67
Média	40,34	35,18	21,42	2,70	0,70		
Variância	148,22	425,36	94,47	1,15	0,07		
Desvio Padrão	12,17	20,62	9,72	1,07	0,27		
Coef. Variação	30,18	58,62	45,37	39,60	38,39		

* tamanho de partículas inexistente na amostra;

** amostra avariada no processo de análise;

*** quantidade de solo insuficiente para análise;

**** sem perda de solo.

Figura 67 – Granulometria média das coletas de perda de solo nos tratamentos A1 e A2 – repetição 03

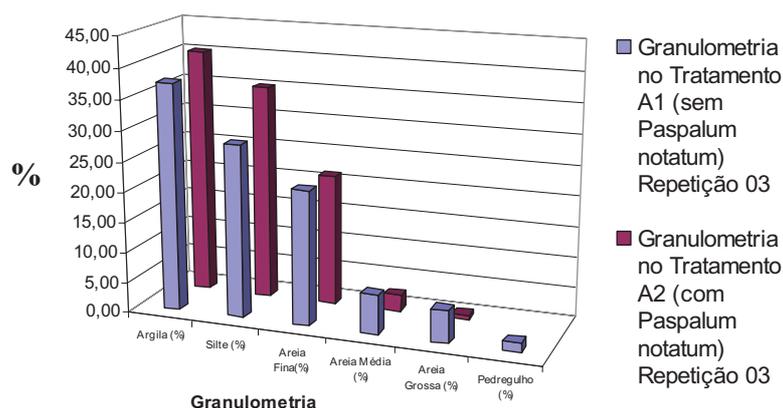


Tabela 34 – Granulometria do solo perdido no tratamento A1 (sem Paspalum notatum) – Média

Data	Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina (%)	Areia Média (%)	Areia Grossa (%)	Pedregulho (%)	perda de solo - seco (g)
21/jul	32,78	49,91	11,76	5,20	0,70	*	2091,32
3/ago	36,31	41,26	11,98	5,33	2,10	3,04	168,28
14/set	36,51	30,46	22,42	5,74	4,06	2,17	286,97
28/set	32,37	42,31	18,81	3,29	2,09	1,15	165,23
25/out	39,98	38,13	15,85	3,27	1,95	0,82	1710,87
7/nov	34,93	36,35	17,59	4,09	3,85	3,18	92,94
22/nov	37,91	40,28	12,90	4,47	3,41	1,04	3938,08
30/nov	41,31	28,21	18,18	5,12	5,74	2,17	75,24
10/jan	36,81	28,15	20,00	6,96	5,75	2,33	3771,34
Média	36,54	37,23	16,61	4,83	3,29	1,98	
Variância	8,84	52,90	14,10	1,41	3,04	0,81	
Desvio Padrão	2,97	7,27	3,75	1,19	1,74	0,90	
Coef. Variação	8,14	19,54	22,61	24,63	52,96	45,37	

* tamanho de partículas inexistente na amostra;

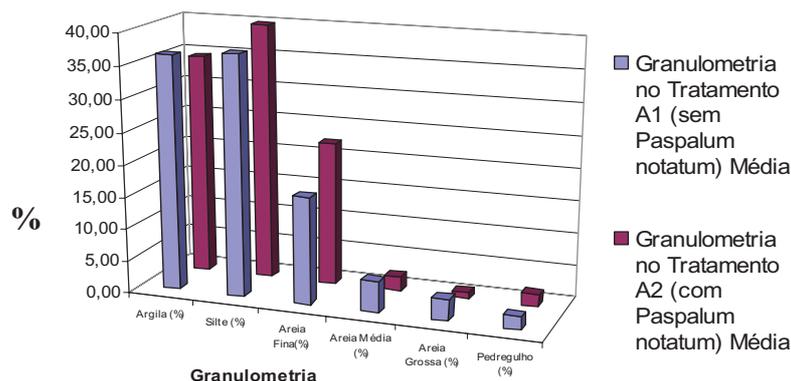
Tabela 35 – Granulometria do solo perdido no tratamento A2 (com Paspalum notatum) – Média

Data	Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina (%)	Areia Média (%)	Areia Grossa (%)	Pedregulho (%)	perda de solo - seco (g)
21/jul	33,00	35,43	28,62	2,96	*	*	36,45
3/ago	35,85	26,71	30,15	3,27	1,41	2,62	30,97
14/set	38,89	23,55	34,75	1,87	0,63	0,92	42,67
28/set	34,20	43,51	18,64	2,28	1,39	*	28,98
25/out	35,71	31,96	30,46	2,38	0,43	*	53,12
7/nov	30,58	57,18	9,64	1,38	1,22	*	19,64
22/nov	26,75	64,27	7,86	1,12	*	*	19,49
30/nov	***	***	***	***	***	***	6,17
10/jan	40,67	36,56	18,72	2,74	0,61	2,07	217,98
Média	34,46	39,90	22,35	2,25	0,95	1,87	
Variância	19,78	205,87	102,59	0,57	0,19	0,75	
Desvio Padrão	4,45	14,35	10,13	0,75	0,44	0,87	
Coef. Variação	12,91	35,96	45,31	33,53	46,21	46,39	

* tamanho de partículas inexistente na amostra;

*** quantidade de solo insuficiente para análise.

Figura 68 – Granulometria média das coletas de perda de solo nos tratamentos A1 e A2 – média das repetições



No ensaio de caracterização do solo das áreas experimentais, os teores de particulados finos (argila e silte) somaram, aproximadamente, 76% (Tabela 27), sendo que a quantidade de partículas de argila representou em torno de 56% e a quantidade de silte, em torno de 20%. Por sua vez, nos ensaios de granulometria do solo erodido, os teores de partículas finas foram semelhantes, em torno de 75% (Tabela 34 e Tabela 35). No entanto, a proporção entre argila e silte foi bem diferente, comparando-se com a caracterização do solo, ou seja, seus teores aproximados foram de 35% e 40%, respectivamente.

A diferença proporcional dos teores de argila e silte, entre a granulometria avaliada na caracterização do solo das áreas experimentais e a granulometria do solo erodido, se deve ao fato de que, no primeiro caso, foi utilizado defloculante (dispersante) para determinar os teores das partículas e no segundo caso não foi utilizado defloculante. Este aspecto é justificável, pois parte das partículas caracterizadas como silte, na análise granulométrica a partir do método que não é utilizado defloculante, acaba se desagregando se utilizado o defloculante, ou seja, se analisado pelo método que utiliza defloculante, são detectadas as partículas que se desagregam a partir do tamanho “silte”, originando-se partículas do tamanho argila.

Na Tabela 36 são apresentados os valores mensais e as médias das precipitações pluviométricas ocorridos na área de instalação dos experimentos.

Tabela 36 – Precipitação pluviométrica no período de coleta de perda de solo

Mês/ano	Precipitação (mm)
jun/06	70,00
jul/06	92,50
ago/06	135,00
set/06	119,50
out/06	12,00
nov/06	191,00
dez/06	259,50
jan/07	41,00
Total	920,50
Média mensal	115,06

Na Tabela 37 e na Tabela 38 são apresentados os resultados de perda de solo na repetição 01 dos tratamentos de cobertura do solo utilizados. Salienta-se a significativa diferença de solo perdido por erosão. No tratamento A1 (sem *Paspalum notatum*) a perda chegou a quase 15 kg de solo no período estudado, enquanto que no tratamento A2 (com *Paspalum notatum*) esta perda não chegou a 0,4 kg, para o mesmo período.

Tabela 37 – Precipitação pluvial e perda de solo no tratamento A1 (sem *Paspalum notatum*) – Repetição 01

Período	Precipitação (mm)	Dias chuvosos	Precipitação média diária (mm/dia)	Perda de solo Seco(g)	Perda de solo (g/mm)	Perda de solo (g/dia)	Fator correlação (g/mm/dia)
01/06 a 21/7/2006	113,00	5	22,60	2178,48	19,28	435,70	3,86
22/07 a 3/8/2006	49,00	4	12,25	178,97	3,65	44,74	0,91
04/08 a 24/08/2006	130,00	3	43,33	**	**	**	**
25/08 a 14/9/2006	84,50	4	21,13	346,02	4,09	86,51	1,02
15/09 a 28/9/2006	40,00	2	20,00	277,08	6,93	138,54	3,46
29/09 a 25/10/2006	12,00	2	6,00	**	**	**	**
26/10 a 7/11/2006	33,00	1	33,00	112,84	3,42	112,84	3,42
08/11 a 22/11/2006	117,00	2	58,50	4925,93	42,10	2462,97	21,05
23/11 a 30/11/2006	41,00	2	20,50	131,79	3,21	65,90	1,61
01/12 a 10/1/2007	300,50	9	33,39	6745,31	22,45	749,48	2,49
Soma	920,00	34	270,70	14896,42	105,14	4096,66	37,83
Média	92,00	3,40	27,07	1862,05	13,14	512,08	4,73

** amostra avariada no processo de análise.

Na Tabela 37 pode ser observado, ainda, que as chuvas torrenciais tendem a agir com maior intensidade na desagregação e carregamento de solo comparado com as chuvas mais amenas. É o caso do período entre o dia 8 e 22 de novembro, cuja precipitação média diária quase chegou a 60 milímetros. Nesse período a perda de solo passou de 42 g/mm de chuva, enquanto que nos outros períodos esta perda não ultrapassou a 23 g/mm de chuva.

Tabela 38 – Precipitação pluvial e perda de solo no tratamento A2 (com *Paspalum notatum*) – Repetição 01

Período	Precipitação (mm)	Dias chuvosos	Precipitação média diária (mm/dia)	Perda de solo Seco(g)	Perda de solo (g/mm)	Perda de solo (g/dia)	Fator correlação (g/mm/dia)
01/06 a 21/7/2006	113,00	5	22,60	**	**	**	**
22/07 a 3/8/2006	49,00	4	12,25	**	**	**	**
04/08 a 24/08/2006	130,00	3	43,33	**	**	**	**
25/08 a 14/9/2006	84,50	4	21,13	70,40	0,83	17,60	0,21
15/09 a 28/9/2006	40,00	2	20,00	27,46	0,69	13,73	0,34
29/09 a 25/10/2006	12,00	2	6,00	**	**	**	**
26/10 a 7/11/2006	33,00	1	33,00	21,78	0,66	21,78	0,66
08/11 a 22/11/2006	117,00	2	58,50	11,70	0,10	5,85	0,05
23/11 a 30/11/2006	41,00	2	20,50	6,07	0,15	3,03	0,07
01/12 a 10/1/2007	300,50	9	33,39	178,73	0,59	19,86	0,07
Soma	920,00	34	270,70	316,15	3,02	81,86	1,40
Média	92,00	3,40	27,07	52,69	0,50	13,64	0,23

** amostra avariada no processo de análise.

Na Tabela 39 e na Tabela 40 são apresentados os resultados de perda de solo na repetição 02 dos tratamentos de cobertura de solo. Destaca-se a diferença significativa da quantidade de solo perdido pela erosão superficial por unidade de precipitação pluviométrica nos dois tratamentos: no tratamento A1 (sem *Paspalum notatum*) a perda chegou a 25 g de solo por mm de chuva em um dos períodos de coleta de solo, enquanto que no tratamento A2 (com *Paspalum notatum*) esta perda não chegou a 2 g por mm de chuva, para o mesmo período, comprovando a retenção das partículas pela cobertura vegetal e a dificuldade de desagregação do solo, pelo impacto da gota da chuva, devido à cobertura do mesmo com vegetação.

Tabela 39 – Precipitação pluvial e perda de solo no tratamento A1 (sem *Paspalum notatum*) – Repetição 02

Período	Precipitação (mm)	Dias chovidos	Precipitação média diária (mm/dia)	Perda de solo Seco(g)	Perda de solo (g/mm)	Perda de solo (g/dia)	Fator correlação (g/mm/dia)
01/06 a 21/7/2006	113,00	5	22,60	2004,15	17,74	400,83	3,55
22/07 a 3/8/2006	49,00	4	12,25	208,93	4,26	52,23	1,07
04/08 a 24/08/2006	130,00	3	43,33	**	**	**	**
25/08 a 14/9/2006	84,50	4	21,13	256,20	3,03	64,05	0,76
15/09 a 28/9/2006	40,00	2	20,00	57,49	1,44	28,75	0,72
29/09 a 25/10/2006	12,00	2	6,00	**	**	**	**
26/10 a 7/11/2006	33,00	1	33,00	100,03	3,03	100,03	3,03
08/11 a 22/11/2006	117,00	2	58,50	2950,22	25,22	1475,11	12,61
23/11 a 30/11/2006	41,00	2	20,50	58,77	1,43	29,39	0,72
01/12 a 10/1/2007	300,50	9	33,39	3354,57	11,16	372,73	1,24
Soma	920,00	34	270,70	8990,36	67,31	2523,11	23,69
Média	92,00	3,40	27,07	1123,80	8,41	315,39	2,96

** amostra avariada no processo de análise.

Tabela 40 – Precipitação pluvial e perda de solo no tratamento A2 (com *Paspalum notatum*) – Repetição 02

Precipitação e perda de solo no Tratamento A2 (com <i>Paspalum notatum</i>) - Repetição 02							
Período	Precipitação (mm)	Dias chovidos	Precipitação média diária (mm/dia)	Perda de solo Seco(g)	Perda de solo (g/mm)	Perda de solo (g/dia)	Fator correlação (g/mm/dia)
01/06 a 21/7/2006	113,00	5	22,60	72,90	0,65	14,58	0,13
22/07 a 3/8/2006	49,00	4	12,25	61,94	1,26	15,49	0,32
04/08 a 24/08/2006	130,00	3	43,33	**	**	**	**
25/08 a 14/9/2006	84,50	4	21,13	35,32	0,42	8,83	0,10
15/09 a 28/9/2006	40,00	2	20,00	6,55	0,16	3,28	0,08
29/09 a 25/10/2006	12,00	2	6,00	**	**	**	**
26/10 a 7/11/2006	33,00	1	33,00	15,60	0,47	15,60	0,47
08/11 a 22/11/2006	117,00	2	58,50	18,06	0,15	9,03	0,08
23/11 a 30/11/2006	41,00	2	20,50	3,29	0,08	1,65	0,04
01/12 a 10/1/2007	300,50	9	33,39	378,53	1,26	42,06	0,14
Soma	920,00	34	270,70	592,19	2,55	80,44	1,36
Média	92,00	3,40	27,07	74,02	0,42	13,41	0,17

** amostra avariada no processo de análise.

Na Tabela 41 e na Tabela 42 são apresentados os resultados de perda de solo na repetição 03 dos tratamentos de cobertura do solo utilizados.

Tabela 41 – Precipitação pluvial e perda de solo no tratamento A1 (sem *Paspalum notatum*) – Repetição 03

Período	Precipitação (mm)	Dias chuvosos	Precipitação média diária (mm/dia)	Perda de solo Seco(g)	Perda de solo (g/mm)	Perda de solo (g/dia)	Fator correlação (g/mm/dia)
01/06 a 21/7/2006	113,00	5	22,60	**	**	**	**
22/07 a 3/8/2006	49,00	4	12,25	116,94	2,39	29,24	0,60
04/08 a 24/08/2006	130,00	3	43,33	**	**	**	**
25/08 a 14/9/2006	84,50	4	21,13	258,70	3,06	64,68	0,77
15/09 a 28/9/2006	40,00	2	20,00	161,11	4,03	80,56	2,01
29/09 a 25/10/2006	12,00	2	6,00	**	**	**	**
26/10 a 7/11/2006	33,00	1	33,00	65,96	2,00	65,96	2,00
08/11 a 22/11/2006	117,00	2	58,50	**	**	**	**
23/11 a 30/11/2006	41,00	2	20,50	35,17	0,86	17,59	0,43
01/12 1 10/1/2007	300,50	9	33,39	1214,15	4,04	134,91	0,45
Soma	920,00	34	270,70	1852,03	16,37	392,92	6,25
Média	92,00	3,40	27,07	308,67	2,73	65,49	0,89

** amostra avariada no processo de análise.

Tabela 42 – Precipitação e perda de solo no tratamento A2 (com *Paspalum notatum*) – Repetição 03

Período	Precipitação (mm)	Dias chuvosos	Precipitação média diária (mm/dia)	Perda de solo Seco(g)	Perda de solo (g/mm)	Perda de solo (g/dia)	Fator correlação (g/mm/dia)
01/06 a 21/7/2006	113,00	5	22,60	**	**	**	**
22/07 a 3/8/2006	49,00	4	12,25	**	**	**	**
04/08 a 24/08/2006	130,00	3	43,33	**	**	**	**
25/08 a 14/9/2006	84,50	4	21,13	22,29	0,26	5,57	0,07
15/09 a 28/9/2006	40,00	2	20,00	52,91	1,32	26,46	0,66
29/09 a 25/10/2006	12,00	2	6,00	**	**	**	**
26/10 a 7/11/2006	33,00	1	33,00	21,55	0,65	21,55	0,65
08/11 a 22/11/2006	117,00	2	58,50	28,72	0,25	14,36	0,12
23/11 a 30/11/2006	41,00	2	20,50	9,15	0,22	4,58	0,11
01/12 1 10/1/2007	300,50	9	33,39	96,67	0,32	10,74	0,04
Soma	920,00	34	270,70	231,30	3,03	83,26	1,65
Média	92,00	3,40	27,07	38,55	0,51	13,88	0,28

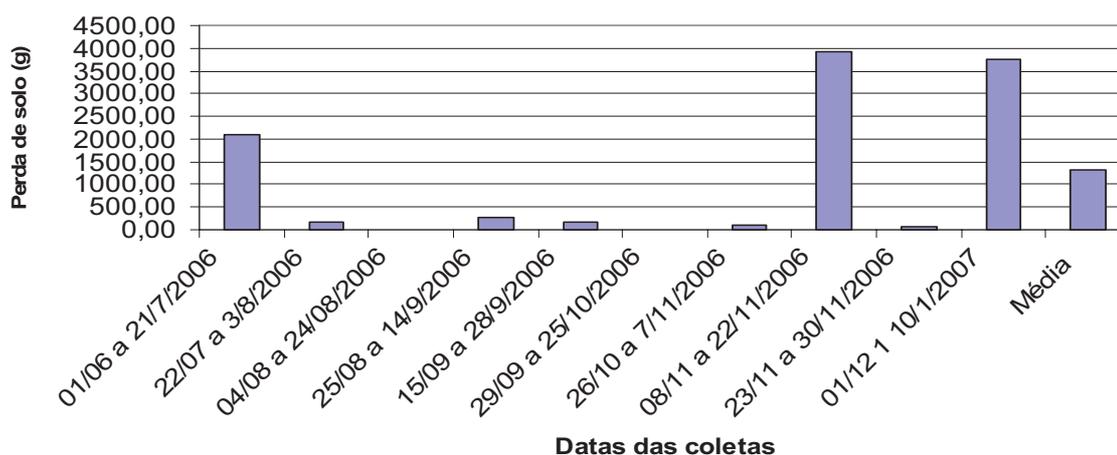
Na Tabela 43 é mostrada a precipitação ocorrida nos intervalos de tempo entre as coletas realizadas e a média de perda de solo no tratamento A1 (sem *Paspalum notatum*), ocasionado pelo escoamento superficial, nos mesmos intervalos citados. São apresentadas também algumas correlações existentes entre as precipitações ocorridas e a perda de solo. De maneira geral a perda média de solo (g/mm) está diretamente relacionada com a precipitação média diária (mm). Ou seja, quanto maior a precipitação média diária, maior é a perda de solo por unidade de precipitação (mm). Exceção ocorreu no período de 26 de outubro a 7 de novembro, quando ocorreu chuva de 33 mm em um único dia, mas a perda de solo não foi tão elevada quanto se esperava. Provavelmente esta chuva ocorreu de forma homogênea durante as vinte e quatro horas do dia em que houve precipitação. Esta correlação, quantidade de precipitação ocorrida no intervalo de um dia, poderia ser melhor representada se o intervalo de medição equivalesse a uma hora. Desta forma as chuvas torrenciais seriam melhor representadas (milímetro por hora, ao invés de milímetros por dia).

Tabela 43 – Precipitação pluvial e perda de solo no tratamento A1 (sem *Paspalum notatum*) – média

Período	Precipitação (mm)	Dias chuvosos	Precipitação média diária (mm/dia)	Perda de solo Seco(g)	Perda de solo (g/mm)	Perda de solo (g/dia)	Fator correlação (g/mm/dia)
01/06 a 21/7/2006	113,00	5	22,60	2091,32	18,51	418,26	3,70
22/07 a 3/8/2006	49,00	4	12,25	168,28	3,43	42,07	0,86
04/08 a 24/08/2006	130,00	3	43,33	**	**	**	**
25/08 a 14/9/2006	84,50	4	21,13	286,97	3,40	71,74	0,85
15/09 a 28/9/2006	40,00	2	20,00	165,23	4,13	82,61	2,07
29/09 a 25/10/2006	12,00	2	6,00	**	**	**	**
26/10 a 7/11/2006	33,00	1	33,00	92,94	2,82	92,94	2,82
08/11 a 22/11/2006	117,00	2	58,50	3938,08	33,66	1969,04	16,83
23/11 a 30/11/2006	41,00	2	20,50	75,24	1,84	37,62	0,92
01/12 a 10/1/2007	300,50	9	33,39	3771,34	12,55	419,04	1,39
Soma	920,00	34	270,70	10589,40	80,33	3133,33	29,43
Média	92,00	3,40	27,07	1323,68	10,04	391,67	3,68

** amostra avariada no processo de análise.

Na Figura 69 é apresentada a soma dos resultados de perda de solo das 3 repetições do tratamento A1 (sem *Paspalum notatum*). Observa-se que os 3 períodos de maior ocorrência de perda de solo também foram os de maior precipitação pluviométrica (Tabela 43). Comparando-se as perdas de solo no período de 8/11 a 22/11 com o período de 01/01 a 10/01 pode-se perceber o efeito das chuvas torrenciais, pois, no primeiro período citado a precipitação foi menor que a do segundo período e, mesmo assim, apresentou maior perda de solo. Este efeito se justifica pela precipitação média diária dos períodos, que no primeiro caso foi de, aproximadamente, 58 mm/dia e no segundo período o valor resultou em torno de 33 mm/dia.

Figura 69 – Perda de solo no tratamento A1 (sem *Paspalum notatum*) no período experimental

Na Tabela 44 e na Figura 70 são mostradas a precipitação ocorrida nos intervalos de tempo entre as coletas realizadas e a média de perda de solo no tratamento A2 (com *Paspalum notatum*), ocasionado pelo escoamento superficial, nos mesmos intervalos citados. Neste tratamento percebe-se que não existe o efeito das chuvas torrenciais, provavelmente,

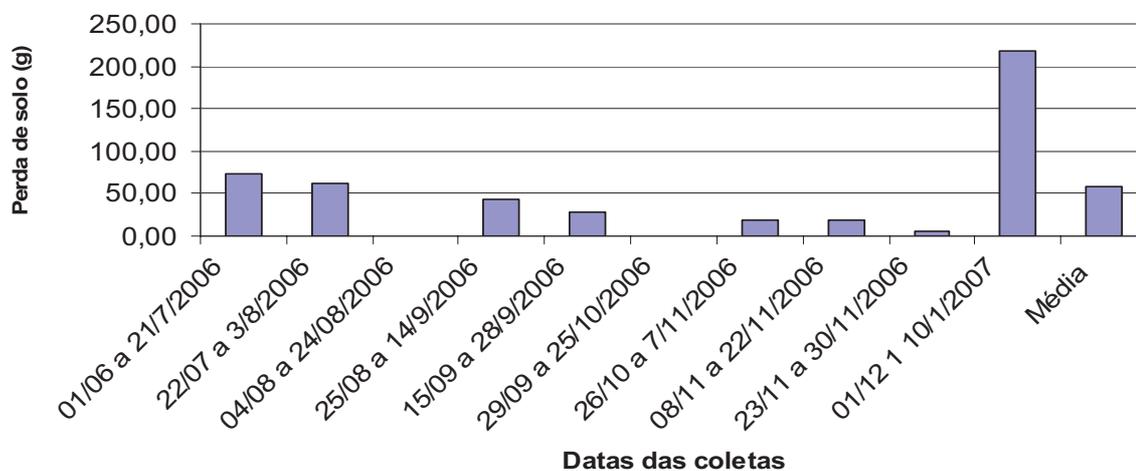
amenizado pelo efeito de cobertura de solo, ou seja, as maiores precipitações médias diárias não necessariamente representam as maiores perdas de solo (gramas por milímetro de chuva). De maneira geral, as perdas de solo (grama por milímetro) foram se reduzindo à medida que a grama foi se fixando e se estabilizando do talude, com exceção do último período avaliado.

Tabela 44 – Precipitação e perda de solo no tratamento A2 (com *Paspalum notatum*) – média

Precipitação e perda de solo no Tratamento A2 (com <i>Paspalum notatum</i>) - média das repetições							
Período	Precipitação (mm)	Dias chuvosos	Precipitação média diária (mm/dia)	Perda de solo Seco(g)	Perda de solo (g/mm)	Perda de solo (g/dia)	Fator correlação (g/mm/dia)
01/06 a 21/7/2006	113,00	5	22,60	72,90	0,65	14,58	0,13
22/07 a 3/8/2006	49,00	4	12,25	61,94	1,26	15,49	0,32
04/08 a 24/08/2006	130,00	3	43,33	**	**	**	**
25/08 a 14/9/2006	84,50	4	21,13	42,67	0,50	10,67	0,13
15/09 a 28/9/2006	40,00	2	20,00	28,98	0,72	14,49	0,36
29/09 a 25/10/2006	12,00	2	6,00	**	**	**	**
26/10 a 7/11/2006	33,00	1	33,00	19,64	0,60	19,64	0,60
08/11 a 22/11/2006	117,00	2	58,50	19,49	0,17	9,75	0,08
23/11 a 30/11/2006	41,00	2	20,50	6,17	0,15	3,08	0,08
01/12 a 10/1/2007	300,50	9	33,39	217,98	0,73	24,22	0,08
Soma	920,00	34	270,70	469,77	4,78	111,92	1,77
Média	92,00	3,40	27,07	58,72	0,60	13,99	0,22

** amostra avariada no processo de análise.

Figura 70 – Perda de solo no tratamento A2 (com *Paspalum notatum*) no período experimental



Já era esperado que no tratamento A1 (sem *Paspalum notatum*) haveria maior perda de solo comparado com o tratamento A2 (com *Paspalum notatum*). Os quantitativos dessa diferença são apresentados na Tabela 45 e na Tabela 46. Nota-se que, para o tratamento sem cobertura vegetal, a perda de solo é 23 vezes maior que a perda de solo no tratamento utilizando-se cobertura vegetal com uma espécie de gramínea (Poaceae).

Tabela 45 – Perda total de solo no tratamento A1 (sem *Paspalum notatum*) – soma das repetições

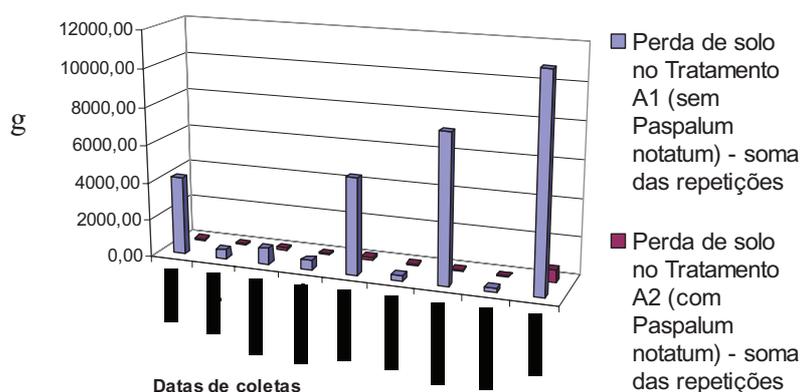
Data	perda de solo - seco (g)
21/jul	4182,63
3/ago	504,84
14/set	860,92
28/set	495,68
25/out	5132,62
7/nov	278,83
22/nov	7876,15
30/nov	225,73
10/jan	11314,03
TOTAL	30871,44

Tabela 46 – Perda total de solo no tratamento A2 (com *Paspalum notatum*) – soma das repetições

Data	perda de solo - seco (g)
21/jul	72,90
3/ago	61,94
14/set	128,01
28/set	86,93
25/out	159,37
7/nov	58,93
22/nov	58,48
30/nov	18,51
10/jan	653,94
TOTAL	1299,00

Na Figura 71 pode ser visualizada a diferença de perda de solo nos dois tratamentos durante o período de coleta dos resultados. Nota-se que as diferenças são bem significativas na maioria dos períodos avaliados.

Figura 71 – Perda total de solo nos tratamento A1 e A2 período de coleta de perda de solo – soma das repetições



O experimento de perda de solo foi realizado em talude inclinado de 45° numa superfície de 18 m² por tratamento. No tratamento A1, sem o uso de cobertura vegetal, o valor de perda de solo foi de 30.871,44 g e no tratamento A2, a perda chegou a 1.299 g (Tabela 45 e Tabela

46). Estes valores, extrapolados para hectare, chegam a, aproximadamente, 17,15 t/ha e 0,72 t/ha, respectivamente.

Normalmente, a medida de perda de solo por erosão superficial é apresentada em toneladas por hectare por ano, em função das precipitações médias ocorridas, durante 12 meses consecutivos. No caso do presente experimento, o período de coleta de perda de solo ocorreu entre os meses de junho de 2006 e janeiro de 2007. A precipitação pluvial neste período totalizou 920,5 mm, apresentando média de 115 mm, aproximadamente (Tabela 36).

Tomando-se como base a precipitação pluvial histórica regional monitorada na estação climatológica de Campos Novos – Santa Catarina (Tabela 08), no período entre os anos de 2002 e 2005, as médias mensais dos meses fevereiro a maio representam 32% de toda a precipitação anual, enquanto que os meses de junho a janeiro, representam 68 % da precipitação média anual.

Sendo assim, pode-se estimar a possível perda de solo do Experimento 02, extrapolando para o período de um ano. Os resultados desta estimativa equivalem às quantidades de 25,22 t/ha/ano para o tratamento 01 (sem cobertura) e 1,06 t/ha/ano para o tratamento 02 (com cobertura de *Paspalum notatum* nas unidades amostrais).

Paiva et al. (2003), em estudo realizado no rio Uma, no interior do estado de São Paulo, classificaram o potencial de perda de solo em área agrícola nos seguintes valores médios de perda de solo na área estudada, medidos em tonelada por hectare por ano (t/ha/ano): “muito baixo” – de zero a uma; “baixo” – de uma a cinco; “médio” – de cinco a dez; “alto” – de dez a vinte e “muito alto” – mais que vinte.

Utilizando-se como referência esta classificação, o potencial de perda de solo no tratamento 01 (sem cobertura vegetal no solo) do presente estudo pode ser considerado “muito alto”, enquanto que o potencial de perda de solo no tratamento 02 (com cobertura de *Paspalum notatum* no solo) pode ser considerado “baixo”.

O quantitativo estimado de perda de solo para os dois tratamentos pode ser classificado como “fraco”, para ambos os casos, pela interpretação do parâmetro “potencial natural de erosão”, segundo conceito de tolerância de perda de solo em solo agrícola de Valério Filho (1994) apud Silva et al. (2003).

Carvalho (1994) apud Silva et al. (2003) elaboraram classificação quanto à perda de solo em áreas agrícolas, denominada “expectativa de perda de solo”. Nesta classificação, a perda de solo estimada para o tratamento 01 (sem cobertura) é interpretada como “média”, enquanto

que a perda de solo estimada para o tratamento 02 (com cobertura de *Paspalum notatum* nas unidades amostrais) é interpretada como “nula a pequena”.

Outra referência interessante a ser observada quanto à perda de solo é associada ao uso agrícola no estado de São Paulo, cujos quantitativos médios de perda de solo anual (t/ha/ano) estimado em diferentes culturas e uso do solo são, respectivamente: culturas anuais, entre 12 e 38 t; culturas temporárias, entre 12 e 42 t; culturas permanentes, em torno de 1 t; pastagens, em torno de 0,5 t; reflorestamento, em torno de 1 t e áreas críticas como estradas e áreas periurbanas, em torno de 175 t/ha/ano (BELLINAZZI Jr. et al., 1981 apud SILVA et al., 2003).

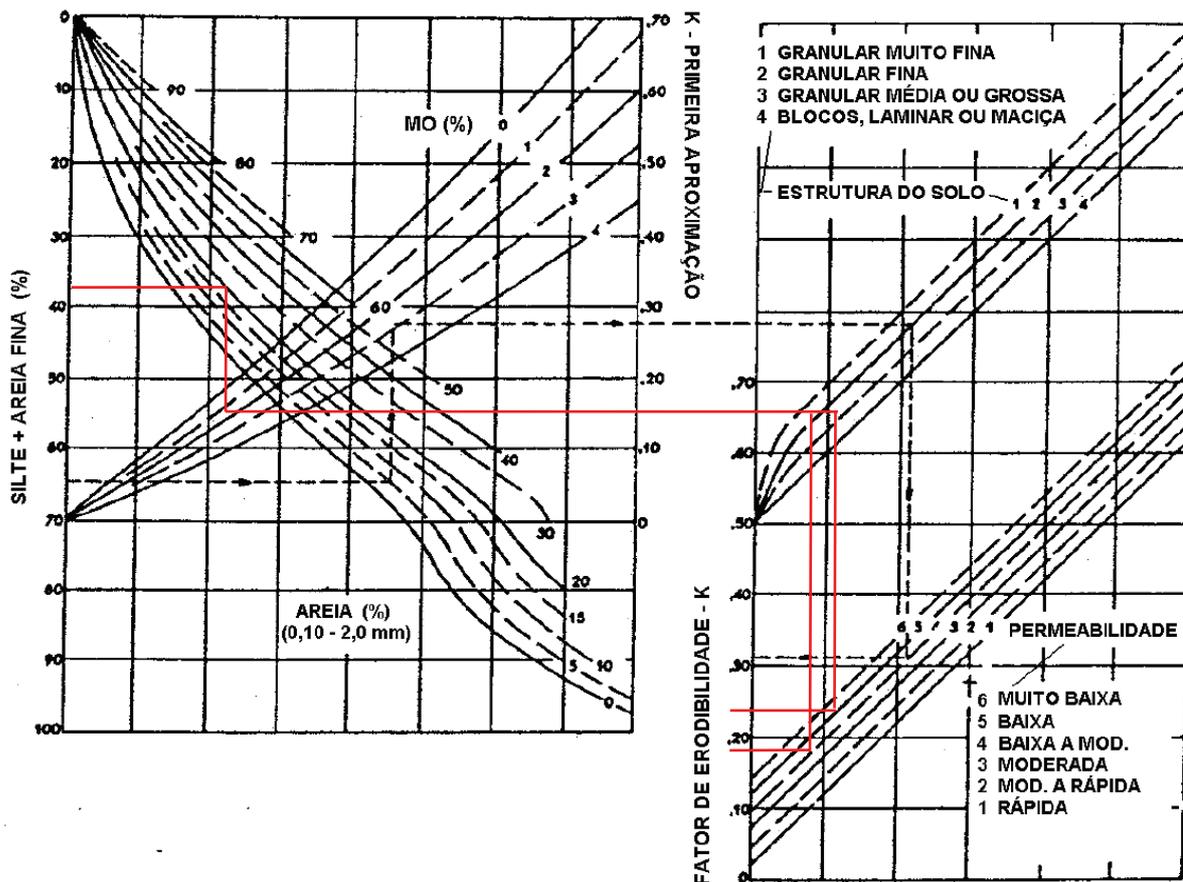
4.3.4 Erodibilidade do solo

A partir dos ensaios de solo realizados em laboratório, foi determinada a taxa de erodibilidade do solo, das duas áreas dos experimentos.

O solo do Experimento 02, foi classificado, segundo a taxa ou fator de erodibilidade, a partir do Nomograma de Wischmeier et al. (1971), conforme pode ser visualizado na Figura 72. Utilizaram-se os seguintes parâmetros médios para se chegar à taxa de erodibilidade: teor de silte = 20,1%; teor de areia fina = 16,0%; teor de silte mais areia fina = 36,1%; teor de areia média = 7,7%; teor de areia fina mais areia média = 23,7%; teor de matéria orgânica = 0,82%; estrutura granular do solo = entre fina e muito fina e permeabilidade = situada entre baixa e muito baixa.

Por meio deste método, a taxa de erodibilidade (K), apresentou valores entre 0,20 a 0,26.

O intervalo do fator ou taxa de erodibilidade obtido, é muito comum, segundo Bastos (2005), de ser estimado nas seguintes classes de solo: podzólicos argilosos e latossolo vermelho-amarelo textura argilosa. Esta taxa de erodibilidade também pode ser encontrada nos latossolos de textura média, nos latossolos roxos e nas terras roxas estruturadas (Figura 73).



Fonte: Vilar e Prandi (1993) apud Bastos (1999)

Figura 73 – Classes de solo e seus fatores K médios de erodibilidade

classes de solo	fator K
Cambissolos	
Solos Litólicos	0,43 a 0,54
Podzólicos de textura arenosa/média abruptos	
Areias Quartzosas	
Podzólicos não abruptos	0,32 a 0,43
Podzólicos de textura média/argilosa	
Podzólicos argilosos	0,21 a 0,32
Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa	
Latossolos textura média	
Latossolo Roxo	0,10 a 0,21
Terra Roxa Estruturada	
Solos Gleis	
Solos Orgânicos	0 a 0,10
Planossolos	

Fonte: Bastos (2005)

A maioria dos fatores da Equação Universal de Perda de Solo (USLE ou EUPS) nos tratamentos Experimento 02, incluindo-se a taxa de erodibilidade, não variam. O único fator que varia é o fator de cobertura do solo (C).

Levando-se em consideração os resultados estimados de 25,22t/ha/ano em solo exposto e 1,06t/ha/ano para solo coberto com *Paspalum notatum*, a razão entre este valor e o anterior é de 0,042, sendo assim, podemos afirmar que o fator de cobertura para solos cobertos com esta espécie é de 0,04. Comparando-se este valor com valores usualmente utilizados (Tabela 47) podemos dizer que o fator de cobertura para *Paspalum notatum* é similar aos valores de cobertura de pastagens degradadas e de culturas de cana-de-açúcar.

Tabela 47 – Valores do fator C para diferentes coberturas vegetais

Cobertura Vegetal	Valor do Fator C
Floresta	0,0001
Capoeira	0,0001
Cultura de eucalipto	0,0001
Gramado de futebol	0,0080
Pastagem	0,0080
Pastagem degradada	0,0300
Cultura de cana-de-açúcar	0,0500
Pomar abandonado	0,0500
Cultura do milho/pousio	0,1104
Cultura do sorgo/pousio	0,1104
Cultura do tomate/pousio	0,1152
Cultura de café	0,1350
Pomar de citrus adulto	0,1350
Cultura do Algodão/pousio	0,4337
Cultura de feijão/pousio	0,5054
Solo exposto	1,0000

Fonte: Adaptado de Donzelli et al. (1992); De Maria et al. (1994) e Nascimento (1994)

5 CONCLUSÃO

A utilização da curva espécie/área para a determinação da suficiência amostral da vegetação da área do entorno se mostrou satisfatória, conforme indicam trabalhos similares de estudos florísticos relatados na revisão bibliográfica deste trabalho. Ressalta-se que nas coberturas compostas por vegetação secundária, em estágio inicial de regeneração, este método, tende a ser mais representativo.

A família Asteraceae é a mais importante entre as famílias encontradas na vegetação do entorno, composta por 15 espécies, enquanto que a segunda família em número de espécies (Myrtaceae) apresentou apenas cinco espécies.

As espécies da família Asteraceae são de grande importância para a escolha de espécies a serem utilizadas na recuperação de áreas degradadas. Dentre elas destacam-se: *Vernonia Polyanthes* Less., *Baccharis latifolia* (Ruiz e Pav.) Pers., *Baccharis dracunculifolia* DC., *Baccharis trimera* (Less) DC., *Senecio brasiliensis* Less., *Xanthium strumarium* L., *Bidens pilosa* L., *Conyza bonariensis* (L.) Cronq. e *Baccharis articulata* (Lam.) Pers.

Algumas espécies de outras famílias também apresentaram Índice de Valor de Importância elevada, como *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn., *Lantana camara* L., *Eryngium horridum* Malme. e *Schinus terebinthifolius* Raddi., no entanto, seria importante a realização de estudos mais aprimorados, no que diz respeito às características das espécies, principalmente, quanto à sua condição alelopática em relação às outras plantas.

Apesar dos testes germinativos apresentarem viabilidade em apenas trinta e seis por cento das sementes, a semeadura desta espécie se viabiliza, pois a mesma produz sementes em abundância e, também, por ser um método pouco oneroso.

Nos primeiros sete meses de observação da regeneração natural da vegetação, constatou-se que a espécie *Baccharis dracunculifolia* tende a reduzir a quantidade dos indivíduos e espécies regenerados, quando é aumentada a sua densidade de plantio, enquanto que a

espécies *Schinus terebinthifolius* não interfere na quantidade de indivíduos e espécies regenerados nas parcelas em nenhuma das duas densidades avaliadas. Isto pode ser um indicativo da ocorrência do efeito alelopático da espécie *Baccharis dracunculifolia* influenciando no desenvolvimento e distribuição das plantas nas parcelas.

Quanto à utilização da espécie *Schinus terebinthifolius*, percebe-se a tendência de elevação do número de famílias regeneradas, quando aumentada a densidade de plantio.

A família que mais apresentou indivíduos amostrados nas parcelas foi a família Asteracea, representada por quatorze espécies e totalizando, aproximadamente, cinquenta e cinco por cento dos indivíduos amostrados,

As dez principais espécies, entre as vinte e sete encontradas na regeneração natural da vegetação, ordenadas pelos valores do Índice de Valor de Importância são: *Conyza bonariensis* (L.) Cronq., *Euphorbia pilulifera* L., *Senecio brasiliensis* Less., *Polygonum punctatum* Elliot., *Paspalum notatum* Flüggé., *Mitracarpus hirtus* (L.) DC., *Vernonia polyanthes* Less., *Baccharis dracunculifolia* DC., *Acanthospermum australe* (Loefl.) O. Kuntze e *Xanthium strumarium* L. Destas espécies, seis delas fazem parte da família Asteraceae (compostas) e as outras quatro pertencem às famílias Euphorbiaceae, Polygonaceae, Poaceae (gramíneas) e Rubiaceae, respectivamente.

A espécie *Paspalum notatum*, utilizada como cobertura de solo degradado, reduz a perda de solo, em área de empréstimo de solo, mesmo que haja dificuldade operacional de fixação das leivas nos taludes e conseqüentemente de sobrevivência das mudas às intempéries.

Os valores de perda de solo, extrapolados para hectare, chegam a, aproximadamente, 17,15t/ha e 0,72t/ha, respectivamente em 7 meses de coleta de solo erodido.

Sendo assim, pode-se estimar a possível perda de solo do Experimento 02, extrapolando para o período de um ano. Os resultados desta estimativa equivalem às quantidades de vinte e cinco toneladas e duzentos e vinte quilogramas por hectare por ano (25,22t/ha/ano) para o tratamento 01 (sem cobertura) e uma tonelada e sessenta quilogramas por hectare por ano (1,06t/ha/ano) para o tratamento 02 (com cobertura de *Paspalum notatum* nas unidades amostrais).

O solo das áreas experimentais apresentou taxa ou fator de erodibilidade (K) entre 0,20 a 0,26.

O fator de cobertura (C) encontrado para a espécie *Paspalum notatum*, utilizada como cobertura vegetal é de 0,04.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB’SÁBER, A. N. O Suporte Geocológico das Florestas Beiradeiras (Ciliares). In: RODRIGUES, R. R. et al. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 2ª Edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, p. 15-25, 2001.

AMBIENTEBRASIL. **Recuperação de Áreas Degradadas**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./gestao/index.htmleconteudo=./gestao/areas>> Acesso em: 26 jan. 2006.

_____. **Formações Florestais**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./natural/index.htmleconteudo=./natural/fitoeco>> Acesso em: 14 mar. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e Documentação: Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002a.

_____. **NBR 6029**: Apresentação de Livros e Folhetos. Rio de Janeiro, 1993.

_____. **NBR 6457**: Amostras de Solo – Preparação para Ensaio de Compactação e Ensaio de Caracterização. Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 6459**: Solo – Determinação do Limite de Liquidez. Rio de Janeiro, 1984a.

_____. **NBR 6502**: Rochas e Solos – Terminologia. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 7180**: Solo – Determinação do Limite de Plasticidade. Rio de Janeiro, 1984b.

_____. **NBR 7181**: Solo – Análise Granulométrica. Rio de Janeiro, 1984c.

_____. **NBR 10520**: Apresentação de Citações em Documentos. Rio de Janeiro, 2002b.

_____. **NBR 12256**: Apresentação de Originais. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 14724**: Informação e Documentação – Trabalhos Acadêmicos – Apresentação. Rio de Janeiro, 2001.

BARBOSA, L. M. Considerações Gerais e Modelos de Recuperação de Formações Ciliares. In: RODRIGUES, R. R. et al. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 2ª Edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, p. 289-312, 2001.

BARROSO, G. M. e BUENO, O. L. Compostas – 5ª Subtribo - Baccharinae. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: MMA/PNF. 304p.2002.

BASTOS, C. A. B. **Classes de Solo e seus Fatores K Médios de Erodibilidade – Aula de Erosão, Aspectos Geotécnicos e Ambientais, Mestrado em Engenharia**. Passo fundo: DMC-FURG. 2005.

_____. **Estudo Geotécnico Sobre a Erodibilidade de Solos Residuais não Saturados**. Tese de Doutorado. Porto Alegre: UFRGS. 256p. 1999.

BASTOS, C. A. B.; GEHLING, W.; MILITITSKY, J. Methodological Proposal of Geotechnical Approach to the Study of Erodability of Residual Soils. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA, 12. **Anais**. São Paulo: ABMS, 2002.

BASTOS, C. A. B.; MILITITSKY, J.; GEHLING, W. **A Avaliação da Erodibilidade dos Solos sob o Enfoque Geotécnico – Pesquisas e Tendências. Teoria e Prática na Engenharia Civil**, Porto Alegre, n. 1, p. 17-25, nov. 2000.

BERTOL, I.; LEITE, D.; GUADAGNIN, J. C.; RITTER, S. R. Erosão Hídrica em um Nitossolo Háplico Submetido a Diferentes Sistemas de Manejo sob Chuva Simulada – Perdas de Nutrientes e Carbono Orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1045-1054, dez. 2004.

BLANCO-GARCIA, A.; LINDIG-CISNEROS, R. Incorporating Restoration in Sustainable Forestry Management: Using Pine-bark Mulch to Improve Native Species Establishment on Tephra Deposits. **Restoration Ecology**, v.13, n.4, p. 703-710, 2005.

BOCHET, E.; GARCIA-FAYOS, P. Factors Controlling Vegetation Establishment and Water Erosion on Motorway Slopes in Valencia, Spain. **Restoration Ecology**, v.12, n.2, p. 166-174, 2004.

BOLIGON, A. A.; LONGHI, S. J.; MURARI, A. B. e HACK, C. Aspectos Fitossociológicos de um Fragmento da Floresta Natural de *Astronium Balansae* Engl., no Município de Bossoroca/RS. **Ciência Rural**. Santa Maria: UFSM, v35, n. 5, p. 1075-1082, set-out. 2005.

BÖNISCH, S.; LOPES ASSAD, M. L.; CÂMARA, G.; MONTEIRO A. M. V. Representações e Propagação de Incertezas em Dados de Solos – Atributos Categóricos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 21-32, jan./fev. 2004.

BRASIL. Lei número 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

_____. **Mapa Rodoviário de Santa Catarina – Ministério dos Transportes**. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br>> Acesso em: 24 mai. 2007.

CABRERA, A. L. e KLEIN, R. M. Compostas – 3ª Tribo - Vernoniae. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: CNPq/IBDF/HBR. 186p.1980.

CARDOSO, D. P. et al. Hydric erosion assessment by alteration on soil surface in forest systems. **Scientia Forestalis**, IPEF, Lavras, n. 66, p. 25-37, dez. 2004.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. EMBRAPA-CNPf, Colombo. 675p. 1994.

_____. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. EMBRAPA-CNPf, Colombo. p. 159-168, 2003.

CLIMERH. **Precipitações no Estado de Santa Catarina**. Disponível em: <<http://www.climerh.rct-sc.br>> Acesso em: 06 mar. 2007.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução Número 04, de 04 de maio de 1994**. CONAMA, Brasília. 1994a.

_____. **Resolução Número 33, de 07 de dezembro de 1994**. CONAMA, Brasília. 1994b.

CONFAGRI. **Características dos Solos**. Disponível em: <<http://www.confagri.pt/Ambiente/AreasTematicas/Solo>> Acesso em: 07 jul. 2005.

CORRÊA, A. **Controle das Voçorocas**. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/search/planets/coluna20/coluna20.html>> Acesso em: 07 jul. 2005.

DE MARIA, I. C. et al. Fator da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS) para a cultura da cana-de-açúcar. **X Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água**. Resumos. Florianópolis, SC. 1994.

DIEHL, A. A. e TATIM, D. C. **Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas – Métodos e Técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

DONZELLI, P. L. et al. Técnicas de Sensoriamento Remoto Aplicadas ao Diagnóstico Básico para Planejamento e Monitoramento de Microbacias Hidrográficas. In: LOMBARDI NETO, F.; CAMARGO, A.O. **Microbacia do Córrego São Joaquim (Município de Pirassununga, SP)**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1992. 138 p.

DURIGAN, G. Bases e Diretrizes para a Restauração da Vegetação do Cerrado. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. 1ª Edição. Botucatu: FEPAF, p.185-204, 2003.

EHRENFELD, J.G. Defining the limits of restoration: the need for realistic goals. **Restoration Ecology**, v.8, n.1, p. 2-9, 2000.

ENCICLOPÉDIA ELETRÔNICA. **Glossário**. Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org>> Acesso em: 31 out. 2006.

ENGEL, V. L. e PARROTA, J. A. An evaluation of direct seeding for reforestation of degraded land in central São Paulo state, Brazil. **Forest Ecology and Management**. Elsevier Science B. V., Livingston - USA, v. 152, n. 1-3, p. 169-181, out. 2001

_____. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. 1ª Edição. Botucatu: FEPAF, p. 01-26, 2003.

ENGEVIX. **Estudo de Impacto Ambiental – UHE Barra Grande**. Florianópolis: Engevix. v. I e II, 1998.

FAT. **Flora do Cerrado do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.bdt.fat.org.br/>> Acesso em: 24 mai. 2005.

FLORIDATA. **Imagens de *Schinus terebinthifolius***. Disponível em: <<http://www.floridata.com/ref/S/images/>> Acesso em: 08 jan. 2006.

GISLER, C. V. T. **O Uso da Serrapilheira na Recomposição da Cobertura Vegetal em Áreas Mineradas de Bauxita, Poços de Caldas, MG**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, USP. São Paulo, 147p, 1995.

GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 8. USP/ESALQ. Piracicaba, p. 19-44. 1978.

GOMIDE, L. R. et al. Uma Nova Abordagem para Definição da Suficiência Amostral em Fragmentos Florestais Nativos. **Cerne**, Lavras, v.11, n.4, p.376-388, 2005.

GONÇALVES, J.L.M.; NOGUEIRA Jr., L.R.; DUCATTI, F. Recuperação de solos degradados. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. 1ª Edição. Botucatu: FEPAF, p. 111-163, 2003.

HEAD, K. H. **Manual of Soil Laboratory Testing. Vol. 1: soil classification and compaction tests**. Pentech Press. London: p. 50-216, 1980.

HOLANDA, Aurélio Buarque de. **Dicionário Aurélio Eletrônico Século XXI**. Versão 3.0. Lexikon Informática Ltda. Ed. Nova Fronteira. Rio de Janeiro, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Dicionário Geológico Geomorfológico**. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/>> Acesso em: 14 mar. 2006.

_____. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: IBGE, 332p. 2004.

_____. **Mapa de Solos do Brasil**. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/solos/>> Acesso em: 06 mar. 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - INMETRO. **Sistema Internacional de Unidades - SI**. 8. ed. Rio de Janeiro: INMETRO, 116p. 2003.

JEFFERSON, L. V. Implications of Plant Density on the Resulting Community Structure of Mine Site Land. **Restoration Ecology**, v.12, n.3, p. 429-438, 2004.

JOLY, C. A.; SPIGOLON, J. R.; LIEBERG, S. A.; DE SALIS, S. M.; AIDAR, M. P. M.; METZGER, J. P. W.; ZICKEL, C. S.; LOBO, P. C.; SHIMABUKURO, M. T.; MARQUES, M. C. M. e SALINO, A. Projeto Jacaré-Pepira – O Desenvolvimento de um Modelo de Recomposição da Mata Ciliar com Base na Florística Regional. In: RODRIGUES, R. R. et al. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 2ª Edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, p. 271-287, 2001.

KAGEYAMA, P. e GANDARA, F. B. Recuperação de Áreas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R. et al. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 2ª Edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, p. 249-269, 2001.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. e OLIVEIRA, R. E. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. 1ª Edição. Botucatu: FEPAF, p. 27-48, 2003.

KISSMANN, K. G. e GOTH, D. **Plantas Infestantes e Nocivas**. BASF, São Paulo. TOMO I. 2ª. Ed. 824p. 1997.

_____. **Plantas Infestantes e Nocivas**. BASF, São Paulo. TOMO II. 2ª. Ed. 978p. 1999.

_____. **Plantas Infestantes e Nocivas**. BASF, São Paulo. TOMO III. 2ª. Ed. 722p. 2000.

LARA, J. F. R., MACEDO, J. F. e BRANDÃO, M. Plantas Daninhas em Pastagens de Várzeas no Estado de Minas Gerais. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.21, n.1, p.11-20, 2003.

LARIOS, M. B. **Erosão dos solos brasileiros**. Disponível em: <http://www.drenagem.ufjf.br/06erosao_01_Solos.htm> Acesso em: 03 jul. 2005.

LIMA, W. de P e ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R. et al. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 2ª Edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, p. 33-44, 2001.

IAC. **Herbário do IAC**. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/>> Acesso em: 24 mai. 2005.

LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil – terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. 2. ed. Instituto Plantarum. Nova Odessa, 440 p. 1991.

_____. **Árvores Brasileiras**. Vol 1. 4. ed. Instituto Plantarum. Nova Odessa, p. 17-28, 2002.

MARQUIORI, J. N. e DURLO, M. A. **Tópicos de Fitogeografia Florestal: História do Reino Vegetal, Elementos de Paleoflorística e Reinos Florísticos**. UFSM, CEPEF/FATEC. Santa Maria, 37p. 1992.

METZGER, J. P. Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. 1ª Edição. Botucatu: FEPAF, p. 51-71, 2003.

MURPHY, S. D. Concurrent Management of an Exotic Species and Initial Restoration Efforts in Forests. **Restoration Ecology**, v.13, n.4, p. 584-595, 2005.

MÜLLER, M. E.; CORNELSEN, J. M. **Normas e Padrões para Teses, Dissertações e Monografias**. 3. ed. atual. e ampl. Londrina: Ed. UEL, 126 p. 2001.

NASCIMENTO, P.C. **Razão de Perdas de Solo Sob Cultivo de Três Leguminosas**. Dissertação de Mestrado, ESALQ, Piracicaba, 1994. 59p.

NETTO, S. P. e BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Editado pelos autores, 248p. 2003.

OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P. K.; CAMARGO, M.N. **Classes Gerais de Solos do Brasil – Guia Auxiliar para seu Reconhecimento**. 2^a. Ed. Jaboticabal: FUNEP, 201 p. 1992.

PAIVA, C.F.E.; OLIVEIRA, V.S.; VENDRAME, I.F.; AULICINO, L.C.M. Estimativa das Perdas de Solo por Erosão Hídrica na Bacia do rio Uma Taubaté – SP com o Emprego de Sensoriamento Remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais**. Belo Horizonte: SBSR, 2003.

PARROTA, J. A. e KNOWLES, O. H. Restoration of Tropical Moist Forest on Bauxite-Mined Lands in the Brazilian Amazon. **Restoration Ecology**, v.7, n.2, p. 103-116, 1999.

PENSIERO, J.; MUÑOZ, J. D. e MARTINES, V. **Proyectos de Investigación Aplicada a los Recursos Forestales Nativos (PIARFON)**. Santa Fé: Universidad Nacional del Litoral, 45 p. 2003.

PIMENTA, M. T. **Diretrizes para a aplicação da equação universal de perda de solos em SIG**. Disponível em: <http://snirh.inag.pt/snirh/estudos_proj> Acesso em: 07 jul. 2005.

PINTO, Carlos de Sousa. **Curso Básico de Mecânica dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos. 2000.

PONCE ALVARES, M. T.; PIMENTA, M. T. **Erosão hídrica e transporte sólido em pequenas bacias hidrográficas**. Disponível em: <http://snirh.inag.pt/snirh/estudos_proj> Acesso em: 07 jul. 2005.

RAUBER, J. et al. **Apresentação de trabalhos científicos: normas e orientações práticas**. Passo Fundo: UPF Editora, 2003.

REIS, A. **Avaliação da Recuperação de Taludes e Áreas de Empréstimo na UHE Ita, Através da Sucessão e Dispersão de Sementes**. Florianópolis: UFSC, 24 p. 2001.

REIS, A.; BECHARA, F, C.; ESPÍNDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. Restauração de Áreas Degradadas: a Nucleação como Base para Incrementar os Processos Sucessionais. **Natureza e Conservação**, v.1, n.1, p. 28-36, 2003.

REIS, A. e KAGEYAMA, P. Y. Restauração de Áreas Degradadas Utilizando Interações Interspecíficas. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. 1^a Edição. Botucatu: FEPAF, p. 91-110, 2003.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Herbário Barbosa Rodrigues, Porto Alegre. 525 p. 1988.

RIO GRANDE DO SUL. **Manual de Conservação do Solo**. 3. ed. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1985.

RODRIGUES, R. R. A sucessão florestal. In: MORELLATO, P. C., LEITÃO FILHO, H. F. (Orgs.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra**. Campinas: UNICAMP, 1995. p. 30-36. 136 p.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R. et al. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 2ª Edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, p. 235-247, 2001.

RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Heterogeneidade Florística das Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R. et al. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 2ª Edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, p. 45-71, 2001.

RONDON NETO, R. M et al. Estrutura e composição florística da comunidade arbustivo-arbórea de uma clareira de origem antrópica, em uma Floresta Estacional Semidecídua Montana, Lavras-MG, Brasil. **Cerne**, Lavras, v.6, n.2, p.79-94, 2000.

RUIZ-JAEN, M. C.; AIDE, M. Restoration Success: How is it Being Measured? **Restoration Ecology**, v.13, n.3, p. 569-577, 2005.

SCHULTZ, Alarich Rudolf Holger. **Introdução à Botânica Sistemática**. Vol. 2. 5.ed. rev. Editora da Universidade, UFRGS. Porto Alegre. 414p. 1985.

SILVA, A. M. da; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. São Carlos: RiMa, 2003.

SILVA, G. R.; REIS, A. Recuperação da resiliência ambiental em áreas degradadas: a relevância do hábito, floração e frutificação no processo. **Revista Saúde e Ambiente**, Joinville, v. 1, n. 1, p. 68-72, nov. 2000.

SILVA, W. R. A importância das interações planta-animal nos processos de restauração. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. 1ª Edição. Botucatu: FEPAF, p. 77-90, 2003.

SOUZA, C. K.; MARQUES JÚNIOR, J.; MARTINS FILHO, M. V. e PEREIRA, G. T. Influence of the relief and erosion in the space variability of an oxissol in Jaboticabal, state of São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1067-1074, nov./dez. 2003.

SOUZA, J. A. **Avaliação das Estratégias de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração de Bauxita em Poços de Caldas (MG)**. Lavras: UFLA, 1997.

TEDESCO, J. M. **Análise de Solo, Plantas e Outros Materiais**. 2ª Edição Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre: Departamento de Solos – Faculdade de Agronomia – UFRGS, 174 p. 1995.

TOMÉ JÚNIOR, J. B. **Manual para a interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, p. 15-40. 1997.

UNIVALI. **Erosão**. Disponível em: <<http://www.cttmar.univali.br/>> Acesso em: 07 jul. 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR. **Normas para Apresentação de Documentos Científicos – Referências – Sistema de Bibliotecas**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba: Ed. da UFPR, 2000.

VACCARO, S.; LONGHI, S. L. e BRENA, D. Aspectos da Composição Florística e Categorias Sucessionais e o Estrato Arbóreo e três *Subseres* de uma Floresta Estacional Decidual, no Município de Santa Tereza – RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.1, p. 1-18. 1999.

VALENTE, A. L. S. et al. Estimativa da suscetibilidade potencial à erosão laminar devido a fatores naturais: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Porto Alegre (RS). **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, Porto Alegre: UFRGS, n. 2, p. 85-92, maio 2001.

VARGAS, M. **Introdução à Mecânica dos Solos**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, Ed. Da Universidade de São Paulo, p. 75-91. 1978.

YE, Z. H.; WONG, W. C.; WONG, M. H.; BAKER, J. M.; SHU, W. S.; LAN, C. Y. Revegetation of Pb/Zn Mine Tailing, Guangdong Province, China. **Restoration Ecology**, v.8, n.1, p. 87-93, 2000.

WILLIAMS, D. J.; STOLBERG, D. J.; SOOLE, P.; POPORAT, G. Monitoring erosion off unvegetated mine tailings facilities and natural slopes using high-resolution, digital stereo-photogrammetry. In: de MELLO e ALMEIDA. **Environmental Geotechnics: 4º ICEG**. Lisse: Swets e Zeitlinger, p. 291-295. 2000.

ZAHAWI, R. A. Establishment and Growth of Living Fence Species: An Overlooked Tool for the Restoration of Degraded Areas in the Tropics. **Restoration Ecology**, v.13, n.1, p. 92-102, 2005.

ZANINI, L.; GANADE, G. Restoration of Araucaria Forest: The Role of Perches, Pioneer Vegetation, and Soil Fertility. **Restoration Ecology**, v.13, n.3, p. 507-514, 2005.

ZIMBACK, C. R. L. **Classificação de Solos**. Disponível em: < www.fca.unesp.br/intranet/arquivos/Apost.Classif-solos.pdf > Acesso em: 06 mar. 2007.

APÊNDICE A – GLOSSÁRIO

Alelopatia – Processo que envolve metabólitos secundários produzidos por plantas, algas, bactérias e fungos que influenciam o crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos. As plantas produzem produtos do metabolismo secundário, os quais são posteriormente liberados para o ambiente. Tais compostos poderão afetar o crescimento, prejudicar o desenvolvimento normal e até mesmo inibir a germinação de outras espécies. Substâncias alelopáticas podem ser liberadas das plantas através da lixiviação dos tecidos da parte aérea e das raízes, pela volatilização de compostos aromáticos das folhas, flores, caules e raízes sendo absorvidos por outras plantas, pela exudação pelas raízes, onde um grande número de compostos alelopáticos é liberado na rizosfera circundante, influenciando direta ou indiretamente nas interações planta/planta.

Alóctone – Que não é originária do local onde habita. Opõe-se a autóctone.

Alogamia – Fecundação de uma flor pelo pólen de outra; fecundação cruzada. Opõe-se a autogamia.

Aquênio – Tipo de fruto minuto, seco, indeiscente, provido de uma só semente, a qual se acha inteiramente livre no interior do pericarpo fino, e que é característico da família das compostas ou asteráceas (dália, margarida, etc.), embora apareça irregularmente em muitas outras famílias.

Arrastamento – Movimentação de partículas grosseiras no escoamento de água superficial deslizando sem afastar-se do chão.

Autóctone – Que é oriundo de terra onde se encontra, sem resultar de imigração ou importação. Nativo.

Auto-regeneração – Processo de proliferação de uma espécie vegetal em uma determinada área, que, pela sua constância e rapidez, dificulta a inserção e o desenvolvimento de outra espécie.

Biota – O conjunto dos seres animais e vegetais de um hábitat.

Cadeia trófica – relativo à cadeia alimentar.

Capítulo – (a) Inflorescência cujas flores de tamanhos bem pequenos são arranjadas na forma de uma bola ou cabeça como nas plantas da família das Compostas. (b) Tipo de

inflorescência constituído por pequenas flores sésseis inseridas sobre um receptáculo único, característico da família das compostas; antódio, calátide.

Colóide – Sistema físico-químico que contém duas fases, uma das quais, a fase dispersa, está extremamente subdividida e imersa na outra, a fase dispersora. As partículas da fase dispersa (micelas) podem ter dimensões que variam, aproximadamente, entre 5×10^{-5} cm e 10^{-7} cm. A fase dispersora geralmente é líquida.

Defloculante – Agente separador de partículas que estão agrupadas em flocos ou grumos.

Densidade populacional – A densidade populacional das espécies arbóreas da mata atlântica é dividida em três grupos: Comum – mais de 10 indivíduos adultos por hectare; Intermediário – entre 10 a 1 indivíduo adulto por hectare; Raro – menos de 1 indivíduo adulto por hectare.

Dispersante – Agente dispersor, que faz ir para diferentes partes, que espalha ou que dissipa.

Dispersão zoocórica – Dispersão de sementes de plantas por meio de animais frugívoros (que se alimenta de frutos). Muitos frutos e sementes aderem ao pêlo dos animais e são carregados por eles para longe; outros, ingeridos, são assim transportados.

Ecossistema – Conjunto dos relacionamentos mútuos entre determinado meio ambiente e a flora, a fauna e os microrganismos que nele habitam, e que incluem os fatores de equilíbrio geológico, atmosférico, meteorológico e biológico; biogeocenose.

Espécies climácicas ou presentes no estágio clímax – Espécies presentes na fase de estabilidade de uma associação ou comunidade biológica de acordo com condições ambientais estáveis.

Estabilidade – Capacidade de todas as variáveis de um sistema retornarem ao equilíbrio inicial após a ocorrência de um distúrbio.

Fitofisionomia – Flora típica de uma região.

Fitossociologia – Parte da botânica que trata das comunidades vegetais no concernente à origem, estrutura, classificação e relações com o meio.

Floresta Estacional Decidual – Floresta tropical caducifólia. Este tipo de vegetação é caracterizado por duas estações climáticas bem demarcadas, uma chuvosa seguida de longo período biologicamente seco. Ocorre na forma de disjunções florestais, apresentando o estrato dominante predominantemente caducifólio, com mais de 50% dos indivíduos despidos de folhagem no período desfavorável.

Floresta Ombrófila Mista – Floresta com araucárias. Esta floresta, também conhecida como mata de araucária ou pinheiral, é um tipo de vegetação do planalto meridional, onde ocorria com maior frequência. A composição florística desta vegetação, dominada por gêneros primitivos como *Drymis*, *Araucaria* e *Podocarpus*, sugere, pela altitude e latitude do planalto meridional, uma ocupação recente a partir de refúgios alto montanos.

Fluxo de genes – Disseminação das unidades hereditárias ou genéticas, que determinam as características de um indivíduo por meio de reprodução sexuada ou assexuada e cujos descendentes (animais ou vegetais) se proliferam e ocupam novos habitats.

Folha linear – Folha lanceolada, muito estreita, com bordos paralelos.

Frugívoros – Animais que se alimentam de frutos.

Glabra – Que não tem pelos. Lisa.

Grupos sucessionais ou estágios sucessionais (sucessão secundária) – espécies pioneiras, espécies secundárias iniciais, espécies secundárias tardias e espécies climáticas.

Hábitat – Total de características ecológicas do lugar específico habitado por um organismo ou população.

Háplico – Termo usado na classificação de solos é usado sempre no 2o nível categórico e significa - "o mais simples".

Ilhas de diversidade – São áreas pequenas, com diferentes densidades populacionais e diversidade de espécies arbóreas, que podem ser usadas no processo de restauração de florestas nativas.

Índice SMP – O Índice SMP (ISMP) ou pH-SMP é um método que se baseia no poder tampão do solo, para, a partir daí, calcular a quantidade de calcário a ser aplicada ao solo para que esse alcance a faixa ideal de cultivo. As iniciais que identificam o método se referem aos criadores do método: Shoemaker, Mac Lean e Pratt (SMP). O pH é mensurado a partir de uma solução preparada pela mistura de substâncias como cloreto de cálcio, acetado de cálcio, cromato de Potássio, para-nitrofenol, entre outros e acrescida ao solo fino seco ao ar.

Lígula – Projeção membranosa ou semelhante a pelos, da junção entre a bainha e lâmina foliar das gramíneas.

Mastofauna – Fauna composta pelas espécies de mamíferos.

Micorrizas – Constituem uma associação simbiótica entre certos fungos e algumas raízes de plantas, geralmente árvores. As micorrizas formam-se quando as hifas de um fungo invadem as raízes de uma planta. As hifas vão auxiliar as raízes da planta na função de absorção de água e sais minerais do solo, já que aumentam a superfície de absorção. Deste modo as plantas podem absorver mais água e adaptar-se a climas mais secos. Os fungos,

como "pagamento" dos seus serviços, recebem da planta os fotoassimilados (carboidratos), que necessitam para a sua sobrevivência e que não conseguem sintetizar, pois não possuem clorofila.

Nematóides – Animais pertencentes à classe de asquelmintos, com sexos separados, de corpo vermiforme, cilíndrico ou filiforme, afilado nas extremidades, revestido por uma cutícula compacta, e apenas os músculos longitudinais presentes. São ou de vida livre, na água ou no solo, ou parasitos.

Ornitofauna – Fauna composta pelas espécies de aves e pássaros.

Panícula – (a) Uma inflorescência composta, cujas flores mais jovens são localizadas na extremidade superior ou no centro, um racemo ou corimbo composto. (b) Tipo de inflorescência que é um cacho composto, no qual os ramos vão decrescendo da base para o ápice, razão por que assume forma aproximadamente piramidal.

Pedicelo – Ramo que sustenta individualmente cada flor ou inflorescência.

Pedogênese – Processo natural de formação do solo, que inclui interação de material, tempo, atividade biológica, clima, etc.

Plantas C4 – Espécies vegetais que conseguem formar os primeiros compostos orgânicos, no processo de fotossíntese, com quatro átomos de carbono, enquanto que as outras plantas formam compostos com três átomos de carbono.

Propágulos – São estruturas constituídas basicamente por células meristemáticas que se desprendem de uma planta adulta para dar origem a uma nova planta, geneticamente idêntica à planta de origem (clones). As sementes e esporos são considerados propágulos.

Prostrado – Deitado sobre o chão.

Protozoários – Microrganismos do Filo de eucariotos, unicelulares, que apresentam grande variedade de formas, abrangem todos aqueles que integram o reino Protista.

Racemo – Inflorescência com flores pediceladas fixadas ao longo de um eixo mais ou menos alongado.

Recuperação – Refere-se, tipicamente, ao trabalho de restauração de certo grau (parcial) de estrutura e função, em sítios mais severamente degradados pelas atividades mineradoras ou grandes obras de construção civil.

Resiliência – Rapidez com que as variáveis de um sistema retornam ao equilíbrio após um distúrbio.

Resistência – Grau em que um sistema se mantém constante após um distúrbio.

Restauração ecológica – É a ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de

variabilidade na estrutura e no funcionamento dos processos ecológicos, considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais.

Ripária – Vegetação que habita a margem de um curso de água, vegetação marginal.

Rizoma – Tipo de caule que se caracteriza pelo hábito de crescimento subterrâneo.

Rolamento – Movimentação de partículas grosseiras no escoamento de água superficial dando voltas sobre si mesmas.

Rotíferos – Classe de animais asquelmintos, cujo corpo é dotado de um disco anterior com cílios para locomoção e alimentação, e tem extremidade posterior afilada, com glândulas adesivas para fixação permanente ou temporária, aparelho digestivo completo, com órgão faringiano mastigador. São de tamanho microscópico, geralmente inferior a 1 mm.

Saltação – Movimentação de partículas grosseiras no escoamento de água superficial por meio de saltos.

Solo Laterítico – Designação comum aos solos vermelhos das zonas úmidas e quentes. É o solo cujos elementos principais são o hidróxido de alumínio e o de ferro, tendo as águas pluviais lixiviado a sílica e diversos cátions. Sendo a rocha rica em alumina, a laterita que dela se provier terá o nome de bauxita, o principal minério de alumínio.

Solo Residual – Solo autóctone ou eluvial. Formado unicamente de elementos da rocha mãe, que se encontra abaixo. São os que resultam de uma alteração local da rocha.

Solução – Sistema homogêneo com mais de um componente. Líquido que contém outra substância dissolvida (dispersa).

Serais – Diz-se de qualquer comunicação vegetal em evolução. Estágios serais.

Serapilheira – Camada de folhas, galhos, etc., de mistura com terra, que cobre o solo da mata.

Simbiose – É uma relação mutuamente vantajosa entre dois ou mais organismos vivos de espécies diferentes. Na relação simbiótica, os organismos agem ativamente (elemento que distingue "simbiose" de "comensalismo") em conjunto para proveito mútuo, o que pode acarretar em especializações funcionais de cada espécie envolvida.

Sucessão primária – Processo natural pelo qual clareiras, inseridas em cobertura de vegetação primária, se recuperam de distúrbios.

Sucessão secundária – Processo natural pelo qual os ecossistemas se recuperam de distúrbios, principalmente relacionados com a cobertura vegetal.

Suspensão – Sistema constituído por uma fase líquida ou gasosa na qual está dispersa uma fase sólida com partículas de dimensões superiores às de um colóide, e que sedimentam, com maior ou menor rapidez, sob a ação da gravidade.

Táxon – Unidade taxonômica reconhecida internacionalmente. Os nomes Baccharis, Asteraceae, Campanulales e Metachlamydeae, são exemplos de táxons que designam, respectivamente, gênero, família, ordem e subclasse.

Vegetação secundária – Vegetação secundária ou em regeneração é aquela resultante dos processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer árvores remanescentes da vegetação primária. Divide-se em: estágio inicial de regeneração, estágio médio de regeneração e estágio avançado de regeneração.