

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANTONIO DUNAISKI JUNIOR

REGENERAÇÃO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, NO MUNICÍPIO DE RIO  
BRANCO DO SUL – PR, APÓS DEGRADAÇÃO POR MINERAÇÃO DE CALCÁRIO

CURITIBA  
2015

ANTONIO DUNAISKI JUNIOR

REGENERAÇÃO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, NO MUNICÍPIO DE RIO  
BRANCO DO SUL – PR, APÓS DEGRADAÇÃO POR MINERAÇÃO DE CALCÁRIO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia Florestal – Conservação da Natureza.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Yoshiko Saito Kuniyoshi

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan

CURITIBA  
2015

Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR  
Ficha catalográfica elaborada por Denis Uezu – CRB 1720/PR

Dunaiski Junior, Antonio

Regeneração da floresta ombrófila mista após distúrbio por mineração de calcário em Rio Branco do Sul, PR / Antonio Dunaiski Junior. – 2015

180 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Yoshiko Saito Kuniyoshi

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 25/03/2015.

Área de concentração: Conservação da Natureza

1. Florestas - Reprodução. 2. Comunidades vegetais - Paraná. 3. Minas e recursos minerais. 4. Calcário. 5. Teses. I. Kuniyoshi, Yoshiko Saito. II.

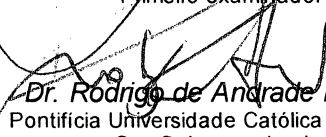
## PARECER

Defesa nº. 1106

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) doutorando(a) *Antonio Dunaiski Junior* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**REGENERAÇÃO DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA APÓS DISTÚRBO POR MINERAÇÃO DE CALCÁRIO EM RIO BRANCO DO SUL - PR**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em **CONSERVAÇÃO DA NATUREZA**.



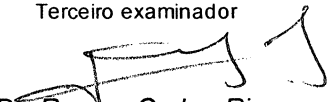
*Dr. Rosemeri Segecin Moro*  
Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Primeiro examinador




*Dr. Rodrigo de Andrade Kersten*  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
Segundo examinador



*Dr. Rosângela Capuano Tardivo*  
Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Terceiro examinador



*Dr. Roman Carlos Rios*  
Universidade Federal do Paraná  
Quarto examinador



*Dr. Yoshiko Saito Kuniyoshi*  
Universidade Federal do Paraná  
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 25 de março de 2015.



Antonio Carlos Batista  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná pela oportunidade de estudo.

À CAPES pela bolsa de estudos.

À Prof<sup>a</sup>. Yoshiko Saito Kuniyoshi por me aceitar como seu orientado.

Ao Prof. Carlos Vellozo Roderjan pela orientação nas pesquisas e por transmitir a admiração pelas árvores brasileiras.

Ao Dr. Gerdt Guenther Hatschbach, pelo exemplo e dedicação à flora brasileira.

Ao meu querido amigo e orientador, Prof. Armando Carlos Cervi, pelos ensinamentos de botânica e de vida.

À Companhia de Cimentos Votorantim, por ceder a área para estudo.

Ao geólogo e chefe de mineração, senhor Shigueru Hassumi, pela atenção dispensada e as informações sobre as áreas de pesquisa.

Aos colegas Renann de Silos Vieira, Bruno Palka Miranda, Carolina Schueda, Iasmin Fernanda Portela Pfutz, Alexandre Braghini, Valmir Campolino Lorenzi, Ricardo Aguiar Borges, Eder Caglioni, Jaçanan Eloisa de Freitas Milani e Marcelo Leandro Brotto pelo auxílio nos trabalhos de campo.

A minha esposa, Jucélia do Rocio Antico Dunaiski e aos meus filhos Felipe Antico Dunaiski e Lucas Antico Dunaiski, pela motivação, ajuda nos trabalhos de campo e auxílio na área de informática.

Aos meus pais, Nair Dunaiski e Antonio Dunaiski, pelo eterno estímulo aos meus estudos.

Ao meu grande amigo particular e de profissão, Wanderlei do Amaral que me auxiliou nas coletas de campo e que me acompanha nas pesquisas botânicas há 18 anos.

Aos funcionários do herbário MBM, em especial: Juarez Cordeiro, Eraldo Barbosa e Osmar dos Santos Ribas, pela identificação de parte do material botânico.

## **BIOGRAFIA**

Antonio Dunaiski Junior nasceu em Curitiba - PR, em 10 de fevereiro de 1962.

Cursou o ensino fundamental na Escola Estadual Aline Pichett, em Curitiba-PR, de 1969 a 1974, até a 6ª série. Tendo concluído o 2º grau em 1979, no Colégio Estadual do Paraná,

Em 1983, ingressou no Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, concluindo em 1986.

Em 1988, fez aperfeiçoamento em bioquímica de carboidratos vegetais, no Departamento de Bioquímica da UFPR.

No período de 1989 a 1992 cursou o Mestrado em Botânica Sistemática no Departamento de Botânica da UFPR, sob a orientação do Dr. Armando Carlos Cervi.

Em 1992, ingressou no quadro próprio do magistério do estado do Paraná, onde lecionou a disciplina de Biologia até 2012.

No ano de 1996, iniciou como professor de Botânica e Ecologia para os cursos de graduação das Faculdades Integradas Espírita, onde lecionou até 2014.

Em 2011, iniciou o curso de Doutorado em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, na área de Conservação da Natureza.

## RESUMO

O município de Rio Branco do Sul já foi coberto na sua maior extensão pela Floresta Ombrófila Mista, também conhecida por floresta com araucárias. Atualmente o município é um grande mosaico, composto por áreas de vegetação remanescentes secundária, bracatingais, plantios de pinus e de eucalipto. Outro tipo de ocupação são as minas de calcário existentes na região e que provocam alterações drásticas no ambiente. Esta pesquisa foi realizada nas áreas de mineração da Companhia de Cimentos Votorantim, localizadas no município de Rio Branco do Sul, estado do Paraná, com o objetivo de estudar a florística e a fitossociologia em uma cronosequência de três sítios degradados pela mineração de calcário, comparando-os com uma floresta secundária com 50 anos de idade. Sabendo-se que os ecossistemas podem se regenerar, o conhecimento pode auxiliar na recomposição de áreas degradadas, com uma recuperação mais rápida e com maiores chances de sucesso. Foram selecionadas três áreas mineradas, com 5, 15 e 32 anos de regeneração, e uma floresta secundária com 50 anos de idade representando a flora e a fitofisionomia da região. O delineamento experimental para amostragem das arbóreas foi realizado alocando-se 40 parcelas de 5 x 10 m, distantes 10 m umas das outras em cada sítio. Em cada parcela foram sublocadas parcelas de 1 x 5m para a vegetação arbustiva e de 1 x 1m para a vegetação herbácea. A soma das plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas foi: 99 espécies na área de 5 anos, 109, na de 15 anos, 121, na de 32 anos e 207 na de floresta secundária. Foi concluído que as alterações sofridas pelo ambiente em uma área de mineração são drásticas, conduzindo o processo de regeneração a uma sere inicial de sucessão, semelhante a uma sucessão primária. *Araucaria angustifolia*, apresentou baixa taxa de regeneração natural, indicando a necessidade de enriquecimento com esta espécie em áreas de mineração de calcário a serem recuperadas. Na recuperação de uma área degradada pela mineração deve-se dar maior atenção às espécies herbáceas e arbustivas, pois elas compõem o maior número de espécies e de indivíduos deste processo.

Palavras-chave: Sucessão florestal, flora arbustiva, floresta nativa.

## ABSTRACT

The city of Rio Branco do Sul has already been covered in its biggest extension by Araucaria Forest, also known as forest with araucaria. Currently the city is a large mosaic, composed of, remaining areas of secondary vegetation, bracatinga, pinus plantations and eucalyptus. Another type of occupation are the limestone mines existing in the region and causing drastic changes in the environment. This work was performed in mining Votorantim Cimentos Company, located in Rio Branco do Sul, Parana state. The objective was to study the floristic and phytosociology in a chronosequence three brownfield sites for mining of limestone and compare them to a place of secondary forest 50 years old. Knowing that ecosystems have the capacity to regenerate, the knowledge of this process can assist in recovery of degraded areas, aiming at a more rapid recovery and with greater chances of success. They were chosen four research sites, three in mined areas, with 5, 15 and 32 years of regeneration, and a place of secondary natural forest 50 years old who represented the flora and the pre-existing vegetation type in the region. The experimental design for sampling the tree was performed by allocating portions of 5 x 40 10 m, 10 m distant from each other at each site. Within each plot were sublet 1 x 5m plots for the shrub and 1 x 1m vegetation for herbaceous vegetation. Adding the herbaceous, shrub and tree plants were found; 99 species in the area for five years, 109 in 15, 121 in the 32 and 207 in the secondary forest. It was concluded that the changes suffered by the environment in a mining area are quite drastic, leading the regeneration process to an early sere of succession, similar to a primary succession. *Araucaria angustifolia*, symbol species of this forest showed low natural regeneration rate, showing that need planting this species in limestone mining areas to be recovered. The recovery of an area degraded by mining should be given greater attention to herbaceous and shrub species, as they make up the largest number of species of individuals in this process.

Key-words: Forest succession, regenerating flora, native forest.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Localização das áreas de estudo, a) mina Saivá e b) mina Itaretama, no município de Rio Branco do Sul – PR, Brasil.....	29
FIGURA 2 - Mina Saivá, 1) sítio com cinco anos de regeneração, 2) floresta secundária.....	29
FIGURA 3 - Sítios de mineração de calcário: a) em atividade (bota-fora), b) sítio com cinco anos de regeneração.....	30
FIGURA 4 – Sítio de floresta secundária, a) vista geral, b) interior da floresta.....	30
FIGURA 5 - Mina Itaretama, 1) sítio com 15 anos de regeneração, 2) sítio com 32 anos de regeneração.....	31
FIGURA 6 - Sítio de mineração de calcário com 15 anos, a) vista geral, b) detalhe da vegetação.....	31
FIGURA 7 - Sítio em estágio de regeneração de 32 anos, a) vista geral da área, b) detalhe do interior da floresta.....	32
FIGURA 8 – Temperatura média e pluviosidade no município de Rio Branco do Sul - PR. Dados obtidos com as médias dos últimos 30 anos.....	37
FIGURA 9 - Geologia do território Ribeira – Paraná.....	38
FIGURA 10 - Formação de rochas carbonáticas no estado do Paraná.....	39
FIGURA 11- Mapa geológico dos municípios envolvidos na APL com rochas carbonáticas e as áreas de pesquisa.....	42
FIGURA 12 - Municípios do estado do Paraná com maior arrecadação de impostos relativos à mineração. Compensação Financeira pela Exploração de recursos Minerais (CFEM).....	42
FIGURA 13 - Uso do solo no território Ribeira – Paraná.....	45
FIGURA 14 - Regiões fitogeográficas do Território Ribeira, e a localização das áreas de estudo.....	46
FIGURA 15 - Unidades de conservação da jurisdição estadual no Território Ribeira – Paraná, e as áreas de estudo.....	48
FIGURA 16 - Esquema da parcela de 5 x 10 m, para as plantas arbóreas, com duas parcelas de 1 x 5 m para as plantas arbustivas e quatro parcelas de 1 x 1 m para as plantas herbáceas.....	51

### **CAPÍTULO 1 - FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE COMUNIDADES HERBÁCEAS EM ÁREAS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO.....**

61

FIGURA 1 - Curva de rarefação para a comunidade herbácea nos quatro sítios de estudo.....	75
FIGURA 2 - Herbáceas de maior porcentagem de importância, no sítio com 5 anos de regeneração, a) <i>Sorghastrum stipoides</i> ; b) <i>Andropogon bicornis</i> ; c) <i>Cortaderia selloana</i> ; d) <i>Senecio brasiliensis</i> ; e) <i>Hypochaeris radicata</i> ; e f) <i>Gamochoaeta simplicicaulis</i> .....	79
FIGURA 3 - Herbáceas de maior porcentagem de importância, no sítio com 15 anos de regeneração, a) <i>Urochloa decumbens</i> ; b) <i>Mucuna pruriens</i> ; c) <i>Desmodium incanum</i> ; d) <i>Desmodium adscendens</i> ; e) <i>Medicago lupulina</i> e f) <i>Trifolium repens</i> .....	82
FIGURA 4 - Herbáceas de maior porcentagem de importância, no sítio com 32 anos de regeneração, a) <i>Piper gaudichaudianum</i> ; b) <i>Piper mikanianum</i> ; c)	

	<i>Ctenitis submarginalis</i> ; d) <i>Macrothelypteris torresiana</i> ; e) <i>Podocoma notobilidiastrum</i> e f) <i>Adiantum raddianum</i> .....	85
FIGURA 5 -	Herbáceas de maior porcentagem de importância, no sítio de floresta secundária, a) <i>Piper gaudichaudianum</i> ; b) <i>Scleria latifolia</i> ; c) <i>Blechnum brasiliense</i> ; d) <i>Ctenites submarginalis</i> ; e) <i>Anemia phyllitidis</i> e f) <i>Thelypteris dentata</i> .....	89
<b>CAPÍTULO 2 -</b>	<b>FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE COMUNIDADES ARBUSTIVAS EM ÁREAS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO</b> .....	93
FIGURA 1 -	Curvas de rarefação para a comunidade arbustiva dos quatro sítios de estudo.....	105
FIGURA 2 -	Arbustivas de maior porcentagem de importância, no sítio com 5 anos de regeneração; a) <i>Baccharis caprariifolia</i> ; b) <i>Baccharis dracunculifolia</i> ; c) <i>Mimosa flocculosa</i> ; d) <i>Ricinus cumunis</i> ; e) <i>Anadenanthera colubrina</i> e f) <i>Machaerium stipitatum</i> .....	107
FIGURA 3 -	Arbustivas de maior porcentagem de importância, no sítio com 15 anos de regeneração, a) <i>Schinus terebinthifolius</i> ; b) <i>Psidium guajava</i> ; c) <i>Mimosa flocculosa</i> ; d) <i>Rhamnus sphaerosperma</i> ; e) <i>Senna occidentalis</i> e f) <i>Baccharis dracunculifolia</i> .....	110
FIGURA 4 -	Arbustivas de maior porcentagem de importância, no sítio com 32 de regeneração, a) <i>Cupania vernalis</i> ; b) <i>Anadenanthera colubrina</i> ; c) <i>Eugenia uniflora</i> ; d) <i>Alophillus edulis</i> ; e) <i>Nectandra lanceolata</i> e f) <i>Matayba elaeagnoides</i> .....	113
FIGURA 5 -	Arbustivas de maior porcentagem de importância, no sítio com floresta secundária, a) <i>Mollinedia schottiana</i> ; b) <i>Cupania vernalis</i> ; c) <i>Cabralea canjerana</i> ; d) <i>Dalbergia brasiliensis</i> ; e) <i>Anadenanthera colubrina</i> ; f) <i>Araucaria angustifolia</i> .....	116
<b>CAPÍTULO 3 -</b>	<b>FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE COMUNIDADES ARBÓREAS EM ÁREAS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO</b> .....	122
FIGURA 1-	Curvas de rarefação para os três sítios de estudo. As curvas pontilhadas indicam os intervalos de confiança a partir da média.....	132
FIGURA 2 -	Arbóreas de maior porcentagem de importância, no sítio com 15 anos de regeneração, a) <i>Mimosa scabrella</i> ; b) <i>Schinus terebinthifolius</i> ; c) <i>Trema micrantha</i> ; d) <i>Solanum granuloso-leprosum</i> ; e) <i>Parapiptadenia rigida</i> e f) <i>Ocotea puberula</i> .....	135
FIGURA 3 -	Número de árvores por hectare em classes de altura no sítio com 15 anos.....	136
FIGURA 4 -	Arbóreas de maior porcentagem de importância, no sítio com 32 anos de regeneração, a) <i>Parapiptadenia rigida</i> ; b) <i>Lueheia divaricata</i> ; c) <i>Nectandra lanceolata</i> ; d) <i>Schinus terebinthifolius</i> ; e) <i>Allophylus edulis</i> e f) <i>Annona rugulosa</i> .....	139
FIGURA 5 -	Número de árvores por hectare em classes de altura no sítio com 32 anos. ....	140
FIGURA 6 -	Arbóreas de maior porcentagem de importância, no sítio com floresta secundária, a) <i>Clethra scabra</i> ; b) <i>Cordyline spectabilis</i> ; c) <i>Lamanonia</i>	

<i>ternata</i> ; d) <i>Dalbergia brasiliensis</i> ; e) <i>Anadenanthera colubrina</i> e f) <i>Jacaranda puberula</i> .....	143
FIGURA 7 - Número de árvores por hectare em classes de altura, no sítio com floresta secundária.....	144

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Solos dos sítios de mineração e da floresta secundária, junto das minas Saivá e Itaretama no município de Rio Branco do Sul - PR.....	32
TABELA 2 - Análise química dos solos minerados e do solo da floresta secundária.....	33
TABELA 3 - Dados climatológicos, obtidos com as médias entre os quatro sítios de estudo, no município de Rio Branco do Sul, no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2013 em comparação com as médias dos dados dos últimos 30 anos do sistema CLIMA TEMPO (2013) (Cli Te). Temp mínima, média das temperaturas mínimas; Temp máxima, média das temperaturas máximas; Prec acumulada, precipitação acumulada; Umid relativa, umidade relativa do ar.....	36
TABELA 4 - Participação dos principais municípios do Paraná na produção mineral, segundo a quantidade, valor da produção, recolhimento do ICMS e CFEM, dados em porcentagem, Paraná, 2004.....	43
TABELA 1 - Lista de famílias e espécies de plantas herbáceas (H), arbustivas (B) e arbóreas (A), encontradas em três sítios de regeneração em áreas mineradas e no sítio de floresta secundária, R 5a, sítio com 5 anos de regeneração; R 15a, sítio com 15 anos de regeneração; R 32a, sítio com 32 anos de regeneração; Flo Sec., sítio com floresta secundária.....	52
TABELA 2 - Número de famílias, gêneros e espécies, pertencentes aos três grupos taxonômicos de plantas vasculares encontradas nos quatro sítios de pesquisa.....	60
<b>CAPÍTULO 1 - FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE COMUNIDADES HERBÁCEAS EM ÁREAS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO.....</b>	<b>61</b>
TABELA 1 - Lista das famílias, gêneros e espécies de plantas herbáceas nos sítios de mineração de calcário com 5 anos (R 5a), 15 anos (R 15a) e 32 anos (R32a) de regeneração e no sítio de floresta secundária (Flo Sec). GE, grupo ecológico, plantas de luz (L) e plantas de sombra (S).....	68
TABELA 2 - Número de famílias, gêneros e espécies, de plantas herbáceas encontradas nos três sítios de regeneração e no sítio de floresta secundária.....	73
TABELA 3 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade herbácea na área de mineração com 5 anos de regeneração; FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; CA, cobertura absoluta; CR, cobertura relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.....	76
TABELA 4 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade herbácea na área de mineração com 15 anos de regeneração, FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; CA, cobertura absoluta; CR, cobertura relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.....	80

TABELA 5 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade herbácea na área de mineração com 32 anos de regeneração, FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; CA, cobertura absoluta; CR, cobertura relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.....	83
TABELA 6 - Número e porcentagem de espécies e famílias de pteridofitas em relação aos demais grupos taxonômicos nos quatro sítios de estudo.....	87
TABELA 3 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade herbácea do sítio de floresta secundária; FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; CA, cobertura absoluta; CR, cobertura relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.....	87

**CAPÍTULO 2 - FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE COMUNIDADES ARBUSTIVAS EM ÁREAS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO .....93**

TABELA 1: Características dos grupos ecológicos (RODRIGUES, <i>et. al.</i> , 2000).....	99
TABELA 2 - Famílias e espécies de plantas arbustivas nos sítios com 5 anos (R 5A), 15 anos (R 15A) e 32 anos (R 32A) de regeneração e no sítio de floresta secundária (Flo Sec). GE grupos ecológicos, P, pioneiras, Si, secundárias iniciais, St, secundárias tardias e C, clímax.....	100
TABELA 3 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade arbustiva no sítio de mineração com 5 anos de regeneração; FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; CA; cobertura absoluta; CR, cobertura relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.....	106
TABELA 4 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade arbustiva no sítio com 15 anos de regeneração; FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; CA, cobertura absoluta; CR, cobertura relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.....	108
TABELA 5 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade arbustiva no sítio com 32 anos de regeneração, FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; CA, cobertura absoluta; CR, cobertura relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.....	111
TABELA 6 - Parâmetros fitossociológicos das plantas arbustivas no sítio com floresta secundária; FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; CA, cobertura absoluta; CR, cobertura relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.....	114
TABELA 7 - Número de famílias, gêneros e espécies, de plantas arbustivas nos sítios de regeneração e no sítio de floresta secundária.....	117

**CAPÍTULO 3 - FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE COMUNIDADES ARBÓREAS EM ÁREAS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO .....122**

TABELA 1 - Plantas arbóreas nos sítios com 15 anos e 32 anos de regeneração e no sítio com floresta nativa secundária. GE: grupo ecológico; P,	
--	--

	pioneiras; SI, secundária inicial; ST, secundária tardia; C, clímax.....	127
TABELA 2	- Parâmetros fitossociológicos da comunidade arbórea no sítio com 15 anos de regeneração; DA, densidade absoluta; DR, densidade relativa; FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; DoA, dominância absoluta; DoR, dominância relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de Importância.....	134
TABELA 3	- Parâmetros fitossociológicos da comunidade arbórea no sítio de mineração com 32 anos de regeneração; DA, densidade absoluta; DR, densidade relativa; FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; DoA, dominância absoluta; DoR, dominância relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de Importância.....	138
TABELA 4	- Parâmetros fitossociológicos da comunidade arbórea no sítio de mineração com 32 anos de regeneração; DA, densidade absoluta; DR, densidade relativa; FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; DoA, dominância absoluta; DoR, dominância relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de Importância.....	141
TABELA 5	- Número de famílias, gêneros e espécies de plantas arbóreas nos sítios de regeneração e na floresta secundária.....	144
<b>5 RESULTADOS GERAIS</b>	.....	<b>149</b>
TABELA 1	- Índice de diversidade de Shannon (H') (MAGURRAN, 2011), para herbáceas, arbustos e árvores, encontrados em três sítios de mineração e um de floresta secundária.....	149
TABELA 2	- Número de espécies de plantas em cada sítio de estudo. A somatória das classes exclui as espécies repetidas de um sítio para o outro.....	150

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	17
1.4 HIPÓTESE .....	20
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	21
2.1 SUCESSÃO FLORESTAL.....	21
2.2 FLORA BRASILEIRA .....	25
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	28
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	28
3.2 SOLO .....	32
3.3 DADOS CLIMATOLÓGICOS .....	35
3.4 GEOLOGIA .....	37
3.5 MINERAÇÃO.....	39
3.6 GEOMORFOLOGIA.....	43
3.7 USO DO SOLO .....	44
3.8 FORMAÇÕES VEGETACIONAIS.....	46
3.9 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO .....	47
3.10 ESTUDO DA FLORA.....	49
3.11 ESTUDO FITOSSOCIOLÓGICO .....	50
<b>4 RESULTADOS</b> .....	52
4.1 FLORÍSTICA.....	52
<b>CAPÍTULO 1 - FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE COMUNIDADES HERBÁCEAS EM ÁREAS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO</b> .....	61
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	62
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	64
2.1 FLORA .....	64
2.2 FITOSSOCIOLOGIA.....	64
<b>3 RESULTADOS</b> .....	68
3.1 FLORÍSTICA .....	68
3.2 FITOSSOCIOLOGIA .....	74
3.2.1 Plantas herbáceas no sítio com 5 anos de regeneração.....	75
3.2.2 Plantas herbáceas no sítio com 15 anos de regeneração.....	80
3.2.3 Plantas herbáceas no sítio com 32 anos de regeneração.....	83
3.2.4 Plantas herbáceas no sítio de floresta secundária .....	86
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	90
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	92

<b>CAPÍTULO 2 - FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE COMUNIDADES ARBUSTIVAS EM ÁREAS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO .....</b>	<b>93</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>94</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>97</b>
2.1 FLORA .....	97
2.2 FITOSSOCIOLOGIA .....	97
2.2.1 Grupos ecológicos.....	98
<b>3 RESULTADOS.....</b>	<b>100</b>
3.1 FLORÍSTICA .....	100
3.2 FITOSSOCIOLOGIA.....	104
3.2.1 Plantas arbustivas no sítio com 5 anos de regeneração .....	105
3.2.2 Plantas arbustivas no sítio com 15 anos de regeneração .....	108
3.2.3 Plantas arbustivas no sítio com 32 anos de regeneração .....	111
3.2.4 Plantas arbustivas no sítio com floresta secundária.....	114
<b>4 DISCUSSÃO.....</b>	<b>119</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>121</b>
<b>CAPÍTULO 3 - FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE COMUNIDADES ARBÓREAS EM ÁREAS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO .....</b>	<b>122</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>123</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>124</b>
2.1 FLORÍSTICA .....	124
2.2 FITOSSOCIOLOGIA.....	124
2.2.1 Densidade.....	125
2.2.2 Dominância.....	125
2.2.3 Frequência.....	126
2.2.4 Valor de importância.....	126
2.2.5 Porcentagem de importância.....	126
<b>3 RESULTADOS.....</b>	<b>127</b>
3.1 FLORÍSTICA .....	127
3.2 FITOSSOCIOLOGIA.....	131
3.2.1 Plantas arbóreas no sítio com 5 anos de regeneração .....	132
3.2.2 Plantas arbóreas no sítio com 15 anos de regeneração .....	133
3.2.3 Plantas arbóreas do sítio com 32 anos de regeneração .....	137
3.2.4 Plantas arbóreas encontradas na floresta secundária .....	141
<b>4 DISCUSSÃO.....</b>	<b>146</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>147</b>
<b>5 RESULTADOS GERAIS.....</b>	<b>149</b>



<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>152</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>154</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O conhecimento dos processos que regulam a regeneração das florestas auxilia na recuperação de ecossistemas que sofreram algum tipo de distúrbio, seja ele de origem natural ou antrópica. O processo de regeneração ocorrerá naturalmente, porém, há variações no tempo necessário para sucessão. Com o conhecimento de como um determinado ecossistema se regenera é possível alterar e apressar o povoamento com técnicas e espécies que farão parte da regeneração.

Diversos estudos relacionados às perturbações em ecossistemas brasileiros foram desenvolvidos com relação às características da regeneração natural e sucessão secundária (CUSTÓDIO FILHO *et al.*, 1994, SILVA FILHO *et al.* 1995, DURIGAN *et al.* 1997, SAMPAIO *et al.* 1998, GONÇALVES e SÁ 1998, MARIANO *et al.* 1998, TABARELLI e MANTOVANI 1999a), em clareiras (ALMEIDA, 1990, TABARELLI e MANTOVANI 1997, ARAUJO *et al.* 1997, TABARELLI e MANTOVANI 1999b, MARTINS e RODRIGUES, 1999) e em fragmentações (TABANEZ *et al.* 1997, LAWRENCE *et al.* 1998, BERNACCI *et al.* 1998, NASCIMENTO *et al.* 1999).

As causas da supressão das florestas são bastante variadas, desde um corte raso para o aproveitamento madeireiro até a total retirada da floresta, inclusive do próprio solo, como no caso da mineração, onde o ecossistema é eliminado restando em outro local apenas uma montanha de entulhos composta por terra e rochas.

Em alterações desse nível não resta nenhum tipo de diásporo (sementes, caules, raízes ou tubérculos) para repovoar o ambiente, necessitando que todas as espécies da recomposição venham de áreas vizinhas, próximas, ou não.

Regeneração de uma floresta é a reação natural do meio fazendo com que a floresta após ter sido degradada por um fator natural ou antrópico volte a obter suas características originais. Para isto ocorrer, o ecossistema passará por várias fases evolutivas da sua comunidade até chegar à fase mais estável para aquela condição de clima e solo. Estas substituições de comunidades são denominadas de sucessão ecológica.

O objetivo deste trabalho foi estudar a florística e a fitossociologia de áreas de Floresta Ombrófila Mista degradadas pelo processo de mineração de calcário e

compará-las a uma área de floresta secundária que não passou por esse tipo de degradação.

O estado do Paraná possui condições edáficas e climáticas favoráveis à formação de florestas. Até o final do século XIX aproximadamente 83% do seu território era coberto por florestas, em 1999 apenas 8% dessas florestas permanecem preservadas (CAMPOS, 1999).

O Paraná possui a 3ª maior reserva de rochas carbonáticas do Brasil (MINEROPAR, 1999). Os municípios de Rio Branco do Sul, Almirante Tamandaré e Colombo possuem mais de 200 fornos, que retiram o calcário de várias minas (MINEROPAR, 1999). As áreas mineradas somam menos de 1% da extensão de toda a área a ser minerada futuramente, fato que alerta para a degradação que está por vir (IPARDES, 2003c). No Território Ribeira existe apenas duas unidades de conservação, insuficientes para preservar a riqueza biológica da região, uma vez que o bioma Mata Atlântica é considerado um dos 34 *hotspots* da biodiversidade mundial (LAGOS e MULLER, 2009). Nesse território estão também grandes jazidas de rochas calcárias utilizadas na construção civil, agricultura e na indústria. A mineração do calcário é essencial à sociedade moderna, que baseia toda a sua arquitetura no uso do calcário na forma de cal ou de cimento como agregante de areia rochas e tijolos, na agricultura exerce o papel de corretivo de solo, elevando o pH, agregando cálcio e magnésio ao solo. Na indústria possui inúmeras aplicações, dentre elas o clareamento na fabricação de papeis (MINEROPAR, 1999).

No município de Rio Branco do Sul está uma das dez maiores empresas de mineração de cimento portland (tipo de cimento desenvolvido na cidade de Portland) do mundo, a Companhia de Cimentos Votorantim, que atua no ramo há 64 anos (CIMENTOS VOTORANTIM, 2014). Apesar das mineradoras causarem alterações drásticas ao ambiente, elas são de pequena extensão, quando comparadas as atividades agrícolas. Sendo assim, as degradações ambientais parecem ser inevitáveis, porém os ecossistemas possuem capacidade de regeneração, que além de serem necessárias à recomposição do ambiente frente ao distúrbio, também proporcionam às espécies condições de evolução adaptativa.

A recuperação das florestas é indispensável à sobrevivência do homem, pois além do fornecimento de produtos florestais como madeiras, frutos, medicamentos, mel e a lenha, que no caso específico desse município é matéria prima fundamental para fornecer energia aos fornos de cal. Os ambientes florestais exercem ainda

serviços ecossistêmicos, fazendo a fixação do carbono, produção de oxigênio, purificação e retenção das águas, conservação dos solos, manutenção de polinizadores para as cultivares agrícolas e perpetuação da biodiversidade.

Neste trabalho, junto às minas da Companhia de Cimentos Votorantim, foram estudados três sítios que sofreram o processo de mineração e um formado por um fragmento de floresta secundária. O processo de regeneração da floresta foi avaliado em uma cronosequência com 5 anos, 15 anos e 32 anos de regeneração e comparado a uma floresta secundária com 50 anos de idade. No trabalho de pesquisa foram feitos; levantamento florístico, estudo fitossociológico, identificação das classes de solo, estudo dos fatores climáticos e coleta bibliográfica das formações geológicas. O trabalho teve como objetivo a caracterização florística e fitossociológica das comunidades de plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas em uma cronosequência de regeneração de Floresta Ombrófila Mista Montana submetida à degradação pela mineração de calcário no município de Rio Branco do Sul – PR, comparadas com uma área de floresta secundária localizada no mesmo município. A lei 11.428, de 22 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006), obriga o minerador, seja ele de pequeno, médio ou de grande porte a recuperar as áreas degradadas. Sendo necessário o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), dando atenção especial à atividade minerária. No artigo 32, a Lei faz menção à supressão da vegetação secundária, que esteja em estágio avançado e médio de regeneração, a qual somente será aceita mediante: a) licenciamento ambiental, vinculado à apresentação de Estudo Prévio de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), pelo minerador e mediante a comprovação de inexistência de alternativa técnica ao empreendimento e b) adoção de medida compensatória que inclua a recuperação de área equivalente à área do empreendimento, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica e sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica (CAETANO *et al.*, 2007).

As florestas produzem um grande número de produtos ambientais, madeiráveis e não madeiráveis, além de executarem serviços ecossistêmicos que nem sempre são levados em conta e que, em muitos casos são mais valiosos do que os próprios produtos dela retirados (YOUNG e FAUSTO, 1997; CAMPHORA e PETER, 2006; BOCHNER, 2007; CUNHA, 2008; LAVRATTI e PRESTES, 2010).

Mesmo quando ocorre a total aniquilação de uma floresta, as áreas degradadas possuem a capacidade de se regenerar desde que seja dada a elas a oportunidade para isto. O conhecimento sobre a florística e a dinâmica de regeneração da Floresta Ombrófila Mista, degradada pela mineração de calcário, servirá de auxílio nas ações de recuperação de suas áreas, para que possam ser executadas com maior rapidez, menores custos e com maiores probabilidades de sucesso.

### 1.1 HIPÓTESE

A degradação da Floresta Ombrófila Mista, causada pelo processo de mineração de calcário é bastante drástica, a ponto de que a regeneração seja iniciada pelas seres iniciais do processo de sucessão.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 SUCESSÃO FLORESTAL

A regeneração da floresta é definida como o processo pelo qual a floresta perturbada atinge novamente as características da floresta madura (KLEIN, 1980; SALDARRIAGA e UHL, 1991). A velocidade de regeneração da floresta tropical está relacionada com a intensidade da perturbação sofrida (WHITMORE, 1990; GUARIGUATA e DUPUY, 1997; RIOS, 2010). O tempo de regeneração de algumas florestas tropicais americanas foi estimado em 120 anos (LIEBSCH, *et al.*, 2008) e entre 150 e 200 anos (UNESCO/PNUMA/FAO, 1980). Para Daniel e Jankauskis (1989), é muito importante o entendimento do processo de regeneração das florestas para que se possa obter o sucesso do seu manejo. O repovoamento da vegetação em uma área degradada depende do banco de sementes armazenadas no solo (SCHMITZ, 1992). Porém, quando a floresta é degradada pela mineração, não há banco de sementes, pois o solo é revirado e a porção que fica na superfície é justamente a dos horizontes mais profundos. Nesse caso, a regeneração da floresta simula uma sucessão primária como ocorre em grandes áreas de deslizamentos ou erupções vulcânicas, onde até mesmo o solo deverá passar por um processo de transformações para receber a vegetação. Para Aide *et al* (2000), as florestas se recuperam bem, porém algumas espécies possuem dificuldades de retorno necessitando que sejam reintroduzidas nas áreas degradadas. Neste caso é muito importante acompanhar as comunidades que se instalam em áreas de regeneração no sentido de auxiliar no processo de recomposição, bem como para criar uma base de dados que possam ajudar a restauração de áreas degradadas (VIEIRA e GANDOLFI, 2006).

Em alguns remanescentes de Floresta Ombrófila Mista, foram realizados estudos sobre a florística e a estrutura dessa formação florestal, como os trabalhos de Longhi (1980), Oliveira e Rotta (1982), Jarenkow e Baptista (1987), Machado *et al.* (1988), Galvão *et al.* (1989), Roseira (1990), Silva *et al.* (1993), Koehler *et al.* (1998), Sanquetta e Dalla-Corte (1998), Durigan (1999). Esses trabalhos objetivaram conhecer as origens das características ecológicas, sinecologia, dinamismo e

tendências para o futuro desenvolvimento deste tipo florestal. Porém, muitos estudos serão necessários para o conhecimento da florística e da estrutura dos remanescentes de Floresta Ombrófila Mista. Essas informações serão muito úteis na elaboração e planejamento de projetos de preservação, conservando o máximo sua diversidade (NETO *et al*, 2002). A prática de restauração dos ambientes degradados por algum tipo de fator é conhecida há muito tempo, realizada por vários povos em diferentes épocas, que buscavam o controle da erosão, estabilização de taludes e o efeito visual do ambiente (RODRIGUES e GANDOLFI, 2004). É incontestável a importância econômica da mineração de calcário, porém quando efetuada de maneira inadequada, pode causar vários impactos ambientais, desde a retirada da vegetação nativa, erosão, assoreamento dos cursos de água, até a perda irreversível de material fóssil (NETO & RAMALHO, 2010). Os procedimentos de restauração das áreas degradadas, buscando restaurar a totalidade ecológica com a vegetação nativa e atendendo as medidas compensatórias, requerem ações diferenciadas, de acordo com o tipo de distúrbio e das características do ambiente circundante (RODRIGUES e GANDOLFI, 2007).

Para Cheung *et al.* (2010) a Floresta Atlântica possui alta capacidade de regeneração e para recuperar as áreas degradadas, basta retirar o fator que está causando a degradação.

As primeiras ideias sobre sucessão nos ecossistemas foram dadas por Clements (1916), como sendo o processo universal de desenvolvimento das formações vegetais. Isso ocorre repetidamente ao longo do tempo em toda formação climática, e pode retornar sempre que houver condições favoráveis. E segundo ele, o clímax é determinado pelo clima regional. Tansley (1939) e Glenn-Lewin, Peet e Veblen (1992) não concordam com o caráter convergente (monoclimático) da “teoria clementiana” argumentando que ela é inconsistente com a seleção natural ao nível de indivíduo. Ecologistas europeus acreditam em uma ação conjunta de vários fatores, conhecida como policlimax (DAJOZ, 1983). As comunidades inteiras que se substituem umas às outras, numa determinada área, são chamadas de seres; e as comunidades relativamente transitórias são denominadas de estágios serais (ou subseres); e a sere final com maior estabilidade é chamada de clímax (ODUM, 1985).

Com a grande seca das plantações no meio oeste da América do Norte da década de trinta, observou-se que algumas áreas não retornaram à composição

original, e concluiu-se que não há um clímax único conduzindo para uma sucessão final (TANSLEY, 1939).

Sucessão primária é o início de todo povoamento em um meio que nunca foi habitado (Clements, 1916; Odum, 1985). Os primeiros organismos que se instalam são chamados de pioneiros. E as biocenoses (conjunto de seres vivos que compõem um ecossistema) que se sucedem são os estágios serais. O final de toda evolução de uma biocenose é uma sere chamada clímax. Esta última permanece igual a si mesma por um período de tempo equivalente a muitas gerações humanas e por mais estável que pareça uma comunidade clímax, sempre possui um dinamismo (Gausson, 1951).

A Fitossociologia é a ciência que estuda a sociabilidade das comunidades vegetais, avaliando a composição de espécies a organização entre elas, as interdependências, distribuição geográfica, desenvolvimento e classificação (ACIESP, 1997). Esta classificação se baseia na fidelidade das espécies, sendo aceita internacionalmente e foi elaborada por Braun-Blanquet (1979), conhecida como escola de Zurich-Montpellier.

Com o passar do tempo ocorrem modificações do biótopo (solo e clima) por ação biológica, ocasionando a substituição de uma biocenose por outra. Nas florestas ocorre sempre a queda de árvores, abrindo clareiras e dando oportunidade às espécies animais e vegetais a se estabelecerem. Com o tempo as novas árvores crescem, fechando estas clareiras e em outro ponto outras árvores caem reiniciando o processo (DAJOZ, 1983). A sucessão secundária é o repovoamento de uma área onde já houve uma biocenose, mas foi eliminada por fatores climáticos, geológicos ou antrópicos, sendo que o novo clímax a se estabelecer nem sempre será o mesmo pré-existente (DAJOZ, 1983; ODUM, 1985). A sucessão é uma mudança na estrutura das espécies de um ecossistema e se não forem afetadas por fatores externos seguem um desenvolvimento previsível (ODUM, 1985). A comunidade ao se desenvolver promove alterações no meio físico e que por sua vez influenciam o desenvolvimento das espécies. Se as mudanças necessárias para as alterações forem predominantemente de origem interna o processo é chamado de sucessão autogênica e se forem de origem externas, sucessão alogênica. Warming (1909) era contrário a qualquer interpretação mística ou holística das comunidades e não considerava a comunidade final da sucessão como um conjunto de seres superiores, acreditava que todas as interações entre as espécies eram resultado do processo



evolutivo agindo no sentido de beneficiar as espécies participantes e que as plantas de uma determinada região estabelecem uma comunidade, unidas por uma variedade de interações.

Nos casos de estudo da sucessão secundária em ecossistemas florestais, existem diferentes métodos a serem usados (GÓMEZ-POMPA e WIECHERS, 1976). Um deles seria estudar através do tempo o que ocorre com a vegetação em uma determinada área após esta ter sofrido um distúrbio, mas este método possui sérias limitações já que requer um espaço de tempo muito longo para se tirar conclusões sobre o processo geral da sucessão. A outra maneira seria estudar em uma mesma zona ecológica diversos estágios sucessionais com idades conhecidas e também obter os dados das mudanças ao longo do tempo sem ter que esperar por isto. Outra maneira de estudar a sucessão é avaliar as características biológicas para obter informações sobre o tempo decorrido e os possíveis mecanismos dos processos de regeneração.

Todos os anos as plantas produzem muitos milhões de sementes, esporos e corpos reprodutivos na intenção de que as espécies colonizem novos ambientes, mas a grande maioria morre por não encontrar condições físicas favoráveis e solo adequado para o seu desenvolvimento, ou por que as outras plantas do local são mais adaptadas do que elas (WARMING, 1909).

Mesmo os estágios sucessionais, sendo compartimentalizados de forma arbitrária para se estudar a sucessão secundária, ainda assim se mostram válidos, na procura do entendimento sobre a dinâmica de funcionamento das florestas (KAGEYAMA *et al.*, 1986). Atualmente muitos cientistas questionam se realmente há a capacidade de prever a composição futura de uma comunidade avaliando apenas a comunidade atual e a maneira como elas estão relacionadas. Glenn-Lewin *et al.* (1992) afirmam que não; pois são muitos os fatores que influenciam neste processo da sucessão, tais como: distúrbios anteriores, ação de herbívoros, histórico da área, padrões espaciais e migrações. As florestas depois de sofrerem grandes degradações não retornam mais ao seu estado natural, pois estarão sujeitas a novas adversidades (GUARIGUATA e OSTERTAG, 2001). Glenn-Lewin *et al.* (1992) sugerem que para poder fazer previsões futuras das comunidades sem cometer o erro das influências de fatores ecológicos atuantes nas sucessões devem-se procurar as características inerentes a todos os processos de sucessão, independente do tipo de organismos.

Whitmore (1989) acredita existirem apenas duas classes de plantas tropicais, as tolerantes e as intolerantes à sombra, sendo que qualquer outra variação também ficaria dentro de uma destas duas classes. A dinâmica de regeneração das florestas depende fundamentalmente da chegada de sementes das diferentes espécies e seu posterior estabelecimento, os quais deverão direcionar o padrão sucessional e as mudanças na comunidade (HOWE e SMALLWOOD, 1982; FENNER, 1985; CLARK *et al.*, 1999; HARDESTY e PARKER, 2002). O tamanho e os tipos de diásporos e também os seus agentes dispersores são os fatores principais para o ingresso e o estabelecimento das plantas no ambiente. A estrutura da formação vegetal, estágio de sucessão e o seu grau de conservação podem ser estimados pela síndrome de dispersão predominante na comunidade. Nas florestas tropicais úmidas a dispersão da maioria das espécies tardias, em geral, nos estratos intermediários, ocorre por meio de animais, na maioria aves, já as espécies iniciais, são levadas pelo vento. (HARPER, 1977; VAN DER PIJL, 1982; TERBORGH, 1990; GUEVARA e LABORDE, 1993; MARTÍNEZ-RAMOS e SOUTO-CASTRO, 1993; WHEELWRIGHT, 1993). As florestas tropicais quando passam por uma sucessão secundária possuem estágios que são definidos pelas espécies preferenciais que aparecem em cada um deles, os estágios se iniciam por pioneiras, seguido por secundárias iniciais, secundárias tardias e finalmente climácias (BUDOWSKI, 1965).

## 2.2 FLORA BRASILEIRA

A flora brasileira é a mais rica do mundo, contando até o momento com 40.385 espécies vegetais, 32.831 Angiospermas, 4.747 Algas, 1.524 Briófitas, 1.253 Samambaias e Licófitas e 30 gimnospermas (FORZZA *et al.*, 2015), distribuídas em grandes biomas como Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Campos, Pantanal e os Manguezais, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1996). Os biomas são ecorregiões definidas principalmente por suas formações vegetacionais. Um dos biomas mais ricos do Brasil e também do mundo é o da Mata Atlântica, que originalmente se estendia do Rio Grande do Norte, até o Rio Grande do Sul, na costa Atlântica brasileira e que foi muito degradado pela ocupação humana (RIBEIRO *et al.*, 2009). A sua formação

data de pelo menos 70.000.000 de anos, sendo claramente a formação mais antiga do Brasil (RAVEN, 1979). Praticamente recobria todo o Estado do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina e ainda grandes áreas de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, chegando até a Argentina e Paraguai, numa extensão de 1.000.000 km<sup>2</sup>, o que correspondia a 12% do território nacional (EMBRAPA, 1996). A Mata Atlântica é um dos biomas tropicais mais crítico de degradação em todo mundo (VIANA e TABANEZ, 1996; SOS Mata Atlântica, 1998; MYERS, 2000). Pelo fato de possuir uma biodiversidade extraordinária, o Bioma Mata Atlântica é considerado um dos 34 *hotspot* da biodiversidade mundial (LAGOS e MULLER, 2009) E mesmo assim continua sendo ameaçado, por uma população de 112 milhões de habitantes que moram no seu domínio, distribuídos em 3.222 municípios, (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2011). Atualmente, a maioria dos seus remanescentes está representada apenas por fragmentos de formações florestais secundárias. Os poucos núcleos que ainda podem ser caracterizados como florestas primárias se concentram em regiões de maior altitude e de difícil acesso (REIS *et al.*, 1995). Este bioma é formado por diferentes formações vegetacionais, envolvendo a Floresta Ombrófila Densa, ao longo da Costa Atlântica, Floresta Decidual e Semidecidual do interior do Nordeste, Sudeste, Sul e partes do Centro-Oeste, a Floresta Ombrófila Mista no sul do Brasil e por áreas de Restinga, Manguezais, enclaves de Cerrado, Campos e Campos de Altitude (EMBRAPA, 1996). A Floresta Ombrófila Mista também conhecida como Floresta com Araucárias, no passado, se estendia pelos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, cobrindo uma área de aproximadamente 200.000 km<sup>2</sup> (KOCH, 2002), esta formação é única no mundo, só existindo na América do Sul (VELOSO *et al.*, 1991).

E tem como espécie indicadora *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze conhecida popularmente como pinheiro-do-paraná. Nos últimos 2,5 milhões de anos ocorreram no mínimo 15 ciclos de glaciação, fazendo com que a vegetação recuasse e posteriormente avançasse, formando novas populações isoladas. A última glaciação ocorreu entre 100 mil e 12 mil anos atrás e definiu a atual área de ocupação da araucária e atualmente encontra-se no que foi chamado pelos pesquisadores de “ótimo climático” para esta floresta (KOCH, 2002). A Floresta

Ombrófila Mista é formada pelo encontro de duas floras distintas, a tropical (Afro-brasileira) e a temperada (Austro-brasileira) (LEITE, 1994, RIBEIRO *et al.*, 2007).

As condições singulares do estado do Paraná na questão de solo, clima e geomorfologia proporcionaram uma grande diversidade fitogeográfica, formada de florestas de vários tipos e também formações arbustivas e herbáceas (RODERJAN *et al.*, 2002).

São reconhecidas no Estado cinco regiões fitogeográficas de acordo com IBGE (1992), Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária), Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Estacional), Estepe (Campo) e Savana (Cerrado). Ocorrem ainda formações de dunas e restingas ao longo da costa Atlântica, manguezais, várzeas e refúgios vegetacionais (RODERJAN *et al.*, 1993, 2002).

A Floresta Ombrófila Mista já foi muito explorada em sua essência florestal como o pinheiro, imbuia, cedro, tarumã e outras. As árvores foram cortadas para a fabricação de casas, móveis, cercas, utensílios domésticos, dormentes, lenha, carvão e papel e/ou simplesmente queimadas para dar lugar à agricultura, pecuária e à urbanização. Este processo de degradação teve um grande avanço a partir da década de 50 com o avanço da agricultura (Gertd Guntter Hatschbach e Armando Carlos Cervi, 2005, comunicação pessoal). Hoje, o estado do Paraná conta com menos de 0,8% desta formação em estado avançado de recuperação, protegida em unidades de conservação, muito aquém dos 37% de cobertura de floresta com araucária citados por Maack (1968).

Além de se preservar o pouco que ainda resta, é fundamental a recuperação de áreas degradadas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Foram selecionadas duas áreas de pesquisa, ambas pertencentes à Companhia de Cimentos Votorantim, localizadas no município de Rio Branco do Sul, estado do Paraná. Uma das áreas encontra-se na estrada da Curriola, distante 3 km da cidade de Rio Branco do Sul, denominada mina Saivá (FIGURA 1). A mina está posicionada nas coordenadas 25°10'06,91" S e 49°20'36,08" W, com as altitudes variando entre 919 e 940 m; onde foram delimitados 2 sítios de estudo, o primeiro sobre um depósito de rejeitos de mineração (bota-fora) com 5 anos de regeneração e outro com cobertura florestal nativa secundária, com 50 anos de idade regenerada desde a implantação da mina; servindo como testemunha da vegetação pré-existente na região. A outra área está na mesma estrada, 11 km mais à frente, denominada mina Itaretâma (FIGURA 1). Nas coordenadas 25°06'23,84" S e 49° 24' 37,75" W, com altitudes entre 700 m e 800 m, também com dois sítios de estudo, um com 15 anos de regeneração sobre um depósito de rejeitos da mineração e o outro sobre uma área minerada há 32 anos.

O clima da região segundo Köppen é o Cfb, subtropical sem estações secas com verões amenos. A temperatura média das mínimas de inverno é de 10 °C e a média das máximas de verão de 26 °C, com média anual total de 17 °C. Possui uma pluviosidade média anual de 1500 mm e umidade relativa do ar entre 80 e 85 % (IAPAR, 1994). A base geológica da região é composta por rochas carbonáticas de calcário calcítico da Formação Capiru e de calcário dolomítico da Formação Votuverava (MINEROPAR, 1999).

Na FIGURA 1 observa-se a localização das minas Saivá (a) e Itaretama (b) no município de Rio Branco do Sul.

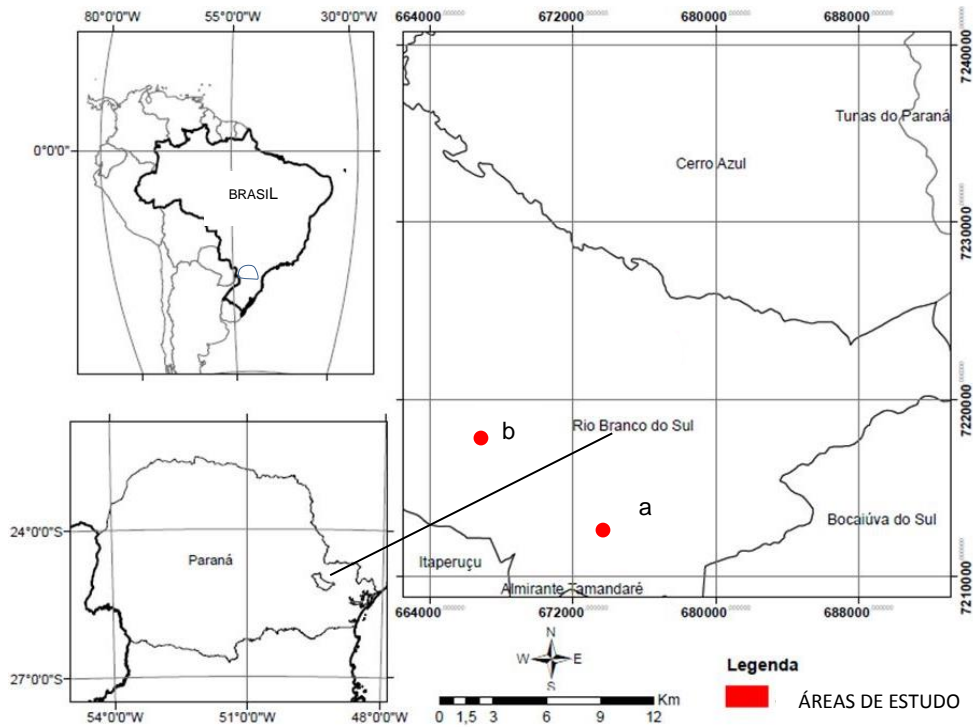


FIGURA 1 - Localização das áreas de estudo, a) mina Saivá e b) mina Itaretama, no município de Rio Branco do Sul, estado do Paraná, Brasil.  
 FONTE: Modificado pelo autor (2012).

Os sítios de estudo junto da mina Saivá são vistos na FIGURA 2.



FIGURA 2 - Mina Saivá, 1) sítio com cinco anos de regeneração, 2) floresta nativa secundária.  
 FONTE: Google Earth (2012), modificado pelo autor.

Na mina Saivá foram selecionados dois sítios de estudo, o primeiro com cinco anos de regeneração sobre depósito de rejeitos de mineração, medindo 400 m de extensão por 80 m de largura, formados por uma sequência de terraços e taludes em 45° de inclinação (FIGURA 3). E o segundo, um fragmento de Floresta Ombrófila Mista secundária, com 50 anos de idade, com dimensões de 130 m de comprimento por 90 m de largura e que serviu como área testemunha da floresta preexistente da região (FIGURA 4).



FIGURA 3 - Sítios de mineração de calcário: a) em atividade (bota-fora), b) sítio com cinco anos de regeneração.

FONTE: Elaborado pelo autor (2012).



FIGURA 4 – Sítio de floresta nativa secundária, a) vista geral, b) interior da floresta.

FONTE: Elaborado pelo autor (2012).

A segunda área está situada junto a mina Itaretama (FIGURA 5) distante 14 km a noroeste da cidade de Rio Branco do Sul. Nessa também foram selecionados



dois sítios, um com 15 anos de regeneração, formado por terraços e taludes em  $45^\circ$  (FIGURA 6) e o outro com 32 anos de regeneração, com terreno em declive de  $25^\circ$  (FIGURA 7), sobre rejeitos de mineração (bota-fora).



FIGURA 5 - Mina Itaretama, 1) sítio com 15 anos de regeneração, 2) sítio com 32 anos de regeneração.

FONTE: Google Earth, (2012), modificado pelo autor.

O sítio com 15 anos de regeneração possui 400 m de extensão por 100 m de largura, formado por uma sequência de terraços e taludes em  $45^\circ$  de inclinação, posicionados às margens da estrada de acesso da mina, no qual pode ser visto o início de uma formação florestal (FIGURA 6).

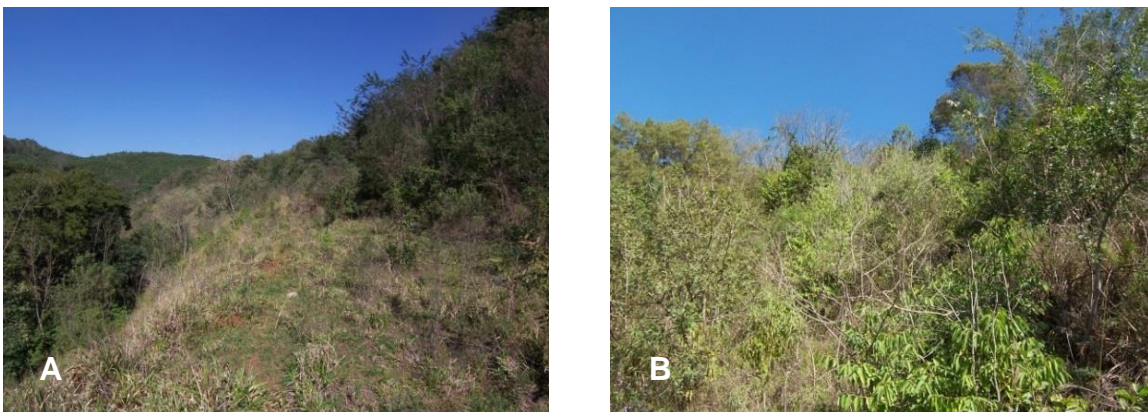


FIGURA 6 - Sítio de mineração de calcário com 15 anos, a) vista geral, b) detalhe da vegetação.

FONTE: Elaborado pelo autor (2012).

O sítio com 32 anos de regeneração, possui dimensões de 200 m por 200 m, em um terreno com  $25^\circ$  de declive, sem segmentação de terraços e taludes, estando à margem de uma estrada interna da área da mina (FIGURA 7).





FIGURA 7 - Sítio em estágio de regeneração de 32 anos, a) vista geral da área, b) detalhe do interior da floresta.

FONTE: Elaborado pelo autor (2012).

### 3.2 SOLO

As áreas que sofrem distúrbio pelo processo de mineração passam por um longo caminho para se regenerar, pois a vegetação é inteiramente suprimida e o solo sofre uma desestruturação, perdendo os seus horizontes originais.

Os sítios selecionados são formados basicamente por duas classes de solo, o Cambissolo, que é original da área junto da mina Saivá, e o Antropossolo encontrado nos três sítios de mineração. Os solos totalmente revolvidos pelo homem passam a ser enquadrados na ordem dos Antropossolos, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (EMBRAPA, 2004) e o sítio de floresta secundária como Cambissolo (EMBRAPA, 2006) (TABELA 3).

TABELA 1- Solos dos sítios de mineração e da floresta secundária, junto das minas Saivá e Itaretama no município de Rio Branco do Sul - PR.

SÍTIOS	CLASSES DE SOLO
Regeneração 5 anos	Antropossolo Móbilico Mésclico heterogênico
Regeneração 15 anos	Antropossolo Móbilico Mésclico heterogênico
Regeneração 32 anos	Antropossolo Móbilico Mésclico heterogênico
Floresta Nativa secundária	Cambissolo Háplico Tb Distroférico típico

FONTE: Elaborado pelo autor (2012).

Os Antropossolos são formados por uma ou mais camadas de material com 40 cm ou mais de espessura, formados exclusivamente pelo homem, de origem orgânica e ou inorgânica, sobrejacente a qualquer horizonte pedogenético ou saprólitos de rochas ou com rochas não intemperizadas. Em geral, possui baixo grau evolutivo e a drenagem é muito variada, devido ao material constitutivo (EMBRAPA, 2004). Os Antropossolos dos sítios estudados possuem o 2º nível categórico (subordens) como Móbilico, devido à movimentação de horizontes do solo. O 3º nível categórico (grandes grupos) é chamado de Mésclico, pelo fato do solo ser formado por uma mistura de terra e rochas. E o 4º nível categórico (subgrupos) é dos heterogênicos, por apresentar constituição desuniforme (EMBRAPA, 2004).

Já, o Cambissolo do sítio de floresta nativa secundária, apresentou como 2º nível categórico a subordem Háplico, por não ter horizonte A húmico e nem ser solo de caráter flúvico dentro dos 120 cm superficiais. O 3º nível categórico é o Tb Distroférico, por apresentar argila de atividade baixa e saturação de bases < 50%. E com o 4º nível categórico como típicos, por não apresentar contato lítico entre 50 cm e 100 cm da superfície do solo (EMBRAPA, 2006). A análise química dos solos dos quatro sítios foram realizadas pelo departamento de solos da Universidade Federal do Paraná e constam na tabela 13.

TABELA 2 - Química dos solos minerados e do solo da floresta secundária.

CLASSE DE SOLO	PONTO AMOSTRAL	pH	pH	Al	H+Al	Ca	Mg	K	P	C
		CaCl <sub>2</sub>	SMP	.....cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> .....		.....		mg/	g/d	
								kg <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup>	
Cambissolo	Mina Saivá - floresta nativa secundária	4,3	6,0	0,8	5,0	3,0	0,8	0,2	0,6	27,4
Antropossolo	Mina Itaretama - regeneração. 32 anos	6,2	7,4	0,0	1,8	7,0	0,7	0,3	0,6	19,2
Antropossolo	Mina Itaretama - regeneração. 15 anos	4,6	6,8	0,4	2,7	3,0	0,7	0,3	0,9	7,8
Antropossolo	Mina Saivá - regeneração. 5 anos	5,6	7,1	0,0	2,1	4,8	2,8	2,6	17,9	9,6

continua

conclusão

TABELA 2 - Química dos solos minerados e do solo da floresta secundária.

Classe de Solo	Ponto amostral	Cu	Mn	Fe	Zn	SB	CTC		m	V
							efeti va	pH 7,0		
		-----mg/dm <sup>3</sup> -----				.....cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> .....		----- % -----		
Cambissolo	Mina Saivá - floresta nativa secundária	0,1	18,5	1,8	3,6	4,0	4,8	9,0	16,7	44,4
Antropossolo	Mina Itaretama - regeneração. 32 anos	0,3	3,9	13,6	2,0	8,0	8,0	9,8	0,0	81,6
Antropossolo	Mina Itaretama - regeneração. 15 anos	0,2	14,7	5,7	0,2	4,0	4,4	6,7	9,1	59,7
Antropossolo	Mina Saivá - regeneração. 5 anos	0,2	9,4	5,5	0,2	10,2	10,2	12,3	0,0	82,9

FONTE: Departamento de solos, UFPR (2013), modificado pelo autor.

Na análise química dos solos, a acidez dos sítios com 5 anos e 32 anos, apresentou-se ideal, até mesmo um pouco alto, no sítio com 32 anos, porém, nos sítios com 15 anos e na floresta secundária, o pH esteve baixo, os sítios minerados possuem solos com pH mais elevado, pois estão associados com as rochas carbonáticas, com exceção do sítio com 15 anos que, também apresentou pH abaixo de 5. O alumínio adsorvido foi baixo nos quatro sítios, indicativo de solos pouco intemperizados e de boa condição para o desenvolvimento das formações vegetais. O cálcio estava com boa disponibilidade nos quatro sítios, mostrando valores acima de 2 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, o que é muito favorável ao desenvolvimento vegetal. O potássio está em baixas concentrações nos sítios de 15 anos, 32 anos e na floresta secundária. No sítio de 5 anos, esse elemento encontra-se em concentração bastante elevada, atípico para qualquer classe de solo inclusive para os do Paraná. No caso do fósforo, apenas o sítio com 5 anos possui uma concentração adequada ao desenvolvimento das plantas, com 17,9 mg/kg<sup>-1</sup>, os demais sítios apresentaram carência de fósforo. Para o carbono, os resultados foram condizentes com o esperado, com o acúmulo de matéria orgânica, ao longo do tempo houve uma elevação progressiva na concentração, partindo do sítio de 5 anos, até a floresta secundária. A pequena inversão de valores nas concentrações entre os sítios de 5 anos e 15 anos, está relacionada a irregularidade dos horizontes de solo

depositados. As capacidades de troca catiônica (CTC) apresentaram-se em concentrações favoráveis à vegetação, ficando com valores próximos a 10  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ . A saturação por alumínio trocável (m%), foi pequena para os quatro sítios, o que é bom para as plantas, principalmente para o de 5 anos e o de 32 anos, que não apresentaram alumínio. O cobre esteve em baixas concentrações em todos os sítios, já, o zinco esteve elevado no sítio de 32 anos e no de floresta nativa e baixo, nos sítios de 5 anos e 15 anos. E finalmente, a saturação pela soma de bases trocáveis ( $\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} = \text{V}\%$ ), na floresta nativa secundária estava ligeiramente baixo, enquanto que nos demais sítios o V% estava adequado à vegetação. É importante salientar que os valores em si não são necessariamente favoráveis ou desfavoráveis para as plantas, estes valores são interdependentes e também sofrem influência do clima. E cada espécie possui necessidades e tolerâncias distintas com relação aos valores dos elementos.

### 3.3 DADOS CLIMATOLÓGICOS

Os dados de temperatura e de umidade relativa do ar obtidos neste trabalho têm certa proximidade das médias do sistema CLIMA TEMPO (2013), obtidas nos últimos 30 anos, porém no tocante à precipitação acumulada, nota-se uma grande oscilação ao longo do tempo, sendo que os dados obtidos na pesquisa são bastante diferentes dos dados das médias pluviométricas dos anos passados. Tendo em vista a grande oscilação desse fator, é de se supor que o processo de colonização das áreas degradadas sofram diferentes estímulos, de acordo com o ano em que esta colonização se inicia, resultando na presença de espécies diferentes, pelo menos nas fases iniciais da regeneração. Isto demonstra que as condições climáticas podem variar muito de um ano para outro, fazendo com que as condições favoráveis à fixação das comunidades vegetais não estejam presentes o tempo todo, o que resulta em caminhos diferentes a serem seguidos pelo processo de regeneração, que podem ter o seu início e até mesmo a sua conclusão alterada pelo clima.

No período de janeiro de 2012 a dezembro de 2013, foram coletados os dados climatológicos dos sítios de pesquisa e comparados com as médias climáticas dos últimos 30 anos, fornecidas pelo sistema CLIMA TEMPO (2013) (TABELA 3).

TABELA 3 - Dados climatológicos, obtidos com as médias entre os quatro sítios de estudo, no município de Rio Branco do Sul, no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2013, em comparação com as médias dos dados dos últimos 30 anos do sistema CLIMA TEMPO (2013) (Cli Te). Temp mínima, média das temperaturas mínimas; Temp máxima, média das temperaturas máximas; Prec acumulada, precipitação acumulada; Umi relativa, umidade relativa do ar.

Fatores	Temp mínima °C			Temp máxima °C			Prec acumulada mm			Umi relativa %		
	2012	2013	Cli Te	2012	2013	Cli Te	2012	2013	Cli Te	2012	2013	Cli Te
MESES												
JANEIRO	16,8	16,9	17	29,0	27,9	25	62	79	208	84,3	83,7	84,3
FEVEREIRO	18,0	18,3	17	31,9	28,9	26	177	200	157	84,0	86,9	85,5
MARÇO	15,6	16,9	17	29,8	26,7	26	75	70	138	81,6	87,3	83,7
ABRIL	15,1	13,8	15	26,0	26,1	24	162	34	92	85,6	84,8	84,9
MAIO	12,3	12,2	11	22,7	23,4	20	73	77	110	88,3	86,6	87,3
JUNHO	11,8	12,3	11	19,7	20,7	20	208	215	93	92,7	96,6	93,0
JULHO	9,9	9,0	10	20,6	20,2	19	104	114	105	87,8	88,0	89,1
AGOSTO	11,4	9,0	11	25,5	22,8	21	19	23	73	81,5	81,2	81,2
SETEMBRO	12,3	11,6	13	25,3	23,7	22	71	190	138	79,2	82,6	81,1
OUTUBRO	15,2	13,8	15	27,9	25,8	24	117	91	146	80,6	80,1	80,4
NOVEMBRO	15,8	15,7	16	27,7	26,9	24	32	164	123	78,6	82,9	81,2
DEZEMBRO	19,0	17,5	17	31,2	29,4	25	245	104	163	85,0	81,2	83,3

NOTA: Os dados climáticos da 3ª coluna de cada fator estão disponíveis no sistema CLIMA TEMPO. Acesso em: 10 dez 2013.

FONTE: Elaborado pelo autor (2013).

No ano de 2012, a média das temperaturas mínimas foi 14,4 °C e das máximas 26,4 °C, em 2013 a média das temperaturas mínimas foi 13,9 °C e a média das máximas 25,2 °C. A precipitação acumulada do ano 2012 foi de 1350 mm e a de 2013 foi de 1371 mm, ligeiramente abaixo das médias de 1400-1500, citadas pelo IAPAR (1999). A umidade relativa média do ar em 2012 foi 84,1% e em 2013, 85,1%. A temperatura das áreas de estudo no ano de 2012 teve o seu pico máximo em fevereiro 31,9 °C e a média mínima nos meses de julho e agosto com 9,0 °C. A região leste do estado do Paraná não possui estações secas durante o ano, com deficiência hídrica anual de apenas 0 – 5 mm (THORNTON, C. W. e MATHER, J. R., 1955) e que proporciona uma condição favorável à vegetação, principalmente às florestas. Outro fator climatológico que favorece a formação de florestas é a

umidade relativa do ar, que em Rio Branco do Sul está sempre acima dos 80% (CLIMATEMPO, 2013). Neste estudo somente os meses de setembro e novembro de 2012 ficaram com as médias de umidade relativa do ar ligeiramente abaixo de 80%.

A curva de temperatura média e a pluviosidade do município de Rio Branco do Sul são apresentadas na figura 8.

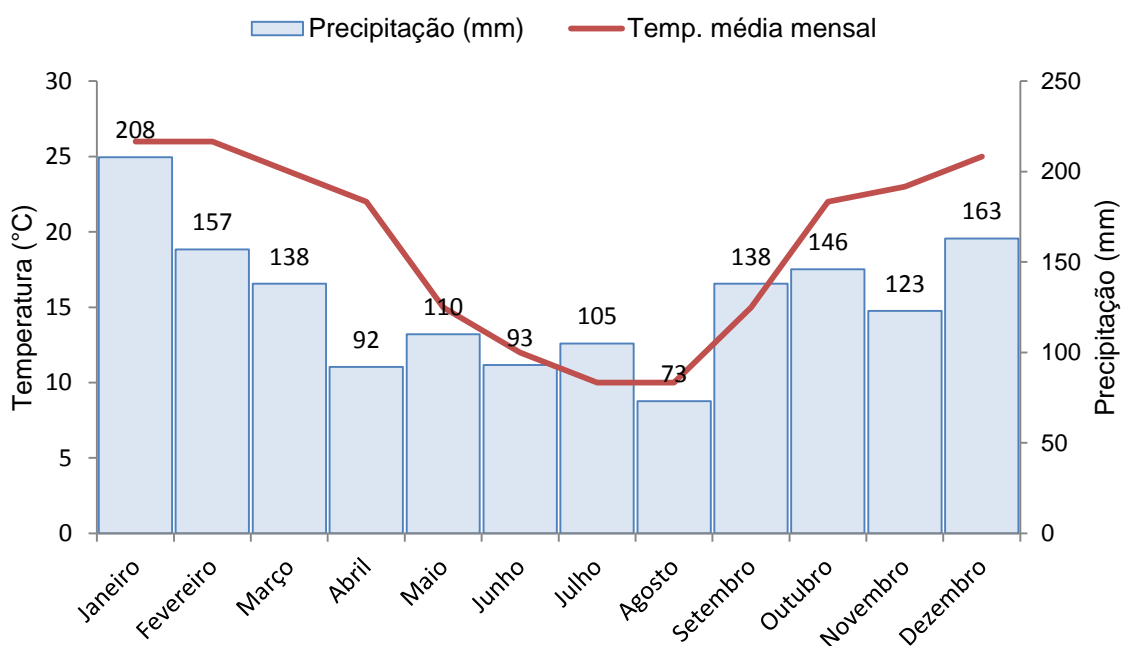


FIGURA 8 – Temperatura média e pluviosidade no município de Rio Branco do Sul - PR. Dados obtidos com as médias dos últimos 30 anos.

FONTE: Sistema Clima Tempo (2013).

Alguns dados como a geologia, fitogeografia, ocupação do solo e unidades de conservação, são mostrados no mapa do território Ribeira, favorecendo a compreensão destes fatores, uma vez que eles se estendem por vastas áreas.

### 3.4 GEOLOGIA

O território Ribeira é caracterizado geologicamente pela predominância da Formação Votuverava com 27,2%, ocupando uma faixa de nordeste a sudeste,

apresentando sericita, calcários, mármores calcíticos e quartzos, do Proterozóico Superior, bem como a Formação Capiru, com área de 10% do território localizada na região leste e composta por cloritabiotita, quartzos, mármores e quartzitos. A Formação Apiaí-Mirim corresponde a 13,3%, localizada na porção noroeste e está composta por granito-gnaisses, quartzitos e xistos feldspáticos. Em pequenas áreas ao norte e oeste está a Formação Água-Clara com 7,9%, formada por calcoxisto mármore e calcofilitos. E finalmente a Formação Perau, com 6,87%, ocorrendo na parte leste e nordeste do território, composta por quartzitos finos, xisto e mármores. As três últimas Formações são do Proterozóico Médio. Todas as Formações restantes somam 34,80% deste território (IPARDES, 2007) (FIGURA 9).

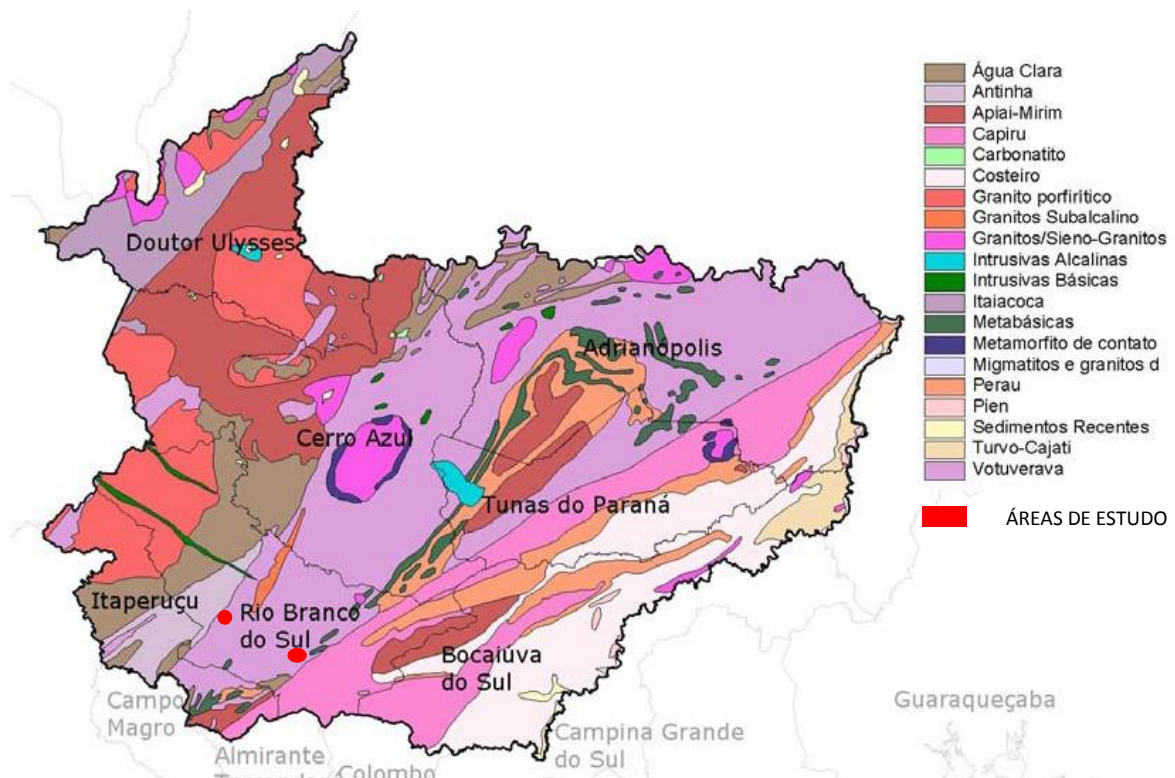


FIGURA 9 - Geologia do território Ribeira – Paraná.

FONTE: IPARDES (2007), modificado pelo autor.

Segundo dados do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES, 2007), no período entre 1995 e 2004, houve extração de areia, argila, calcário, calcário dolomítico, diabásio, filito, fluorita, granito, mármore, saibro, sienito e talco do território Ribeira, sendo que dos 12 minerais extraídos, o município



de Rio Branco do Sul contribui com oito deles. Dentre eles os calcários são os mais expressivos, pois as rochas carbonáticas estão presentes em vastas áreas do município (FIGURA 10).

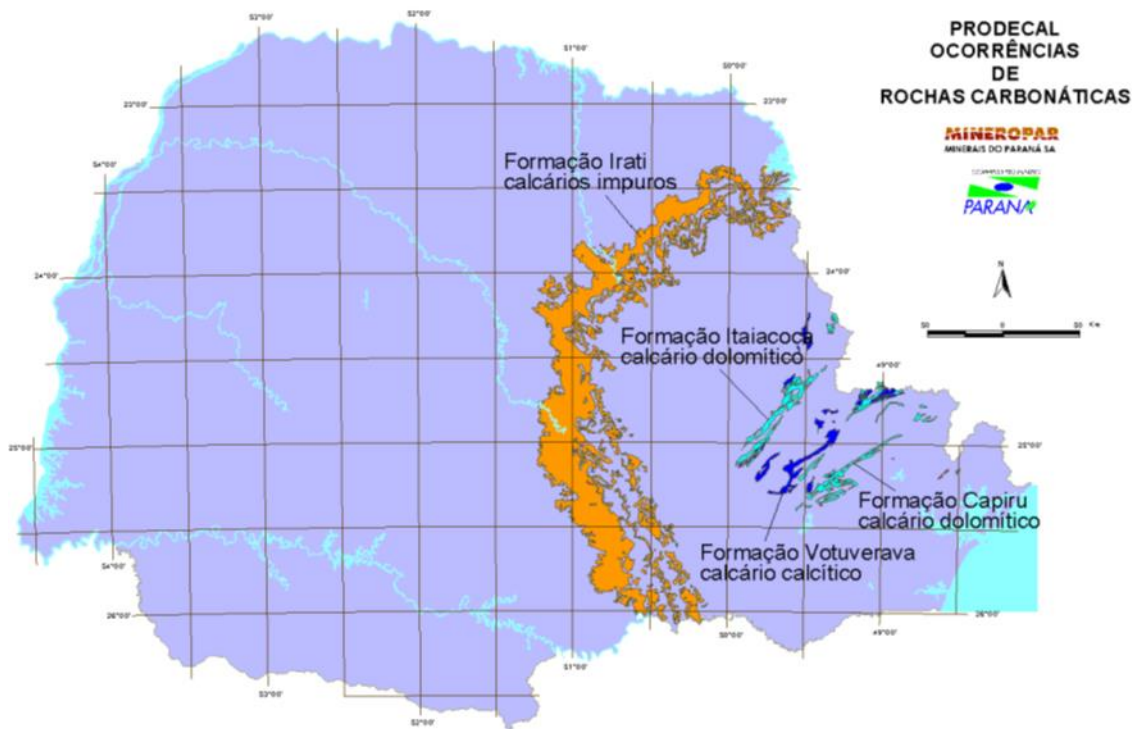


FIGURA 10 - Formação de rochas carbonáticas no estado do Paraná.

FONTE: MINEROPAR (1999).

Os Municípios de Rio Branco do Sul, Itaperuçu, Almirante Tamandaré e Campo Largo (PR), estão sobre jazidas de rochas calcárias, resultado de antigos depósitos marinhos, formados em mares de águas quentes, rasas e calmas, que ocorreram durante o Período Pré-Cambriano, há 700 milhões de anos, resultando na Formação Votuverava do Grupo Açungui (FIORI e GASPAR, 1993).

### 3.5 MINERAÇÃO

No município de Rio Branco do Sul existem mais de duas centenas de mineradoras de calcário (MINEROPAR, 1999), sendo uma delas a Companhia de Cimentos Votorantim, que há 64 anos extrai rochas para a fabricação de Cimento Portland (tipo de cimento criado na ilha britânica de Portland). As rochas são



utilizadas para distintos fins, de acordo com a sua composição, servindo na fabricação de cimento, cal-virgem ou calcário agrícola. A produção nacional de cimento se divide em 65 fábricas, das quais 26 pertencem ao Grupo Votorantim. São 14 grupos industriais, na sua maioria, nacionais. De acordo com o Serviço Geológico do Paraná (MINEROPAR, 1999), a principal empresa produtora de cimento no Brasil é o Grupo Votorantim, responsável por 41,7% da produção do país.

Segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), o estado do Paraná participa com uma reserva média de 9% das rochas calcárias do país, contando aproximadamente com 4.463.129.677 toneladas, ocupando o terceiro lugar das reservas deste tipo de rocha. O primeiro lugar fica com o Estado do Mato Grosso do Sul com 14.721.630.904 toneladas e o segundo, com o Estado de Minas Gerais com 10.497.703.445 toneladas (MINEROPAR, 1999).

No tocante à produção de cimento, o município de Rio Branco do Sul é o maior produtor do Estado do Paraná, sendo que entre os anos de 1989 e 1997 foi responsável por 81,28% da produção paranaense. O município de Campo Largo correspondeu com 18,65% da produção e os municípios de Itaperuçu e Almirante Tamandaré juntos com apenas 0,10% (MINEROPAR, 1999). Na região que compreende os municípios de Rio Branco do Sul, Almirante Tamandaré e Colombo, são 64 fornos de calcário para correção de solo e 160 de calcário para a construção civil e duas indústrias de Cimento Portland (MINEROPAR, 1999). Como estas fontes de minério estão bastante próximas da capital do estado elas têm sido exploradas intensivamente para a construção civil, indústria e também para o uso na agricultura como corretivo de solo, já que o Estado é um grande produtor agrícola.

Na procura de melhores condições para o setor minerário foram criados os Arranjos Produtivos Locais (APL), que são grupos de empresas que atuam em um determinado setor econômico, no mesmo espaço geográfico. Este tipo de organização visa criar vínculos de cooperação entre as empresas para formar uma rede, que busca apoios governamentais e créditos de pesquisa. Dentre todos os arranjos produtivos de base mineral do Paraná, o de cal e calcário é um dos segmentos de maior importância. Abrangem dois polos, o de Castro e Ponta Grossa e outro ao norte de Curitiba com interesse nas abundantes rochas calcárias de

reconhecida qualidade, das formações geológicas de Capiru e Itaiacoca (MINEROPAR, 1999) (FIGURA 11).

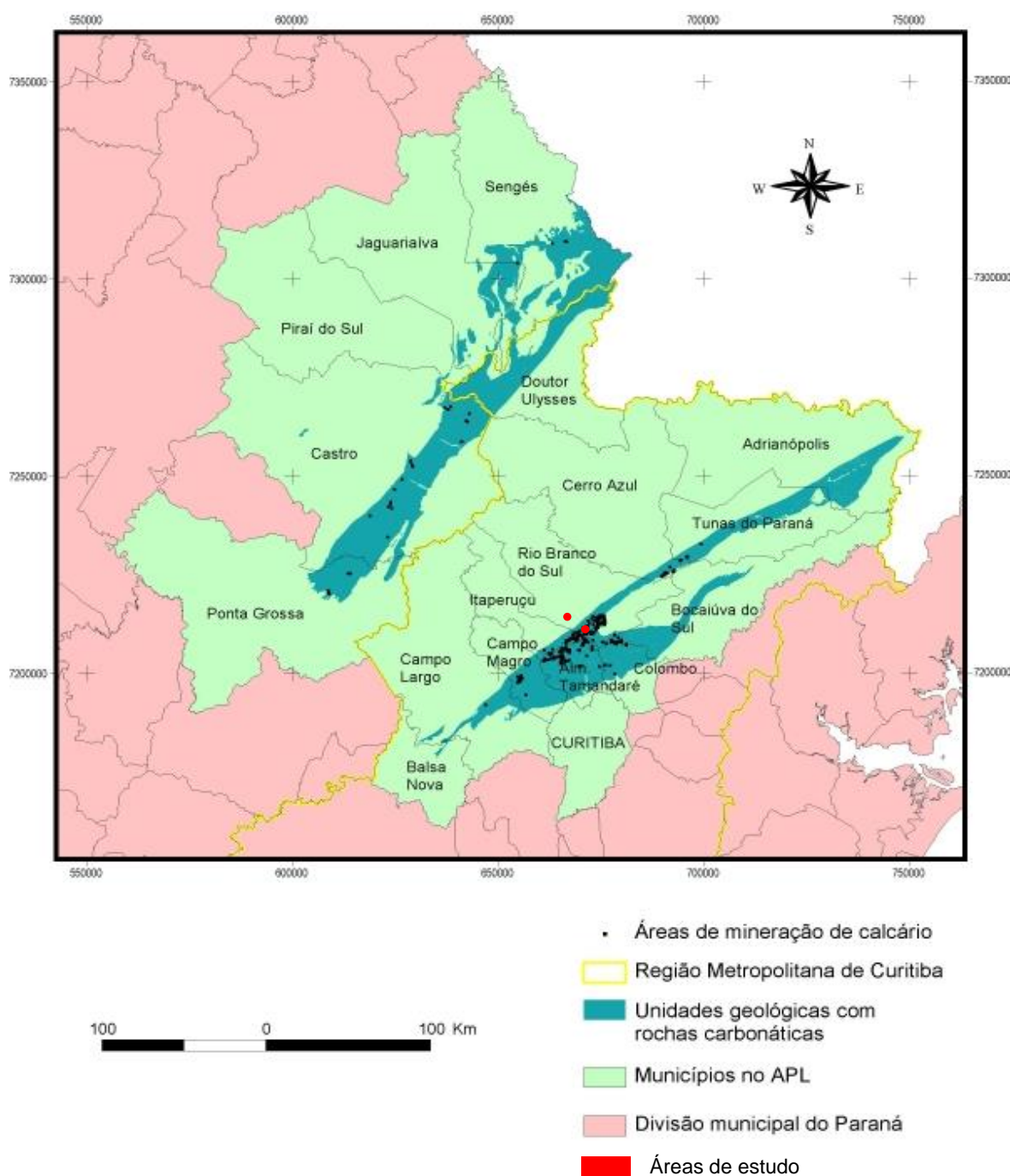


FIGURA 11 - Mapa geológico dos municípios envolvidos na APL com rochas carbonáticas e as áreas de pesquisa.

FONTE: IPARDES (2003), modificado pelo autor.

As rochas calcárias são aproveitadas no Paraná para três usos principais, corretivo agrícola, produção de cal e na indústria cimenteira. Comparando a

extensão das áreas já em exploração, com a dimensão total das jazidas a serem exploradas futuramente, percebe-se a gravidade do distúrbio ambiental que ainda está por vir. Um dos maiores centros de exploração de calcário do estado do Paraná é o município de Rio Branco do Sul. Esta movimentação da crosta terrestre altera drasticamente as características geomorfológicas da região, criando novas fisionomias e ocasionando processos de erosão, deslizamentos, entre outros (PINTO e PASSOS, 2011).

Em 2004, o município de Rio Branco do Sul confirmou novamente a sua posição como o maior produtor de minério do Estado, com 33,5% da produção seguido por São Mateus do Sul com 16,1% e Campo Largo com 6,6%. No município de Rio Branco do Sul está instalada a maior empresa de mineração do Estado, a Companhia de Cimentos Votorantim, com 80% da produção. O município lidera também a maior arrecadação por Compensação Financeira pela Exploração de recursos Minerais (CFEM) com uma participação de 24,7% do capital arrecadado (MINEROPAR, 2011) (FIGURA 12).

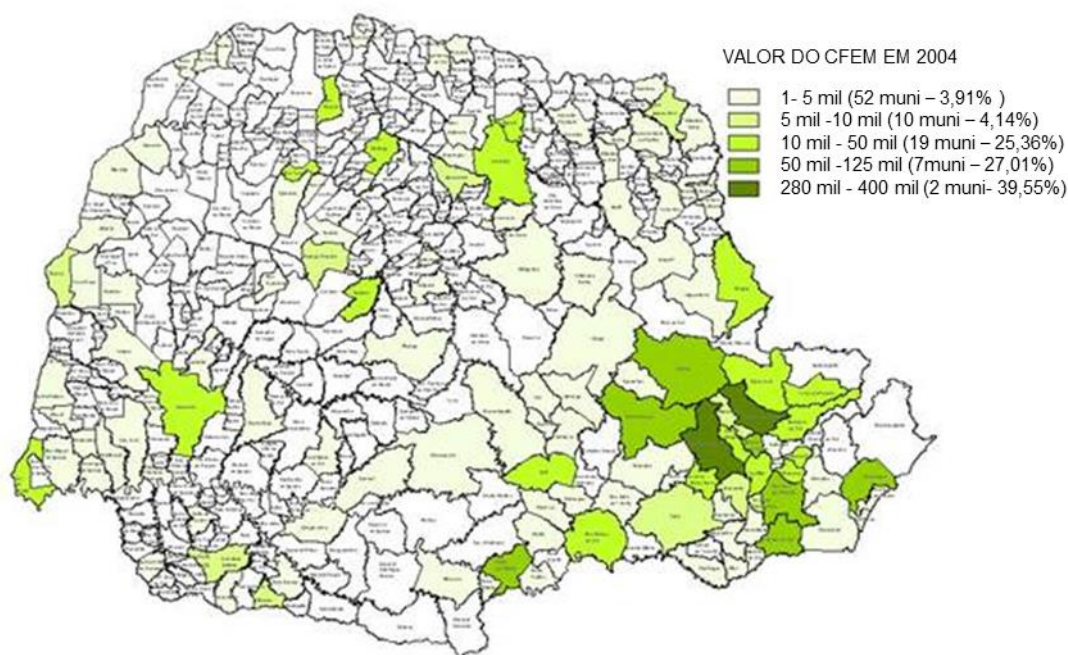


FIGURA 12 - Municípios do estado do Paraná com maior arrecadação de impostos relativos à mineração. Compensação Financeira pela Exploração de recursos Minerais (CFEM).

FONTE: MINEROPAR (2011).

Na tabela 4 estão os principais municípios com produção mineral do estado do Paraná.

TABELA 4 - Participação dos principais municípios do Paraná na produção mineral, segundo a quantidade, valor da produção, recolhimento do ICMS e CFEM, dados em porcentagem, Paraná, 2004.

MUNICÍPIOS	QUANT %	VALOR%	ICMS%	CFEM%	MINÉRIOS PRODUZIDOS
RIO BRANCO DO SUL	33,5	16,1	21,0	24,7	Argila, calcário, dolomito, diabásio, filito, granito, mármore e saibro.
SAO MATEUS DO SUL	16,1	19,9	-	2,3	Areia, argila, basalto e xisto.
CAMPO LARGO	6,6	19,9	40,7	14,9	Água, areia, argila, basalto, calcário, dolomito, caulim, feldspato, filito, gnaiss, granito, migmatito, ouro, prata, quartzito e saibro.

FONTE: MINEROPAR (1999)

### 3.6 GEOMORFOLOGIA

A geomorfologia é uma das ciências que contribuem no planejamento e na gestão territorial, fornecendo as técnicas de pesquisa das formas de relevo e os processos correlacionados. Guerra e Marçal (2006) afirmam que os conhecimentos geomorfológicos auxiliam no desenvolvimento sustentável de boa parte da superfície terrestre, minimizando as consequências negativas do crescimento urbano, das atividades rurais e outras formas da ocupação humana. A exploração de calcário é uma atividade de extração mineral de grande impacto na paisagem e que interfere diretamente no relevo e qualidade de vida da população local (PINTO e PASSOS, 2011). Os geomorfologistas têm grande interesse nas análises e avaliações das transformações relacionadas a essa atividade. As escavações feitas para obtenção de calcário, além de causarem danos ambientais e estéticos, geram rejeitos originados da exploração e que também causam impactos negativos ao serem lixiviados, provocando o assoreamento dos rios ao redor e muitas vezes também distantes da área de mineração (GOUDIE *et al.*, 1990).

Rio Branco do Sul está situado no Primeiro Planalto Paranaense e possui relevo altamente dissecado. Onde as principais classes de declividade enquadram

se em: menor que 6%, ocorrem em uma área de 185,75 km<sup>2</sup>, com 6-12% em uma área de 47,02 km<sup>2</sup>, entre 12-30% em uma área de 192,78 km<sup>2</sup> e entre 30-47% em uma área de 142,66 km<sup>2</sup> (MINEROPAR, 2006). O relevo possui gradiente de 680 m com as altitudes variando entre 500 m e 1180 m. Com topos alongados, vertentes convexas e retilíneas e vales em “V”. A orientação predominante da morfologia é NW-SE, modelada em rochas da Formação Votuverava (MINEROPAR, 2006).

Solo do tipo AR2, Associação de afloramentos de rocha com neossolos litólico hístico típico, mais cambissolo húmico distrófico léptico, ambos de textura argilosa e álicos que ocorrem em relevo escarpado e montanhoso, tendo substrato granitos e quartzitos (SANTOS, 2008).

A hidrografia é constituída por três sub-bacias, a do rio Ribeira, a do rio Açungui, do rio Piedade e a do rio Capivari. A área paranaense da bacia do Ribeira é de 9.130 km<sup>2</sup>. O rio Ribeira do Iguape nasce na vertente leste da serra de Parapiacaba, tendo como principais contribuintes os rios Piedade, Pardo, Capivari e Açungui. Dos seus 470 km de extensão, 220 km estão em território paranaense (SEMA, 2010).

As características naturais indicam que o município possui encostas com grandes declividades. A composição geológica, pedológica e climática favorece a ocorrência de movimentos de massa, como: quedas de blocos, deslizamentos, rastejamentos e outros processos erosivos que ocorrem naturalmente e podem ser potencializados pela ação antrópica, como no caso da mineração de calcário.

### 3.7 USO DO SOLO

O território do Ribeira possui um relevo bastante acidentado, dificultando e na maior parte das vezes, impedindo o uso da mecanização na atividade agrícola. Essa região vem passando por diferentes economias ao longo do tempo. No início do século passado, o desbravamento liderava e o produto de exploração era a madeira; representada pela imbuia e a araucária. No segundo momento foi a agricultura de subsistência, formada por pequenas lavouras de milho, feijão, melancia, abóbora e



outros. A criação de suínos também era uma prática comum em toda a região. Depois veio a pecuária, com o gado de corte, mas também sem o rigor produtivo. Mais recentemente foi implantada a produção de madeira, primeiro só com pinus e atualmente com pinus e eucalipto. A mineração do calcário começou há mais de cem anos junto com exploração da madeira nativa. A figura 13 representa o uso do solo do território Ribeira no ano 2007.

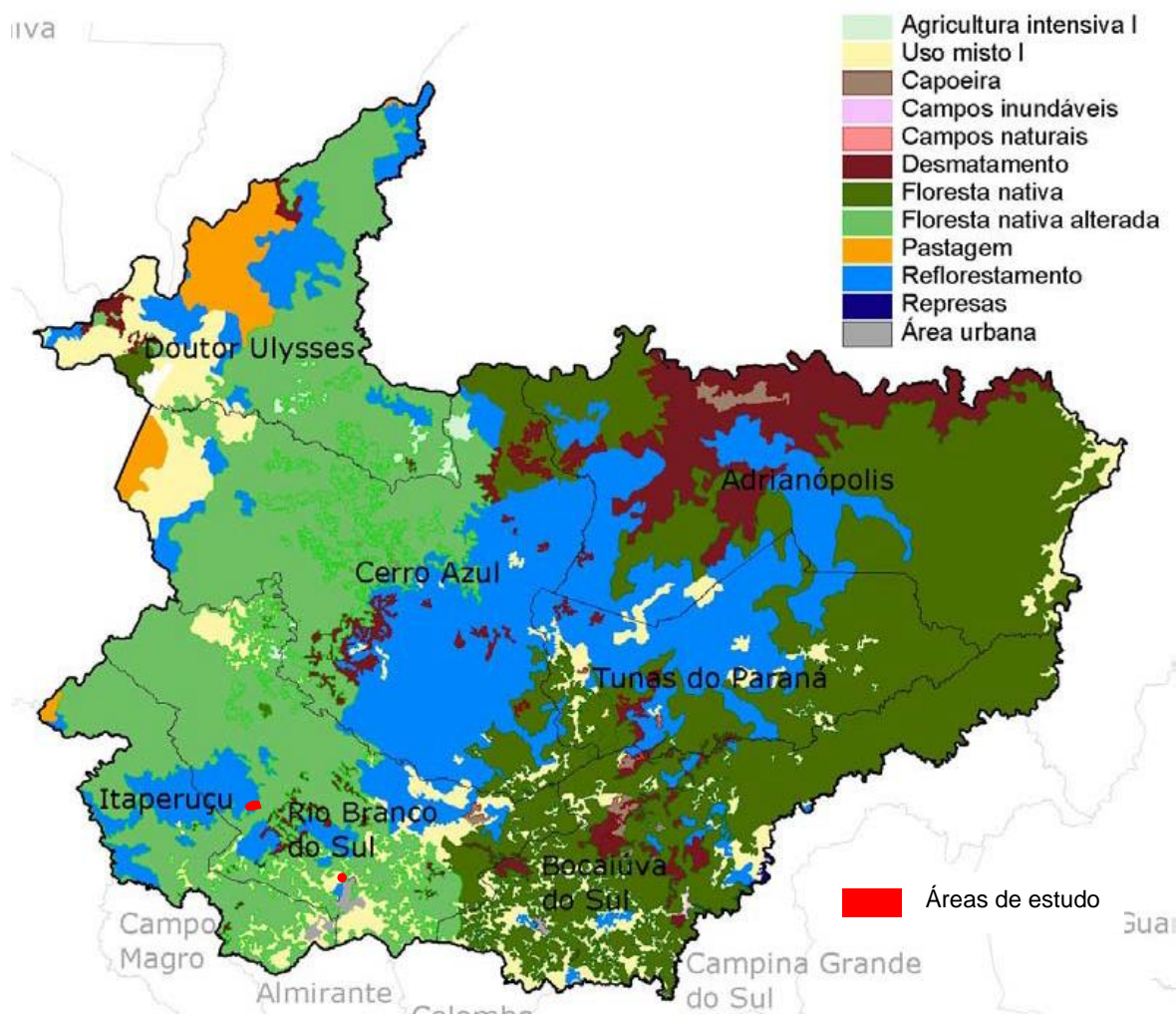


FIGURA 13 - Uso do solo no território Ribeira – Paraná.

FONTE: IPARDES (2007), modificado pelo autor.

### 3.8 FORMAÇÕES VEGETACIONAIS

O território Ribeira era coberto originalmente pela Floresta Ombrófila Mista Montana, que cobria 56,4%, ocupando as suas porções noroeste e sul e pela Floresta Ombrófila Densa concentrada na porção norte e leste ocupando 43,4%. Já os Campos Naturais, com apenas 0,4% do território, ocupavam a parte sul (IPARDES, 2007). A figura 14 mostra a localização das áreas de estudo, deixando claro que as áreas estudadas pertencem ao domínio da Floresta Ombrófila Mista.



FIGURA 14 - Regiões fitogeográficas do Território Ribeira, e a localização das áreas de estudo.  
 FONTE: IPARDES (2007), modificado pelo autor.

A Floresta Ombrófila Mista é formada pelo encontro de duas florestas distintas, a flora tropical (Afro-brasileira) e temperada (Austro-brasileira) (LEITE, 1994, RIBEIRO *et al.*, 2007). Conhecida também como floresta com Araucária, esta formação ocorria no Planalto Meridional, onde é considerado o seu clímax climático, porém, essa floresta já se estendeu até o Nordeste brasileiro, tendo como gêneros marcantes *Drymis* e *Araucaria* (Australásicos) e *Podocarpus* (Afroasiático) (IBGE, 1992). Apresenta quatro formações: Aluvial, que ocorre em terraços antigos ao longo dos rios, Submontana, ocorrendo em altitudes de 50 até 400 m, Montana, de 400 até 1000 m de altitude e Alto-montana, crescendo acima de 1000 m de altitude (IBGE, 1992).

### 3.9 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

São apenas duas as unidades de conservação existentes no território da jurisdição estadual do Vale do Ribeira na categoria de proteção integral, o Parque Estadual das Lauráceas, abrangendo 4,5% do território, situado nos municípios de Adrianópolis e Tunas do Paraná, contendo as formações de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista; e o Parque Estadual de Campinhos com 0,03% do território, formado pela Floresta Ombrófila Mista, localizado nos municípios de Cerro Azul, Tunas do Paraná e Bocaiúva do Sul (IPARDES, 2007) (FIGURA 15).





FIGURA 15 - Unidades de conservação da jurisdição estadual no Território Ribeira – Paraná, e as áreas de estudo.

FONTE: IPARDES (2007), modificado pelo autor.

Ao percorrer o Território Ribeira percebe-se que as atuais unidades de conservação são insuficientes para manter a representatividade destes ecossistemas, necessitando o estabelecimento de mais unidades de conservação distribuídas ao longo de todo o território.

Para a realização do trabalho de campo foram feitas 54 viagens às áreas de pesquisa, totalizando, 4.320 km rodados, sendo inventariadas 3.071 plantas, nas 708 parcelas, com uma área amostral total de 8.000 m<sup>2</sup>.

### 3.10 ESTUDO DA FLORA

Para facilitar o entendimento no estudo da flora, as plantas foram divididas em três grupos, de acordo com o seu hábito: ervas, arbustos e árvores, sendo consideradas ervas as plantas de pequeno a médio porte (10 – 300 cm) que possuíssem o caule carnosos, não lignificado (FONT QUER, 1985). No grupo dos arbustos entraram as plantas com caule único ou ramificado, lenhosos com CAP inferior a 15 cm e altura da planta inferior a 5 m (FONT QUER, 1985) e também as árvores jovens com circunferência de caule (CAP) inferior a 15 cm e até 5 m de altura. E no grupo das árvores, todas as plantas de caule único e lenhoso com CAP igual ou superior a 15 cm (FONT QUER, 1985).

O levantamento florístico foi feito no período de dois anos, simultaneamente com o estudo fitossociológico, as plantas foram coletadas em estado fértil e também vegetativo. O material de espécies arbóreas foi coletado com auxílio de um cortagalhos com cabo de 6m de comprimento, uma corda de arremesso e com estilingue. O material botânico foi levado para o herbário, identificado e tombado no acervo dos herbários Escola de Floresta de Curitiba (EFC), Museu Botânico Municipal (MBM) e Faculdades Integradas Espírita (HFIE). Na medida em que as parcelas eram implantadas e avaliadas, as espécies vegetais foram sendo coletadas (IBGE, 1992, LAWRENCE, 1951, PEIXOTO, 2013), fotografadas e prensadas. Depois de trazidas para o herbário, as plantas foram colocadas em estufas para secar. Setenta por cento das espécies foram identificadas pelo autor, com o auxílio de bibliografia especializada como a Flora Ilustrada Catarinense; Acanthaceae, Wasshausen e Smith (1969), Apocynaceae, Markgraf (1968), Pereira *et al.* (2004), Asteraceae, Barroso e Bueno (2002), Cabrera e Klein (1980, 1989), Blechnaceae, Shnem (1968), Piperaceae, Guimarães e Valente (2001), Pteridaceae, Shnem (1972), Sapindaceae, Reitz (1980), Lorenzi (1992, 1998, 2000, 2003), Lorenzi e Matos (2002), Souza e Lorenzi (2005, 2009) e por comparação com o material dos herbários HFIE (herbário das Faculdades Integradas Espírita) e EFC (herbário da Escola de Floresta de Curitiba). As demais foram encaminhadas ao herbário MBM (Museu Botânico Municipal), para serem identificadas por outros pesquisadores da flora brasileira.

### 3.11 ESTUDO FITOSSOCIOLÓGICO

O estudo fitossociológico das plantas arbóreas foi realizado com base nos dados de dominância, densidade e frequência. E para as arbustivas e herbáceas foram usados os parâmetros de cobertura e frequência.

A composição florística foi avaliada em três fases cronológicas de regeneração e em uma fase de floresta secundária, onde as espécies e suas famílias foram divididas em três classes de vegetação, herbáceas, arbustivas e arbóreas.

Para o estudo da flora arbórea foram implantadas 40 parcelas, medindo 5 x 10 m (FIGURA 16), com espaçamento entre elas de 10 m. Com o uso de uma fita métrica foram mensuradas as circunferências dos caules na altura do peito (CAP) e a altura da árvore foi medida com um tubo de alumínio com 6 m de comprimento, graduado de metro em metro. Quando a altura da árvore ultrapassava essa medida (fato frequente), a altura foi estimada, tendo como comparação o tubo de alumínio.

As árvores foram identificadas pelo caule e pelas folhas, visualizadas com utilização de um binóculo ZENITH 20 x 50. As espécies não identificadas no campo foram coletadas e etiquetadas com o nome do sítio de pesquisa e o número da parcela, para serem posteriormente secadas, identificadas e registradas no herbário.

As plantas arbustivas foram estudadas em 50 parcelas de 1 x 5 m, sendo sublocadas, dentro das parcelas de plantas arbóreas (FIGURA 16). Para efeito de dados, a altura de uma espécie, era a média das alturas dos indivíduos dessa espécie, presentes em cada parcela, medidas com uma trena. A cobertura de cada espécie foi medida em porcentagem da área da parcela coberta pela copa da planta, estimada visualmente.

Para o estudo das herbáceas foram instaladas em cada sítio 100 parcelas de 1 x 1 m, nos vértices das parcelas das plantas arbóreas (FIGURA 16), nas quais as plantas foram identificadas e medidas em altura com o uso de uma trena e avaliadas visualmente em área de cobertura da parcela, dada em porcentagem.

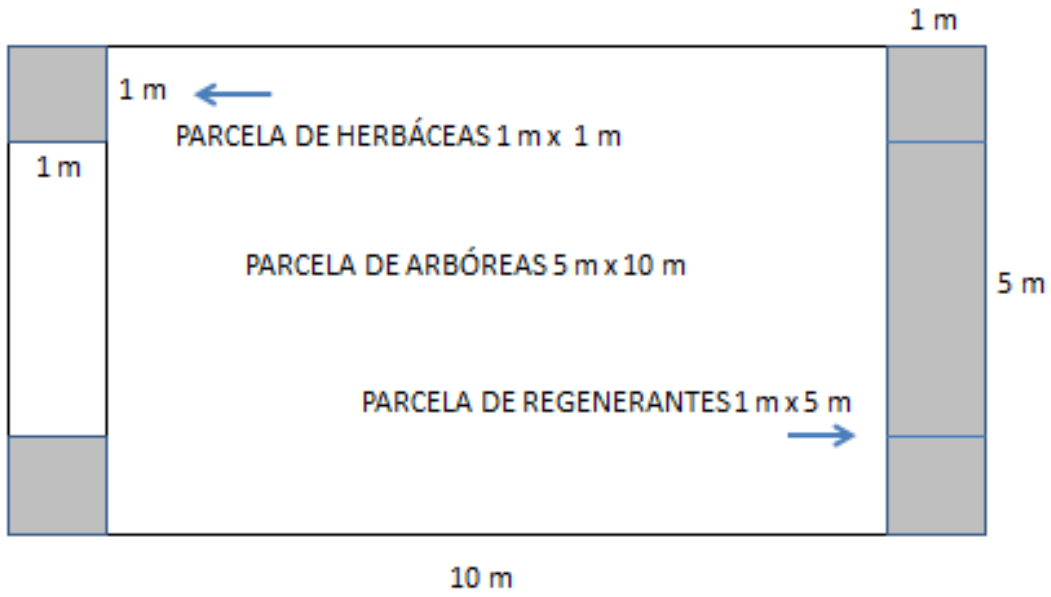


FIGURA 16 - Esquema da parcela de 5 x 10 m, para as plantas arbóreas, com duas parcelas de 1 x 5 m para as plantas arbustivas e quatro parcelas de 1 x 1 m para as plantas herbáceas.

FONTE: Elaborado pelo autor (2012).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 FLORÍSTICA

Nas áreas de regeneração da Floresta Ombrófila Mista Montana degradadas pela mineração de calcário e na floresta nativa secundária foram encontradas 323 espécies, distribuídas em 241 gêneros e 93 famílias, incluindo herbáceas, arbustivas e arbóreas (TABELA 5).

TABELA 4 - Lista de famílias e espécies de plantas herbáceas (H), arbustivas (B) e arbóreas (A), encontradas em três sítios de regeneração em áreas mineradas e no sítio de floresta secundária, Rio Branco do Sul, PR, 2013. R 5 = sítio com 5 anos de regeneração; R 15 = sítio com 15 anos de regeneração; R 32 = sítio com 32 anos de regeneração; Flo Sec= sítio com floresta secundária.

Famílias e espécies	R 5	R 15	R 32	Flo Sec	Hábito
<b>ACANTHACEAE</b>					
<i>Justicea carnea</i> Lindl.			X		H
<i>Mendoncia coccinea</i> var. <i>sparatteria</i> (Nees) Turrill				X	H
<i>Ruelia angustiflora</i> (Pohl) C.Ezcurra			X		H
<b>ALSTROEMERIACEAE</b>					
<i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb.			X	X	H
<b>ANACARDIACEAE</b>					
<i>Schinus molle</i> L.*	X				B
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	X	X	X	X	B A
<b>AMARANTHACEAE</b>					
<i>Alternanthera tenella</i> Colla	X				H
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants*	X				H
<b>ANEMIAEAE</b>					
<i>Anemia flexuosa</i> (Savigny) Sw.		X			H
<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.			X	X	H
<i>Anemia tomentosa</i> (Savigny) Sw.				X	H
<b>ANNONACEAE</b>					
<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer			X		B
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.			X	X	B A
<i>Guatteria dusenii</i> R.E. Fr.			X		B
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H. Rainer		X	X		B A
<b>APIACEAE</b>					
<i>Cyclosporum leptophyllum</i> (Pers.) Sprague	X				H
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.		X			H
<b>APOCYNACEAE</b>					
<i>Asclepias curassavica</i> L.		X			H
<i>Orthosia scoparia</i> var. <i>subulata</i> (Nutt.) Liede & Meve				X	H
<i>Oxypetalum banksii</i> R.Br. ex Schult.	X			X	H
<i>Oxypetalum lanatum</i> Decne. ex E. Fourn.	X				H
<i>Peltastes peltatus</i> (Vell.) Woodson				X	H
<i>Peplonia axillaris</i> (Vell.) Fontella & Rapini				X	H
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC			X		A
<b>AQUIFOLIACEAE</b>					
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek				X	A

Continua

Continuação

<b>Famílias e espécies</b>	<b>R 5</b>	<b>R 15</b>	<b>R 32</b>	<b>Flo Sec</b>	<b>Hábito</b>
<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.			X	X	B A
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek				X	B A
ARACEAE					
<i>Asterostigma lividum</i> (Lodd.) Engl.				X	H
ARALIACEAE					
<i>Hydrocotyle exigua</i> Malme	X				H
ARAUCARIACEAE					
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze		X	X	X	B A
ARECACEAE					
<i>Syagrus rhomanzofiana</i> (Cham.) Glassman				X	B A
ARISTOLOCHIACEAE					
<i>Aristolochia triangularis</i> Cham.			X	X	H
ASPARAGACEAE					
<i>Cordyline spectabilis</i> Kunth & Bouché	X			X	B A
ASTERACEAE					
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	X	X			H
<i>Ageratum conyzoides</i> (L.) L.	X				H
<i>Ambrosia polystachya</i> DC.	X				H
<i>Baccharis calvescens</i> DC.	X				B
<i>Baccharis caprariifolia</i> DC.	X				B
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	X	X			B
<i>Baccharis erioclada</i> DC.	X				B
<i>Baccharis helichrysoides</i> DC.	X				H
<i>Baccharis intermixta</i> Gardner	X				B
<i>Baccharis leucocephala</i> Dusén	X				B
<i>Baccharis semiserrata</i> DC	X				B
<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	X	X			H
<i>Baccharis usterii</i> Heering		X			H
<i>Calea pinnatifida</i> (R.Br.) Banks ex Steud.				X	H
<i>Calyptocarpus biaristatus</i> (DC.) H.Rob.			X		H
<i>Campuloclinium macrocephalum</i> (Less.) DC.	X				H
<i>Chromolaena ivaefolia</i> (L.) R.M.King & H.Rob.	X				H
<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob.	X			X	H
<i>Chromolaena pedunculosa</i> (Hook. & Arn.) R.M.King & H.Rob.				X	H
<i>Chrysolaena platensis</i> (Spreng.) H.Rob.	X				H
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.*	X				H
<i>Campuloclinium macrocephalum</i> (Less.) DC. ex B.L.Turner		X			H
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	X				H
<i>Critoniopsis quinqueflora</i> (Less.) H.Rob.				X	H
<i>Dasyphyllum brasiliense</i> (Spreng.) Cabrera				X	A
<i>Elephantopus molis</i> Kunth	X		X		H
<i>Gamochoaeta simplicicaulis</i> (Willd. Ex Spreng.) Cabrera	X				H
<i>Hypochaeris radicata</i> L.*	X	X			H
<i>Mikania micranta</i> Kunth	X	X	X		H
<i>Mikania orleansensis</i> Hieron.				X	H
<i>Mutisia coccínea</i> A.St.-Hil.				X	H
<i>Orthopappus angustifolius</i> (Sw.) Gleason	X				H
<i>Exostigma notobellidiastrum</i> (Griseb.) G.L.Nesom			X		H
<i>Pterocaulon virgatum</i> (L.) DC.	X	X			H
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	X	X			H
<i>Solidago chilensis</i> Meyen	X	X			H
<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) L.	X	X			H
<i>Symphotrichum squamatum</i> (Spreng.) G.L.Nesom	X				H
<i>Tagetes minuta</i> L.	X				H

Continua

Continuação

<b>Famílias e espécies</b>	<b>R 5</b>	<b>R 15</b>	<b>R 32</b>	<b>Flo Sec</b>	<b>Hábito</b>
<i>Vernonanthura phosphorica</i> (Vell.) H. Rob.	X	X			H
<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Less.		X			B
BEGONIACEAE					
<i>Begonia cuculata</i> Willd.	X				H
BIGNONIACEAE					
<i>Amphilophium crucigerum</i> (L.) L.G.Lohmann			X		H
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.				X	B A
BLECHNACEAE					
<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.	X		X	X	H
BORAGINACEAE					
<i>Cordia tricotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.			X		A
<i>Heliotropium transalpinum</i> Vell.			X		H
<i>Tournefortia maculata</i> Jacq.			X		B
CANELACEAE					
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke				X	B A
CANNABACEAE					
<i>Celtis iguanea</i> (Jacq.) Sarg.			X		B
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume		X		X	A
CARDIOPTERIDACEAE					
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard				X	B A
CELASTRACEAE					
<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.				X	B A
CLETHRACEAE					
<i>Clethra scabra</i> Pers.				X	B A
COMMELINACEAE					
<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.			X		H
CONVOLVULACEAE					
<i>Ipomoea grandifolia</i> (Dammer) O'Donell	X				H
<i>Ipomoea alba</i> L.				X	H
CUCURBITACEAE					
<i>Cayaponia bonariensis</i> (Mill.) Mart.Crov.				X	H
CUNONIACEAE					
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.				X	B A
CYATHEACEAE					
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.				X	B A
<i>Cyathea phalerata</i> Mart.				X	A
CYPERACEAE					
<i>Cyperus meyenianus</i> Kunth	X				H
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	X				H
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.			X		H
<i>Kyllinga odorata</i> Vahl		X			H
<i>Scleria latifolia</i> Sw.				X	H
DICKSONIACEAE					
<i>Lophosoria quadripinnata</i> (J.F. Gmel.) C. Chr.				X	H
DRYOPTERIDACEAE					
<i>Ctenitis falciculata</i> (Raddi) Ching				X	H
<i>Ctenitis submarginalis</i> (Langsd. & Fisch.) Ching			X	X	H
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg				X	B A
<i>Bernardia pulchella</i> (Baill.) Müll.Arg.			X		B
<i>Croton triqueter</i> Lam.		X			H
<i>Croton urucurana</i> Baill.	X			X	B A
<i>Dalechampia micromeria</i> Baill.				X	H
<i>Ricinus cumunis</i> L.*	X				B
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong			X	X	A
<i>Sebastiania klotzschiana</i> (Müll. Arg.) Müll. Arg.			X		B
<i>Tragia volubilis</i> L.			X	X	H

Continua

Continuação

Famílias e espécies	R 5	R 15	R 32	Flo Sec	Hábito
FABACEAE					
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	X	X	X	X	B A
<i>Bauhinia forficata</i> Link		X	X		B A
<i>Canavalia bonariensis</i> Lindl.		X			H
<i>Crotalaria breviflora</i> DC.	X				B
<i>Crotalaria micans</i> Link		X			H
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel		X	X	X	B A
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton		X	X	X	B A
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	X	X			H
<i>Desmodium incanum</i> DC.		X	X	X	H
<i>Desmodium uncinatum</i> (Jacq.) DC.		X	X		H
<i>Inga marginata</i> Willd.		X	X	X	B A
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.				X	B A
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit*	X	X			B A
<i>Leucochloron incuriale</i> (Vell.) Barneby & J.W.Grimes			X		A
<i>Lonchocarpus subglaucescens</i> Benth			X		B A
<i>Machaerium stiptatum</i> (DC.) Vogel	X	X	X	X	B A
<i>Medicago lupulina</i> L.*	X	X			H
<i>Melilotus albus</i> Medik.	X				H
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze*	X		X		B
<i>Mimosa flocculosa</i> (DC.) Kuntze*	X	X			B
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.		X			B A
<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.*		X			H
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan		X	X	X	B A
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.		X			A
<i>Rhynchosia rojasii</i> Hassl.		X			H
<i>Senegalia grandistipula</i> (Benth.) Seigler & Ebinger		X			A
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby		X	X	X	B A
<i>Senna multijuga subsp. Lindleiana</i> (Gardner) H.S.Irwin & Barneby			X		A
<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	X	X			B
<i>Trifolium repens</i> L.*	X	X			H
<i>Vicia sativa</i> L.*	X	X			H
<i>Vigna radiata</i> (L.) R.Wilczek*	X	X			H
GLEICHENIACEAE					
<i>Dicranopteris nervosa</i> (Kaulf.) Maxon				X	H
<i>Sticherus nigropaleaceus</i> (Sturm) J. Prado & Lellinger				X	H
HYPERICACEAE					
<i>Hypericum brasiliensis</i> Choisy	X				H
IRIDACEAE					
<i>Sisyrinchium laxum</i> Otto ex Sims	X				H
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	X				H
LAMIACEAE					
<i>Hyptis pectinata</i> (L.) Poit.		X			H
<i>Ocimum carnosum</i> (Spreng.) Link & Otto ex Benth.			X	X	H
<i>Ocimum campechianum</i> Mill.		X			H
LAURACEAE					
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & Mart.) Kosterm.				X	B A
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez				X	B A
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.				X	B A
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.			X	X	B A
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez			X		A
<i>Nectandra opositifolia</i> Nees & Mart.				X	A
<i>Ocotea nutans</i> (Nees) Mez				X	B A
<i>Ocotea opositifolia</i> S. Yasuda				X	B

Continua



Continuação

<b>Famílias e espécies</b>	<b>R 5</b>	<b>R 15</b>	<b>R 32</b>	<b>Flo Sec</b>	<b>Hábito</b>
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso				X	A
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees		X	X	X	B A
<i>Persea americana</i> Mill.*			X		B
<i>Persea major</i> (Meisn.) L.E.Kopp			X	X	B A
<b>LYTHRACEAE</b>					
<i>Cuphea glutinosa</i> Cham. & Schltld.	X				H
<i>Cuphea racemosa</i> (L.f.) Spreng.	X	X			H
<b>MALPIGHIACEAE</b>					
<i>Banisteriopsis adenopoda</i> (A.Juss.) B.Gates				X	B
<i>Heteropterys intermedia</i> (A.Juss.) Griseb.				X	H
<b>MALVACEAE</b>					
<i>Gaya pilosa</i> K.Schum.		X			H
<i>Luehea divaricata</i> Mart.			X	X	B A
<i>Pavonia communis</i> A. St.-Hil.			X	X	H B
<i>Pavonia sepium</i> A.St.-Hil.			X		B
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	X	X	X		H
<i>Sida glaziovii</i> K. Schum.		X			H
<i>Sida potentilloides</i> A. St.-Hil.	X				H
<i>Sida rhombifolia</i> L.		X			H
<i>Triumfetta althaeoides</i> Lam.			X		H
<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacq.		X	X		H B
<b>MARANTACEAE</b>					
<i>Calathea aemula</i> Körn.			X		H
<b>MELASTOMATACEAE</b>					
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don				X	H
<i>Leandra carassana</i> (DC.) Cogn.				X	B
<i>Leandra melastomoides</i> Raddi				X	B
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin				X	B A
<i>Tibouchina sellowiana</i> Cogn.				X	A
<b>MELIACEAE</b>					
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.			X	X	B A
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.				X	B A
<b>MENDONCIACEAE</b>					
<i>Mendoncia coccinea</i> Vell.				X	
<b>MENISPERMACEAE</b>					
<i>Cissampelos pareira</i> L.			X		H
<b>MONIMIACEAE</b>					
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins			X	X	B
<b>MORACEAE</b>					
<i>Ficus enormis</i> (Miq.) Miq.				X	A
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.				X	B
<i>Morus alba</i> L.*	X		X	X	B A
<b>MYRSINACEAE</b>					
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.		X			B A
<i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.				X	A
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.		X	X	X	B A
<b>MYRTACEAE</b>					
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg			X		B A
<i>Eugenia handroana</i> D.Legrand			X	X	B
<i>Eugenia hyemalis</i> Cambess.				X	A
<i>Eugenia uniflora</i> L.	X	X	X		B
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg				X	B A
<i>Myrcia hatschbachii</i> D.Legrand				X	B A
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.				X	A
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.				X	B
<i>Myrcia venulosa</i> DC.				X	B A

Continua

Continuação

<b>Famílias e espécies</b>	<b>R 5</b>	<b>R 15</b>	<b>R 32</b>	<b>Flo Sec</b>	<b>Hábito</b>
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	X			X	B A
<i>Psidium guajava</i> L. *		X	X		B A
NYCTAGINACEAE					
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz				X	B A
OLEACEAE					
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton*			X	X	B A
ONAGRACEAE					
<i>Fuchsia regia</i> (Vell.) Munz				X	B
ORCHIDACEAE					
<i>Habenaria secunda</i> Lindl.	X				H
OROBANACEAE					
<i>Agalinis genistifolia</i> (Cham. & Schltl.) D'Arcy				X	H
<i>Govenia tingens</i> Poepp. & Endl.				X	H
OSMUNDACEAE					
<i>Osmunda regalis</i> L.				X	H
OXALIDACEAE					
<i>Oxalis debilis</i> var. <i>corymbosa</i> (DC.) Lourteig			X	X	H
PASSIFLORACEAE					
<i>Passiflora capsularis</i> L.				X	H
<i>Passiflora mediterranea</i> Vell.				X	H
PINACEAE					
<i>Pinus taeda</i> L. *		X			A
PIPERACEAE					
<i>Piper aduncum</i> L.		X		X	H
<i>Piper amalago</i> L.				X	H
<i>Piper crassinervium</i> Kunth			X		H
<i>Piper gaudichaudianum</i> (Kunth) Kunth ex Steud.		X	X	X	H
<i>Piper mikanianum</i> (Kunth) Steud.			X	X	H
<i>Piper xylosteoides</i> (Kunth) Steud.				X	B
PLANTAGINACEAE					
<i>Mecardonia procumbens</i> (Mill.) Small		X			H
<i>Plantago australis</i> Lam.	X	X			H
POACEAE					
<i>Andropogon bicornis</i> L.	X	X			H
<i>Aristida longiseta</i> Steud.	X				H
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P.Beauv.		X			H
<i>Axonopus scoparius</i> (Flüggé) Kuhl.	X				H
<i>Chusquea mimosa</i> McClure & L.B.Sm.				X	B
<i>Chusquea multiramea</i> L.G. Clark & Ely				X	B
<i>Cortaderia selloana</i> (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn.	X	X			H
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	X				H
<i>Digitaria bicornis</i> (Lam.) Roem. & Schult	X				H
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	X				H
<i>Echinochloa crus-pavonis</i> (Kunth) Schult.	X				H
<i>Eragrostis airoides</i> Nees	X				H
<i>Saccharum angustifolium</i> (Nees) Trin.	X	X			H
<i>Eriochloa punctata</i> (L.) Ham.	X				H
<i>Ichnanthus pallens</i> (Sw.) Munro ex Benth.			X	X	H
<i>Ichnanthus tenuis</i> (J. Presl & C. Presl) Hitchc. & Chase				X	H
<i>Imperata brasiliensis</i> Trin.	X	X			H
<i>Lasiacis ligulata</i> Hitchc. & Chase			X	X	H
<i>Melica sarmentosa</i> Nees			X		B
<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.*	X				H
<i>Panicum millegrana</i> Poir.				X	H
<i>Paspalum paniculatum</i> L.				X	H

Continua

Continuação

<b>Famílias e espécies</b>	<b>R 5</b>	<b>R 15</b>	<b>R 32</b>	<b>Flo Sec</b>	<b>Hábito</b>
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	X	X			H
<i>Pennisetum setosum</i> (Sw.) Rich.	X	X			H
<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	X				H
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) M.Kerguelen	X				H
<i>Setaria sulcata</i> Raddi				X	H
<i>Sorghastrum stipoides</i> (Kunth) Nash	X				H
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.*	X				H
<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R.Br.	X	X			H
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D. Webster*	X	X			H
POLYGALACEAE					
<i>Polygala lancifolia</i> A. St.-Hil. & Moq.				X	H
POLYPODIACEAE					
<i>Campyloneurum austrobrasilianum</i> (Alston) de la Sota				X	H
<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C. Presl				X	H
<i>Pecluma pectinatiformis</i> (Lindm.) M.G. Price				X	H
<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota				X	H
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston				X	H
PROTEACEAE					
<i>Roupala montana</i> var. <i>paraenses</i> (Huber) K.S. Edwards		X		X	B A
<i>Adiantum raddianum</i> C. Presl			X	X	H
<i>Doryopteris concolor</i> (Langsd. & Fisch.) Kuhn			X		H
<i>Pityrogramma trifoliata</i> (L.) R.M. Tryon			X		H
<i>Pteris deflexa</i> Link				X	H
<i>Pteris vittata</i> L.		X			H
RANUNCULACEAE					
<i>Clematis dioica</i> L.				X	H
RHAMNACEAE					
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.*				X	A
<i>Rhamnidium glabrum</i> Reissek		X			B
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.		X		X	B A
ROSACEAE					
<i>Prunus sellowii</i> Koehne		X	X	X	B A
<i>Rubus sellowii</i> Cham. & Schldl.				X	H
RUBIACEAE					
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.	X	X			H
<i>Manettia luteo-rubra</i> (Vell.) Benth.				X	H
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.				X	B
<i>Psychotria fractistipula</i> L.B.Sm. R.M.Klein & Delprete			X		B
<i>Psychotria velloziana</i> Benth.				X	B A
<i>Rudgea jasminioides</i> (Cham.) Müll.Arg.			X		B
<i>Citrus x aurantium</i> L.*			X		B
<i>Citrus x limonia</i> (L.) Osbeck*				X	B
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.			X	X	B A
SALICACEAE					
<i>Casearia decandra</i> Jacq.		X	X	X	B A
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler			X	X	B A
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.		X	X	X	B A
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler		X	X	X	B A
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i> Sleumer				X	B
SAPINDACEAE					
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., A.Juss. & Cambess.) Radlk.			X	X	B A
<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.		X			H
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.		X	X	X	B A
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.		X	X	X	B A
<i>Paullinia carpopoda</i> Cambess.			X		B

Continua

Conclusão					
Famílias e espécies	R 5	R 15	R 32	Flo Sec	Hábito
<i>Paullinia meliifolia</i> Juss.			X		H
<i>Serjania comunis</i> Cambess.			X		B
<i>Serjania glabrata</i> Kunth			X		B
<i>Serjania gracilis</i> Radlk.				X	H
<i>Serjania laruotteana</i> Cambess.				X	H
SAPOTACEAE					
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.				X	B
SCALONIACEAE					
<i>Escallonia bifida</i> Link & Otto				X	A
SCROPHULARIACEAE					
<i>Buddleja stachyoides</i> Cham. & Schltldl.		X			H
SMILACACEAE					
<i>Smilax campestris</i> Griseb.			X		H
<i>Smilax cognata</i> Kunth			X	X	H
SOLANACEAE					
<i>Aureliana fasciculata</i> (Vell.) Sendtn.			X		H
<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.			X	X	B
<i>Physalis angulata</i> L.*	X				H
<i>Solanum affine</i> Sendtn.			X		H
<i>Solanum campaniforme</i> Roem. & Schult.			X		B
<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal		X		X	B A
STYRACACEAE					
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.				X	B A
THEACEAE					
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H.Keng				X	B A
THELYPTERIDACEAE					
<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching			X	X	H
<i>Thelypteris dentata</i> (Forssk.) E.P.St.John	X	X	X	X	H
<i>Thelypteris opposita</i> (Vahl) Ching				X	H
URTICACEAE					
<i>Boehmeria caudata</i> Sw.			X		B
<i>Pilea rhizobola</i> Miq.				X	H
VERBENACEAE					
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Pers.			X		A
<i>Lippia brasiliensis</i> (Link) T. Silva			X		A
<i>Lantana camara</i> L.	X	X			B
<i>Lantana fucata</i> Lindl.	X	X			B
<i>Verbena litoralis</i> Kunth	X				H
VIOLACEAE					
<i>Hybanthus bijibosus</i> (A.St.-Hil.) Hassl.			X		B
VITACEAE					
<i>Cissus gongyloides</i> (Baker) Burch. ex Baker			X		H
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E.Jarvis				X	H
<b>Totais</b>	<b>97</b>	<b>109</b>	<b>121</b>	<b>203</b>	<b>-</b>

NOTA: \*Espécies exóticas.

Asteraceae foi a família mais expressiva de todo o estudo, com 41 espécies nos quatro sítios, representando 12,46% do total das espécies, 32 (78,04%) delas foram herbáceas, oito (19,51%) arbustivas e uma (2,43%) arbórea. A maioria das espécies desta família foi encontrada no sítio de 5 anos, somando 30 (73,17%) espécies. No sítio de 15 anos Asteraceae também foi a mais representada, com um

número de 13 (31,70%) espécies. O sítio de 32 anos, contou com quatro (9,75%) espécies e o de floresta nativa secundária contou com sete (17,07%) espécies.

A segunda família mais importante foi Fabaceae, com 33 espécies, 10,03% do total do levantamento. Dentre elas, 13 (39,39%) foram herbáceas, 15 (45,45%) arbustivas e 16 (48,48%) arbóreas.

Fabaceae foi mais expressiva no sítio de 15 anos, com 26 (78,78%) espécies; o sítio de 32 anos apresentou 14 (42,42%) espécies, o de 5 anos 13 (39,39) e a floresta secundária 9 (27,27%).

Poaceae ficou em terceiro lugar, com 31 espécies, 9,42% do total de plantas encontradas. Estando presente com 29 (16,02%) espécies de herbáceas. Nas arbustivas a sua expressão é mais modesta, contando com apenas três (9,67%) espécies e na classe das arbóreas, nenhuma espécie. O sítio que esta família mais se destacou foi no de 5 anos, que contribuiu com 21 espécies (67,74%). A regeneração do sítio de 15 anos contou com nove espécies (29,03%), o de 32 anos, somente com três (9,67%) e a floresta nativa secundária com oito (28,80%). Estas três famílias juntas somaram 105 espécies, 31,91% de todas as espécies encontradas neste trabalho.

Angiospermas foi o grupo mais expressivo com 298 espécies, seguido pelas Pteridófitas com 25 e Gimnospermas com duas. O táxon das Gimnospermas foi representado por uma espécie nativa, *Araucaria angustifolia*, e uma exótica, *Pinus taeda*, amplamente distribuída na região pelo processo de cultivo e também pela propagação natural. (TABELA 6).

TABELA 5 - Número de famílias, gêneros e espécies, pertencentes aos três grupos taxonômicos de plantas vasculares encontradas nos quatro sítios de pesquisa.

<b>Divisão</b>	<b>Famílias</b>	<b>Gêneros</b>	<b>Espécies</b>
Angiospermas	81	220	298
Pteridófitas	10	19	25
Gimnospermas	2	2	2
<b>Totais</b>	<b>93</b>	<b>241</b>	<b>323</b>

Cada uma das comunidades; herbáceas, arbustivas e arbóreas foram tratadas em detalhes nos capítulos seguintes.

## CAPÍTULO 1

### FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE COMUNIDADES HERBÁCEAS EM ÁREAS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO

#### RESUMO

Os ecossistemas quando perturbados por qualquer tipo de distúrbio, seja ele de causa natural ou de origem antrópica, possuem capacidade de regeneração, passando por várias fases até atingir o estado de equilíbrio anterior. O objetivo deste capítulo foi estudar o mecanismo de resiliência das plantas herbáceas em áreas de mineração de calcário. O estudo foi realizado em duas áreas de mineração da Companhia de Cimentos Votorantim, localizadas no município de Rio Branco do Sul – PR. Foram escolhidos quatro sítios para a pesquisa, dois em cada área, Três deles foram minerados, em tempos diferentes, estando hoje com idades de regeneração de cinco, 15 e 32 anos e um quarto sítio, de floresta nativa secundária, com 50 anos de idade, que serviu de testemunha da floresta pré-existente na região. Em cada uma das áreas foram alocadas 100 parcelas de 1x 1 m, com espaçamento de 10 m entre cada parcela. As espécies foram coletadas identificadas e tombadas no acervo dos herbários EFC, HFIE e MBM em Curitiba. O estudo fitossociológico foi feito com a porcentagem de cobertura e frequência de cada espécie. Na área de 5 anos de regeneração foram encontradas 75 espécies, onde a maior porcentagem de importância foi para *Sorghastrum stipoides* (8,17%), seguido por *Hypochaeris radicata* (6,89%), *Andropogon bicornis* (6,51%), *Senecio brasiliensis* (5,99%), *Cortaderia selloana* (5,84%) e *Gamochaeta simplicicaulis* (5,58%). Na área com 15 anos de regeneração encontrou-se 58 espécies e as maiores porcentagens de importância foram para *Urochloa decumbens* (19,50%), seguido por, *Mucuna pruriens* (6,68%), *Desmodium incanum* (6,45%), *Desmodium adscendens* (3,92%), *Medicago lupulina* (3,88%) e *Trifolium repens* (3,80%). A área com 32 anos de regeneração apresentou 43 espécies, *Piper gaudichaudianum* (30,57%), *Piper mikanianum* (13,46%), *Ctenites submarginalis* (7,85%), *Macrothelypteris torresiana* (19,51%), *Podocoma notobellidiastrum* (16,76%) e *Adiantum raddianum* (5,48%). Na floresta nativa secundária foram 71 espécies, com *Piper gaudichaudianum* obtendo a maior porcentagem de importância (22,29%), seguido por: *Scleria latifolia* (11,85%), *Blechnum brasiliense* (5,74%), *Ctenitis submarginalis* (5,36%), *Anemia phyllitidis* (3,23%) e *Thelypteris dentata* (2,55%). Concluiu-se que as famílias: Asteraceae, Fabaceae e Poaceae são as mais expressivas na regeneração; o grupo das Pteridófitas aumenta em número de famílias e espécies com o avanço da sucessão e que o maior número de espécies regenerantes pertence às herbáceas.

Palavras chave: herbáceas pioneiras, distúrbio florestal, plantas heliófitas.

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de regeneração é uma constante na dinâmica dos ecossistemas. Frequentemente ocorrem distúrbios de diferentes intensidades nos ambientes naturais, exigindo dos mesmos uma resposta de recuperação. E mesmo não existindo um distúrbio aparente, as florestas e todos os demais ecossistemas, estão permanentemente substituindo os seus indivíduos que morrem por causas naturais...

A ocorrência de um distúrbio no primeiro momento aparenta ser prejudicial ao ecossistema, na sequência mostra-se necessário para dar oportunidade às outras classes de plantas, tais como as pioneiras (heliófilas), que não teriam como sobreviver em ambientes fechados e de pouca luz como nas florestas.

Distúrbios naturais abrem clareiras nos campos e florestas ou até mesmo dizimam ecossistemas inteiros como é o caso dos derramamentos vulcânicos.

A importância do conhecimento sobre o processo de regeneração e dos projetos de recuperação das áreas mineradas, não está somente no fato de recuperar as espécies do ecossistema natural, mas também em repor os estoques de carbono da biomassa e do solo e restabelecer os serviços ecossistêmicos (CAMPOS, 2013).

No processo de regeneração das áreas degradadas é importante notar que com o avanço das comunidades ocorre um aumento na taxa de fixação de carbono, tanto ao nível de biomassa, como de carbono do solo, aproximadamente 15% do carbono atmosférico mundial é fixado pelas plantas terrestres todos os anos, sendo assim, as alterações globais dos ambientes interferem significativamente na concentração do CO<sub>2</sub> da atmosfera (WILLIAMS *et al.*, 1997).

Silva (2006) verificou que em dois anos após o estabelecimento de uma cobertura de *Stylosanthes spp* em uma área minerada, ocorreu o acúmulo de 6,9 t de carbono por hectare, enquanto que Shunke *et al.* (2007) encontraram em uma pastagem em recuperação há 5 anos, um acúmulo de 12,1 t de carbono por hectare.

O estudo da sociabilidade das comunidades vegetais é feito pela ciência da fitossociologia, onde são mensurados os números de indivíduos por unidade de área, a cobertura de área que cada espécie promove no ambiente, a frequência com que cada espécie é encontrada por unidade de área. A frequência relativa e a cobertura relativa nos dão a ideia da maneira como cada espécie está relacionada

com as demais em seu meio (OLIVEIRA e AMARAL, 2004). Para traduzir esta ideia em um único número, Vieira (1987) usa o valor de importância, que é a soma dos valores relativos de densidade, dominância e frequência no caso das arbóreas e de frequência e cobertura para as herbáceas. Os trabalhos mais recentes tem empregado a porcentagem de importância, que é o valor de importância dividido por três, no caso das árvores e por dois para as ervas.

Nos ambientes florestais a vegetação arbórea possui o maior destaque, porém, as ervas também possuem funções ecológicas e para isto ocorrer a sua diversidade florística necessita ser mantida. Os trabalhos do estrato herbáceo da Floresta Ombrófila Mista são escassos, sendo necessários mais estudos sobre esta comunidade (RIGON, et al., 2011).

O objetivo deste capítulo foi conhecer a florística e a estrutura fitossociológica do componente herbáceo, em uma cronosequência de regeneração de Floresta Ombrófila Mista Montana degradada pelo processo de mineração de calcário e compará-las com uma floresta secundária desta mesma formação florestal.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 FLORA

As plantas herbáceas foram estudadas em quatro sítios, três em áreas de mineração de calcário, com idades de regeneração de 5 anos, 15 anos e 32 anos e um em floresta nativa secundária. Foram consideradas como herbáceas, as plantas de pequeno a médio porte (10 a 300 cm) que, na fase adulta não apresentam caule lenhoso (FONT QUER, 1985). As coletas foram realizadas no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2013. Sendo implantadas 100 parcelas de 1 x 1m em cada sítio e demarcadas com auxílio de um quadro de madeira, (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974; FELFILI, 2005; SANQUETA et al., 2009).

As plantas coletadas foram herborizadas de acordo com Lawrence (1951), Fidalgo e Bononi (1989), IBGE (1992) e Peixoto e Maia (2013), posteriormente foram identificadas e tombadas no acervo dos herbários da Escola de Floresta de Curitiba (EFC), Herbário das Faculdades Integradas Espírita (HFIE) e Museu Botânico Municipal (MBM). A classificação das Angiospermas foi feita de acordo com o sistema APG III (FORZZA *et al.*, 2015). Para as Pteridófitas também foi utilizado o trabalho de Forzza *et al* (2015).

### 2.2 FITOSSOCIOLOGIA

Os parâmetros fitossociológicos utilizados para a caracterização das comunidades em regeneração seguem os trabalhos de Daubenmire (1968) e Mueller-Dombois & Ellenberg (1974).

### 2.2.1 Cobertura

A cobertura é uma medida de porcentagem de área da parcela ocupada pelos indivíduos de uma espécie, podendo ser a ocupação do solo ou a projeção da parte aérea dos indivíduos dessa espécie sobre o solo. Este tipo de medida é utilizado quando não se pode definir a densidade, por não ser possível encontrar o limite nítido entre os indivíduos da espécie (MATTEUCCI e COLMA, 1982). Para avaliar a porcentagem de cobertura de cada espécie nas parcelas, o quadro de medida em madeira foi subdividido com duas linhas de nylon, formando quatro quadrantes, correspondendo cada um a 25% do quadro de 1 m<sup>2</sup>, as menores plantas medidas cabiam em um quadro abstrato de 10 x 10 cm, o que correspondia a 1% da área da parcela.

A cobertura absoluta é a somatória de porcentagens de ocupação das parcelas pelos indivíduos de uma espécie. Cobertura relativa é um parâmetro dado em porcentagem e indica a relação entre a cobertura total de uma espécie e a cobertura total de todas as outras espécies da área estudada (BOLDRINI e MIOTTO, 1987; MUNHOZ e ARAÚJO, 2013).

$$CA = \sum c$$

CA= cobertura absoluta

$\sum c$ = somatória de cobertura dos indivíduos de cada espécie

c= cobertura da espécie em porcentagem

$$CR = \sum c / \sum C \times 100$$

CR= cobertura relativa da espécie

$\sum C$ = somatória de cobertura de todas as espécies

### 2.2.2 Frequência

A frequência absoluta é o número de parcelas nas quais a espécie foi encontrada dividido pelo número total de parcelas, expressa em porcentagem.

$$FA = p / P \times 100$$

FA= frequência absoluta

$p$  = número total de parcelas, nas quais a espécie foi encontrada

$P$  = número total de parcelas inventariadas

A frequência relativa é a frequência absoluta de uma espécie dividida pela somatória de frequências de todas as outras espécies, expressa em porcentagem.

$$FR = FA / \sum FAs \times 100$$

FR = Frequência relativa

FA = frequência absoluta da espécie dada em porcentagem

$\sum FAs$  = Somatória das frequências absolutas de todas as outras espécies

### 2.2.3 Valor de importância

É a soma da cobertura relativa com a frequência relativa de cada espécie, expressa em porcentagem.

$$VI = CR + FR$$

VI = valor de importância

CR= cobertura relativa

FR= frequência relativa

### 2.2.4 Porcentagem de importância

É o valor de importância dividido por 2.

$$PI = VI / 2$$

PI = Porcentagem de importância

VI = Valor de importância

Os dados foram processados em planilha eletrônica EXCEL® 2010, onde foram calculados os valores fitossociológicos da estrutura horizontal da floresta. As suficiências amostrais para o número de espécies dos sítios de estudo foram obtidas pela curva de rarefação, utilizada para as análises de florestas nativas, dos mais variados tipos, segundo Narvaes (2004). Cain (1943) considera que a amostragem

adequada da vegetação é atingida, quando em um aumento de 10% na área amostrada corresponde um aumento máximo de 10% no número de espécies. Nesse ponto, na curva, o incremento de novas espécies é igual à média desse incremento e que é obtida dividindo-se o número total de espécies encontradas pela área total amostrada. Porém segundo Gleason (1926) esta representatividade das espécies não pode ser conseguida, pois as espécies possuem distribuição independente, não estando limitadas a uma única área, principalmente em florestas tropicais. E segundo Wilson e Chiarucci (2000), nem mesmo há evidências de uma comunidade vegetal, pois ao longo do tempo estas associações entre as plantas se alteram, descaracterizando tais comunidades. Sendo assim, parece ser lógico que a amostragem ideal é aquela que apresenta a maior precisão com o menor custo (SHIVER e BORDERS, 1996). Embora Schilling e Batista (2008) não considerem válidas as formas de inventários em florestas tropicais, devido à falta de uma uniformidade dos padrões de amostragem utilizados e pela inconstância das comunidades ao longo do tempo, a curva do coletor ou a curva de rarefação ainda demonstram ser indispensáveis em um trabalho de fitossociologia.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 FLORÍSTICA

Na composição dos quatro sítios foram encontradas 184 espécies, 142 gêneros e 57 famílias de plantas herbáceas (FIGURA 1). Asteraceae foi a mais expressiva com 32 (17,67%) espécies, seguida por Poaceae, com 29 (16,02%) e Fabaceae com 14 (7,73%) espécies. É importante ressaltar que as herbáceas em geral, possuem ciclo de vida curto, sendo assim, para obter os dados da presença das espécies em cada local, foi necessária a coleta das plantas ao longo de dois anos. As herbáceas foram avaliadas em dois grupos, plantas de luz e plantas de sombra.

TABELA 1 - Lista das famílias, gêneros e espécies de plantas herbáceas nos sítios de mineração de calcário com 5 anos (R 5), 15 anos (R 15) e 32 anos (R32) de regeneração e no sítio de floresta secundária (Flo Sec). GE, grupo ecológico, plantas de luz (L) e plantas de sombra (S).

Famílias e espécies	R 5	R 15	R 32	Flo Sec	GE
<b>ACANTHACEAE</b>					
<i>Justicea carnea</i> Lindl.			X		S
<i>Ruelia angustiflora</i> (Pohl) C.Ezcurra			X		S
<b>ALSTROEMERACEAE</b>					
<i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb.			X	X	S
<b>AMARANTHACEAE</b>					
<i>Alternanthera tenella</i> Colla	X				L
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	X				L
<b>ANEMACEAE</b>					
<i>Anemia flexuosa</i> (Savigny) Sw.		X			L
<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.			X	X	S
<i>Anemia tomentosa</i> (Savigny) Sw.				X	S
<b>APIACEAE</b>					
<i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Sprague	X				L
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.		X			L
<b>APOCYNACEAE</b>					
<i>Asclepias curassavica</i> L.		X			L
<i>Orthosia scoparia</i> var. <i>subulata</i> (Nutt.) Liede & Meve				X	S
<i>Oxypetalum banksii</i> R.Br. ex Schult.	X			X	LS
<i>Oxypetalum lanatum</i> Decne. ex E. Fourn.	X				L
<i>Peltastes peltatus</i> (Vell.) Woodson				X	S
<i>Peplonia axillaris</i> (Vell.) Fontella & Rapini				X	S
<b>ARACEAE</b>					
<i>Asterostigma lividum</i> (Lodd.) Engl.				X	S
<b>ARALIACEAE</b>					
<i>Hydrocotyle exigua</i> (Urb.) Malme	X				L

Continua

Continuação

Famílias e espécies	R 5	R 15	R 32	Flo Sec	GE
ARISTOLOCHIACEAE					
<i>Aristolochia triangularis</i> Cham.			X	X	S
ASTERACEAE					
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	X	X			L
<i>Ageratum conizoides</i> (L.) L.	X				L
<i>Ambrosia polystachya</i> DC.	X				L
<i>Baccharis helichrysoides</i> DC.	X				L
<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	X	X			L
<i>Baccharis usterii</i> Heering		X			L
<i>Calea pinnatifida</i> (R.Br.) Banks ex Steud.				X	S
<i>Calyptocarpus biaristatus</i> (DC.) H.Rob.			X		S
<i>Campuloclinium macrocephalum</i> (Less.) DC.	X				L
<i>Chromolaena ivaefolia</i> (L.) R.M.King & H.Rob.	X				L
<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob.	X			X	LS
<i>Chromolaena pedunculosa</i> (Hook. & Arn.) R.M.King & H.Rob.				X	S
<i>Chrysolaena platensis</i> (Spreng.) H.Rob.	X				L
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.*	X				L
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	X				L
<i>Conocliniopsis prasiifolia</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.*		X			L
<i>Critoniopsis quinqueflora</i> (Less.) H.Rob.				X	S
<i>Elephantopus molis</i> Kunth	X		X		LS
<i>Gamochaeta simplicicaulis</i> (Willd. ex Spreng.) Cabrera	X				L
<i>Hypochaeris radicata</i> L. *	X	X			L
<i>Mikania micrantha</i> Kunth	X	X	X		LS
<i>Mikania orleansensis</i> Hieron.				X	S
<i>Mutisia coccínea</i> A.St.-Hil.				X	S
<i>Orthopappus angustifolius</i> (Sw.) Gleason	X				L
<i>Exostigma notobellidiastrum</i> (Griseb.) G.Sancho			X		S
<i>Pterocaulon virgatum</i> (L.) DC.	X	X			L
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	X	X			L
<i>Solidago chilensis</i> Meyen	X	X			L
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	X	X			L
<i>Symphotrichum squamatum</i> (Spreng.) G.L.Nesom	X				L
<i>Tagetes minuta</i> L.	X				L
<i>Vernonanthura phosphorica</i> (Vell.) H. Rob	X	X			L
BEGONIACEAE					
<i>Begonia cuculata</i> Willd.	X				L
BIGNONIACEAE					L
<i>Amphilophium crucigerum</i> (L.) L.G.Lohmann			X		S
BLECHNACEAE					
<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.	X		X	X	LS
BORAGINACEAE					
<i>Heliotropium transalpinum</i> Vell.			X		S
COMMELINACEAE					
<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.			X		S
CONVOLVULACEAE					
<i>Ipomoea grandifolia</i> (Dammer) O'Donell	X				L
<i>Ipomoea alba</i> L.				X	S
CUCURBITACEAE					
<i>Cayaponia bonariensis</i> (Mill.) Mart.Crov.				X	S
CYPERACEAE					
<i>Cyperus meyenianus</i> Kunth	X				L
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.			X		S
<i>Kyllinga odorata</i> Vahl		X			L
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	X				L
<i>Scleria latifolia</i> Sw.				X	S

Continua

Continuação

<b>Famílias e espécies</b>	<b>R 5</b>	<b>R 15</b>	<b>R 32</b>	<b>Flo Sec</b>	<b>GE</b>
DICKSONIACEAE					
<i>Lophosoria quadripinnata</i> (J.F. Gmel.) C. Chr.				X	S
DRYOPTERIDACEAE					
<i>Ctenitis fasciculata</i> (Raddi) Ching				X	S
<i>Ctenitis submarginalis</i> (Langsd. & Fisch.) Ching			X	X	S
EUPHORBIACEAE					
<i>Croton triqueter</i> Lam.		X			L
<i>Tragia volubilis</i> L.			X	X	S
<i>Dalechampia micromeria</i> Baill.				X	S
FABACEAE					
<i>Canavalia bonariensis</i> Lindl.		X			L
<i>Crotalaria breviflora</i> DC.		X			L
<i>Crotalaria micans</i> Link		X			L
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	X	X			L
<i>Desmodium incanum</i> DC.		X	X	X	LS
<i>Desmodium uncinatum</i> (Jacq.) DC.		X	X		LS
<i>Medicago lupulina</i> L.	X	X			L
<i>Mellilotus albus</i> Medik.	X				L
<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.*		X			L
<i>Rhynchosia rojasii</i> Hassl.		X			L
<i>Trifolium repens</i> L.	X	X			L
<i>Vicia sativa</i> L.	X	X			L
<i>Vigna radiata</i> (L.) R.Wilczek	X	X			L
GLEICHENIACEAE					
<i>Dicranopteris nervosa</i> (Kaulf.) Maxon				X	S
<i>Sticherus nigropaleaceus</i> (Sturm) J. Prado & Lellinger				X	S
HYPERICACEAE					
<i>Hypericum brasiliensis</i> Choisy	X				L
IRIDACEAE					
<i>Sisyrinchium laxum</i> Otto ex Sims	X				L
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	X				L
LAMIACEAE					
<i>Hyptis pectinata</i> (L.) Poit.		X			L
<i>Ocimum carnosum</i> (Spreng.) Link & Otto ex Benth.			X	X	S
<i>Ocimum campechianum</i> Mill.		X			L
LYTHRACEAE					
<i>Cuphea glutinosa</i> Cham. & Schltld.	X				L
<i>Cuphea racemosa</i> (L.f.) Spreng.	X	X			L
MALPIGHIACEAE					
<i>Heteropterys intermedia</i> (A.Juss.) Griseb.				X	S
MALVACEAE					
<i>Gaya pilosa</i> K.Schum.		X			L
<i>Pavonia communis</i> A. St.-Hil.			X	X	S
<i>Sida acuta</i> Burm. F	X	X	X		LS
<i>Sida glaziovii</i> K. Schum.		X			L
<i>Sida potentilloides</i> A. St.-Hil.	X				L
<i>Sida rhombifolia</i> L.		X			L
<i>Triumfetta althaeoides</i> Lam.			X		S
<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacq.		X			L
<i>Triumfetta bartramia</i> L.			X		LS
MARANTACEAE					
<i>Calathea aemula</i> Körn.			X		S
MELASTOMATAACEAE					
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don				X	S
MENDONCIACEAE					
<i>Mendoncia coccinea</i> Vell.				X	S
MENISPERMACEAE					
<i>Cissampelos pareira</i> L.			X		S

Continua

Continuação

<b>Famílias e espécies</b>	<b>R 5</b>	<b>R 15</b>	<b>R 32</b>	<b>Flo Sec</b>	<b>GE</b>
ORCHIDACEAE					
<i>Habenaria secunda</i> Lindl.	X				L
OROBANACEAE					
<i>Agalinis genistifolia</i> (Cham. & Schltld.) D'Arcy				X	S
<i>Govenia utriculata</i> (Sw.) Lindl.				X	
OSMUNDACEAE					
<i>Osmunda regalis</i> L.				X	L
OXALIDACEAE					
<i>Oxalis debilis</i> var. <i>corymbosa</i> (DC.) Lourteig			X	X	S
PASSIFLORACEAE					
<i>Passiflora capsularis</i> L.				X	S
<i>Passiflora mediterrânea</i> Vell.				X	S
PIPERACEAE					
<i>Piper aduncum</i> L.		X		X	LS
<i>Piper amalago</i> L.				X	S
<i>Piper crassinervium</i> Kunth			X		L
<i>Piper gaudichaudianum</i> (Kunth) Kunth ex Steud.		X	X	X	LS
<i>Piper mikanianum</i> (Kunth) Steud.			X	X	S
PLANTAGINACEAE					
<i>Mecardonia procumbens</i> (Mill.) Small		X			L
<i>Plantago australis</i> Lam.	X	X			L
POACEAE					
<i>Andropogon bicornis</i> L.	X	X			L
<i>Aristida purpurea</i> var. <i>longiseta</i> (Steud.) Vasey	X				L
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P.Beauv.		X			L
<i>Axonopus scoparius</i> (Flüggé) Kuhlms.	X				L
<i>Cortaderia selloana</i> (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn.	X	X			L
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	X				L
<i>Digitaria bicornis</i> (Lam.) Roem. & Schult	X				L
<i>Digitaria ciliaries</i> (Retz.) Koeler	X				L
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Link.	X				L
<i>Eragrostis airoides</i> Nees	X				L
<i>Erianthus angustifolius</i> Nees	X	X			L
<i>Eriochloa punctata</i> (L.) Ham.	X				L
<i>Ichnanthus pallens</i> (Sw.) Munro ex Benth.			X	X	S
<i>Ichnanthus tenuis</i> (J. Presl & C. Presl) Hitchc. & Chase				X	S
<i>Imperata brasiliensis</i> Trin.	X	X			L
<i>Lasiacis ligulata</i> Hitchc. & Chase			X	X	S
<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	X				L
<i>Panicum millegrana</i> Poir.				X	S
<i>Paspalum paniculatum</i> L.				X	S
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	X	X			L
<i>Pennisetum setosum</i> (Sw.) Rich.	X	X			L
<i>Saccharum angustifolium</i> (Nees) Trin.	X	X			L
<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	X				L
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) M.Kerguelen	X				L
<i>Setaria poiretiana</i> (Schult.) Kunth				X	S
<i>Sorghastrum stipoides</i> (Kunth) Nash	X				L
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	X				L
<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R.Br.	X	X			L
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster*	X	X			L
POLYGALACEAE					
<i>Polygala lancifolia</i> A. St.-Hil. & Moq.				X	L
POLYPODIACEAE					
<i>Campyloneurum angustifolium</i> (Sw.) Fée				X	L

Continua



Continuação

<b>Famílias e espécies</b>	<b>R 5</b>	<b>R 15</b>	<b>R 32</b>	<b>Flo Sec</b>	<b>GE</b>
<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C. Presl				X	L
<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota				X	L
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston				X	L
<b>PTERIDACEAE</b>					
<i>Adiantum raddianum</i> C. Presl			X	X	L
<i>Doryopteris concolor</i> (Langsd. & Fisch.) Kuhn			X		L
<i>Pecluma pectinatiformis</i> (Lindm.) M.G. Price				X	L
<i>Pityrogramma trifoliata</i> (L.) R.M. Tryon			X		L
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston				X	L
<i>Pteris deflexa</i> Link				X	L
<i>Pteris longifolia</i> L.		X			S
<i>Pteris vittata</i> L.		X			S
<b>RANUNCULACEAE</b>					
<i>Clematis dioica</i> L.				X	S
<b>ROSACEAE</b>					
<i>Rubus sellowii</i> Cham. & Schldl.				X	S
<b>RUBIACEAE</b>					
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.	X	X			L
<i>Manettia luteo-rubra</i> (Vell.) Benth.				X	S
<b>SAPINDACEAE</b>					
<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.		X			L
<i>Paullinia meliifolia</i> Juss.			X		S
<i>Serjania gracilis</i> Radlk.				X	S
<i>Serjania laruotteana</i> Cambess.				X	S
<b>SCROPHULARIACEAE</b>					
<i>Buddleja stachyoides</i> Cham. & Schldl		X			L
<b>SMILACACEAE</b>					
<i>Smilax campestris</i> Griseb.			X		S
<i>Smilax cognata</i> Kunth			X	X	S
<b>SOLANACEAE</b>					
<i>Aureliana fasciculata</i> (Vell.) Sendtn.			X		S
<i>Physalis angulata</i> L.	X				L
<i>Solanum affine</i> Sendtn.			X		S
<b>THELYPTERIDACEAE</b>					
<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching			X	X	S
<i>Thelypteris dentata</i> (Forssk.) Brownsey & Jermy	X	X	X	X	LS
<i>Thelypteris opposita</i> (Vahl) Ching				X	S
<b>URTICACEAE</b>					
<i>Pilea rhizobola</i> Miq.				X	S
<b>VERBENACEAE</b>					
<i>Verbena litoralis</i> Kunth	X				L
<b>VITACEAE</b>					
<i>Cissus gongylodes</i> (Baker) Burch. ex Baker			X		S
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E.Jarvis				X	S
<b>Total de espécies</b>	<b>75</b>	<b>58</b>	<b>43</b>	<b>68</b>	<b>-</b>

NOTA: \*Espécie exótica.

As plantas herbáceas estão presentes em todas as formações vegetacionais do estado do Paraná, especialmente nos campos e savanas.

Neste trabalho foram encontradas 55 famílias, 142 gêneros e 184 espécies de herbáceas, nos quatro sítios de estudo (TABELA 2). As famílias mais ricas em espécies foram Asteraceae, Poaceae e Fabaceae. As áreas de mineração

dificultam o repovoamento até mesmo para às herbáceas pioneiras, devido à falta de matéria orgânica no solo e a aridez da superfície, sendo que em certos pontos do sítio com 5 anos não havia nenhum indivíduo dentro das parcelas alocadas. As condições adversas de temperatura, insolação e falta de umidade dificultam a fixação das espécies em áreas degradadas, principalmente em áreas mineradas (RIOS, 2010).

A condição que define a fixação e permanência de uma espécie herbácea em um determinado local é a incidência direta da luz. Não se pode dizer que uma espécie herbácea é pioneira, inicial ou clímax, mas sim, se ela é de sol (heliófila) ou de sombra (umbrófila), Das 184 espécies de herbáceas encontradas nos quatro sítios, apenas onze (6,07%) foram encontradas em área de luz direta e luz difusa (sombra) como; *Oxypetalum banksii*, *Chromolaena laevigata*, *Elephantopus molis*, *Mikania micrantha*, *Blechnum brasiliensis*, *Desmodium incanum*, *Desmodium uncinatum*, *Piper aduncum*, *Piper gaudichaudianum*, *Sida acuta* e *Thelypteris dentata*, demonstrando serem indiferentes à condição de luz. E somente *Thelypteris dentata* foi encontrada nos quatro sítios. Que ocorreram somente na presença de luz direta foram 92 (50%) espécies e somente na sombra 81 (44,02%) espécies.

TABELA 2 - Número de famílias, gêneros e espécies, de plantas herbáceas encontradas nos três sítios de regeneração e no sítio de floresta secundária.

Sítios de estudo	Famílias	Gêneros	Espécies
Regeneração de 5 anos	22	68	75
Regeneração de 15 anos	18	46	58
Regeneração de 32 anos	28	39	43
Floresta secundária	37	54	66
<b>Totais sem repetição</b>	<b>57</b>	<b>142</b>	<b>184</b>

NOTA: A soma do número de famílias, gêneros e espécies exclue as repetições de um sítio para outro.

Na área minerada há cinco anos, a vegetação ainda é de “campo”, formada basicamente por ervas, na qual foram encontradas 75 espécies, 68 gêneros e 22 famílias de herbáceas em pleno sol.

À medida que o processo de regeneração avança, como na área de 15 anos de regeneração, o número de espécies herbáceas diminui, passando para 58

espécies, dando lugar a outras classes de plantas, tais como as arbóreas e as arbustivas.

Quando o processo atinge 32 anos, o número de herbáceas diminui ainda mais caindo para 43 espécies, embora o número espécies diminua, na verdade é um recomeço, pois as herbáceas que estão presentes nesta fase são ervas tolerantes à sombra, diferentes das espécies encontradas em pleno sol como no caso das áreas da regeneração de 5 e de 15 anos. Nesta fase as espécies arbustivas e as arbóreas são as dominantes. No sítio de floresta nativa secundária, o número de espécies herbáceas aumenta novamente, chegando a 66. Embora sendo espécies diferentes das encontradas nas fases iniciais de regeneração, o fato demonstra que as herbáceas estão sempre presentes na formação da Floresta Ombrófila Mista, aparecendo nas fases iniciais de regeneração com espécies heliófilas e permanecendo até as fases mais avançadas com espécies umbrófilas.

As fases de 5 anos e 15 anos de regeneração apresentam 27 espécies de herbáceas em comum para os dois ambientes e quando o processo passa para 32 anos de regeneração, somente 8 espécies de herbáceas dos sítios de 5 e 15 anos são encontradas no sítio de 32 anos. As herbáceas de campo são substituídas por outras espécies de ervas que são agora tolerantes à sombra.

Na floresta nativa secundária o número de espécies de ervas tolerantes a sombra aumenta ainda mais, chegando a 66 espécies, quantidade próxima à encontrada na primeira fase de regeneração, mas com espécies diferentes, somente sete espécies ocorrem simultaneamente neste sítio e também nos sítios de 5 anos ou de 15 anos, mostrando claramente que as herbáceas não são eliminadas com a formação das florestas, mas que são substituídas por outras espécies de herbáceas que toleram a sombra.

### 3.2 FITOSSOCIOLOGIA

A representatividade do espaço amostral de cada sítio de estudo é expressa pelas curvas de rarefação (FIGURA 1).

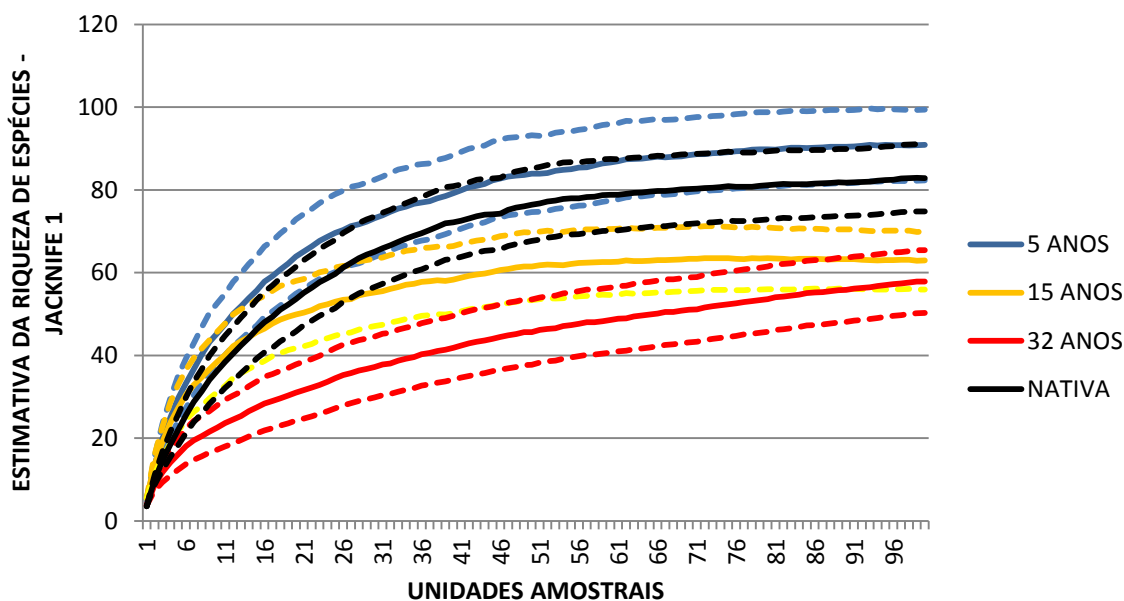


FIGURA 1 - Curva de rarefação para a comunidade herbácea nos quatro sítios de estudo.

FONTE: Elaborado pelo autor (2014).

Para os sítios com 5 e 15 anos as curvas demonstram estabilização e representatividade do espaço amostral; no caso dos sítios com 32 anos e floresta nativa secundária; ocorreu a representatividade do espaço amostral porém as curvas não atingiram as estabilização. No sítio de 32 anos a não estabilização deve-se a irregularidade da estrutura e composição dos solos em áreas de mineração. No caso do sítio de floresta nativa secundária o fato é explicado pela grande diversidade biológica das florestas tropicais, nas quais o número de espécies sempre aumenta com a ampliação do espaço amostral, por isto alguns autores consideram inapropriado o uso da curva para florestas tropicais (ASSUNÇÃO e FELFILI, 2004, COSTA, 2004, DORNELES e WAECHTER, 2004a, 2004b, FONSECA e SILVA Jr., 2004, SILVA e SCARIOT 2004, SCHILLING e BATISTA, 2008).

### 3.2.1 Plantas herbáceas no sítio com 5 anos de regeneração

No total foram encontradas 75 espécies, 67 gêneros e 21 famílias de plantas herbáceas, vivendo sobre um depósito de rejeitos de mineração de calcário com 5

anos de regeneração. A família mais expressiva foi Asteraceae com 23 (30,26%) espécies, seguida por Poaceae com 21 (27,63%) e Fabaceae com seis (8,00%), as três famílias juntas contabilizaram 50 espécies, num total de 66,66% das espécies deste sítio. Com relação aos gêneros; Asteraceae apresentou destaque para *Baccharis*, *Chromolaena* e *Mikania*, todos com duas espécies; já em Poaceae, os mais representados foram: *Digitaria* e *Pennisetum*, também com duas espécies em cada um. No caso de Fabaceae, nenhum gênero foi representado por mais de uma espécie. Os parâmetros fitossociológicos constam na tabela 3.

TABELA 3 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade herbácea na área de mineração com 5 anos de regeneração; FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; CA, cobertura absoluta; CR, cobertura relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.

Espécie	FA	FR	CA	CR	VI	PI
<i>Sorghastrum stipoides</i>	27,00	5,25	1215	14,00	19,25	9,62
<i>Andropogon bicornis</i>	35,00	6,81	531	6,12	12,93	6,46
<i>Cortaderia selloana</i>	24,00	4,67	710	8,18	12,85	6,42
<i>Senecio brasiliensis</i>	27,00	5,25	648	7,46	12,72	6,36
<i>Hypochaeris radicata</i>	44,00	8,56	307	3,54	12,10	6,05
<i>Vigna radiata</i>	11,00	2,14	755	8,70	10,84	5,42
<i>Gamochoaeta simplicicaulis</i>	32,00	6,23	371	4,27	10,50	5,25
<i>Trifolium repens</i>	11,00	2,14	470	5,41	7,55	3,78
<i>Vigna sativa</i>	9,00	1,75	420	4,84	6,59	3,29
<i>Medicago lupulina</i>	12,00	2,33	346	3,99	6,32	3,16
<i>Achiroclines satureioides</i>	22,00	4,28	135	1,56	5,84	2,92
<i>Mikania micrantha</i>	19,00	3,70	174	2,00	5,70	2,85
<i>Pennisetum setosum</i>	11,00	2,14	186	2,14	4,28	2,14
<i>Sporobolus indicus</i>	9,00	1,75	216	2,49	4,24	2,12
<i>Erianthus angustifolius</i>	12,00	2,33	141	1,62	3,96	1,98
<i>Baccharis helichrysoides</i>	13,00	2,53	80	0,92	3,45	1,73
<i>Melilotus albus</i>	6,00	1,17	150	1,73	2,90	1,45
<i>Eriochloa punctata</i>	7,00	1,36	130	1,50	2,86	1,43
<i>Solidago chilensis</i>	10,00	1,95	65	0,75	2,69	1,35
<i>Cynodon dactylon</i>	8,00	1,56	70	0,81	2,36	1,18
<i>Ipomoea grandifolia</i>	3,00	0,58	150	1,73	2,31	1,16
<i>Thelypteris dentata</i>	10,00	1,95	25	0,29	2,23	1,12
<i>Imperata brasiliensis</i>	7,00	1,36	67	0,77	2,13	1,07
<i>Cyperus meyenianus</i>	9,00	1,75	27	0,31	2,06	1,03
<i>Crotalaria breviflora</i>	6,00	1,17	73	0,84	2,01	1,00
<i>Vernonanthura phosphorica</i>	4,00	0,78	100	1,15	1,93	0,97
<i>Eragrostis airoides</i>	4,00	0,78	80	0,92	1,70	0,85
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	5,00	0,97	50	0,58	1,55	0,77
<i>Alternanthera tenella</i>	2,00	0,39	100	1,15	1,54	0,77

Continua

Continuação

<b>Espécie</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>	<b>PI</b>
<i>Pennisetum clandestinum</i>	4,00	0,78	65	0,75	1,53	0,76
<i>Axonopus scoparius</i>	4,00	0,78	60	0,69	1,47	0,73
<i>Chromolaena ivaefolia</i>	6,00	1,17	23	0,26	1,43	0,72
<i>Blechnum brasiliense</i>	5,00	0,97	40	0,46	1,43	0,72
<i>Melinis minutiflora</i>	1,00	0,19	100	1,15	1,35	0,67
<i>Tagetes minuta</i>	6,00	1,17	6	0,07	1,24	0,62
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	4,00	0,78	34	0,39	1,17	0,58
<i>Campuloclinium macrocephalum</i>	2,00	0,39	65	0,75	1,14	0,57
<i>Schisachyrium condensatum</i>	1,00	0,19	80	0,92	1,12	0,56
<i>Baccharis trimera</i>	4,00	0,78	26	0,30	1,08	0,54
<i>Digitaria ciliaris</i>	4,00	0,78	15	0,17	0,95	0,48
<i>Vicea sativa</i>	3,00	0,58	31	0,36	0,94	0,47
<i>Symphytotricum squamatum</i>	4,00	0,78	13	0,15	0,93	0,46
<i>Sida carpinifolia</i>	2,00	0,39	45	0,52	0,91	0,45
<i>Desmodium adscendens</i>	3,00	0,58	25	0,29	0,87	0,44
<i>Setaria parviflora</i>	4,00	0,78	4	0,05	0,82	0,41
<i>Echinochloa crusgavonis</i>	3,00	0,58	20	0,23	0,81	0,41
<i>Sorghum halepense</i>	3,00	0,58	20	0,23	0,81	0,41
<i>Physalis angulata</i>	3,00	0,58	16	0,18	0,77	0,38
<i>Pteris vitata</i>	2,00	0,39	30	0,35	0,73	0,37
<i>Begonia cuculata</i>	3,00	0,58	3	0,03	0,62	0,31
<i>Conisa canadensis</i>	3,00	0,58	3	0,03	0,62	0,31
<i>Cuphea glutinosa</i>	3,00	0,58	3	0,03	0,62	0,31
<i>Habenaria secunda</i>	3,00	0,58	3	0,03	0,62	0,31
<i>Pterocaulon virgatum</i>	3,00	0,58	3	0,03	0,62	0,31
<i>Chrysolaena platensis</i>	2,00	0,39	12	0,14	0,53	0,26
<i>Hypericum brasiliensis</i>	2,00	0,39	11	0,13	0,52	0,26
<i>Sida potentilloides</i>	2,00	0,39	11	0,13	0,52	0,26
<i>Chromolaena levigata</i>	2,00	0,39	10	0,12	0,50	0,25
<i>Plantagus australis</i>	2,00	0,39	10	0,12	0,50	0,25
<i>Sonchus oleracea</i>	2,00	0,39	10	0,12	0,50	0,25
<i>Aristida longiseta</i>	2,00	0,39	6	0,07	0,46	0,23
<i>Orthopappus angustifolius</i>	2,00	0,39	6	0,07	0,46	0,23
<i>Apium leptophyllum</i>	2,00	0,39	4	0,05	0,44	0,22
<i>Sisyrinchium micranthum</i>	2,00	0,39	2	0,02	0,41	0,21
<i>Galium hypocarpium</i>	1,00	0,19	20	0,23	0,42	0,21
<i>Ageratum conizoides</i>	1,00	0,19	10	0,12	0,31	0,15
<i>Oxypetalum lanatum</i>	1,00	0,19	10	0,12	0,31	0,15
<i>Ambrosia polystachya</i>	1,00	0,19	9	0,10	0,30	0,15
<i>Circium vulgare</i>	1,00	0,19	5	0,06	0,25	0,13
<i>Cuphea racemosa</i>	1,00	0,19	5	0,06	0,25	0,13
<i>Digitaria bicornis</i>	1,00	0,19	5	0,06	0,25	0,13
<i>Verbena litoralis</i>	1,00	0,19	5	0,06	0,25	0,13
<i>Urochloa decumbens</i>	1,00	0,19	2	0,02	0,22	0,11
<i>Elephantopus mollis</i>	1,00	0,19	1	0,01	0,21	0,10

Continua

Continuação

<b>Espécie</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>	<b>PI</b>
<i>Sisyrinchium laxum</i>	1,00	0,19	1	0,01	0,21	0,10
<b>Totais</b>	<b>514,00</b>	<b>100,00</b>	<b>8.681,0</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>100,00</b>

Asteraceae e Poaceae apresentaram três espécies cada uma, entre as seis espécies com maior porcentagem de importância. *Blechnum brasiliensis*, (Blechnaceae) e *Thelypteris dentata* (Thelypteridaceae), foram as únicas pteridófitas encontradas no sítio com 5 anos de regeneração.

As seis espécies com as maiores porcentagens de importância foram *Sorghastrum stipoides* (9,62%), *Andropogon bicornis* (6,46%), *Cortaderia selloana* (6,42%), *Senecio brasiliensis* (6,36%), *Hypochaeris radicata* (6,05%), e *Gamochaeta simplicicaulis* (5,25 %) (FIGURA 2).



FIGURA 2 - Herbáceas de maior porcentagem de importância, no sítio com 5 anos de regeneração, a) *Sorghastrum stipoides*; b) *Andropogon bicornis*; c) *Cortaderia selloana*; d) *Senecio brasiliensis*; e) *Hypochaeris radicata*; e f) *Gamochaeta simplicicaulis*.

FONTE: A, B, C, D e E, elaborado pelo autor (2012), F, Google (2012).

A partir dos valores de cobertura relativa das espécies foi calculado o índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) (MAGURRAN, 1989) para este sítio, que ficou em 3,30.

$$H' = - \sum CR \times \ln CR$$

$H'$  = Índice de diversidade de Shannon

$\sum CR$  = somatória das coberturas relativas

$\ln$  = logaritmo neperiano



### 3.2.2 Plantas herbáceas no sítio com 15 anos de regeneração

Nesse sítio as herbáceas perdem um pouco o seu espaço, dando lugar para as outras classes como as arbustivas e as arbóreas. Foram encontradas 56 espécies, 48 gêneros, e 18 famílias, colonizando o bota-fora da mina de calcário Itaretama. Fabaceae foi bem representada, com 12 (21,42%) espécies, seguida por Asteraceae com 11(19,64%) e Poaceae com nove (16,07%). Com relação aos gêneros mais representativos, Fabaceae apresentou *Desmodium*, com três espécies, *Crotalaria* e *Vigna* com duas. Em Asteraceae, *Baccharis* apresentou duas espécies e em Poaceae, *Pennisetum* também apresentou duas espécies. Os parâmetros fitossociológicos desse sítio constam na tabela 4.

TABELA 4 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade herbácea na área de mineração com 15 anos de regeneração, FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; CA, cobertura absoluta; CR, cobertura relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.

Espécie	FA	FR	CA	CR	VI	PI
<i>Urochloa decumbens</i>	86	13,98	5240	43,25	57,23	28,61
<i>Mucuna pruriens</i>	76	12,36	155	1,28	13,64	6,82
<i>Desmodium incanum</i>	53	8,62	662	5,46	14,08	7,04
<i>Desmodium adscendens</i>	23	3,74	816	6,73	10,47	5,23
<i>Medicago lupulina</i>	32	5,2	627	5,17	10,37	5,18
<i>Trifolium repens</i>	28	4,55	674	5,56	10,11	5,05
<i>Vernonanthura phosphorica</i>	14	2,28	118	0,97	3,25	1,625
<i>Pennisetum clandestinum</i>	10	1,63	635	5,24	6,87	3,435
<i>Mikania micrantha</i>	26	4,23	328	2,71	6,94	3,47
<i>Canavalia bonariensis</i>	2	0,33	100	0,83	1,16	0,58
<i>Pteris longifolia</i>	2	0,33	50	0,41	0,74	0,37
<i>Imperata brasiliensis</i>	2	0,33	45	0,37	0,70	0,35
<i>Senecio brasiliensis</i>	23	3,74	281	2,32	6,06	3,03
<i>Triumfetta rhomboidea</i>	1	0,16	25	0,21	0,37	0,185
<i>Plantagus australis</i>	23	3,74	125	1,03	4,77	2,385
<i>Pteris vitata</i>	11	1,79	275	2,27	4,06	2,03
<i>Hypochaeris radicata</i>	16	2,6	125	1,03	3,63	1,815
<i>Cuffea racemosa</i>	17	2,76	107	0,88	3,64	1,82
<i>Desmodium uncinatum</i>	11	1,79	190	1,57	3,36	1,68
<i>Solidago chilensis</i>	16	2,6	90	0,74	3,34	1,67
<i>Sporobolus indicus</i>	10	1,63	178	1,47	3,10	1,55
<i>Vigna radiata</i>	9	1,46	190	1,57	3,03	1,515
<i>Axonopus compresus</i>	3	0,49	225	1,86	2,35	1,175
<i>Vicia sativa</i>	10	1,63	85	0,70	2,33	1,165
<i>Erianthus angustifolius</i>	7	1,14	102	0,84	1,98	0,99
<i>Asclepias curassavica</i>	8	1,3	27	0,22	1,52	0,76
<i>Sida carpinifolia</i>	7	1,14	33	0,27	1,41	0,705
<i>Hyptis pectinata</i>	7	1,14	29	0,24	1,38	0,69
<i>Piper aduncum</i>	4	0,65	75	0,62	1,27	0,635
<i>Sida glaziovii</i>	7	1,14	19	0,16	1,30	0,65
<i>Cyperus sesquiflorus</i>	6	0,98	30	0,25	1,23	0,615
<i>Baccharis trimera</i>	4	0,65	60	0,50	1,15	0,575

Continua

## Conclusão

<b>Espécie</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>	<b>PI</b>
<i>Piper gaudichaudianum</i>	4	0,65	55	0,45	1,10	0,55
<i>Ocimum micranthum</i>	5	0,81	21	0,17	0,98	0,49
<i>Galium hypocarpium</i>	5	0,81	17	0,14	0,95	0,475
<i>Cortaderia selloana</i>	3	0,49	45	0,37	0,86	0,43
<i>Thelypteris dentata</i>	4	0,65	24	0,20	0,85	0,425
<i>Mecardonia procumbens</i>	5	0,81	5	0,04	0,85	0,425
<i>Budleja brasiliensis</i>	4	0,65	20	0,17	0,82	0,41
<i>Sonchus oleracea</i>	4	0,65	12	0,10	0,75	0,375
<i>Crotalaria micans</i>	3	0,49	25	0,21	0,70	0,35
<i>Gaya pilosa</i>	4	0,65	8	0,07	0,72	0,36
<i>Rhynchosia rojasii</i>	2	0,33	40	0,33	0,66	0,33
<i>Pennisetum setosum</i>	1	0,16	40	0,33	0,49	0,245
<i>Baccharis asterii</i>	2	0,33	20	0,17	0,50	0,25
<i>Andropogon bicornis</i>	2	0,33	10	0,08	0,41	0,205
<i>Pterocaulon virgatum</i>	2	0,33	10	0,08	0,41	0,205
<i>Anemia flexuosa</i>	2	0,33	8	0,07	0,40	0,20
<i>Cardiospermum alicacabum</i>	2	0,33	2	0,02	0,35	0,175
<i>Centella asiatica</i>	2	0,33	2	0,02	0,35	0,175
<i>Conocliniopsis prasiifolia</i>	2	0,33	2	0,02	0,35	0,175
<i>Achiroclines satuireioides</i>	1	0,16	10	0,08	0,24	0,12
<i>Croton triqueter</i>	1	0,16	10	0,08	0,24	0,12
<i>Sida rhombifolia</i>	1	0,16	10	0,08	0,24	0,12
<b>Totais</b>	<b>615</b>	<b>100,00</b>	<b>12117</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>100,00</b>

As seis espécies com as maiores porcentagens de importância foram *Urochloa decumbens* (28,61%), *Mucuna pruriens* (6,82%), *Desmodium incanum* (7,04%), *Desmodium adscendens* (5,23%), *Medicago lupulina* (5,18%) e *Trifolium repens* (5,05%) (FIGURA 3).

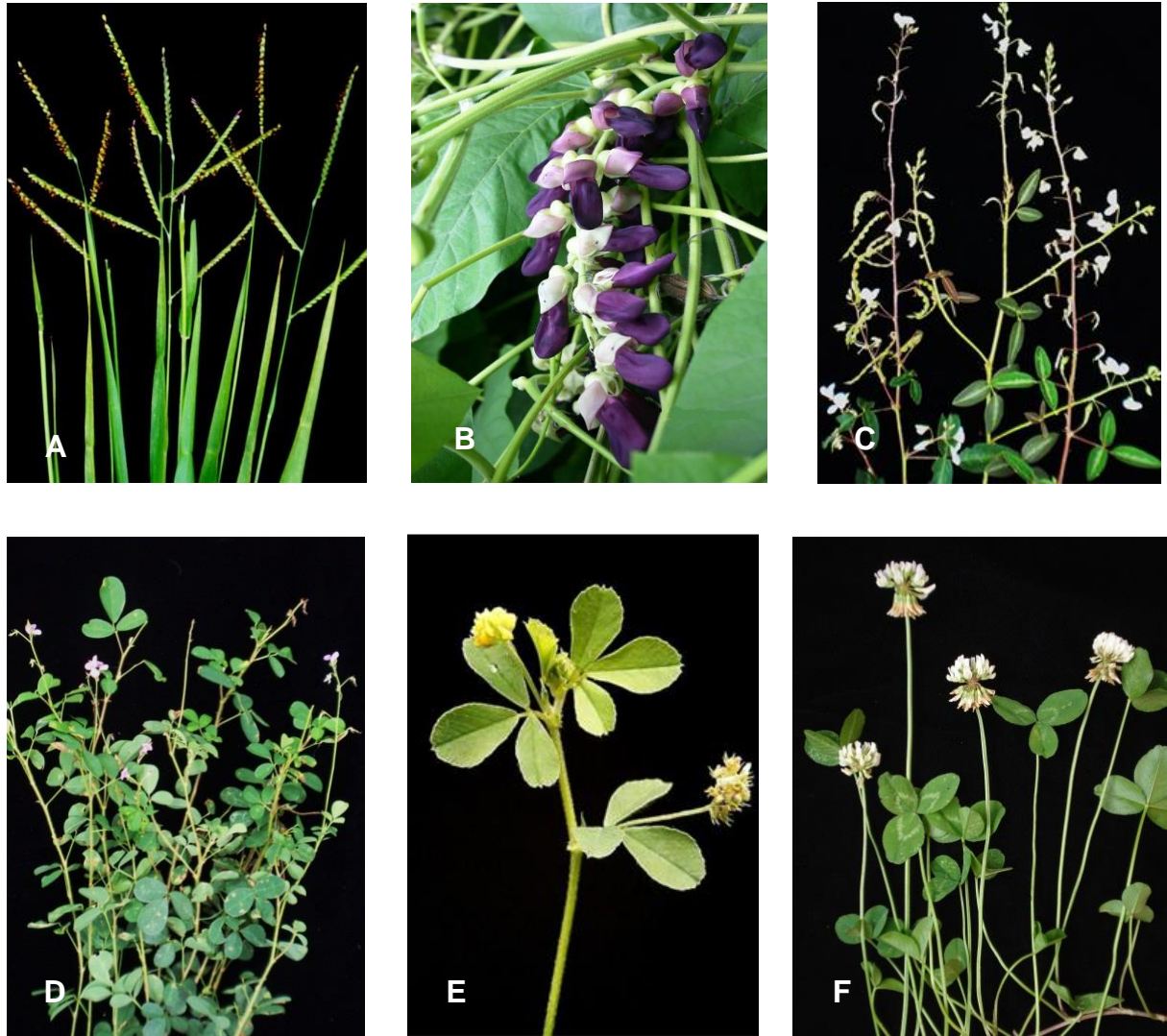


FIGURA 3 – Herbáceas de maior importância, no sítio com 15 anos de regeneração, a) *Urochloa decumbens*, b) *Mucuna pruriens*; c) *Desmodium incanum*; d) *Desmodium adscendens*; e) *Medicago lupulina* e f) *Trifolium repens*.

FONTE: A, C, D e F, elaborado pelo autor (2012), B e E Google (2012).

Nesse sítio, Fabaceae ocupou cinco dos seis primeiros lugares em porcentagem de importância, que somados totalizaram 29,32%, Poaceae, com *Urochloa decumbens* ocupou o primeiro lugar em porcentagem de importância com 28,61%. Nesse sítio as pteridófitas foram representadas por três famílias, Anemiaceae, com *Anemia flexuosa*, Pteridaceae, com *Pteris longifolia* e *Pteris vitata* e Thelypteridaceae, com *Thelypteris dentata*, correspondendo a 16,66% das famílias e 8,69% das espécies. *Mucuna pruriens* é espécie exótica, utilizada como fonte de nitrogênio para o solo (ALMEIDA *et al.*, 2007) e que provavelmente tenha sido

introduzida na área como cobertura vegetal. O índice de diversidade de Shannon (H') (MAGURRAN, 2011) para este sítio ficou em 2,48.

### 3.2.3 Plantas herbáceas no sítio com 32 anos de regeneração

Nessa fase de regeneração foram encontradas 43 espécies de plantas herbáceas, distribuídas em 39 gêneros, pertencentes a 28 famílias. Embora o número de espécies tenha diminuído em relação ao sítio anterior, com 15 anos de regeneração, o número de famílias aumentou em 55% com relação ao mesmo sítio.

A diversidade de espécies por família diminuiu, sendo que Asteraceae havia apresentado 23 espécies no sítio com 5 anos, onze, no sítio com 15 anos e apenas quatro espécies (9,30%) neste, mesmo assim, ainda é a família mais expressiva deste sítio, seguida de Piperaceae e Pteridaceae com três (6,97%) espécies cada uma. Os parâmetros fitossociológicos deste sítio de estudo são encontrados na tabela 5.

TABELA 5 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade herbácea na área de mineração com 32 anos de regeneração, FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; CA, cobertura absoluta; CR, cobertura relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.

<b>Espécie</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>	<b>PI</b>
<i>Piper gaudichaudianum</i>	62	16,36	2.172,00	35,33	51,69	25,84
<i>Piper mikianianum</i>	62	16,36	874	14,22	30,58	15,29
<i>Ctenitis submarginalis</i>	40	10,55	372	6,05	16,6	8,30
<i>Macrothelypteris torresiana</i>	21	5,54	577	9,39	14,93	7,46
<i>Podocoma notobellidiastrum</i>	32	8,44	200	3,25	11,69	5,84
<i>Adiantum raddianum</i>	25	6,6	362	5,89	12,49	6,24
<i>Oxalis corymbosa</i>	25	6,6	210	3,42	10,02	5,01
<i>Lasiacis ligulata</i>	19	5,01	263	4,28	9,29	4,64
<i>Calathea aemula</i>	8	2,11	248	4,03	6,14	3,07
<i>Piper crassinervium</i>	2	0,53	200	3,25	3,78	1,89
<i>Ichnanthus pallens</i>	10	2,64	30	0,49	3,13	1,56
<i>Calyptocarpus biaristatus</i>	8	2,11	23	0,37	2,48	1,24
<i>Manetia luteorubra</i>	3	0,79	30	0,49	1,28	0,64
<i>Thelypteris dentata</i>	4	1,06	98	1,59	2,65	1,32
<i>Aristolochia triangularis</i>	5	1,32	32	0,52	1,84	0,92
<i>Smilax cognata</i>	5	1,32	57	0,93	2,25	1,12
<i>Heliotropium transalpinum</i>	3	0,79	40	0,65	1,44	0,72
<i>Desmodium uncinatum</i>	2	0,53	40	0,65	1,18	0,59
<i>Sida carpinifolia</i>	4	1,06	16	0,26	1,32	0,66
<i>Ruellia angustifolia</i>	1	0,26	50	0,81	1,07	0,53
<i>Commelina diffusa</i>	2	0,53	60	0,98	1,51	0,75
<i>Desmodium incanum</i>	4	1,06	4	0,07	1,13	0,56

Continua

## Conclusão

<b>Espécie</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>	<b>PI</b>
<i>Blechnum brasiliense</i>	2	0,53	50	0,81	1,34	0,67
<i>Doryopteris concolor</i>	3	0,79	11	0,18	0,97	0,48
<i>Elephantopus mollis</i>	3	0,79	7	0,11	0,90	0,45
<i>Cissampelus pareira</i>	3	0,79	4	0,07	0,86	0,43
<i>Plantagus australis</i>	3	0,79	3	0,05	0,84	0,42
<i>Smilax campestris</i>	1	0,26	10	0,16	0,42	0,21
<i>Pavonia communis</i>	2	0,53	6	0,10	0,63	0,31
<i>Aureliana fasciculata var. fasciculata</i>	2	0,53	2	0,03	0,56	0,28
<i>Pithecoctenium crucigerum</i>	1	0,26	20	0,33	0,59	0,29
<i>Solanum affine</i>	1	0,26	15	0,24	0,50	0,25
<i>Bomarea edulis</i>	1	0,26	10	0,16	0,42	0,21
<i>Cyperus brevifolius</i>	1	0,26	10	0,16	0,42	0,21
<i>Justicea carnea</i>	1	0,26	10	0,16	0,42	0,21
<i>Mikania micrantha</i>	1	0,26	10	0,16	0,42	0,21
<i>Pityrogramma trifoliata</i>	1	0,26	10	0,16	0,42	0,21
<i>Ocimum carnosum</i>	1	0,26	5	0,08	0,34	0,17
<i>Anemia phyllitidis</i>	1	0,26	2	0,03	0,29	0,14
<i>Tragia volubilis</i>	1	0,26	2	0,03	0,29	0,14
<i>Cissus gongylodes</i>	1	0,26	1	0,02	0,28	0,14
<i>Paulinia meliaefolia</i>	1	0,26	1	0,02	0,28	0,14
<i>Triumfetta bartramia</i>	1	0,26	1	0,02	0,28	0,14
<b>Totais</b>	<b>379</b>	<b>100,00</b>	<b>6.148,00</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>100,00</b>

As seis espécies mais expressivas em porcentagem de importância deste sítio de regeneração foram *Piper gaudichaudianum* (25,84%), *Piper mikanianum* (15,29%), *Ctenitis submarginalis* (8,30%), *Macrothelypteris torresiana* (7,46%), *Podocoma notobellidiastrum* (5,84%) e *Adiantum raddianum* (6,24%) (FIGURA 4).



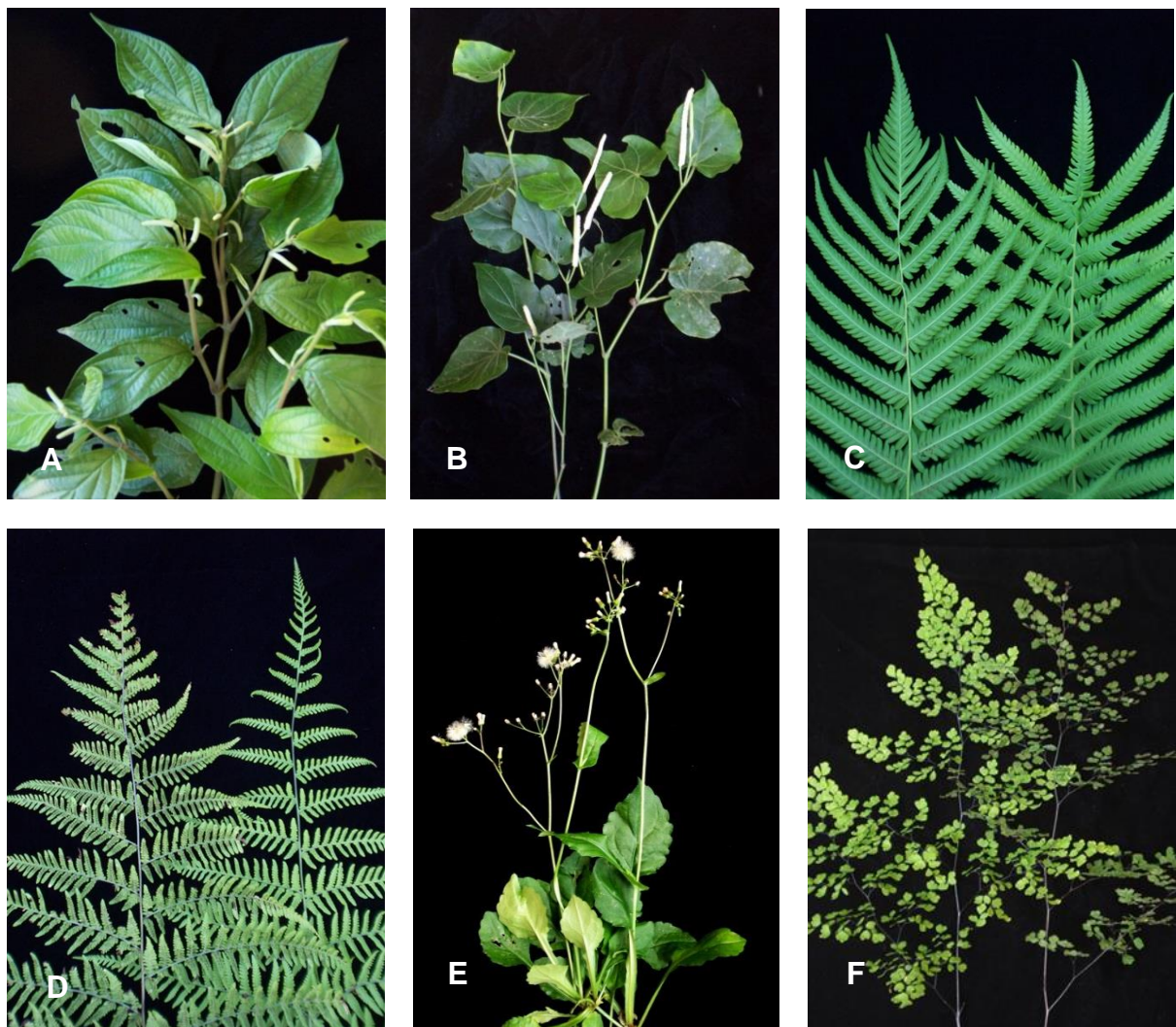


FIGURA 4 – Herbáceas de maior porcentagem de importância, no sítio com 32 anos de regeneração, a) *Piper gaudichaudianum*; b) *Piper mikianium*; c) *Ctenitis submarginalis*; d) *Macrothelypteris torresiana*; e) *Podocoma notobilidiastrum* e f) *Adiantum raddianum*.

FONTE: Elaborado pelo autor (2012).

Com o avanço da regeneração e o estabelecimento das arbóreas o sítio com 32 anos desenvolveu um microclima florestal, com sombra, umidade e ausência de ventos, condições bastante favoráveis para Piperaceae, que se faz representar por três espécies, *Piper gaudichaudianum*, *P. mikianium* e *P. crassinervium*, que juntas, somaram 43,02% da porcentagem de importância. Estas condições favorecem também ao grupo das pteridófitas, que aparecem com cinco famílias, Anemiaceae, (*Anemia phyllitidis*), Blechnaceae, (*Blechnum brasiliense*), Dryopteridaceae, (*Ctenitis submarginalis*), Pteridaceae, (*Adiantum raddianum*, *Doryopteris concolor* e *Pryrograma trifoliata*) e Thelypteridaceae (*Thelypteris*

*dentata*), correspondendo a 17,85% das famílias e 18,60% das espécies deste sítio. O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) (MAGURRAN, 2011) para este sítio ficou em 2,37.

### 3.2.4 Plantas herbáceas no sítio de floresta secundária

Na floresta secundária, observou-se uma diversidade de 68 espécies, 54 gêneros e 37 famílias, chegando a um número de espécies próximo daquele encontrado na fase de regeneração inicial com 5 anos que foi de 75 espécies.

Asteraceae, Poaceae e Fabaceae, bastante expressivas nas fases iniciais da regeneração, passam agora a competir com outras famílias de pouca expressão ou que nem estavam presentes nas fases iniciais, tais como Polypodiaceae, Apocynaceae, Piperaceae e Thelypteridaceae.

Um fato que chamou a atenção nesse sítio foi o aparecimento de muitas Pteridofitas (TABELA 6), num total de nove famílias, Anemiaceae, Blechnaceae, Dryopteridaceae, Gleicheniaceae, Dicksoniaceae, Osmundaceae, Polypodiaceae, Pteridaceae e Thelypteridaceae, correspondendo a 24,32% das famílias e 30,30% das espécies desse sítio, enquanto que, na fase de regeneração com 5 anos apenas duas famílias foram representadas, Blechnaceae e Thelypteridaceae, correspondendo a 9,09% das famílias e 2,66% das espécies.

Na fase de 15 anos, as pteridófitas foram representadas por, Anemiaceae, Pteridaceae e Thelypteridaceae, correspondendo a 16,66% das famílias e 8,69% das espécies. Para a fase de 32 anos foram encontradas, Anemiaceae, Blechnaceae, Dryopteridaceae, Pteridaceae e Thelypteridaceae, equivalendo a 11,62% do total das famílias e 18,60% das espécies. Este fato sugere que as Pteridofitas necessitam de condições edafoclimáticas mais estáveis para se desenvolver, pois à medida que as fases sucessionais evoluem, mais famílias e espécies deste grupo taxonômico são encontradas. O número e a porcentagem de espécies e famílias de Pteridofitas encontram-se na tabela 6.

TABELA 6 - Número e porcentagem de espécies e famílias de pteridófitas, em relação aos demais grupos taxonômicos nos quatro sítios de estudo.

PTERIDÓFITAS		
Sítios de estudo	Famílias nº e %	Espécies nº e %
Regeneração de 5 anos	2 (9,09%)	2 (2,66%)
Regeneração de 15 anos	3 (16,66%)	4 (8,69%)
Regeneração de 32 anos	5 (11,62%)	8 (18,60%)
Floresta secundária	9 (24,32%)	20 (29,41%)
<b>Total sem repetição</b>	<b>9 (16,36%)</b>	<b>25 (13,58%)</b>

No estudo fitossociológico, três famílias de pteridófitas ficaram entre as seis espécies com o maior valor de importância para este sítio (TABELA 7).

TABELA 6 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade herbácea do sítio de floresta secundária; FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; CA, cobertura absoluta; CR, cobertura relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.

Espécie	FA	FR	CA	CR	VI	PI
<i>Piper gaudichaudianum</i>	58	15,3	2397	27,85	43,15	21,57
<i>Scleria latifolia</i>	42	11,08	974	11,32	22,4	11,2
<i>Blechnum brasiliense</i>	18	4,75	875	10,17	14,92	7,46
<i>Ctenitis submarginalis</i>	20	5,28	536	6,23	11,51	5,75
<i>Anemia phyllitidis</i>	19	5,01	233	2,71	7,72	3,86
<i>Thelypteris dentata</i>	8	2,11	405	4,71	6,82	3,41
<i>Calea pinnatifida</i>	4	1,06	250	2,9	3,96	1,98
<i>Lophosoria quadripinnata</i>	4	1,06	275	3,2	4,26	2,13
<i>Smilax cognata</i>	6	1,58	98	1,14	2,72	1,36
<i>Piper mikanianum</i>	15	3,96	63	0,73	4,69	2,34
<i>Serjania laruotteana</i>	14	3,69	75	0,87	4,56	2,28
<i>Govenia utriculata</i>	10	2,64	120	1,39	4,03	2,01
<i>Macrothelypteris torresiana</i>	5	1,32	205	2,38	3,70	1,85
<i>Tragia volubilis</i>	9	2,37	31	0,36	2,73	1,36
<i>Ichnananthus pallens</i>	10	2,64	78	0,91	3,55	1,77
<i>Pteris deflexa</i>	5	1,32	225	2,61	3,93	1,96
<i>Dicranopteris nervosa</i>	3	0,79	150	1,74	2,53	1,26
<i>Mendoncia coccinea</i>	5	1,32	33	0,38	1,70	0,85
<i>Piper aduncum</i>	3	0,79	95	1,1	1,89	0,94
<i>Clematis dioica</i>	3	0,79	75	0,87	1,66	0,83
<i>Peltastes peltatus</i>	5	1,32	29	0,34	1,66	0,83
<i>Clidemia hirta</i>	3	0,79	105	1,22	2,01	1,00
<i>Ctenitis fasciculata</i>	5	1,32	72	0,84	2,16	1,08
<i>Lasiacis ligulata</i>	5	1,32	65	0,76	2,08	1,04
<i>Peplonia axillaris</i>	4	1,06	15	0,17	1,23	0,61
<i>Agalinis genistifolia</i>	3	0,79	45	0,52	1,31	0,65
<i>Aristolochia triangularis</i>	2	0,53	30	0,35	0,88	0,44
<i>Setaria poiretiana</i>	2	0,53	100	1,16	1,69	0,84
<i>Pavonia communis</i>	3	0,79	55	0,64	1,43	0,71
<i>Piper amalago</i>	3	0,79	90	1,05	1,84	0,92
<i>Dalechampia micromeria</i>	3	0,79	16	0,19	0,98	0,49
<i>Heteropterys intermedia</i>	4	1,06	18	0,21	1,27	0,63

Continua



Continuação

<b>Espécie</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>	<b>PI</b>
<i>Oxypetalum banksii</i>	3	0,79	13	0,15	0,94	0,47
<i>Mutisia coccínea</i>	4	1,06	16	0,19	1,25	0,62
<i>Polygala lancifolia</i>	5	1,32	18	0,21	1,53	0,76
<i>Chromolaena pedunculosa</i>	2	0,53	40	0,46	0,99	0,49
<i>Ipomoea alba</i>	2	0,53	40	0,46	0,99	0,49
<i>Osmunda regalis</i>	2	0,53	40	0,46	0,99	0,49
<i>Campyloneurum nitidum</i>	4	1,06	46	0,53	1,59	0,79
<i>Critoniopsis quinqueflora</i>	5	1,32	13	0,15	1,47	0,73
<i>Passiflora capsularis</i>	4	1,06	5	0,06	1,12	0,56
<i>Campyloneurum angustifolium</i>	3	0,79	32	0,37	1,16	0,58
<i>Serjania gracilis</i>	3	0,79	24	0,28	1,07	0,53
<i>Asterostigma lividum</i>	4	1,06	28	0,33	1,39	0,69
<i>Ocimum carnosum</i>	3	0,79	50	0,58	1,37	0,68
<i>Anemia tomentosa</i>	3	0,79	46	0,53	1,32	0,66
<i>Cissus verticillata subs. verticillata</i>	3	0,79	7	0,08	0,87	0,43
<i>Bomarea edulis</i>	1	0,26	20	0,23	0,49	0,24
<i>Passiflora jilekii</i>	1	0,26	20	0,23	0,49	0,24
<i>Rubus sellowii</i>	1	0,26	50	0,58	0,84	0,42
<i>Thelypteris opposita</i>	2	0,53	45	0,52	1,05	0,52
<i>Ichnananthus tenuis</i>	3	0,79	10	0,12	0,91	0,45
<i>Sticherus nigropaleaceus</i>	1	0,26	70	0,81	1,07	0,53
<i>Chromolaena laevigata</i>	1	0,26	25	0,29	0,55	0,27
<i>Adiantum raddianum</i>	2	0,53	23	0,27	0,80	0,40
<i>Panicum millegrana</i>	1	0,26	15	0,17	0,43	0,21
<i>Orthosia scoparia var. subulata</i>	1	0,26	10	0,12	0,38	0,19
<i>Pleopeltis hirsutíssima</i>	2	0,53	12	0,14	0,67	0,33
<i>Pilea rhizobola</i>	2	0,53	5	0,06	0,59	0,29
<i>Desmodium incanum</i>	2	0,53	2	0,02	0,55	0,27
<i>Oxalis corymbosa</i>	1	0,26	20	0,23	0,49	0,24
<i>Paspalum paniculatum</i>	1	0,26	15	0,17	0,43	0,21
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i>	1	0,26	5	0,06	0,32	0,16
<i>Mikania orleansensis</i>	1	0,26	4	0,05	0,31	0,15
<i>Cayaponia bonariensis</i>	1	0,26	2	0,02	0,28	0,14
<i>Pecluma pectinatiformis</i>	1	0,26	2	0,02	0,28	0,14
<i>Passiflora mediterrânea</i>	1	0,26	2	0,02	0,28	0,14
<b>Totais</b>	<b>380</b>	<b>100,00</b>	<b>8608,00</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>100,00</b>

Nesse sítio, as condições de solo e de microclima se mostraram mais favoráveis ao desenvolvimento da floresta. As espécies com as maiores porcentagens de importância foram *Piper gaudichaudianum* (27,52%), *Scleria latifolia* (11,20%), *Blechnum brasiliense* (7,46%), *Ctenitis submarginalis* (5,75%), *Anemia phyllitidis* (3,86%) e *Thelypteris dentata* (3,41%) (FIGURA 5).

Esse sítio possui uma floresta secundária bem formada, o solo da floresta nunca foi submetido à degradação pela mineração. Os três grupos vegetais, herbáceas, arbustivas e arbóreas encontram-se presentes, mas ainda não apresenta epífitas, o que segundo CONAMA (2007), caracteriza um estágio médio de regeneração.



FIGURA 5 – Herbáceas de maior porcentagem de importância, no sítio de floresta secundária, a) *Piper gaudichaudianum*; b) *Scleria latifolia*; c) *Blechnum brasiliense*; d) *Ctenites submarginalis*; e) *Anemia phyllitidis* e f) *Thelypteris dentata*.

FONTE: Elaborado pelo autor (2012).

As famílias melhor representadas foram: Asteraceae, Poaceae e Pteridaceae, com seis (9,09%) espécies cada uma, juntas elas somaram 27,27% das espécies deste sítio. Entre as seis espécies com as maiores porcentagens de importância quatro foram Pteridofitas, somando 20,28%. A vegetação que inicia o repovoamento é composta basicamente por ervas com dispersão de sementes pelo processo de anemocoria, como é o caso de Asteraceae e Poaceae e também por autocoria, no caso de Fabaceae. A diversidade biológica indicada pelo índice de Shannon (H') (MAGURRAN, 2011) ficou em 2,95.

## 4 DISCUSSÃO

Os ecossistemas são formados por diversos fatores, no entanto, a regeneração tem sido vista apenas em relação à vegetação (CARPANEZZI, 2005). Atualmente os estudos de regeneração devem incluir também as leis da termodinâmica e a entropia envolvida nos ecossistemas para melhor prever o processo de regeneração.

Iurk, *et al.* (2009), estudando uma formação de Floresta Ombrófila Mista Aluvial na comunidade de Três Morros, no município de Palmeira (PR), encontraram 134 espécies, 111 gêneros e 67 famílias, das quais 57 eram herbáceas. Tendo em destaque duas famílias com representantes herbáceos, Asteraceae com 13 espécies e Poaceae, com cinco.

No município de Caxias do Sul – RS; Ramos e Boldo (2007) fizeram um estudo florístico e fitossociológico de formações florestais em estágio sucessional secundário na Floresta Ombrófila Mista e encontraram no conjunto dos extratos arbóreo, arbustivo e herbáceo 208 espécies pertencentes a 141 gêneros de 64 famílias. As famílias mais expressivas em herbáceas foram Poaceae, com 14 espécies e Asteraceae, com 13. *Ctenites submarginalis* (Dryopteridaceae), *Anemia phyllitidis* (Anemiaceae) e *Adiantum raddianum* (Pteridaceae) foram encontradas em mais de 80% das áreas estudadas. E concluíram que o grande número de espécies e a presença de 22 pteridófitas indicam boa regeneração natural em áreas entre 30 e 45 anos de idade.

Poaceae com cobertura relativa de 44,6% e Asteraceae com 12,8%, caracterizam em termos fisionômicos, a comunidade herbácea da Floresta Ombrófila Mista do Parque Municipal das Araucárias, localizado em Guarapuava-PR (RIGON, *et al.*, 2011).

Um caso de alta capacidade de regeneração da comunidade herbácea é exposto pelo trabalho de Da Silva (2014), onde uma Formação Pioneira Flúvio-lacustre (várzea) no domínio da Floresta Ombrófila Mista, foi impactada diretamente pelo derramamento de óleo da Refinaria Presidente Getúlio Vargas, no ano de 2000, e após 12 anos foram encontradas 221 espécies, distribuídas em 152 gêneros e 60

famílias. Nesse estudo as famílias mais importantes em número de espécies foram Asteraceae (35), Poaceae (24) e Cyperaceae (22).

No sítio com 5 anos, as condições para a fixação das plantas são mais severas, e só as plantas com maiores capacidades adaptativas conseguem se fixar e desenvolver-se, suportando a intensidade luminosa direta do sol, ventos, ressecamento da camada superficial do solo e a ação das geadas. Asteraceae, Fabaceae e Poaceae demonstraram ser mais adaptadas a estas condições, contribuindo com várias espécies cada uma. Aos 15 anos a vegetação já cobre toda a superfície do bota-fora, com os grupos de ervas, arbustos e árvores. Nas pequenas nucleações arbóreas que começam a surgir é possível perceber que o solo permanece mais tempo úmido, as herbáceas nestes pequenos bosques não morrem no período seco e também não são afetadas pelas geadas, o microclima que se estabelece permite a fixação e desenvolvimento de espécies arbustivas e arbóreas, fato que não ocorre nas áreas que ainda é campo e começam a aparecer as primeiras herbáceas tolerantes à sombra como *Piper aduncum* e *Piper gaudichaudianum*. Quando a regeneração avança para os 32 anos, o ambiente torna-se florestal, não possui mais áreas abertas ou clareiras, a classe expressiva agora é a arbórea, e as herbáceas exigentes em luz são substituídas pelas tolerantes à sombra. A condição de microclima necessária para a regeneração e sucessão do ecossistema é atingida, porém, o solo foi degradado pelo processo de lixiviação, expondo as rochas que foram depositadas durante a formação do bota-fora, esta situação impede a fixação de novas espécies arbóreas como as clímax. No caso do sítio de floresta nativa secundária as condições ambientais são bem melhores, começando com o solo que nunca foi alterado por qualquer atividade minerária. Os 50 anos decorridos de regeneração conferem grande similaridade com uma floresta primária com exceção das poucas espécies epífitas, as herbáceas são todas umbrófilas, exceto 11 espécies que são indiferentes a condição de intensidade luminosa e que são encontradas também nas áreas abertas dos sítios de 5 e 15 anos. Nesse sítio é notória a presença das pteridófitas que se apresentam com 10 famílias e 20 espécies, consequência de um microclima mais úmido, menor intensidade luminosa e ausência de ventos.

## 5 CONCLUSÕES

As espécies herbáceas estão presentes em todas as fases de regeneração, inclusive na fase de floresta com maior maturidade.

Nas fases iniciais de regeneração, como nos sítios de 5 e 15 anos, as espécies são heliófilas; exigentes em luz, já nas fases mais avançadas como no sítio de 32 anos e na floresta nativa secundária, as espécies são umbrófitas, toleram a sombra.

No início, o processo de regeneração possui um grande número de indivíduos de várias espécies, pertencentes a poucas famílias; à medida que a regeneração evolui o número de espécies de algumas famílias como Asteraceae, Fabaceae e Poaceae diminui e surgem espécies de outras famílias como Piperaceae e o grupo das pteridófitas representado pelas famílias Anemiaceae, Dicksoniaceae, Dryopteridaceae, Gleicheniaceae, Osmundaceae, Polypodiaceae e Pteridaceae, aumentando a diversidade de famílias e diminuindo o número de espécies por família.

A diversidade de pteridófitas tende a aumentar com o avanço do processo de regeneração, ampliando o número de famílias e de espécies.

O número de famílias aumentou de 22 na fase inicial de regeneração no sítio de 5 anos, para 37 no sítio de floresta nativa secundária com 50 anos de regeneração, porém o número de espécies caiu de 75 para 66 em comparação aos mesmos sítios.

Devido à heterogenidade do novo solo formado, composto por deposição de rochas e de porções de diferentes horizontes do solo original, a vegetação não recobre uniformemente a superfície, ficando áreas do bota-fora totalmente sem vegetação, até os cinco anos de idade.

No sítio com 32 anos a floresta já está formada e as plantas herbáceas continuaram presentes, assim como no sítio de floresta nativa secundária, porém são na maioria umbrófilas, enquanto que nos sítios com 5 e 15 anos, a maioria são espécies heliófilas.

## CAPÍTULO 2

### FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE COMUNIDADES ARBUSTIVAS EM ÁREAS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO

#### RESUMO

O município de Rio Branco do Sul, estado do Paraná possui grandes jazidas de calcário que são exploradas há dezenas de anos, causando distúrbios ambientais com o desmatamento, abertura das minas e posteriormente com o descarte dos rejeitos da mineração. O objetivo deste capítulo foi avaliar a florística e a dinâmica da comunidade vegetal arbustiva no processo sucessional da Floresta Ombrófila Mista Montana, degradada pela mineração de calcário. Essa pesquisa foi realizada em duas áreas de depósito de rejeitos de mineração de calcário. A primeira fica junto à mina Saivá, pertencente à Companhia de Cimentos Votorantim, distante 3 km da sede do município de Rio Branco do Sul, estado do Paraná. Nesse local foram selecionados dois sítios de pesquisa, um, em fase de 5 anos de regeneração, após ter sido depósito de mineração e o outro formado por um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana que nunca sofreu degradação pela mineração. A segunda junto à mina Itaretama, também pertencente à Cia. de Cimentos Votorantim, distante 14 km da mesma cidade. Nessa foram escolhidos também dois sítios, um, com 15 anos e o outro, com 32 anos de regeneração, ambos submetidos à atividade de mineração. Em cada sítio foram alocadas 50 parcelas de 1 x 5 m, nas quais as plantas arbustivas foram coletadas, identificadas e mensuradas. No sítio com 5 anos foram encontradas 24 espécies, sendo que, as maiores porcentagens de importância foram *Baccharis caprariifolia* (32,45%), *Baccharis dracunculifolia* (11,77%), *Mimosa flocculosa* (11,30%), *Ricinus cummunis* (10,74%), *Anadenanthera colubrina* (5,34%) e *Machaerium stipitatum* (4,14%). No sítio com 15 anos foram encontradas 22 espécies, onde as maiores porcentagens de importância foram obtidas por *Schinus terebinthifolius* (18,93%), *Psidium guajava* (18,73%), *Mimosa flocculosa* (13,53%), *Rhamnus sphaerosperma* (12,31%), *Senna occidentalis* (7,54%) e *Baccharis dracunculifolia* (6,11%). No de 32 anos foram encontradas 46 espécies e as de maior porcentagem de importância foram *Cupania vernalis* (10,07%), *Anadenanthera colubrina* (9,96%), *Eugenia uniflora* (8,84%), *Allophylus edulis* (7,53%), *Nectandra lanceolata* (5,95%) e *Matayba elaeagnoides* (5,68%). E no sítio de floresta nativa secundária, foram encontradas 67 espécies, sendo que as maiores porcentagens de importância ficaram com *Mollinedia schottiana* (10,88%), *Cupania vernalis* (7,61%), *Cabralea canjerana* (5,41%), *Dalbergia brasiliensis* (4,81%), *Anadenanthera colubrina* (3,97%) e *Araucaria angustifolia* (3,86%). Concluiu-se que a comunidade arbustiva é um grupo importante de plantas na estrutura da floresta, pois além da grande diversidade de espécies, também contribui na formação de um ambiente adequado para o estabelecimento das espécies arbóreas.

Palavras-chave: Regeneração de arbustos, comunidades arbustivas, regeneração em Antropossolo.

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de mineração, dentre todos os processos de distúrbios causados pelo homem, parece ser o mais destrutivo, pois, além de suprimir a vegetação, também altera drasticamente a estrutura do solo (KLEIN *et al.*, 2009). Este fato também foi observado por Reis *et al.* (2006), comentando que embora não sejam de grandes proporções, como a agricultura, mesmo assim causam grandes alterações físicas químicas e biológicas ao substrato remanescente. Esse tipo de uso da terra, embora seja danoso é essencial à sociedade moderna, pois nele esta baseada a construção das cidades, pontes, hidrelétricas, pavimentação de estradas, além de diversas aplicações do calcário para o setor da indústria.

Os distúrbios são fatores constantes na existência das comunidades naturais e, até mesmo uma necessidade ao seu processo evolutivo, dando oportunidade às espécies para que ocupem novos ambientes (WHITMORE, 1989). Isto impulsiona o dinamismo nos ecossistemas, selecionando as espécies mais adaptadas às condições edáficas e climáticas do local.

As áreas degradadas pelo homem também se recuperam, da mesma forma que as que sofrem distúrbios naturais causados pelos ventos, vulcões, terremotos, enchentes, secas, ou incêndios, desde que haja condições e o tempo necessário.

A regeneração das áreas degradadas é fundamental à sobrevivência do homem, e segundo Khatounian (2001), as espécies utilizadas na agricultura pertencem à classe de plantas regenerantes do ambiente.

A regeneração das áreas naturais propicia várias condições de sobrevivência ao homem, a começar pelos produtos ambientais delas retirados, como é o caso da extração de lenha em áreas regeneração, onde o produtor rural executa o corte raso da floresta e depois deixa regenerar por vários anos e novamente faz outro corte da floresta, mantendo esta prática por tempo indeterminado. Esta prática é muito frequente na região metropolitana de Curitiba, como é o caso do corte de lenha de *Mimosa scabrella* (bracatinga) e de outras espécies florestais nativas da região de Rio Branco do Sul, usadas para alimentar os fornos de calcário (EMBRAPA, 1988). A atividade da apicultura também depende da regeneração das florestas nativas, sendo o Brasil, o quinto produtor mundial de mel

e, segundo estimativas da Confederação Brasileira de Apicultura, em 2001, aproximadamente, 96 mil apicultores coletaram 27,8 mil toneladas de mel. Na região Sudeste e principalmente na região Sul do Brasil, também ocorre o extrativismo das sementes da *Araucaria angustifolia* (pinhão), utilizadas na alimentação humana e encontradas no comércio local. Os pinhões são provenientes principalmente de florestas regeneradas nas últimas décadas e que fornecem muitos outros produtos como a erva-mate, plantas medicinais, frutas e plantas ornamentais. Porém, a extração desordenada dos recursos e também a introdução do gado nas áreas degradadas leva a uma grande perda da biodiversidade (TURNER e CORLETT, 1996; CAMPOS e SOUZA, 2003; BENITEZ-MALVIDO e MARTINEZ-RAMOS, 2003; HOLZ e PLACCI, 2005).

Os atributos citados são bem conhecidos da comunidade em geral, o que é pouco comentado são os serviços ecossistêmicos prestados por essas florestas, tais como a fixação de CO<sub>2</sub>, liberação de O<sub>2</sub>, fornecimento de polinizadores para as culturas agrícolas, purificação e retenção das águas, formação e preservação dos solos, equilíbrio climático, contenção de encostas, quebra-ventos e manutenção da biodiversidade. Calcula-se que 33 trilhões de dólares são gerados anualmente com os serviços ecossistêmicos e que o serviço de polinização represente U\$112 bilhões desse valor (COSTANZA *et al.*, 1997). Em um trabalho feito por Gallai *et al.* (2009) aponta um faturamento global de €153 bilhões promovido pelo serviço dos polinizadores.

Aproximadamente 90% das 250.000 espécies de Angiospermas atuais são polinizadas por animais, principalmente insetos (COSTANZA *et al.*, 1997, KEARNS *et al.* 1998). Estima-se que das 40.000 espécies de polinizadores, cerca de 25.000 são abelhas (FAO, 2004). Considerando todos os polinizadores, estima-se que em torno de 73% das plantas cultivadas mundialmente sejam polinizadas por alguma espécie de abelha, 19% por moscas, 6,5% por morcegos, 5% por vespas, 5% por besouros, 4% por aves e 4% por borboletas e mariposas (FAO, 2004). Das 57 maiores culturas agrícolas mundiais em volume de produção, 42% são polinizadas por pelo menos uma espécie de abelha nativa (KLEIN *et al.* 2007). Várias espécies encontradas neste trabalho principalmente as do gênero *Baccharis* são melíferas (produzem néctar apreciado pelas abelhas). A vegetação arbustiva desempenha um papel preponderante na regeneração das florestas, formando um estrato de



sombreamento do solo protegendo as plântulas de espécies arbóreas das intempéris climáticas como excesso de luz, desidratação pelo calor e pelo vento, mantendo uma umidade relativa do ar favorável para estas plântulas se fixarem.

O objetivo deste trabalho foi estudar a florística e a estrutura fitossociológica da comunidade arbustiva da Floresta Ombrófila Mista Montana em três sítios de rejeitos de mineração de calcário e um, em área de floresta secundária.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 FLORA

A comunidade arbustiva é formada por plantas adultas de pequeno a médio porte (10 até 300 cm) com caule lenhoso, único ou múltiplo (FONT QUER, 1985), que habitam áreas abertas em pleno sol e também as áreas de sub-bosque dentro das florestas. Outro grupo de plantas, também incluído nesta classe foram as arbóreas jovens, enquanto o caule não ultrapassasse os 15 cm de CAP.

O levantamento florístico foi realizado simultaneamente com o estudo fitossociológico o que apresentou certa dificuldade na identificação das espécies, pois as plantas foram coletadas em diferentes fases fenológicas, obtendo-se plantas muito jovens e também plantas deterioradas pelas condições ambientais (vento, granizo, geada e predadores), mas que foi sendo solucionada no decorrer do trabalho com coletas de material fértil e saudável. As plantas foram coletadas com auxílio de uma tesoura de poda, prensadas, etiquetadas, e levadas ao herbário para identificação, registro e arquivamento.

### 2.2 FITOSSOCIOLOGIA

Para o estudo fitossociológico foi utilizado o método de parcelas, de acordo com os trabalhos de Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), sendo implantadas 50 parcelas em cada sítio, medindo 1 x 5 m. A porcentagem de cobertura de cada espécie foi avaliada, considerando cada  $m^2$  como 20% de cobertura da parcela e para as frações menores que um  $m^2$ ; cada  $\frac{1}{4}$  de  $m^2$  correspondia a 5% de área e um decímetro quadrado correspondia a 0,2% da parcela. Em cada parcela as espécies foram coletadas e herborizadas de acordo com Lawrence (1951), Fidalgo e Bononi (1989), IBGE (1992) e Peixoto e Maia (2013), identificadas e tombadas no acervo dos herbários Escola de Floresta de Curitiba (EFC), Herbário das Faculdades Integradas Espírita (HFIE) e Museu Botânico Municipal (MBM). A classificação de

Angiospermas foi feita de acordo com o sistema APG III (2009). Para a classificação das Pteridofitas foi empregado o trabalho de Smith *et al.* (2006, 2008). A classificação das Gimnospermas, assim como Angiospermas e Pteridofitas, estão no trabalho de Forzza *et al.*(2015).

As sinónímias das Angiospermas foram conferidas em *World Checklist of Selected Plant Families* (2009), *Taxonomic Name Resolution Service* (2014) e *The Plant List* (2013); para as Pteridofitas em Zuloaga *et al.* (2008). Os dados coletados foram processados em planilha eletrônica EXCEL® 2010.

### 2.2.1 Grupos ecológicos

As plantas possuem aptidões diferentes com relação ao meio onde vivem, algumas requerem grande intensidade de luz, outras necessitam de ambientes sombreados para o seu ciclo de vida. Na questão de umidade, certas plantas toleram longos períodos de seca, enquanto outras precisam de um fornecimento contínuo de água. Essas características específicas torna possível enquadrá-las em quatro categorias, chamadas de grupos ecológicos. Esta classificação segue os trabalhos de Budowski (1965), Dias *et al.* (1998), Vaccaro *et al.* (1999), Petrere *et al.* (2004), Paula *et al.* (2004), Schorn (2005), Catharino, *et al.* (2006), Costalonga, *et al.* (2006), Pivello, *et al.* (2006), Castanho (2009), Klein *et al.* (2009), Rios (2010), Tomazi *et al.* (2010), Neto *et al.* (2012)

Pioneiras são ervas, arbustos ou árvores de pequeno porte de vida curta que toleram grandes intensidades luminosa, vegetam em campos abertos ou em clareiras bem iluminadas e não vivem no sub-bosque (RIOS, 2010).

Secundárias iniciais são árvores de grande porte de vida média ou longa, necessitam de grande intensidade luminosa, desenvolvendo-se em grandes clareiras e margem das florestas(RIOS, 2010).

Secundárias tardias são plantas arbóreas de grande porte de vida longa que germinam na sombra da floresta, mas que precisam de luz para continuar o seu desenvolvimento (RIOS, 2010).

Clímax são árvores de pequeno ou de grande porte, de vida longa, que toleram a sombra, durante um período da vida e outras até a vida toda (RIOS, 2010).

Na tabela 1 podem ser vistos dados mais detalhados de cada grupo ecológico.

TABELA 1: Características dos grupos ecológicos.

	<b>P - pioneira</b>	<b>Si - secundária inicial</b>	<b>St - secundária tardia</b>	<b>C - climática</b>
<b>CRESCIMENTO</b>	muito rápido	rápido	médio	lento e muito lento
<b>ALTURA (m)</b>	4 até 8 m	20 m	20 - 30 m	30 - 45 m
<b>TOLERÂNCIA À SOMBRA</b>	HELIÓFIIA	HELIÓFIIA	HELIÓFIIA quando jovem	CIÓFILA
<b>DISPERSÃO de SEMENTES</b>	ZOOCORIA (aves, morcegos) ANEMOCORIA	ZOOCORIA ANEMOCORIA	ANEMOCORIA	ZOOCORIA (mamíferos) AUTOCORIA
<b>IDADE de REPRODUÇÃO</b>	prematura, 1 - 5 anos	intermediária, 5 - 10 anos	relativamente tardia, 10 - 20 anos	tardia, mais de 20 anos
<b>TEMPO de VIDA</b>	muito curto, até 10 anos	curto, 10 - 25 anos	longo, 25 - 100 anos	muito longo, mais de 100 anos

FONTE: (RODRIGUES, *et. al.* (2000), modificado por Moro, *et al.* (2001).

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 FLORÍSTICA

Nos quatro sítios estudados foram encontradas 122 espécies de plantas arbustivas, 86 gêneros e 47 famílias (TABELA 2).

TABELA 2 - Famílias e espécies de plantas arbustivas nos sítios com 5 anos (R 5), 15 anos (R 15) e 32 anos (R 32) de regeneração e no sítio de floresta secundária (Flo Sec). GE grupos ecológicos, P, pioneiras, Si, secundárias iniciais, St, secundárias tardias e C, clímax.

Espécie	R 5	R 15	R 32	Flo Sec	GE
ANACARDIACEAE					
<i>Schinus molle</i> L.*	X				**
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	X	X			P
ANNONACEAE					
<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer			X		St
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.			X		Si
<i>Guatteria dusenii</i> R.E. Fr.			X		**
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H. Rainer		X			**
AQUIFOLIACEAE					
<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.			X		C
<i>Ilex theezans</i> Mart.				X	**
ASPARAGACEAE					
<i>Cordylone spectabilis</i> Kunth & Bouché			X	X	**
ARAUCARIACEAE					
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze			X		St
ARECACEAE					
<i>Syagrus rhomanzoffiana</i> (Cham.) Glassman				X	C
ASTERACEAE					
<i>Baccharis calvescens</i> DC.	X				P
<i>Baccharis caprariifolia</i> DC.	X				P
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	X	X			P
<i>Baccharis erioclada</i> DC.	X				P
<i>Baccharis intermixta</i> Gardner	X				P
<i>Baccharis leucocephala</i> Dusén	X				P
<i>Baccharis semiserrata</i> DC.	X				P
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) Less.		X			P
BIGNONIACEAE					
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.				X	P
<i>Tournefortia maculata</i> Jacq.			X		P
CANELLACEAE					
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke				X	**
CANNABACEAE					
<i>Celtis iguanea</i> (Jacq.) Sarg.			X		St
CARDIOPTERIDACEAE					
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard				X	**
CELASTRACEAE					
<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.				X	**
CLETRACEAE					
<i>Clethra scabra</i> Pers.				X	P

Continua

Continuação

<b>Espécie</b>	<b>R 5</b>	<b>R 15</b>	<b>R 32</b>	<b>Flo Sec</b>	<b>GE</b>
<b>CUNONIACEAE</b>					
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.				X	P
<b>CYATHEACEAE</b>					
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.				X	C
<b>EUPHORBIACEAE</b>					
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg				X	Si
<i>Bernardia pulchella</i> (Baill.) Müll.Arg.			X		
<i>Croton urucurana</i> Baill.	X				P
<i>Ricinus cumunis</i> L.*	X				P
<i>Sebastiania klotzschiana</i> (Müll. Arg.) Müll. Arg.			X		P
<b>FABACEAE</b>					
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	X		X	X	Si
<i>Bauhinia forficata</i> Link		X	X		P
<i>Crotalaria breviflora</i> DC.	X				P
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel			X	X	St
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton			X		P
<i>Inga marginata</i> Willd.				X	P
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.				X	P
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit*	X				P
<i>Lonchocarpus subglaucescens</i> Benth			X		**
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	X				P
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze*	X		X		P
<i>Mimosa flocculosa</i> (DC.) Kuntze*	X	X			P
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.		X			P
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan				X	Si
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby		X		X	P
<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	X	X			P
<b>LAURACEAE</b>					
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & Mart.) Kosterm.		X	X	**	
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	X				**
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.				X	**
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.			X	X	St
<i>Ocotea nutans</i> (Nees) Mez				X	**
<i>Ocotea opositifolia</i> S. Yasuda				X	St
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees		X	X	X	Si
<i>Persea americana</i> Mill.*			X		**
<i>Persea major</i> (Meisn.) L.E.Kopp				X	**
<b>MALPIGHIACEAE</b>					
<i>Banisteriopsis adenopoda</i> (A.Juss.) B.Gates				X	**
<b>MALVACEAE</b>					
<i>Luehea divaricata</i> Mart.			X		Si
<i>Pavonia communis</i> A. St.-Hil.			X		P
<i>Pavonia sepium</i> A.St.-Hil.			X		**
<i>Triunfetta rhomboidea</i> Jacq.			X		P
<b>MELASTOMATACEAE</b>					
<i>Leandra carassana</i> (DC.) Cogn.				X	**
<i>Leandra melastomoides</i> Raddi				X	**
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin				X	P
<b>MELIACEAE</b>					
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.				X	St
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.				X	Si
<b>MONIMIACEAE</b>					
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins			X	X	St
<b>MORACEAE</b>					
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.				X	**
<i>Morus alba</i> L.*	X				Si

Continua

Continuação					
Espécie	R 5	R 15	R 32	Flo Sec	GE
MYRTACEAE					
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg			X		Si
<i>Eugenia handroana</i> D.Legrand			X	X	**
<i>Eugenia uniflora</i> L.	X	X	X		C
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O Berg.				X	**
<i>Myrcia hatschbachii</i> D.Legrand				X	C
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.				X	Si
<i>Myrcia venulosa</i> DC.				X	**
<i>Psidium cathleianum</i> Afzel. ex Sabine	X				C
<i>Psidium guajava</i> L.*		X	X		Si
NYCTAGINACEAE					
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz				X	Si
OLEACEAE					
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton*			X		P
ONAGRACEAE					
<i>Fuchsia regia</i> (Vell.) Munz				X	**
PIPERACEAE					
<i>Piper xylosteoides</i> (Kunth) Steud.				X	**
POACEAE					
<i>Chusquea mimosa</i> McClure & L.B.Sm.				X	**
<i>Chusquea multiramea</i> L.G. Clark & Ely				X	**
<i>Melica sarmentosa</i> Nees			X		**
PRIMULACEAE					
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.		X			P
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.			X	X	P
PROTEACEAE					
<i>Roupala montana</i> var. <i>paraenses</i> (Huber) K.S. Edwards				X	**
RHAMNACEAE					
<i>Rhamnidium glabrum</i> Reissek		X			**
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.		X		X	P
ROSACEAE					
<i>Prunus sellowii</i> Koehne			X	X	Si
RUBIACEAE					
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.				X	Si
<i>Psychotria fractistipula</i> L. B. Sm. R.M.Klein & Delprete			X		**
<i>Psychotria velloziana</i> Benth.				X	**
<i>Rudgea jasminioides</i> (Cham.) Müll.Arg.			X		C
RUTACEAE					
<i>Citrus x aurantium</i> L.*			X		St
<i>Citrus x limon</i> (L.) Osbeck*				X	St
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.				X	P
SALICACEAE					
<i>Casearia decandra</i> Jacq.		X	X	X	C
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler			X	X	P
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.			X	X	St
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler			X	X	St
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i> Sleumer				X	St
SAPINDACEAE					
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., A.Juss. & Cambess.) Radlk.			X	X	Si
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.		X	X	X	Si
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.		X	X	X	Si
<i>Paullinia carpopoda</i> Cambess.			X		**
<i>Paullinia meliifolia</i> Juss.			X		**
<i>Serjania comunis</i> Cambess.			X		**

Continua

## Conclusão

<b>Espécie</b>	<b>R 5</b>	<b>R 15</b>	<b>R 32</b>	<b>Flo Sec</b>	<b>GE</b>
<i>Serjania glabrata</i> Kunth			X		**
SAPOTACEAE					
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook & Am.) Radk				X	C
SOLANACEAE					
<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.			X	X	**
<i>Solanum campaniforme</i> Roem. & Schult.			X		**
<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal		X			P
STYRACACEAE					
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.				X	St
THEACEAE					
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H.Keng				X	Si
URTICACEAE					
<i>Boehmeria caudata</i> Sw.			X		P
VERBENACEAE					
<i>Lantana camara</i> L.	X	X			P
<i>Lantana fucata</i> Lindl.	X	X			P
VIOLACEAE					
<i>Hybanthus bijibosus</i> (A.St.-Hil.) Hassl.			X		**
<b>Totais</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>49</b>	<b>63</b>	<b>--</b>

NOTA: \*Espécies exóticas. \*\* Grupos ecológicos não encontrados na literatura.

Entre todas as espécies, 64 arbustivas, também foram encontradas na forma adulta como árvores. As angiospermas foram as dominantes, contando com 120 espécies, 84 gêneros e 45 famílias. As pteridófitas e as gimnospermas foram representadas por *Alsophila setosa* e *Araucaria angustifolia*. *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl., geralmente presente nas formações de Floresta Ombrófila Mista, não se apresenta nessas áreas do município de Rio Branco do Sul. No processo de regeneração de uma Floresta Estacional com elementos de *Araucaria angustifolia* no Parque Provincial Araucária, Misiones, Argentina, Rios (2010), encontrou 47 espécies, 25 famílias e 39 gêneros.

As exóticas somaram 11 espécies, 9,01% do total desta classe, representadas por *Schinus molle*, *Ricinus cummunis*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa bimucronata*, *Mimosa floclulosa*, *Persea americana*, *Morus alba*, *Psidium guajava*, *Ligustrum lucidum*, *Citrus x aurantium* e *Citrus x limon*. As espécies *Schinus molle*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa bimucronata* e *Mimosa floclulosa*, foram introduzidas nas áreas mineradas com a finalidade de repovoamento, *Ligustrum lucidum* foi introduzido como ornamental próximo às instalações das minas e se propagou espontaneamente na floresta, *Ricinus cummunis* propaga-se espontaneamente, sendo encontrado nos terrenos baldios e margens das estradas e



invadiu as áreas mineradas. Já, as espécies, *Persea americana*, *Morus alba*, *Psidium guajava*, *Citrus x aurantiun* e *Citrus x limon*, tiveram a sua dispersão feita pelos animais e pelo homem, que consomem os frutos, dispersando as sementes.

### 3.2 FITOSSOCIOLOGIA

A representatividade do espaço amostral de cada sítio é expressa pelas curvas de rarefação (FIGURA 1). A suficiência amostral foi adequada segundo os trabalhos de Cain (1938) e Mueller-Dombois e ElleMBERG (1974), onde se define que a suficiência amostral é atingida ao se ampliar a área de coleta em 10% e o número de novas espécies encontradas deve ficar abaixo de 10%. Porém, as curvas não se estabilizaram, isto deve-se ao fato que nos sítios de mineração há grande variação na estrutura e composição do solo, consequência dos depósitos feitos com terra proveniente de diferentes horizontes do solo original, ocasionando uma comunidade desuniforme ao longo de toda a área. No caso do sítio de floresta secundária, pode ser pelo fato citado por Cain e Castro (1959) e Mueller-Dombois e ElleMBERG (1974), que em florestas tropicais e subtropicais a curva nunca se estabiliza, pois, como a riqueza de espécies é muito grande, quanto mais se aumenta a área amostral mais se aumenta o número de espécies. E segundo Felfili *et al.* (2001), é importante definir o tipo de amostragem de acordo com o objetivo do trabalho, se é de composição florística, fitogeografia, dinâmica, manejo ou de modelagem do crescimento. Na verdade, a curva tende a uma estabilização com uma taxa de crescimento decrescente, sem chegar a assintótica (Rice e Kelting, 1955).

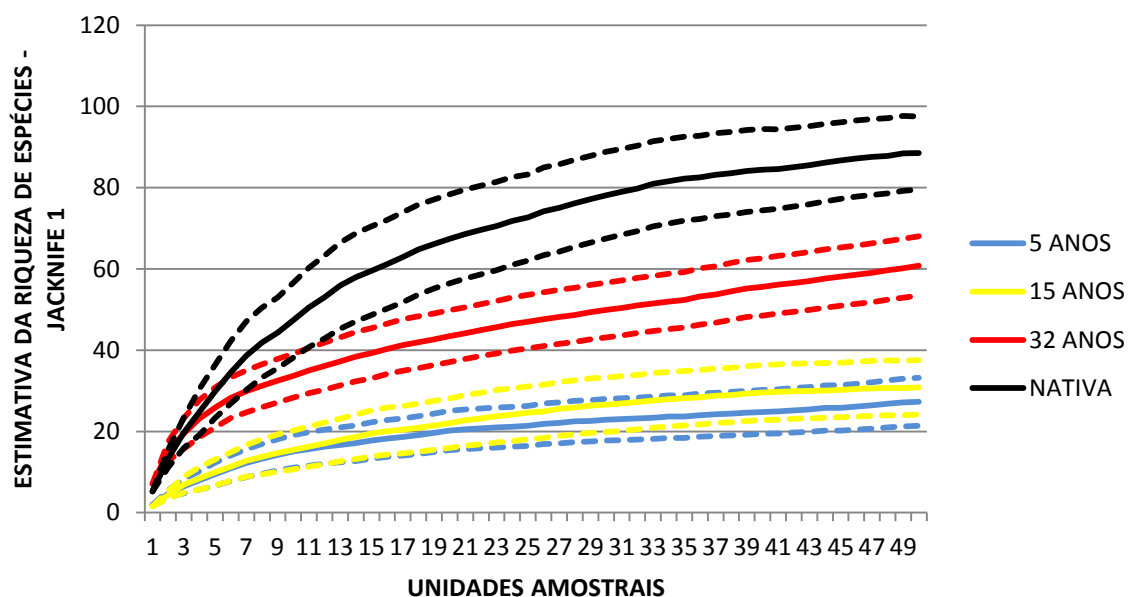


FIGURA 1 - Curvas de rarefação para a comunidade arbustiva dos quatro sítios de estudo.

Os parâmetros fitossociológicos desse grupo de plantas foram baseados na frequência e cobertura, devido às características das plantas serem semelhantes com as herbáceas. Com grande número de indivíduos por parcela, muitos indivíduos com menos de 30 cm de altura, e diâmetro de caule  $\leq 5$  mm.

### 3.2.1 Plantas arbustivas no sítio com 5 anos de regeneração

Neste ambiente ainda são encontradas áreas sem nenhuma planta, reflexo do curto tempo decorrido para a regeneração e principalmente pela grande alteração na estrutura e composição do solo, consequência do processo de mineração. As ervas são as predominantes neste sítio, as arbustivas ainda estão iniciando a sua participação como pequenos arbustos, principalmente do gênero *Baccharis*, as arbóreas estão representadas apenas por plântulas muito jovens.

Nesse sítio foram encontradas 24 espécies, 15 gêneros e oito famílias de arbustivas. As famílias mais expressivas nesta fase foram Asteraceae com 400 plantas/ha e sete (29,16%) espécies, representando 52,11% da porcentagem de importância, Fabaceae com 155 plantas/ha e também sete espécies (29,16%), com uma porcentagem de importância de 27,00%, seguidas por Euphorbiaceae com 70

plantas /ha e duas espécies com uma porcentagem de importância de 11,10%, Anacardiaceae e Myrtaceae também com duas espécies (8,33%) e as demais famílias foram representadas por apenas uma espécie. Os parâmetros fitossociológicos constam na tabela 3.

TABELA 3 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade arbustiva no sítio com 5 anos de regeneração; FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; CA; cobertura absoluta; CR, cobertura relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.

<b>Espécie</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>	<b>PI</b>
<i>Baccharis caprariifolia</i>	92	31,51	616,2	27,28	58,79	29,39
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	40	13,70	274	12,13	25,83	12,91
<i>Mimosa flocculosa</i> *	14	4,79	420	18,59	23,39	11,69
<i>Ricinus cummunis</i>	26	8,90	305	13,50	22,41	11,20
<i>Anadenanthera colubrina</i> *	12	4,11	90,2	3,99	8,10	4,05
<i>Machaerium stipitatum</i> *	24	8,22	17,2	0,76	8,98	4,49
<i>Leucaena leucocephala</i>	8	2,74	65	2,88	5,62	2,81
<i>Cordyline spectabilis</i> *	12	4,11	41,2	1,82	5,93	2,97
<i>Lantana fucata</i>	14	4,79	19,9	0,88	5,68	2,84
<i>Baccharis intermista</i>	12	4,11	61	2,70	6,81	3,41
<i>Baccharis semisserrata</i>	6	2,05	65	2,88	4,93	2,47
<i>Schinus terebinthifolius</i> *	10	3,42	34	1,51	4,93	2,46
<i>Mimosa bimucronata</i> *	2	0,68	100	4,43	5,11	2,56
<i>Baccharis erioclada</i>	4	1,37	40	1,77	3,14	1,57
<i>Baccharis calvescens</i>	2	0,68	20	0,89	1,57	0,79
<i>Senna occidentalis</i>	2	0,68	20	0,89	1,57	0,79
<i>Baccharis leucocephala</i>	2	0,68	20	0,89	1,57	0,79
<i>Psidium cathleianum</i> *	2	0,68	20	0,89	1,57	0,79
<i>Eugenia uniflora</i> *	2	0,68	10	0,44	1,13	0,56
<i>Schinus molle</i> *	2	0,68	10	0,44	1,13	0,56
<i>Croton urucurana</i> *	2	0,68	5	0,22	0,91	0,45
<i>Morus alba</i> *	2	0,68	5	0,22	0,91	0,45
<b>Totais</b>	<b>292</b>	<b>100,00</b>	<b>2258,7</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>100,00</b>

NOTA: \* Plantas de hábito arbóreo.

Nesse sítio, as seis espécies mais expressivas no estudo fitossociológico com maior porcentagem de importância foram: *Baccharis caprariifolia* (29,39%), *Baccharis dracunculifolia* (12,91%), *Mimosa flocculosa* (11,69%), *Ricinus cummunis* (11,20%), *Anadenanthera colubrina* (4,05%) e *Machaerium stipitatum* (4,49%) (FIGURA 2).



FIGURA 2 - Arbustivas de maior porcentagem de importância, no sítio com 5 anos de regeneração; a) *Baccharis caprariifolia*; b) *Baccharis dracunculifolia*, c) *Mimosa flocculosa*; d) *Ricinus cumunis*; e) *Adenanthera colubrina* e f) *Machaerium stipitatum*.

FONTE: Elaborado pelo autor (2012).

Na fase de 5 anos de regeneração, as arbustivas começam a se expressar, formando uma fisionomia de capoeira. As pioneiras são a maioria totalizando 18 espécies (75,00%), cinco são secundárias iniciais (20,83%) e apenas um é clímax (4,16%).

As duas famílias mais expressivas, Asteraceae e Fabaceae representaram 58,32% das espécies. Entre as maiores porcentagens de importância duas Asteraceae totalizaram 42,30% e as três Fabaceae somaram 20,23%. O gênero *Baccharis* foi o mais expressivo com 48,97% da porcentagem de importância e o único gênero a representar Asteraceae. Já, Fabaceae, apresentou cinco gêneros,

somando uma porcentagem de importância de 26,39%. A diversidade ecológica expressa pelo índice de Shannon (H') (SHANNON e WEANER, 1949, MAGURRAN, 1988) foi de 2,29.

### 3.2.2 Plantas arbustivas no sítio com 15 anos de regeneração

Nesse sítio a vegetação arbustiva ganha mais expressão, formando nucleações, onde são encontradas até árvores. A vegetação é mais exuberante do que a encontrada no sítio com 5 anos; fato já esperado. Nesse local foram encontradas 21 espécies, 19 gêneros e 14 famílias, embora tenham sido encontradas três espécies a menos que no sítio com 5 anos, as arbustivas são de porte maior e mais adensadas, e aparecem também muitos indivíduos de porte arbóreo, caracterizando um ambiente em fase mais avançada de regeneração. Nesse sítio, Fabaceae também foi a família mais expressiva, estando representada por cinco espécies (23,80%) e três gêneros. Asteraceae, Myrtaceae, Rhamnaceae, Solanaceae e Verbenaceae estão representadas por duas espécies cada uma. Os parâmetros fitossociológicos são mostrados na tabela 4.

TABELA 4 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade arbustiva no sítio com 15 anos de regeneração; FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; CA, cobertura absoluta; CR, cobertura relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.

Espécie	FA	FR	CA	CR	VI	PI
<i>Schinus terebinthifolius</i>	32	16,49	388	21,45	37,94	18,97
<i>Psidium guajava</i>	36	18,56	302	16,7	35,26	17,63
<i>Mimosa flocculosa</i>	28	14,43	255,4	14,12	28,55	14,27
<i>Rhamnus sphaerosperma*</i>	18	9,28	265	14,65	23,93	11,96
<i>Senna occidentalis*</i>	18	9,28	108,2	5,98	15,26	7,63
<i>Baccharis dracunculifolia*</i>	12	6,19	105	5,81	12,00	6,00
<i>Ocotea puberula</i>	8	4,12	45,4	2,51	6,63	3,31
<i>Rhamnus glabrum</i>	4	2,06	90	4,98	7,04	3,52
<i>Myrsine coriacea</i>	6	3,09	25,8	1,43	4,52	2,26
<i>Lantana fucata*</i>	4	2,06	70	3,87	5,93	2,96
<i>Lantana camara*</i>	4	2,06	44	2,43	4,49	2,24
<i>Bauhinia forficata</i>	4	2,06	19	1,05	3,11	1,55
<i>Vernonanthura discolor</i>	4	2,06	25	1,38	3,44	1,72
<i>Casearia decandra</i>	2	1,03	15	0,83	1,86	0,93
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	2	1,03	20	1,11	2,14	1,07
<i>Annona rugulosa</i>	2	1,03	15	0,83	1,86	0,93
<i>Mimosa scabrella</i>	2	1,03	5	0,28	1,31	0,65
<i>Triunfetta rhomboidea*</i>	2	1,03	5	0,28	1,31	0,65
<i>Senna multijuga</i>	2	1,03	5	0,28	1,31	0,65

Continua

## Conclusão

<b>Espécie</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>	<b>PI</b>
<i>Eugenia uniflora</i>	2	1,03	0,4	0,02	1,05	0,52
<i>Matayba elaeagnoides</i>	2	1,03	0,4	0,02	1,05	0,52
<b>Totais</b>	<b>194</b>	<b>100,00</b>	<b>1808,6</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>100,00</b>

NOTA: \*Plantas com hábito arbustivo.

As seis espécies com as maiores porcentagens de Importância (PI) foram *Schinus terebinthifolius* (18,97%), *Psidium guajava* (17,63%), *Mimosa flocculosa* (14,27%), *Rhamnus sphaerosperma* (11,97%), *Senna occidentalis* (7,63%) e *Baccharis dracunculifolia* (6,00%) (FIGURA 3).



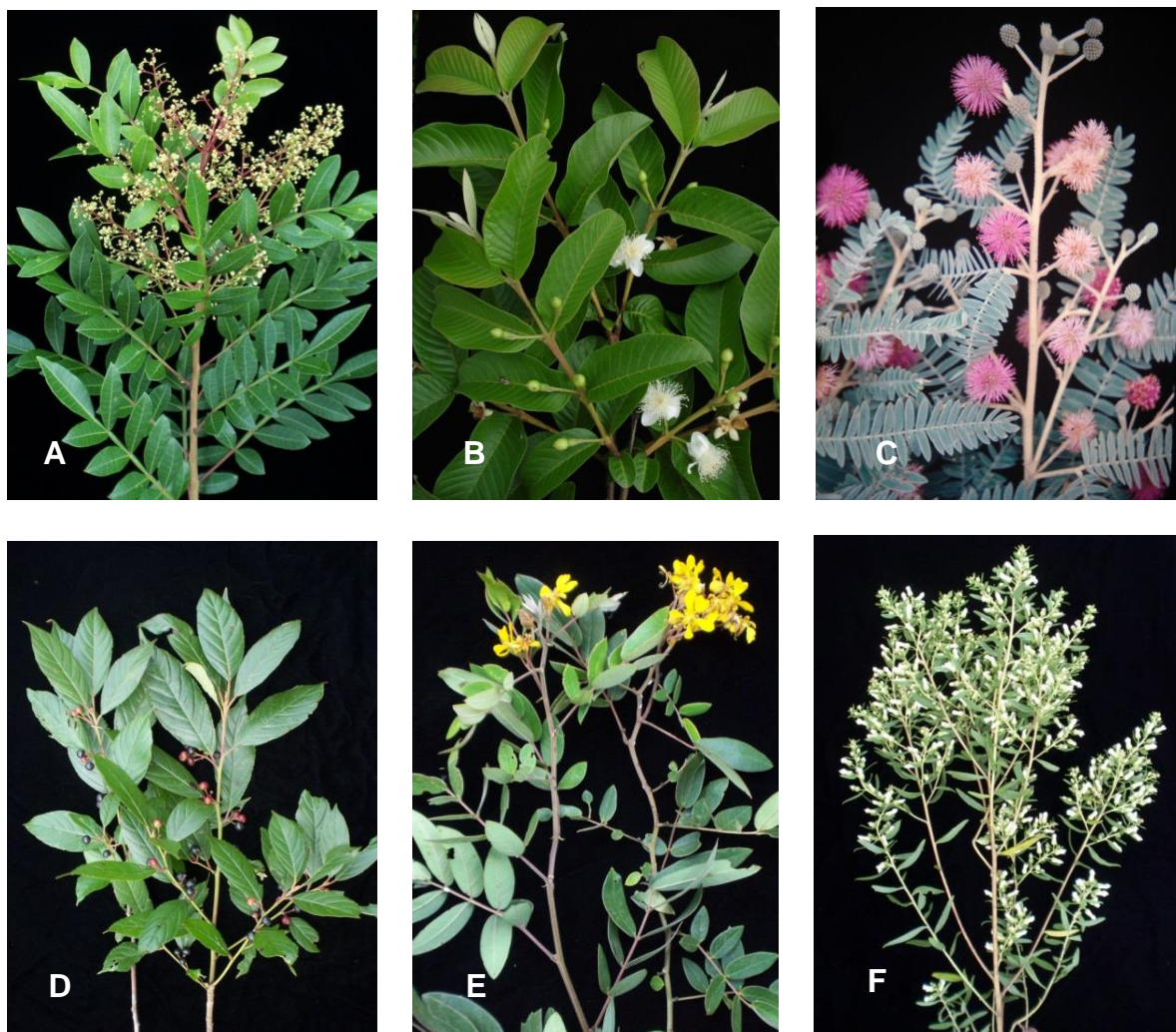


FIGURA 3 - Arbustivas de maior porcentagem de importância, no sítio com 15 anos de regeneração, a) *Schinus terebinthifolius*; b) *Psidium guajava*; c) *Mimosa flocculosa*; d) *Rhamnus sphaerosperma*; e) *Senna occidentalis* e f) *Baccharis dracunculifolia*.

FONTE: Elaborado pelo autor (2012).

Das 21 espécies, 13 são pioneiras (61,90%), seis são secundárias iniciais (28,57%) e duas são clímax (9,51%). O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) (SHANNON e WEANER, 1949, MAGURRAN, 1988) foi de 2,32.

### 3.2.3 Plantas arbustivas no sítio com 32 anos de regeneração

Aos 32 anos a área minerada torna-se uma floresta, com certa diversidade de espécies vegetais, onde se pode notar claramente a formação de três estratos de vegetação, formadas por ervas, arbustivas e árvores.

Nesse sítio foram encontradas 49 espécies de plantas arbustivas, 38 gêneros e 20 famílias. As famílias mais ricas foram Sapindaceae, com sete espécies (14,28%), Fabaceae com seis (12,24%), Myrtaceae e Salicaceae com quatro (8,16%) e Euphorbiaceae, Lauraceae e Malvaceae com três (6,12%). Asteraceae muito expressiva nos sítios com 5 anos e 15 anos não aparece aqui.

Os parâmetros fitossociológicos obtidos constam na tabela 5.

TABELA 5 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade arbustiva no sítio com 32 anos de regeneração, FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; CA, cobertura absoluta; CR, cobertura relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.

<b>Espécie</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>	<b>PI</b>
<i>Cupania vernalis</i>	77,36	10,82	317,2	13,53	24,35	12,17
<i>Anadenanthera colubrina</i>	77,36	10,82	304,9	13,01	23,83	11,91
<i>Eugenia uniflora</i>	73,58	10,29	183,4	7,82	18,11	9,05
<i>Allophylus edulis</i>	43,4	6,07	146,4	6,25	12,32	6,16
<i>Nectandra lanceolata</i>	35,85	5,01	138	5,89	10,9	5,45
<i>Matayba elaeagnoides</i>	69,81	9,76	84,1	3,59	13,35	6,67
<i>Rudgea jasminioides*</i>	37,74	5,28	112,5	4,80	10,08	5,04
<i>Psidium guajava</i>	11,32	1,58	175,6	7,49	9,07	4,53
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	28,3	3,96	64	2,73	6,69	3,34
<i>Casearia decandra</i>	16,98	2,37	101,3	4,32	6,69	3,34
<i>Bauhinia forficata</i>	39,62	5,54	49,5	2,11	7,65	3,82
<i>Casearia sylvestris</i>	20,75	2,9	59	2,52	5,42	2,71
<i>Casearia lasiophylla</i>	20,75	2,9	57,1	2,44	5,34	2,67
<i>Myrsine umbellata</i>	16,98	2,37	31	1,32	3,69	1,84
<i>Citrus x limon*</i>	11,32	1,58	42,5	1,81	3,39	1,69
<i>Paulinia meliaefolia*</i>	13,21	1,85	48	2,05	3,90	1,95
<i>Cestrum intermedium*</i>	5,66	0,79	30	1,28	2,07	1,03
<i>Boehmeria caudata*</i>	5,66	0,79	60	2,56	3,35	1,67
<i>Dalbergia frutescens</i>	16,98	2,37	14,9	0,64	3,01	1,50
<i>Ocotea puberula</i>	9,43	1,32	6,4	0,27	1,59	0,79
<i>Dalbergia brasiliensis</i>	9,43	1,32	21,2	0,90	2,22	1,11
<i>Prunus sellowii</i>	11,32	1,58	10,2	0,44	2,02	1,01
<i>Persea americana</i>	5,66	0,79	26	1,11	1,90	0,95
<i>Melica sarmentosa*</i>	1,89	0,26	40	1,71	1,97	0,98
<i>Xylosma ciliatifolia</i>	5,66	0,79	3,1	0,13	0,92	0,46
<i>Luehea divaricata</i>	7,55	1,06	11	0,47	1,53	0,76
<i>Gymnanthes klotzchiana</i>	1,89	0,26	30	1,28	1,54	0,77
<i>Celtis iguanea</i>	1,89	0,26	20	0,85	1,11	0,55
<i>Eugenia handroana</i>	1,89	0,26	20	0,85	1,11	0,55

Continua



## Conclusão

<b>Espécie</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>	<b>PI</b>
<i>Psychotria fractistipula</i> *	1,89	0,26	10	0,43	0,69	0,34
<i>Bernardia pulchella</i> *	1,89	0,26	20	0,85	1,11	0,55
<i>Tournefortia maculata</i> *	1,89	0,26	20	0,85	1,11	0,55
<i>Lonchocarpus subglaucescens</i>	3,77	0,53	10	0,43	0,96	0,48
<i>Croton triqueter</i> *	1,89	0,26	25	1,07	1,33	0,66
<i>Pavonia sepium</i> *	1,89	0,26	15	0,64	0,90	0,45
<i>Mimosa bimucronata</i>	1,89	0,26	10	0,43	0,69	0,34
<i>Pavonia communis</i> *	1,89	0,26	6	0,26	0,52	0,26
<i>Ligustrum lucidum</i>	3,77	0,53	5,5	0,23	0,76	0,38
<i>Annona emarginata</i>	1,89	0,26	5	0,21	0,47	0,23
<i>Serjania glabrata</i> *	3,77	0,53	3	0,13	0,66	0,33
<i>Serjania comunis</i> *	3,77	0,53	2	0,09	0,62	0,31
<i>Citrus deliciosa</i>	1,89	0,26	1	0,04	0,30	0,15
<i>Hybanthus bijibosus</i> *	1,89	0,26	3	0,13	0,39	0,19
<i>Mollinedia schottiana</i> *	1,89	0,26	1	0,04	0,30	0,15
<b>Totais</b>	<b>715</b>	<b>100,00</b>	<b>2343,8</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>100,00</b>

NOTA: \*Plantas com hábito arbustivo.

O sítio com 32 anos de regeneração já adquiriu uma configuração de floresta, capaz de sustentar a *Araucaria angustifolia*, porém esta espécie não aparece neste sítio; pois a área é patrulhada por porcos da comunidade vizinha da mina, que comem as sementes dos pinheiros, não dando oportunidade para a espécie se regenerar.

As seis espécies com as maiores porcentagens de Importância foram *Cupania vernalis* (17,12%), *Anadenanthera colubrina* (11,91%), *Eugenia uniflora* (9,05%), *Allophylus edulis* (6,16%), *Nectandra lanceolata* (5,45%) e *Matayba elaeagnoides* (6,67%) (FIGURA 4).

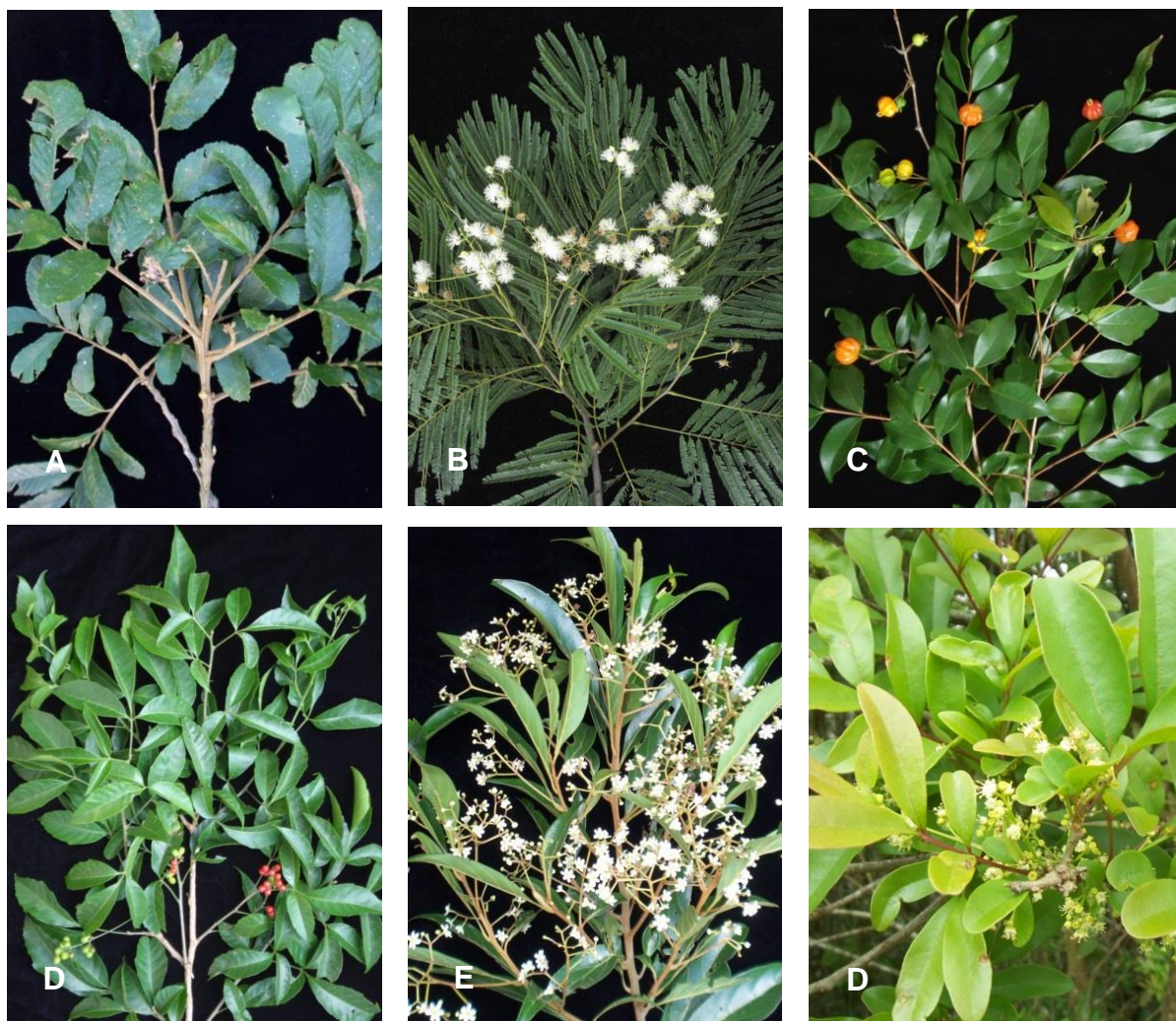


FIGURA 4 - Arbustivas de maior porcentagem de importância, no sítio com 32 de regeneração, a) *Cupania vernalis*; b) *Anadenanthera colubrina*; c) *Eugenia uniflora*; d) *Alophillus edulis*; e) *Nectandra lanceolata* e f) *Matayba elaeagnoides*.  
 FONTE: Elaborado pelo autor (2012).

Nesse sítio, Asteraceae não foi representada por nenhuma espécie, consequência do caráter predominantemente pioneiro de suas espécies. A família com grande expressão neste ambiente de sub-bosque agora é Sapindaceae que representa 18,84% da porcentagem de importância. Entre as espécies aqui encontradas, 14 são de hábito arbustivo e as demais são espécies arbóreas em fase de crescimento.

O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) (MAGURRAN, 2011) foi de 3,10.

### 3.2.4 Plantas arbustivas no sítio com floresta secundária

No sítio de estudo com floresta secundária foram encontradas 67 espécies, 55 gêneros e 37 famílias. A família com maior expressão foi Lauraceae, representada por oito espécies (11,94%), seguida por Fabaceae com sete (10,44%), Myrtaceae e Salicaceae com cinco (7,46%), Melastomataceae, Meliaceae e Sapindaceae com três (4,47%) e as demais apresentaram apenas uma ou duas espécies. Os parâmetros fitossociológicos constam na tabela 6.

TABELA 6 - Parâmetros fitossociológicos das plantas arbustivas no sítio com floresta secundária; FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; CA, cobertura absoluta; CR, cobertura relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.

Espécie	FA	FR	CA	CR	VI	PI
<i>Mollinedia schottiana</i> *	76	14,45	192,1	8,4	22,85	11,42
<i>Cupania vernalis</i>	36	6,84	211	9,23	16,07	8,03
<i>Cabralea canjerana</i>	36	6,84	104,6	4,57	11,41	5,70
<i>Dalbergia brasiliensis</i>	14	2,66	134	5,86	8,52	4,26
<i>Anadenanthera colubrina</i>	38	7,22	37,6	1,64	8,86	4,43
<i>Araucaria angustifolia</i>	20	3,8	64	2,8	6,60	3,30
<i>Jacaranda puberula</i>	16	3,04	67	2,93	5,97	2,98
<i>Ocotea nutans</i>	12	2,28	51	2,23	4,51	2,25
<i>Eugenia handroana</i>	10	1,9	91,8	4,01	5,91	2,95
<i>Miconia sellowiana</i>	12	2,28	60	2,62	4,90	2,45
<i>Cestrum intermedium</i> *	2	0,38	170	7,43	7,81	3,90
<i>Cedrela fissilis</i>	16	3,04	46	2,01	5,05	2,52
<i>Banisteriopsis adenopoda</i> *	4	0,76	80	3,5	4,26	2,13
<i>Inga sessilis</i>	6	1,14	70	3,06	4,20	2,10
<i>Cordyline spectabilis</i>	10	1,9	28	1,22	3,12	1,56
<i>Ilex theezans</i>	8	1,52	32	1,4	2,92	1,46
<i>Fuchsia regia</i> *	4	0,76	70	3,06	3,82	1,91
<i>Gordonia fruticosa</i>	6	1,14	41	1,79	2,93	1,46
<i>Myrcia venulosa</i>	6	1,14	31	1,36	2,50	1,25
<i>Myrcia hatschibachii</i>	6	1,14	30	1,31	2,45	1,22
<i>Alchornea triplinervis</i>	4	0,76	51	2,23	2,99	1,49
<i>Myrceugenia myrcioides</i>	4	0,76	31	1,36	2,12	1,06
<i>Cletra scabra</i>	6	1,14	20,2	0,88	2,02	1,01
<i>Syagrus rhomanzoffiana</i>	4	0,76	30	1,31	2,07	1,03
<i>Styrax leprosus</i>	10	1,9	17	0,74	2,64	1,32
<i>Psicotria velloziana</i>	4	0,76	28	1,22	1,98	0,99
<i>Alsophila setosa</i>	2	0,38	50	2,19	2,57	1,28
<i>Matayba elaeagnoides</i>	12	2,28	10,6	0,46	2,74	1,37
<i>Myrcia splendens</i>	4	0,76	26	1,14	1,90	0,95
<i>Ocotea puberula</i>	12	2,28	5,4	0,24	2,52	1,26

Continua

## Conclusão

<b>Espécie</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>	<b>PI</b>
<i>Leandra melastomoides</i>	2	0,38	50	2,19	2,57	1,28
<i>Chusquea mimosa*</i>	2	0,38	40	1,75	2,13	1,06
<i>Xylosma ciliatifolia</i>	12	2,28	6	0,26	2,54	1,27
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	4	0,76	21	0,92	1,68	0,84
<i>Allophylus edulis</i>	12	2,28	3,4	0,15	2,43	1,21
<i>Maytenus gonoclada</i>	4	0,76	11	0,48	1,24	0,62
<i>Ocotea opositifolia</i>	4	0,76	10	0,44	1,20	0,60
<i>Endlicheria paniculata</i>	2	0,38	30	1,31	1,69	0,84
<i>Inga marginata</i>	2	0,38	30	1,31	1,69	0,84
<i>Chusquea multiramea*</i>	2	0,38	20	0,87	1,25	0,62
<i>Cinnamodendron dinisii</i>	2	0,38	20	0,87	1,25	0,62
<i>Citronella paniculata</i>	2	0,38	20	0,87	1,25	0,62
<i>Casearia decandra</i>	8	1,52	4,8	0,21	1,73	0,86
<i>Myrsine umbellata</i>	8	1,52	4,4	0,19	1,71	0,85
<i>Ilex paraguariensis</i>	4	0,76	8	0,35	1,11	0,55
<i>Guapira opposita</i>	2	0,38	10	0,44	0,82	0,41
<i>Guatteria australis</i>	2	0,38	10	0,44	0,82	0,41
<i>Senna multijuga</i>	2	0,38	10	0,44	0,82	0,41
<i>Ficus luschnathiana</i>	4	0,76	9	0,39	1,15	0,57
<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2	0,38	18	0,79	1,17	0,58
<i>Casearia lasiophylla</i>	4	0,76	5,2	0,23	0,99	0,49
<i>Guatteria dusenii</i>	2	0,38	6	0,26	0,64	0,32
<i>Lamanonia ternata</i>	2	0,38	6	0,26	0,64	0,32
<i>Nectandra lanceolata</i>	2	0,38	6	0,26	0,64	0,32
<i>Piper xylosteoides*</i>	2	0,38	15	0,66	1,04	0,52
<i>Leandra carassana*</i>	4	0,76	9	0,39	1,15	0,57
<i>Roupala brasiliensis</i>	4	0,76	4,2	0,18	0,94	0,47
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i>	2	0,38	6	0,26	0,64	0,32
<i>Chysophyllum marginatum</i>	4	0,76	3	0,13	0,89	0,44
<i>Persea major</i>	2	0,38	5	0,22	0,60	0,30
<i>Casearia sylvestris</i>	4	0,76	1,6	0,07	0,83	0,41
<i>Cinnamomum sellowianum</i>	4	0,76	0,4	0,02	0,78	0,39
<i>Parapiptadenia rigida</i>	2	0,38	3	0,13	0,51	0,25
<i>Psicotria cartagenensis*</i>	2	0,38	0,5	0,02	0,40	0,20
<i>Rubus sellowii*</i>	2	0,38	0,2	0,01	0,39	0,19
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	2	0,38	0,2	0,01	0,39	0,19
<b>Totais</b>	<b>526</b>	<b>100,00</b>	<b>2287,2</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>100,00</b>

NOTA: \*Plantas com hábito arbustivo.



Nesse sítio as espécies com as maiores porcentagens de importância (PI) foram *Mollinedia schottiana* (11,42%), *Cupania vernalis* (8,03%), *Cabralea canjerana* (5,70%), *Dalbergia brasiliensis* (4,26%), *Anadenanthera colubrina* (4,43%) e *Araucaria angustifolia* (3,30%) (FIGURA 5).



FIGURA 5 - Arbustivas de maior porcentagem de importância, no sítio com floresta secundária, a) *Mollinedia schottiana*; b) *Cupania vernalis*; c) *Cabralea canjerana*; d) *Dalbergia brasiliensis*; e) *Anadenanthera colubrina*; f) *Araucaria angustifolia*.

FONTE: Elaborado pelo autor (2012).

Na floresta secundária observa-se melhor distribuição das espécies por família, onde um número maior de famílias possui um número menor de espécies. Entre as seis espécies com maior porcentagem de importância foram encontradas 5

famílias, dividindo as primeiras posições, Fabaceae apresentou 2 espécies, somando 8,68%.

As espécies arbustivas encontradas nos primeiros anos de regeneração são pioneiras que possuem ciclo de vida curto, como *Baccharis caprariifolia* e *B. dracunculifolia* (Asteraceae), no decorrer do tempo elas são substituídas por espécies perenes como: *Mollinedia schottiana* (Monimiaceae), que é secundária tardia, dominante na fisionomia do sub-bosque. Esta classe de plantas é fundamental para formar um microclima no sub-bosque da floresta, proporcionando as condições ideais para que as plântulas de espécies arbóreas se desenvolvam.

Nesta classe foram encontradas, 122 espécies, 88 gêneros e 47 famílias, distribuídas nos quatro sítios de estudo (TABELA 7). As famílias mais ricas em espécies foram Fabaceae, Lauraceae e Myrtaceae.

TABELA 7 - Número de famílias, gêneros e espécies, de plantas arbustivas nos sítios de regeneração e no sítio de floresta secundária.

Sítios de estudo	Famílias	Gêneros	Espécies
Regeneração de 5 anos	8	15	22
Regeneração de 15 anos	14	17	21
Regeneração de 32 anos	20	37	44
Floresta secundária	36	51	64
<b>Totais sem repetição</b>	<b>47</b>	<b>88</b>	<b>122</b>

As arbustivas das fases iniciais pertencem a poucas famílias, principalmente Asteraceae e Fabaceae. À medida que a sucessão evolui, o número de espécies e de famílias aumentam. Da fase inicial com 5 anos de regeneração para a floresta secundária, o aumento no número de espécies foi de 190%, enquanto o de famílias foi de 350%, o que denota um aumento de diversidade filogenética.

No caso das plantas arbustivas, nota-se um aumento progressivo das espécies, passando de 22 na área de cinco anos e chegando a 64, na área de floresta nativa secundária. Com relação aos sítios de cinco anos e de 15 anos de regeneração, a variação do número de espécies foi muito pequena, tendo diminuído em apenas uma espécie da área de 5 anos, para a de 15 anos. No entanto ocorreu uma grande substituição das espécies de uma fase para a outra, pois somente sete espécies do sítio de 5 anos estavam presentes no sítio de 15 anos.

Quando a área de 32 anos foi avaliada notou-se que o número de espécies arbustivas passou para 44, um aumento de 109% em relação à área de regeneração de 15 anos, caracterizando um grande avanço na formação da floresta.

Na floresta secundária o número aumenta ainda mais, chegando a 64 espécies, um aumento de 45% em relação ao sítio de 32 anos e de 190%, em relação ao sítio com 5 anos de regeneração. Das 21 espécies de arbustivas do sítio de 32 anos, 16, também ocorrem no sítio de floresta nativa secundária e apenas 3 espécies ocorrem no sítio de 5 anos. O índice de diversidade de Shannon (H') (MAGURRAN) para este sítio foi de 3,59, o mais alto de todos os índices encontrados neste trabalho.

## 4 DISCUSSÃO

Segundo Laska (1997), há uma tendência de aumento no número de arbustos e pequenas árvores nos estágios iniciais de regeneração das florestas do Sul e Sudeste do Brasil, dos gêneros *Miconia*, *Leandra* (Melastomataceae), *Piper* (Piperaceae), *Psychotria* (Rubiaceae) e *Myrsine* (Primulaceae).

Mauhs e Backes (2002) estudaram um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no município de Vacaria – RS, em fase de regeneração, que passou por diversos tipos de degradação, iniciando com a ocupação de povos indígenas, corte seletivo de madeira, principalmente de *Araucaria angustifolia* e pastoreio de gado. O estrato de arbustos e árvores jovens foi representado por Myrtaceae com 33,81% do valor de importância, seguida de Lauraceae (*Nectandra megapotamica*) (15,46%) e Flacourtiaceae (13,18%). Os maiores valores de importância por espécie foram para *Nectandra megapotamica*, *Casearia decandra*, *Eugenia uniflora*, *E. uruguayensis* e *Cupania vernalis*, que somaram 55,14%, *Araucaria angustifolia* obteve valor de importância de 3,61% e *Rollinia rugulosa* destacou-se pela frequência nesse ambiente.

No estudo de um sub-bosque de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Araucária - PR, Bardal, *et al.* (2004) encontraram 39 espécies, 36 gêneros e 23 famílias de plantas em estado arbustivo. No qual as famílias mais relevantes foram Myrtaceae, com 11 espécies, representando 26,83% das espécies encontradas, com valor de importância de 67,20% e Sapindaceae, com 64,65%, representada por duas espécies, Euphorbiaceae, também com duas espécies, ocupou o terceiro lugar, com VI de 30,27%, seguida por Thymelaeaceae com uma espécie e VI de 29,83% e Rubiaceae com 18,11%. As demais famílias num total de 18, não chegaram a atingir um VI maior que 9,0%. O índice de diversidade de Shannon para esta comunidade foi de  $H' = 2,49$ .

Na regeneração da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires – MG, Araujo, *et al.* (2006), encontraram 147 espécies, distribuídas em 39 gêneros e 23 famílias. A família Fabaceae foi a mais rica, com 11 espécies e nove gêneros. Seguida por Annonaceae, Melastomataceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae e Lauraceae, com



três espécies cada. As outras famílias apresentaram apenas uma espécie cada. O índice de diversidade de Shannon foi  $H' = 2,75$  nats/indivíduo, é uma diversidade baixa, se comparada com outras florestas da região pouco perturbadas. Porém este índice assemelha-se aos das áreas com degradação semelhante.

Em áreas de mineração de bauxita recuperadas há 10 anos, na Amazônia, Parrota *et al.* (1997) obtiveram índices de diversidade que variaram de  $H' = 0,65$  a  $0,85$  para a comunidade regenerante. Onde, na floresta circundante, a área minerada apresentou 248 espécies e a área minerada apenas 125, equivalendo a 50% aproximadamente do potencial de riqueza da floresta.

Os índices de diversidade de Shannon também foram baixos em uma área de mineração de ferro em Mariana, MG, onde o sítio com 7 anos de regeneração obteve índice de diversidade de  $H' = 0,91$  e o de 17 anos o índice foi de  $H' = 1,17$  (ÂNGELO *et al.*, 2002).

## 5 CONCLUSÕES

Nas primeiras fases de regeneração poucas famílias são representadas por um grande número de espécies, à medida que o processo sucessional avança, aumenta o número de famílias e diminui o número de espécies por família.

As plantas arbustivas iniciam o seu povoamento desde os primeiros anos da regeneração, aumentando o número de espécies com o avanço do processo sucessional; contudo as espécies encontradas em cada fase cronológica da regeneração não são as mesmas, esta substituição ocorre no sentido de serem substituídas por espécies cada vez mais tolerantes à sombra. Das 122 espécies de arbustivas encontradas nos quatro sítios de estudo, 24 são pioneiras exigentes em luz, encontradas nas fases iniciais de regeneração de 5 e 15 anos e 36 são secundárias iniciais, secundárias tardias e climácias, tolerantes a sombra, encontradas na fase de 32 anos. Na floresta secundária, com 50 anos, apenas 11 espécies demonstraram ser indiferentes à exposição da luz, as quais foram encontradas em áreas abertas expostas à luz, nos sítios de 5 e 15 anos e também nas áreas sombreadas nos sítios de 32 anos e de floresta secundária.

As espécies arbustivas que colonizam as primeiras fases de regeneração pertencem ao grupo ecológico das pioneiras, à medida que o processo sucessional avança estas espécies passam a ser substituídas por espécies dos grupos das secundárias iniciais e secundárias tardias.

A maioria, quase que absoluta, dos indivíduos avaliados como arbustivos são na verdade indivíduos jovens de espécies arbóreas, porém exercem as mesmas funções ecológicas dos indivíduos legitimamente arbustivos.

A comunidade arbustiva é um grupo importante de plantas na estrutura da floresta, pois além de apresentarem grande diversidade de espécies, contribui também na formação de um ambiente adequado para a fixação das espécies arbóreas.

## CAPÍTULO 3

### FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE COMUNIDADES ARBÓREAS EM ÁREAS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO

#### RESUMO

No município de Rio Branco do Sul, estado do Paraná, a formação vegetal é composta pela Floresta Ombrófila Mista, atualmente muito alterada pelas atividades humanas. Uma das atividades mais expressivas desse município é a mineração de calcário. O objetivo deste trabalho foi estudar o processo de regeneração da Floresta Ombrófila Mista Montana, após o distúrbio por mineração de calcário em diferentes fases cronológicas e comparar com uma floresta nativa que não sofreu este tipo de distúrbio. As pesquisas foram realizadas nas áreas da Companhia de Cimentos Votorantim. Na mina Saivá, distante 3 km da cidade de Rio Branco do sul; foram escolhidos dois sítios para estudo, um, com 5 anos de regeneração e o outro, com uma floresta secundária com 50 anos de idade, que serviu de testemunha da floresta pré-existente na região. E na mina Itaretama distante 14 km da mesma cidade, foram escolhidos mais dois sítios de regeneração um com 15 anos e outro, com 32 anos. Para o estudo florístico e fitossociológico foram implantadas 40 parcelas de 5 m x 10 m, com espaçamento de 10 m entre elas. As espécies foram identificadas e tombadas nos herbários EFC, HFIE e MBM. No sítio de estudo com 5 anos de regeneração não foram encontrados exemplares arbóreos. No sítio de 15 anos de regeneração foram encontradas 30 espécies, onde as maiores porcentagens de importância foram obtidas por *Mimosa scabrella* 14,68%, seguida por *Schinus terebinthifolius* (12,35%), *Trema micrantha* (9,41%), *Solanum granuloso-leprosum* (7,24%), *Parapiptadenia rigida* (6,48%), *Ocotea puberula* (5,54%). No sítio com 32 anos foram identificadas 34 espécies, entre as quais as maiores porcentagens de importância foram obtidas por *Parapiptadenia rigida* (18,05%), *Luehea divaricata* (17,08%), *Nectandra lanceolata* (1,84%), *Schinus terebinthifolius* (1,98%), *Allophylus edulis* (1,38%) e *Annona rugulosa* (1,35%). Já, no sítio de floresta nativa secundária o número de espécies encontradas foi de 72, sendo que as espécies com as maiores porcentagens de importância foram *Clethra scabra* (5,48%), *Cordyline spectabilis* (2,80%), *Lamanonia ternata* (2,06%), *Dalbergia brasiliensis* (1,98%), *Anadenanthera colubrina* (1,97%) e *Jacaranda puberula* (1,92%). Concluiu-se que as espécies arbóreas necessitam de melhores condições ambientais para se fixar; as quais não são encontradas nas áreas mineradas com regeneração com cinco anos ou menos.

Palavras chave: Árvores nativas, florestas secundárias, plantas brasileiras.

## 1 INTRODUÇÃO

A maior parte do município de Rio Branco do Sul era coberta pela Floresta Ombrófila Mista Montana, com uma pequena porção de Floresta Ombrófila Densa, na região norte. Ainda hoje a fisionomia é essencialmente florestal. Sempre que ocorre algum tipo de distúrbio nessa região, seja de origem antrópica ou não, o processo de regeneração se encaminha para formar uma nova floresta. O solo e o clima são os fatores condicionantes para tal fato. Originalmente as Florestas com araucária cobriam em torno de 73.780 km<sup>2</sup> do estado do Paraná (BREPOHL, 1980). Na atualidade resta menos de 1% desta formação (SANQUETTA, 2005). Já passou o tempo de apenas preservar, hoje é necessário recuperar as áreas que foram degradadas. É aí que vem a importância do conhecimento sobre os processos de regeneração das florestas, as substituições das espécies, os recrutamentos e as competições que conduzem a uma dinâmica de recomposição e perpetuação dessas florestas. O município de Rio Branco do Sul possui grandes jazidas de rochas carbonáticas que estão sendo exploradas e que ainda deverão ser exploradas em um futuro próximo, aumentando as áreas de mineração e reduzindo os remanescentes florestais. As florestas sempre sofreram distúrbios de diversas categorias e sempre se recuperaram, o distúrbio antrópico é apenas mais um. É importante que cada área perturbada tenha a chance e o tempo necessário para a recuperação e que o homem auxilie neste processo, acelerando a regeneração com espécies adequadas à região e à fase de sucessão, fazendo com que sempre existam remanescentes florestais para recompor áreas degradadas.

A flora arbórea desse município já foi muito exuberante, de acordo com os relatos de antigos moradores como o senhor Sidney Gonçalves (88 anos), Antonio Nodari (75 anos) e Sara Furquim (96 anos). A economia do município nas primeiras décadas do século XX era baseada na extração de madeira de pinheiro, imbuia e cedro, os dois primeiros chegavam a ter mais de 2 m de diâmetro de tronco a 1,3 m do solo, as outras espécies eram usadas apenas como lenha para os fornos de cal. Ainda hoje podem ser encontradas algumas árvores remanescentes que comprovam estes depoimentos. Porém nas áreas onde estes estudos foram realizados não foram encontradas árvores com mais de 50 anos de idade, pois este é o tempo de implantação das minas, e na época toda a vegetação foi suprimida.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 FLORÍSTICA

Foram selecionados 40 pontos em cada sítio para a implantação de 40 parcelas, medindo 5 x 10 m. As parcelas foram medidas com uma trena e circundadas por uma fita de demarcação, amarrada em estacas cravadas nos vértices. Com o uso de um tubo de alumínio graduado de metro em metro, os indivíduos foram mensurados em altura. A dominância de cada espécie foi avaliada medindo-se a circunferência dos caules na altura do peito (CAP). Em cada parcela as espécies foram coletadas e herborizadas de acordo com Lawrence (1951), Fidalgo e Bononi (1989), IBGE (1992) e Peixoto e Maia (2013), identificadas e tombadas no acervo dos herbários Escola de Floresta de Curitiba (EFC), Herbário das Faculdades Integradas Espírita (HFIE) e Museu Botânico Municipal (MBM). A classificação das angiospermas foi feita de acordo com o sistema APG III (2009) em Forzza *et al.* (2015). Para a classificação das pteridofitas e gimnospermas também foi empregada a classificação de Forzza (2015). A grafia e o aceite dos nomes foram verificados nos sites *World Checklist of Selected Plant Families* (2009), *The Plant List* (2013), e para as Pteridofitas, em Zuloaga *et al.* (2008) e *Taxonomic name resolution service* (2013).

### 2.2 FITOSSOCIOLOGIA

Os parâmetros fitossociológicos foram calculados pela planilha eletrônica EXCEL® 2010 e pelo “Software” Fitopac 2, desenvolvido pelo Professor George J. Shepherd, da UNICAMP – São Paulo. O programa calcula os parâmetros fitossociológicos tradicionais (densidade, dominância, frequência, valor de importância, índice de diversidade de Shannon, entre outros) freqüentemente utilizados por diversos autores, entre eles CAIN *et al.* (1956), LAMPRECHT (1962),

DAUBENMIRE (1968), FINOL (1971), MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG (1974), LONGHI (1980, 1997) e MARTINS (1991).

Os parâmetros fitossociológicos utilizados para a caracterização das comunidades em regeneração seguem os trabalhos de Daubenmire (1968) e Mueller-Dombois & Ellenberg (1974).

### 2.2.1 Densidade

A densidade absoluta de uma espécie é o número de indivíduos desta espécie por unidade de área e que em geral é calculada em relação ao hectare (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974).

$$DA = n / ha$$

DA = densidade absoluta de uma espécie

n= número de indivíduos da espécie

ha = hectare

A densidade relativa é a relação entre o número de indivíduos de uma espécie e o número total de indivíduos de todas as outras espécies, expressa em porcentagem.

$$DR = n / ha (N / ha)^{-1} \times 100$$

DR = densidade relativa

n = número de indivíduos da espécie

ha = área em hectare

N = número total de indivíduos de todas as espécies

### 2.2.2 Dominância

Dominância absoluta é soma das áreas transversais das secções de caule de todos os indivíduos da espécie, mensuradas a altura do peito.

$$DoA = g / ha$$

DoA = dominância absoluta

g = somatória das secções transversais dos caules da espécie em m<sup>2</sup>

ha = área em hectare

Dominância relativa é a somatória da área total das secções de caule de uma espécie dividido pela somatória da área total de secção de todas as espécies da área de estudo, expressa em porcentagem.

$$\text{DoR} = g / \text{ha} (G / \text{ha})^{-1} \times 100$$

DoR = Dominância relativa

g = somatória das secções transversais dos caules da espécie em m<sup>2</sup>

ha = área em hectare

G = é a somatória das secções transversais de todas as espécies em m<sup>2</sup>

### 2.2.3 Frequência

A frequência absoluta é o número de parcelas nas quais a espécie foi encontrada dividido pelo número total de parcelas, expressa em porcentagem.

$$\text{FA} = p / P \times 100$$

FA= frequência absoluta

p = número total de parcelas nas quais a espécie foi encontrada

P = número total de parcelas inventariadas

A frequência relativa é a frequência absoluta de uma espécie dividida pela somatória de frequências de todas as outras espécies, expressa em porcentagem.

$$\text{FR} = \text{FA} / \sum \text{FAs} \times 100$$

FR = Frequência relativa

FA = frequência absoluta da espécie dada em porcentagem

$\sum \text{FAs}$  = Somatória das frequências absolutas de todas as outras espécies

### 2.2.4 Valor de importância

É o resultado da soma dos valores relativos de densidade, dominância e frequência.

$$\text{VI} = \text{DR} + \text{DoR} + \text{FR}$$

VI = Valor de importância

### 2.2.5 Porcentagem de Importância

É o valor de importância dividido por três

$$\text{PI} = \text{VI} / 3$$

PI = Porcentagem de importância

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 FLORÍSTICA

Na tabela 1 são apresentadas as famílias e espécies de plantas arbóreas nos três sítios de estudo, em uma cronosequência de 15 e 32 anos de regeneração e de uma floresta nativa secundária com 50 anos de idade. Os grupos ecológicos estão de acordo com os trabalhos de Dias *et al.* (1998) Schorn (2005), Klein *et al.* (2009) e Rios (2010).

Nos três sítios foram encontradas 91 espécies, 74 gêneros e 41 famílias. As plantas arbóreas dos três sítios encontram-se na tabela 1.

TABELA 1 - Plantas arbóreas nos sítios com 15 anos (R15), 32 anos (R32) e na floresta secundária (Flo Sec). GE: grupo ecológico; P, pioneiras; SI, secundária inicial; ST, secundária tardia; C, clímax.

Família e espécies	R 15	R 32	Flo Sec	GE
ANACARDIACEAE				
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	X	X	X	P
ANNONACEAE				
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.			X	C
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H. Rainer	X	X		SI
APOCYNACEAE				
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.		X		P
AQUIFOLIACEAE				
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek			X	C
<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.			X	C
<i>Ilex theezans</i> Mart.			X	SI
ARAUCARIACEAE				
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	X		X	ST
ARECACEAE				
<i>Syagrus rhomanzofiana</i> (Cham.) Glassman			X	C
ASPARAGACEAE				
<i>Cordyline spectabilis</i> Kunth & C.D. Bouché			X	SI
ASTERACEAE				
<i>Dasyphyllum brasiliense</i> (Spreng.) Cabrera			X	P
BIGNONIACEAE				
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.			X	P
BORAGINACEAE				
<i>Cordia tricotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.		X		**
CANABACEAE				
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	X		X	P
CANELLACEAE				
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke			X	**
CARDIOPTERIDACEAE				
<i>Citronela paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard			X	**
CELASTRACEAE				
<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.			X	**

Continua



Continuação

<b>Família e espécies</b>	<b>R 15</b>	<b>R 32</b>	<b>Flo Sec</b>	<b>GE</b>
<b>CLETHRACEAE</b>				
<i>Clethra scabra</i> Pers.			X	P
<b>CUNONIACEAE</b>				
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.			X	SI
<b>CYATHEACEAE</b>				
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.			X	C
<i>Cyathea phalerata</i> Mart.			X	C
<b>EUPHOBIAEAE</b>				
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong		X	X	P
<i>Alchornea triplinervia</i> (L.) Morong			X	P
<i>Croton urucurana</i> Baill.			X	P
<b>FABACEAE</b>				
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	X	X	X	SI
<i>Bauhinia forficata</i> Link	X			P
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	X	X	X	ST
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	X		X	ST
<i>Inga marginata</i> Willd.	X	X	X	SI
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.			X	P
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit *	X			P
<i>Leucochloron incuriale</i> (Vell.) Barneby & J.W.Grimes		X		**
<i>Lonchocarpus subglaucescens</i> Benth.		X		**
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	X	X	X	P
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	X			P
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	X	X		SI
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	X			SI
<i>Senegalia grandistipula</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	X			**
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	X	X		P
<i>Senna multijuga subsp. lindleiana</i> (Gardner) H.S.Irwin & Barneby		X		P
<b>LAURACEAE</b>				
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & Mart.) Kosterm.			X	**
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez			X	**
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.			X	ST
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.		X	X	SI
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez		X		ST
<i>Nectandra opositifolia</i> Nees & Mart.			X	ST
<i>Ocotea nutans</i> (Nees) Mez			X	ST
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso			X	ST
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	X	X	X	SI
<i>Persea major</i> (Meisn.) L.E.Kopp		X	X	**
<b>MALVACEAE</b>				
<i>Luehea divaricata</i> Mart.		X	X	SI
<b>MELASTOMATACEAE</b>				
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin			X	P
<i>Tibouchina sellowiana</i> Cogn.			X	P
<b>MELIACEAE</b>				
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.		X	X	ST
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.			X	SI
<b>MORACEAE</b>				
<i>Ficus enormis</i> (Miq.) Miq.			X	**
<i>Morus alba</i> L.*		X	X	**
<b>MYRTACEAE</b>				
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg		X		ST
<i>Eugenia hyemalis</i> Cambess.			X	**
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg			X	**
<i>Myrcia hatschbachii</i> D.Legrand			X	C
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.			X	**

Continua

Continuação

Família e espécies	R 15	R 32	Flo Sec	GE
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.			X	SI
<i>Myrcia venulosa</i> DC.			X	**
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine			X	C
<i>Psidium guajava</i> L.*	X			SI
NYCTAGINACEAE				
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz			X	SI
OLEACEAE				
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton*		X	X	P
PINACEAE				
<i>Pinus taeda</i> L.*	X			P
PRIMULACEAE				
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	X			P
<i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.			X	**
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	X	X	X	P
PROTEACEAE				
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	X		X	C
RHAMNACEAE				
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.*			X	SI
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	X		X	P
ROSACEAE				
<i>Prunus sellowii</i> Koehne	X		X	SI
RUBIACEAE				
<i>Psychotria velloziana</i> Benth.			X	**
RUTACEAE				
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.		X	X	P
SALICACEAE				
<i>Casearia decandra</i> Jacq.		X	X	P
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler			X	**
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	X	X	X	P
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	X	X	X	C
SAPINDACEAE				
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., A.Juss. & Cambess.) Radlk.		X	X	SI
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	X	X	X	SI
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	X	X	X	SI
ESCALONIACEAE				
<i>Escallonia bifida</i> Link & Otto			X	P
SOLANACEAE				
<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal	X		X	P
STYRACACEAE				
<i>Styrax leprosum</i> Hook. & Arn.			X	ST
THEACEAE				
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H.Keng			X	SI
VERBENACEAE				
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.		X		P
<i>Lippia brasiliensis</i> (Link) T.R.S.Silva		X		P
<b>Totais</b>	<b>30</b>	<b>34</b>	<b>72</b>	<b>-</b>

NOTA: \* Espécie exótica. \*\* Grupo ecológico não encontrado na literatura.

Os grupos ecológicos: P – pioneira, SI – secundária inicial, ST - secundária tardia e C – clímax, de algumas espécies, apresentaram discordâncias, segundo alguns autores; *Casearia decandra*, P e C, *Casearia silvestres*, P e C, *Alchornea triplinervia*, P e C, *Myrcia splendens*, SI e C, *Cabralea canjerana*, ST e C, *Trema*

*micrantha*, P e C, *Jacaranda puberula*, P e C, *Ocotea puberula*, SI e C, *Inga marginata*, P e SI, *Hovenia dulcis*, SI e C, *Cedrela fissilis*, SI e C, *Croton urucurana*, P e C, *Psidium guajava*, P e SI, *Dalbergia brasiliensis*, ST e C, *Machaerium stipitatum*, P e C, *Araucaria angustifolia*, P e ST, *Guapira opposita*, SI e C, *Psidium cattleianum*, ST e C. Nota-se com isto, que estas classificações de grupos ecológicos não estão ainda bem definidas, sendo necessário maiores estudos sobre o tema.

Fabaceae é a família melhor representada, com 16 espécies, seguida por Lauraceae, com dez e Myrtaceae, com nove. Das 91 espécies de arbóreas apenas seis são exóticas, *Morus alba* (Moraceae), *Psidium guajava* (Myrtaceae), *Ligustrum lucidum* (Oleaceae), *Pinus taeda* (Pinaceae), *Hovenia dulcis* (Rhamnaceae) e *Leucaena leucocephala* (Fabaceae). *Morus alba* (amora), *Psidium guajava* (goiaba) e *Hovenia dulcis* (uva-do-japão) são frutíferas apreciadas pela população humana e pela fauna, trazidas para junto das minas pelo hábito alimentar. *Ligustrum lucidum* (alfeneiro) é originária da China, utilizada como ornamental (LORENZI *et al.*, 2003), plantada na arborização urbana da cidade de Rio Branco do Sul e também ao redor das instalações das minas. Foi introduzida intencionalmente, nos municípios da região Sul do Brasil, entre as décadas de 1960 e 1970, para arborização urbana (BACKES e IRGANG, 2004b). Suporta baixas temperaturas e possui crescimento rápido, adapta-se com facilidade e frequentemente torna-se invasora, preferindo ambientes úmidos de áreas degradadas (GUILHERMETTI, 2014). Na América do Sul, causa problemas na Argentina, Brasil, Equador, Paraguai, Uruguai e Venezuela (MATTHEWS, 2005). *Pinus taeda* é originária da América do Norte, foi trazida para o Brasil com finalidade madeireira, é a planta mais cultivada no município e dispersa suas sementes espontaneamente pelo vento, sendo encontrada ao longo das estradas, áreas não cultivadas, pastagens e áreas de florestas em regeneração. Nas áreas de Campos Gerais do Paraná, também é observada a invasão por esta espécie (ZILLER, 2006). Devido à sua origem (hemisfério norte), em regiões de clima temperado, certas espécies do gênero *Pinus* como, *P. taeda*, são extremamente resistentes ao frio e suportam solos rasos, secos ou encharcados e de baixa fertilidade natural, o que faz dessas plantas, as invasoras mais problemáticas do mundo (BECHARA, 2003). Ao lado da mina Itaretama existe uma pequena comunidade de agricultores que criam porcos soltos, os quais

continuamente invadem as áreas da companhia de cimento e as áreas de regeneração, disseminando sementes de *P. guajava*, esta espécie é originária da América Central, com invasões estabelecidas no Brasil. Este fato também foi relatado por Westbrooks (1988), nas ilhas do Havaí, USA. Nas ilhas Galápagos, a dispersão dessa espécie é feita pelo gado (VITOUSEK, 1988). Outra espécie bastante comum, como invasora no sul do Brasil é *Hovenia dulcis*, (ZILLER, 2006), cultivada como frutífera nos quintais domésticos e como fornecedora de lenha para secagem de folhas de *Nicotiana tabaco* (fumo), a espécie é propagada por pássaros e mamíferos. *Leucaena leucocephala* (leucena) é nativa da América Central, foi introduzida no Brasil para a alimentação de gado do semiárido brasileiro, pois possui grande teor de proteína é bastante resistente à seca (DRUMOND e RIBASKI, 2010), a sua rusticidade é apropriada para a recuperação de áreas degradadas. Porém possui grande capacidade invasora, fixando-se espontaneamente em áreas impactadas (BLUM *et al.*, 2008).

### 3.2 FITOSSOCIOLOGIA

A representatividade do espaço amostral de cada sítio de estudo é expressa pelas curvas de rarefação (FIGURA 1). Nos sítios de 15 e 32 anos, a suficiência amostral foi atingida segundo os trabalhos de Cain (1938) e Mueller-Dombois e Elleberg (1974), onde se define que a suficiência amostral é atingida ao se ampliar a área de coleta em 10% e o número de novas espécies encontradas fica abaixo de 10%, porém, a curva não se estabilizou, indicando a potencialidade de maior riqueza para estes sítios. Isto se deve à irregularidade do ambiente de mineração, com variações de relevo e principalmente nas características do solo, que pode ser formado por diferentes porções dos horizontes originais, desde horizonte A com matéria orgânica, microfauna e presença de diásporos para a propagação das espécies, até horizonte C, composto apenas por mineral estéril e sem nenhum tipo de propágulos das espécies vegetais e também pela variação da profundidade das camadas de terra depositada. A presença de rochas de diferentes tamanhos e concentrações é outro fator que altera significativamente a presença e distribuição

das espécies ao longo das áreas mineradas. No caso do sítio de floresta secundária, tanto a suficiência amostral quanto a estabilidade da curva foram atingidos. Tais alterações do meio, também foram registradas por Klein *et al.* (2009) ao estudarem a "regeneração natural em área degradada pela mineração de carvão em Santa Catarina, Brasil".

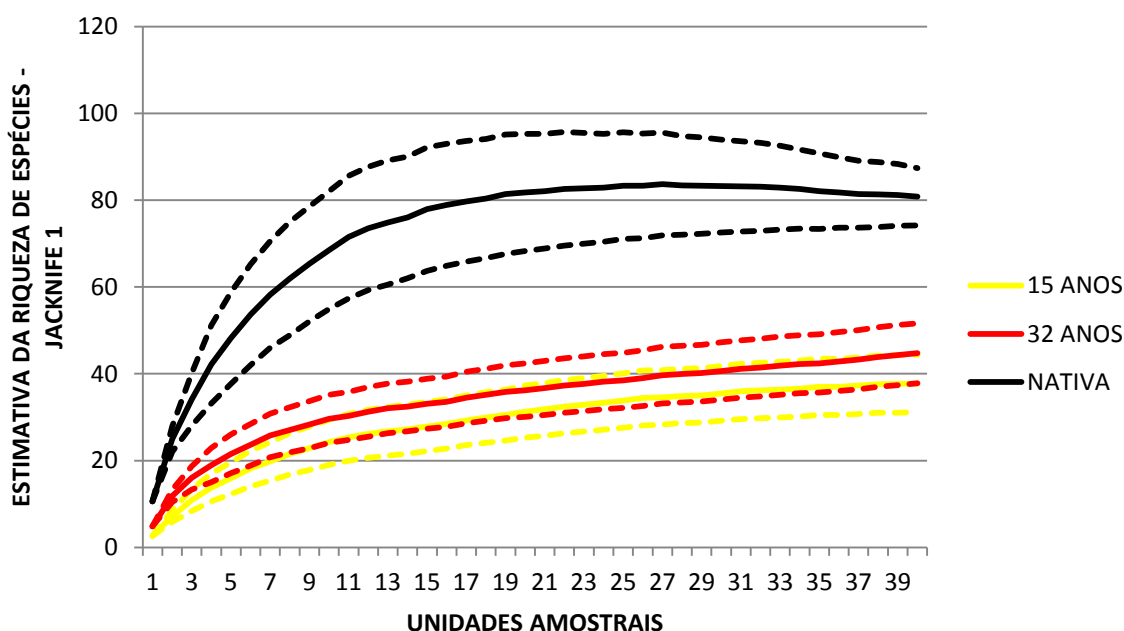


FIGURA 1 - Curvas de rarefação para os três sítios de estudo. As curvas pontilhadas indicam os intervalos de confiança a partir da média.

FONTE: Elaborado pelo autor (2014).

### 3.2.1 Plantas arbóreas no sítio com 5 anos de regeneração

Nesse sítio não foram encontradas árvores adultas, somente indivíduos muito jovens, como *Mimosa flocculosa*, *Anadenanthera colubrina*, *Machaerium stipitatum*, *Leucaena leucocephala*, *Cordyline spectabilis*, *Schinus terebinthifolius*, *Mimosa bimucronata*, *Psidium cathleianum*, *Eugenia uniflora*, *Schinus molle*, *Croton urucurana* e *Morus alba* que entraram na classe de plantas arbustivas. Este sítio está a 80m de distância de uma floresta remanescente, fornecedora de sementes para a regeneração dessa área minerada. A proximidade com áreas de florestas

nativas é essencial à regeneração das áreas degradadas (CORLET, 1995, AIDE *et al.*, 2000, ENGEL e PARROTA, 2001, HOLZ e PLACCI, 2003, RODRIGUES *et al.*, 2004, CAPERS *et al.*, 2005, RIOS, 2010, de AVILA *et al.*, 2013). Nas fases iniciais de regeneração as espécies colonizadoras são as pioneiras seguidas juntamente pelas secundárias iniciais (MARAGON *et al.*, 2007). Rios (2010), ao avaliar uma área de mineração de basalto em Misiones, Argentina, constatou que as condições ambientais extremas de temperatura, insolação e umidade, atuam no sentido de dificultar o estabelecimento das plantas nas áreas mineradas.

### 3.2.2 Plantas arbóreas no sítio com 15 anos de regeneração

Com o tempo decorrido de 15 anos, as condições ambientais foram modificadas, dando oportunidade a outros grupos se estabelecerem, é o caso da comunidade arbórea que estréia na regeneração, com indivíduos de médio porte, como *Mimosa scabrella*, *Parapiptadenia rigida* e *Bauhinia forficata*, que atingiram 9 m, 9 m e 8 m de altura respectivamente, e com CAP máximo de 96 cm para *Solanum granuloso-leprosum*. O sítio possui algumas árvores, mas cerca de 90% ainda é campo ou capoeira. A vegetação arbórea concentra-se em algumas nucleações, provavelmente pelo fato do solo que foi ali depositado tenha sido de horizonte A, o que explicaria a presença de diásporos de arbóreas e melhores condições nutricionais do solo. Este sítio enquadra-se no estágio inicial de regeneração de acordo com o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2007).

Nesse sítio foram encontradas 30 espécies, de 27 gêneros e 15 famílias. Foi encontrada apenas uma árvore morta sem ser identificada, provavelmente *M. scabrella*, espécie pioneira e de vida curta que, aos 15 anos já completou o seu ciclo de vida, esta hipótese é corroborada pela presença de outros indivíduos dessa espécie no local que se encontram em senescência.

A família mais expressiva nesse sítio foi Fabaceae com doze espécies, Myrtaceae e Sapindaceae, com duas e as demais famílias, com apenas uma. O índice de diversidade de Shannon (H') (SHANNON E WEANER, 1949, MAGURRAN, 1988) foi de 3,01. Os dados do estudo fitossociológico constam na tabela 2.

TABELA 2 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade arbórea, com 15 anos de regeneração; DA, densidade absoluta; DR, densidade relativa; FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; DoA, dominância absoluta; DoR, dominância relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de Importância.

<b>Espécie</b>	<b>DA</b>	<b>DR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>DoA</b>	<b>DoR</b>	<b>VI</b>	<b>PI</b>
<i>Mimosa scabrella</i>	60	10,26	30,00	10,62	1,66	23,17	44,05	14,68
<i>Schinus terebinthifolius</i>	90	15,38	40,00	14,16	0,54	7,51	37,05	12,35
<i>Trema micrantha</i>	45	7,69	22,50	7,96	0,90	12,59	28,24	9,41
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	30	5,13	15,00	5,31	0,81	11,3	21,74	7,25
<i>Parapiptadenia rigida</i>	40	6,84	20,00	7,08	0,40	5,53	19,44	6,48
<i>Ocotea puberula</i>	40	6,84	20,00	7,08	0,19	2,71	16,63	5,54
<i>Pinus taeda</i>	20	3,42	10,00	3,54	0,51	7,13	14,09	4,70
<i>Machaerium stipitatum</i>	30	5,13	15,00	5,31	0,19	2,71	13,15	4,38
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	25	4,27	12,50	4,42	0,30	4,12	12,81	4,27
<i>Anadenanthera colubrina</i>	25	4,27	7,50	2,65	0,30	4,23	11,16	3,72
<i>Inga marginata</i>	15	2,56	7,50	2,65	0,40	5,61	10,83	3,61
<i>Psidium guajava</i>	25	4,27	12,50	4,42	0,10	1,46	10,16	3,39
<i>Matayba elaeagnoides</i>	15	2,56	7,50	2,65	0,05	0,63	5,85	1,95
Mortas	5	0,85	2,50	0,88	0,28	3,91	5,65	1,88
<i>Myrsine umbellata</i>	15	2,56	7,50	2,65	0,03	0,43	5,64	1,88
<i>Leucaena leucocephala</i>	10	1,71	5,00	1,77	0,06	0,82	4,30	1,43
<i>Casearia sylvestris</i>	10	1,71	5,00	1,77	0,06	0,82	4,30	1,43
<i>Prunus sellowii</i>	10	1,71	5,00	1,77	0,05	0,74	4,22	1,41
<i>Bauhinia forficata</i>	10	1,71	5,00	1,77	0,05	0,64	4,12	1,37
<i>Dalbergia frutescens</i>	10	1,71	5,00	1,77	0,04	0,58	4,06	1,35
<i>Araucaria angustifolia</i>	10	1,71	5,00	1,77	0,02	0,25	3,73	1,24
<i>Senna multijuga</i>	5	0,85	2,50	0,88	0,05	0,72	2,46	0,82
<i>Senegalia grandistipula</i>	5	0,85	2,50	0,88	0,05	0,72	2,46	0,82
<i>Dalbergia brasiliensis</i>	5	0,85	2,50	0,88	0,03	0,40	2,14	0,71
<i>Cupania vernalis</i>	5	0,85	2,50	0,88	0,03	0,40	2,14	0,71
<i>Roupala brasiliensis</i>	5	0,85	2,50	0,88	0,02	0,32	2,06	0,69
<i>Xylosma ciliatifolia</i>	5	0,85	2,50	0,88	0,01	0,14	1,88	0,63
<i>Rollinia rugulosa</i>	5	0,85	2,50	0,88	0,01	0,14	1,88	0,63
<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	5	0,85	2,50	0,88	0,01	0,14	1,88	0,63
<i>Myrsine coriacea</i>	5	0,85	2,50	0,88	0,01	0,12	1,86	0,62
<b>Totais</b>	<b>1170</b>	<b>100,00</b>	<b>291,00</b>	<b>100,00</b>	<b>21,71</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>	<b>100,00</b>

As espécies com as maiores porcentagens de importância foram *Mimosa scabrella* (14,68%), *Schinus terebinthifolius* (12,35%), *Trema micrantha* (9,41%), *Solanum granuloso-leprosum* (7,25%), *Parapiptadenia rigida* (6,48%) e *Ocotea puberula* (5,54%) (FIGURA 2).

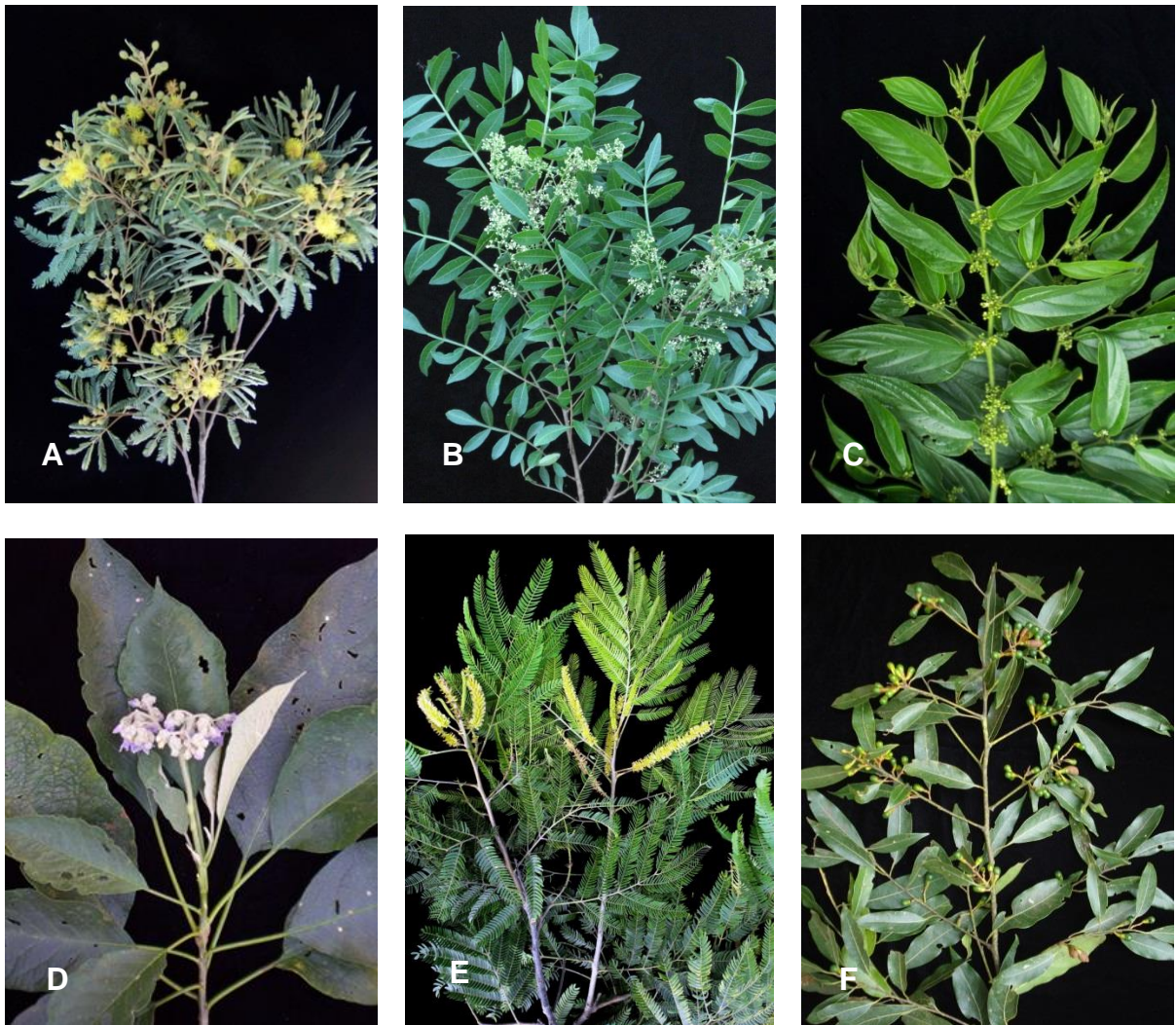


FIGURA 2 – Arbóreas de maior porcentagem de importância, no sítio com 15 anos de regeneração, a) *Mimosa scabrella*; b) *Schinus terebinthifolius*; c) *Trema micrantha*; d) *Solanum granuloso-leprosum*; e) *Parapiptadenia rigida* e f) *Ocotea puberula*.

FONTE: Elaborado pelo autor (2012).

*Mimosa scabrella* e *Parapiptadenia rigida* possuem dispersão autocórica; *Schinus terebinthifolius*, *Trema micrantha* e *Ocotea puberula* por ornitocórica e *Solanum granuloso-leprosum* quiropterocórica.

No sítio de 15 anos apareceram os primeiros indivíduos arbóreos, embora no sítio de 5 anos, já tenham sido encontradas árvores jovens, elas não ultrapassavam os 15 cm de CAP e foram colocadas no grupo de arbustivas.

A pioneira que mais se destacou foi *M. scabrella* (bracatinga), sendo este um caráter de grande importância para esta região, pois esta espécie é utilizada como fonte de energia para os fornos de calcário. As árvores são cortadas e uma



nova população, germina espontaneamente, ciclo este, que já vem sendo mantido há décadas (CARPANEZZI *et al.*, 1988).

A família com maior expressão foi Fabaceae com 240 indivíduos / ha, 12 espécies e 38,02% da porcentagem de importância. Seguida por Anacardiaceae com 19 indivíduos / ha, uma espécie e com 12,35 % da porcentagem de importância. Em terceiro ficou Canabaceae com 45 indivíduos / ha, também representada por uma espécie, e com uma porcentagem de importância de 9,41%.

No estudo feito por Rios (2010), em uma mina de basalto abandonada, *Trema micrantha* apresentou-se com uma dominância relativa de 82,39%, ficando em primeiro lugar entre as regenerantes.

O número total de árvores de várias espécies foi de 590 indivíduos/ha, sendo que 124 com uma altura entre 7 m e 9 m, o que corresponde a 21,01% das árvores / ha. Na classe de altura inferior a 7 m foram encontradas 466 árvores / ha, correspondendo a 78,98 % do total. Nesse sítio ainda não são encontradas árvores com alturas superiores a 9 m, o que configura uma fase inicial de regeneração (FIGURA 3).

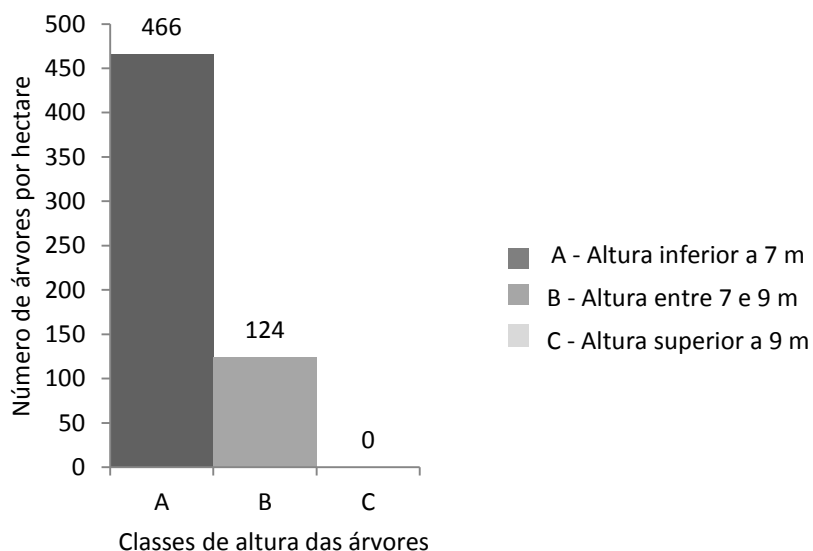


FIGURA 3 – Número de árvores / ha em classes de altura no sítio com 15 anos.

FONTE: Elaborado pelo autor (2014).

### 3.2.3 Plantas arbóreas do sítio com 32 anos de regeneração

Esse sítio está em regeneração há 32 anos, após ter sido minerado. Neste tempo, o ecossistema teve mais condições de se recuperar e formou uma floresta com árvores que atingem até 16 m de altura e 180 cm de CAP.

A vegetação neste sítio adquiriu o estatus de floresta e de acordo com o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2007), trata-se de um estágio médio de regeneração. O relevo possui inclinação de 25° e durante os 32 anos passados, a água das chuvas lixiviou o solo, provocando o afloramento de rochas em muitos pontos, diminuindo as áreas de solo livre para as plantas jovens se fixarem. As arbóreas, como iniciaram o seu desenvolvimento quando o solo ainda era profundo conseguiram se estabelecer e se manter, porém, hoje as plantas de qualquer classe, herbáceas, arbustivas ou arbóreas, não encontram mais condições para repovoar estes locais. Quando estas pioneiras e secundárias iniciais morrerem não terão novas plantas para substituí-las.

A flora desse sítio contou com 34 espécies, 32 gêneros e 17 famílias. Os parâmetros fitossociológicos encontram-se na tabela 3.

Nesse sítio, Fabaceae também foi bem representada, com 375 indivíduos / ha, nove espécies e com porcentagem de importância de 48,38%, seguida por Lauraceae com 210 indivíduos / ha, quatro espécies, e porcentagem de importância de 17,86%, Malvaceae apresentou 190 plantas / ha, com uma espécie e porcentagem de importância de 17,08%. Salicaceae e Sapindaceae foram representadas por três espécies cada uma, Verbenaceae, por duas e as demais famílias com apenas uma.

Foram encontradas sete árvores mortas com alturas que variaram de 10 m a 13 m e com circunferência de 45 cm até 137 cm, a identificação das espécies não foi possível, uma vez que as árvores não apresentavam ramos, folhas ou casca. A presença destes indivíduos é um indicativo de substituição das espécies pioneiras e secundárias iniciais por outros grupos como o das secundárias tardias e clímax. O índice de diversidade de Shannon (H') (SHANNON E WEANER, 1949, MAGURRAN, 1988) foi de 2,87.

TABELA 3 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade arbórea no sítio com 32 anos de regeneração; DA, densidade absoluta; DR, densidade relativa; FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; DoA, dominância absoluta; DoR, dominância relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.

<b>Espécie</b>	<b>DA</b>	<b>DR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>DoA</b>	<b>DoR</b>	<b>VI</b>	<b>PI</b>
<i>Parapiptadenia rigida</i>	235	18,15	67,5	14,36	10,12	21,63	54,14	18,05
<i>Luehea divaricata</i>	195	15,06	55,0	11,7	11,46	24,48	51,24	17,08
<i>Nectandra lanceolata</i>	150	11,58	52,5	11,17	8,1	17,3	40,05	13,35
<i>Schinus terebinthifolius</i>	70	5,41	27,5	5,85	3,08	6,58	17,84	5,95
<i>Allophylus edulis</i>	55	4,25	27,5	5,85	1,08	2,31	12,41	4,14
<i>Annona rugulosa</i>	60	4,63	22,5	4,79	1,28	2,74	12,17	4,06
Mortas	35	2,7	12,5	2,66	2,35	5,02	10,38	3,46
<i>Machaerium stipitatum</i>	60	4,63	15	3,19	1,06	2,26	10,09	3,36
<i>Sapium glandulosum</i>	45	3,47	15	3,19	1,11	2,38	9,04	3,01
<i>Casearia decandra</i>	40	3,09	15	3,19	0,95	2,03	8,31	2,77
<i>Matayba elaeagnoides</i>	35	2,7	17,5	3,72	0,61	1,31	7,74	2,58
<i>Nectandra megapota</i>	30	2,32	12,5	2,66	1,17	2,50	7,48	2,49
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	35	2,7	17,5	3,72	0,19	0,41	6,83	2,28
<i>Lonchocarpus subglaucescens</i>	30	2,32	15	3,19	0,55	1,17	6,68	2,23
<i>Tabernemontana catharinensis</i>	40	3,09	12,5	2,66	0,17	0,37	6,12	2,04
<i>Ocotea puberula</i>	20	1,54	10	2,13	0,62	1,31	4,99	1,66
<i>Cupania vernalis</i>	20	1,54	5	1,06	0,72	1,53	4,14	1,38
<i>Casearia sylvestris</i>	20	1,54	10	2,13	0,05	0,10	3,77	1,26
<i>Inga marginata</i>	20	1,54	10	2,13	0,05	0,10	3,77	1,26
<i>Leucochloron incuriale</i>	10	0,77	5	1,06	0,55	1,19	3,02	1,01
<i>Morus alba</i>	15	1,16	7,5	1,6	0,04	0,10	2,85	0,95
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	10	0,77	5	1,06	0,47	1,00	2,83	0,94
<i>Aloysia virgata</i>	10	0,77	5	1,06	0,18	0,38	2,22	0,74
<i>Cordia trichotoma</i>	5	0,39	2,5	0,53	0,23	0,49	1,41	0,47
<i>Senna multijuga</i>	5	0,39	2,5	0,53	0,19	0,42	1,33	0,44
<i>Senna multijuga subsp. lindleiana</i>	5	0,39	2,5	0,53	0,1	0,21	1,13	0,38
<i>Persea major</i>	5	0,39	2,5	0,53	0,07	0,16	1,08	0,36
<i>Ligustrum lucidum</i>	5	0,39	2,5	0,53	0,07	0,15	1,07	0,36
<i>Dalbergia brasiliensis</i>	5	0,39	2,5	0,53	0,06	0,14	1,05	0,35
<i>Anadenanthera colubrina</i>	5	0,39	2,5	0,53	0,05	0,11	1,03	0,34
<i>Xylosma ciliatifolia</i>	5	0,39	2,5	0,53	0,02	0,05	0,97	0,32
<i>Lantana brasiliensis</i>	5	0,39	2,5	0,53	0,02	0,04	0,96	0,32
<i>Myrsine umbellata</i>	5	0,39	2,5	0,53	0,01	0,02	0,94	0,31
<i>Cabralea canjerana</i>	5	0,39	2,5	0,53	0,01	0,02	0,94	0,31
<b>Total</b>	<b>1295</b>	<b>100,0</b>	<b>470</b>	<b>100,0</b>	<b>93,54</b>	<b>100,0</b>	<b>300,0</b>	<b>100,0</b>

As espécies com as maiores porcentagens de importância foram *Parapiptadenia rigida* (18,05%), *Luehea divaricata* (17,08%), *Nectandra lanceolata* (13,35%), *Schinus terebinthifolius* (5,95%), *Allophylus edulis* (4,14%) e *Annona rugulosa* (4,06%) (Figura 4).



FIGURA 4 – Arbóreas de maior porcentagem de importância, no sítio com 32 anos de regeneração, a) *Parapiptadenia rigida*; b) *Luehea divaricata*; c) *Nectandra lanceolata*; d) *Schinus terebinthifolius*; e) *Allophylus edulis* e f) *Annona rugulosa*.  
 FONTE: Elaborado pelo autor (2012).

*Parapiptadenia rigida* e *Luehea divaricata* possuem dispersão autocórica, enquanto *Schinus terebinthifolius*, *Nectandra lanceolata* e *Allophylus edulis* por ornitocoria e *Annona rugulosa*, zoocórica por mamíferos.

O sítio com 32 anos se transformou em uma floresta, com árvores que atingem até 16 m de altura e 180 cm de CAP. Este fato também foi observado por Holz e Placci (2003), dizendo que, entre 20 e 30 anos de regeneração as florestas secundárias passam a apresentar características de uma floresta primária.

A comunidade arbórea agora é dominante, não existindo mais áreas de clareira ou de campo. Mas, mesmo assim, a floresta ainda tem muito para evoluir, as epífitas ainda não fazem parte desta formação, as árvores pioneiras estão em

substituição; foram encontradas sete árvores mortas (35/ha), este é um dos fatores que não permite o estabelecimento da comunidade de plantas epífitas. O sítio não contém araucárias, mesmo estando a 70 m das matrizes fornecedoras de sementes, este fato pode ser justificado pela presença de porcos criados soltos, pelos moradores vizinhos. Os porcos invadem a área da mineradora e se alimentam dos pinhões.

A densidade deste sítio foi de 1295 árvores / ha, entre as quais 330 ultrapassaram os 12 m de altura, correspondendo a 25,48% do total. Na classe entre 7 m e 12 m de altura foram encontradas 710 árvores o que corresponde a 54,82%. E na classe com menos de 7 m, foram 260, equivalendo a 20,07% (FIGURA 5).

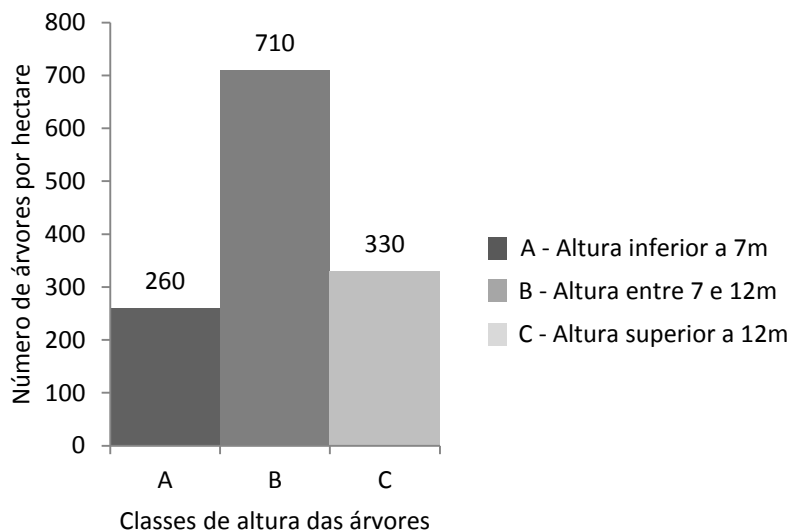


FIGURA 5 - Número de árvores / ha em classes de altura no sítio com 32 anos.  
 FONTE: Elaborado pelo autor (2014).

As três primeiras espécies em porcentagem de importância somaram 580 árvores/ha, representando 48,93% dessa comunidade. Fabaceae foi a mais expressiva, com 375 plantas / ha, equivalendo a 27,42% da comunidade arbórea.

Lauraceae participou com 205 plantas/ha, correspondendo a 18,25% da comunidade. Malvaceae ficou em terceiro lugar, com 195 árvores e 17,08% do total das plantas.

### 3.2 4 Plantas arbóreas encontradas na floresta secundária

Para avaliar a flora arbórea pré-existente na região, foi escolhida uma floresta secundária, junto da mina Saivá. Na mineradora foram deixadas áreas de reserva florestal, formadas por florestas secundárias que atualmente são os remanescentes representativos da flora da região e que fornecem sementes para a recuperação de áreas vizinhas. Segundo Brown e Lugo (1990), as florestas tropicais e subtropicais atingem uma similaridade com as florestas maduras entre 60 e 80 anos. E este sítio apresentou idade próxima a sitada por Brown e Lugo (1990), pois estava com 50 anos de idade. Por ainda não possuir epífitas, caracteriza-se em um estágio médio de regeneração (CONAMA, 2007).

Nesse sítio foram encontradas 72 espécies, 59 gêneros e 36 famílias. A melhor representada foi Clethraceae com 500 plantas / ha, com uma espécie e com porcentagem de importância (PI) de 16,46%; Asparagaceae, com 440 plantas / ha, uma espécie e com a PI de 8,4%; Cunoniaceae com 190 árvores / ha, uma espécie e uma PI de 6,19% (FIGURA 6). O índice de diversidade de Shannon (H') (SHANNON e WEANER 1949, MAGURRAN, 1988) para este sítio foi de 3,39.

Os parâmetros fitossociológicos deste sítio constam na tabela 3.

TABELA 4 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade arbórea no sítio com 32 anos de regeneração; DA, densidade absoluta; DR, densidade relativa; FA, frequência absoluta; FR, frequência relativa; DoA, dominância absoluta; DoR, dominância relativa; VI, valor de importância e PI, porcentagem de importância.

Espécie	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	PI
<i>Clethra scabra</i>	500	15,63	80	7,62	21,39	26,12	49,37	16,46
<i>Cordyline spectabilis</i>	440	13,75	80	7,62	3,17	3,87	25,24	8,41
<i>Lamanonia ternata</i>	195	6,09	32,5	3,1	7,69	9,39	18,58	6,19
<i>Dalbergia brasiliensis</i>	270	8,44	70	6,67	2,24	2,73	17,84	5,95
<i>Anadenanthera colubrina</i>	80	2,5	30	2,86	10,18	12,43	17,79	5,93
<i>Jacaranda puberula</i>	205	6,41	65	6,19	3,86	4,71	17,31	5,77
<i>Cupania vernalis</i>	145	4,53	50	4,76	2,36	2,89	12,18	4,06
<i>Myrcia splendens</i>	85	2,66	35	3,33	0,61	0,74	6,73	2,24
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	40	1,25	20	1,9	2,92	3,56	6,71	2,24
<i>Cabralea canjerana</i>	80	2,5	32,5	3,1	0,91	1,11	6,71	2,24
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	50	1,56	25	2,38	1,87	2,28	6,22	2,07
<i>Persea major</i>	40	1,25	20	1,9	1,53	1,87	5,02	1,67
<i>Schinus terebinthifolius</i>	45	1,41	22,5	2,14	1,18	1,44	4,99	1,66
<i>Matayba elaeagnoides</i>	40	1,25	17,5	1,67	1,46	1,79	4,71	1,57
<i>Cyathea phalerata</i>	40	1,25	17,5	1,67	0,78	0,95	3,87	1,29
<i>Ocotea porosa</i>	35	1,09	17,5	1,67	0,75	0,92	3,68	1,23
Mortas	40	1,25	17,5	1,67	0,62	0,75	3,67	1,22

Continua

## Conclusão

<b>Espécie</b>	<b>DA</b>	<b>DR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>DoA</b>	<b>DoR</b>	<b>VI</b>	<b>PI</b>
<i>Cinnamomum sellowianum</i>	30	0,94	12,5	1,19	1,17	1,42	3,55	1,18
<i>Ficus enormis</i>	15	0,47	7,5	0,71	1,88	2,29	3,47	1,16
<i>Nectandra lanceolata</i>	25	0,78	12,5	1,19	1,17	1,43	3,40	1,13
<i>Ocotea puberula</i>	20	0,63	10	0,95	1,42	1,73	3,31	1,10
<i>Maytenus gonoclada</i>	40	1,25	17,5	1,67	0,15	0,18	3,10	1,03
<i>Cedrela fissilis</i>	30	0,94	15	1,43	0,54	0,66	3,03	1,01
<i>Gordonia fruticosa</i>	30	0,94	15	1,43	0,53	0,65	3,02	1,01
<i>Sapium glandulosum</i>	25	0,78	12,5	1,19	0,53	0,64	2,61	0,87
<i>Styrax leprosus</i>	25	0,78	12,5	1,19	0,49	0,60	2,57	0,86
<i>Miconia sellowiana</i>	30	0,94	15	1,43	0,11	0,14	2,51	0,84
<i>Casearia sylvestris</i>	25	0,78	12,5	1,19	0,43	0,53	2,50	0,83
<i>Myrsine umbellata</i>	30	0,94	15	1,43	0,11	0,13	2,50	0,83
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	15	0,47	7,5	0,71	0,94	1,15	2,33	0,78
<i>Hovenia dulcis</i>	25	0,78	10	0,95	0,45	0,55	2,28	0,76
<i>Allophylus edulis</i>	25	0,78	12,5	1,19	0,15	0,18	2,15	0,72
<i>Alchornea triplinervia</i>	20	0,63	10	0,95	0,44	0,54	2,12	0,71
<i>Araucaria angustifolia</i>	15	0,47	7,5	0,71	0,76	0,93	2,11	0,70
<i>Ilex theezans</i>	20	0,63	10	0,95	0,27	0,33	1,91	0,64
<i>Prunus sellowii</i>	15	0,47	7,5	0,71	0,49	0,6	1,78	0,59
<i>Inga marginata</i>	20	0,63	10	0,95	0,13	0,16	1,74	0,58
<i>Cinnamodendron dinisii</i>	15	0,47	5	0,48	0,64	0,78	1,73	0,58
<i>Inga sessilis</i>	20	0,63	7,5	0,71	0,31	0,38	1,72	0,57
<i>Casearia decandra</i>	15	0,47	7,5	0,71	0,4	0,49	1,67	0,56
<i>Nectandra oppositifolia</i>	15	0,47	7,5	0,71	0,38	0,47	1,65	0,55
<i>Roupala brasiliensis</i>	15	0,47	7,5	0,71	0,33	0,4	1,58	0,53
<i>Myrsine laetevirens</i>	20	0,63	7,5	0,71	0,18	0,22	1,56	0,52
<i>Alsophila setosa</i>	15	0,47	7,5	0,71	0,25	0,31	1,49	0,50
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	15	0,47	7,5	0,71	0,2	0,25	1,43	0,48
<i>Ocotea nutans</i>	15	0,47	7,5	0,71	0,18	0,22	1,40	0,47
<i>Guapira opposita</i>	15	0,47	7,5	0,71	0,17	0,21	1,39	0,46
<i>Trema micrantha</i>	10	0,31	5	0,48	0,49	0,6	1,39	0,46
<i>Myrcia venulosa</i>	15	0,47	7,5	0,71	0,17	0,2	1,38	0,46
<i>Xylosma ciliatifolia</i>	15	0,47	7,5	0,71	0,1	0,12	1,30	0,43
<i>Ilex paraguariensis</i>	10	0,31	5	0,48	0,38	0,46	1,25	0,42
<i>Machaerium stipitatum</i>	10	0,31	2,5	0,24	0,56	0,69	1,24	0,41
<i>Myrcia pulchra</i>	15	0,47	7,5	0,71	0,03	0,04	1,22	0,41
<i>Croton urucurana</i>	10	0,31	5	0,48	0,28	0,34	1,13	0,38
<i>Endlicheria paniculata</i>	10	0,31	5	0,48	0,22	0,27	1,06	0,35
<i>Ligustrum lucidum</i>	10	0,31	5	0,48	0,2	0,25	1,04	0,35
<i>Tibouchina sellowiana</i>	10	0,31	5	0,48	0,15	0,18	0,97	0,32
<i>Psidium cattleianum</i>	10	0,31	5	0,48	0,11	0,13	0,92	0,31
<i>Dalbergia frutescens</i>	10	0,31	5	0,48	0,05	0,06	0,85	0,28
<i>Dasyphyllum brasiliense</i>	10	0,31	5	0,48	0,05	0,06	0,85	0,28
<i>Casearia lasiophylla</i>	10	0,31	5	0,48	0,04	0,05	0,84	0,28
<i>Guatteria australis</i>	10	0,31	5	0,48	0,03	0,04	0,83	0,28
<i>Myrcia hatschbachii</i>	10	0,31	5	0,48	0,02	0,03	0,82	0,27
<i>Myrceugenia myrcioides</i>	10	0,31	5	0,48	0,02	0,02	0,81	0,27
<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	10	0,31	5	0,48	0,02	0,02	0,81	0,27
<i>Luehea divaricata</i>	5	0,16	2,5	0,24	0,10	0,13	0,53	0,18
<i>Escallonia bifida</i>	5	0,16	2,5	0,24	0,05	0,06	0,46	0,15
<i>Ilex brevicuspis</i>	5	0,16	2,5	0,24	0,04	0,05	0,45	0,15
<i>Morus alba</i>	5	0,16	2,5	0,24	0,03	0,04	0,44	0,15
<i>Psychotria velloziana</i>	5	0,16	2,5	0,24	0,01	0,02	0,42	0,14
<i>Eugenia hyemalis</i>	5	0,16	2,5	0,24	0,01	0,02	0,42	0,14
<i>Citronella paniculata</i>	5	0,16	2,5	0,24	0,01	0,01	0,41	0,14
<b>Totais</b>	<b>3200</b>	<b>100,0</b>	<b>6.300,0</b>	<b>100,0</b>	<b>163,7</b>	<b>100,0</b>	<b>300,0</b>	<b>100,0</b>



Nesse sítio, as espécies com as maiores porcentagens de importância foram: *Clethra scabra* (16,46%), *Cordyline spectabilis* (8,41%), *Lamanonia ternata* (6,19%), *Dalbergia brasiliensis* (5,95%), *Anadenanthera colubrina* (5,93% e *Jacaranda puberula* (5,77%) (FIGURA 6).

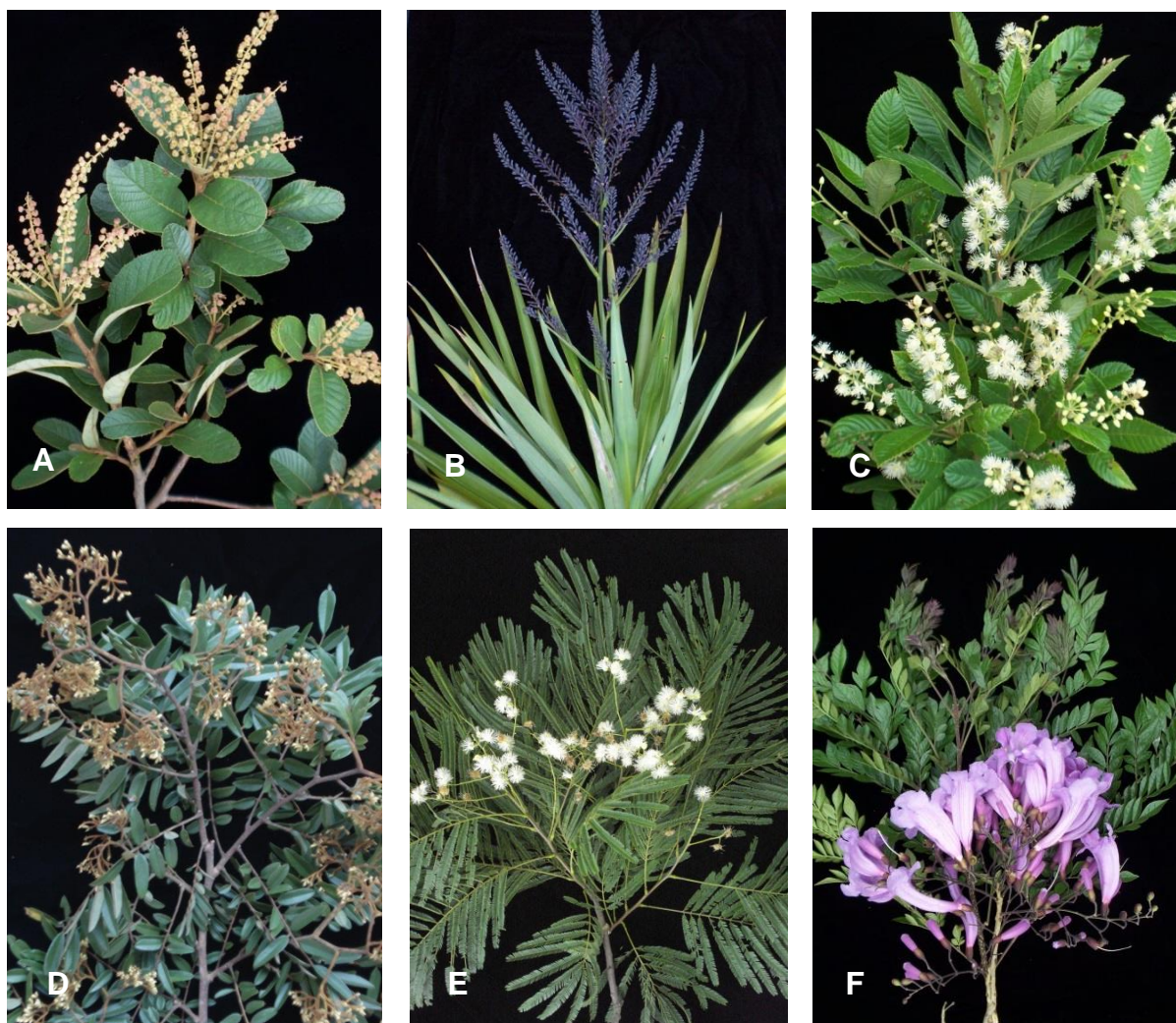


FIGURA 6 – Arbóreas de maior porcentagem de importância, no sítio com floresta secundária, a) *Clethra scabra*; b) *Cordyline spectabilis*; c) *Lamanonia ternata*; d) *Dalbergia brasiliensis*; e) *Anadenanthera colubrina* e f) *Jacaranda puberula*.

FONTE: Elaborado pelo autor (2012).

*Clethra scabra*, *Lamanonia ternata*, *Dalbergia brasiliensis*, *Anadenanthera colubrina* e *Jacaranda puberula* possuem dispersão balistocórica e anemocórica e *Cordyline spectabilis*, por ornitocoria.



O sítio de floresta secundária é formado por uma vegetação com 50 anos de idade, em fase média de regeneração e representa uma tipologia de Floresta Ombrófila Mista, porém, não tão rica quanto a primária, preexistente nas áreas de mineração. As árvores neste sítio chegam a 15 m de altura e 217 cm de CAP. A densidade de árvores foi de 3200 indivíduos / ha. Acima de 12 m de altura foram encontradas 625 árvores / ha, o que corresponde a 20% do total das plantas; com alturas entre 7 e 12 m foram encontradas 1605 árvores / ha, equivalente a 50,15 % e com alturas inferiores a 7 m foram 970 árvores / ha, equivalendo a 30,31% do total (FIGURA 7).

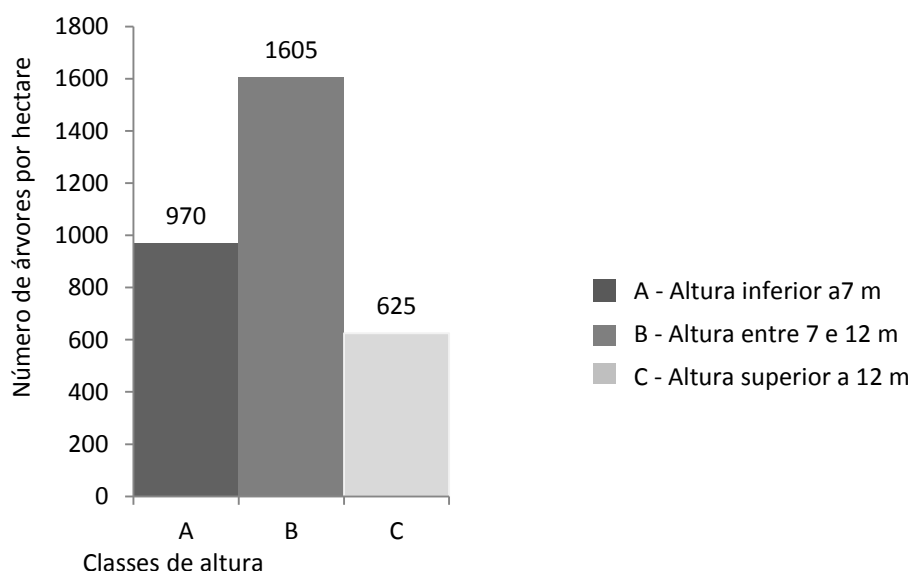


FIGURA 7 - Número de árvores / ha em classes de altura, no sítio com floresta nativa secundária.

FONTE: Elaborado pelo autor (2014).

Nos três sítios foram encontradas 41 famílias, 74 gêneros e 91 espécies (TABELA 4). As famílias mais ricas em espécies foram Fabaceae (16 espécies), Lauraceae (10 espécies) e Myrtaceae (nove espécies).

TABELA 5 - Número de famílias, gêneros e espécies de plantas arbóreas nos sítios de regeneração e na floresta secundária.

Sítios de estudo	Famílias	Gêneros	Espécies
Regeneração de 5 anos	0	0	0
Regeneração de 15 anos	17	28	30
Regeneração de 32 anos	17	32	34
Floresta secundária	36	59	72
<b>Totais sem repetições</b>	<b>41</b>	<b>74</b>	<b>91</b>

Na área com 5 anos de regeneração não foi encontrado nenhum indivíduo arbóreo. Nessa fase, o processo de regeneração apresentou somente espécies arbóreas em fase jovem que foram incluídas no grupo das plantas arbustivas. Quando o processo sucessional atinge os 15 anos de idade, aparecem as primeiras arbóreas, tendo sido encontradas 30 espécies, 28 gêneros e 17 famílias, demonstrando um aspecto de capoeira, que é o início da formação de uma floresta. Com a idade de 32 anos, a regeneração atinge uma condição de floresta, onde foram encontradas, 34 espécies, 32 gêneros e 17 famílias. A floresta secundária possui uma diversidade bem maior, elevando em 111% o número de espécies em relação à área de 32 anos, com 71 espécies, 59 gêneros e 36 famílias.

## 4 DISCUSSÃO

Em seu trabalho, Rios (2010) encontrou, 44 espécies arbóreas, 39 gêneros e 23 famílias, em uma área do Parque Saltos Küppers, Argentina, afetada por mineração de basalto.

No estudo de regeneração em minas de caulim em Bráz- Pires, Minas Gerais, Araujo *et al.* (2006) encontraram 64 espécies, distribuídas em 50 gêneros e 30 famílias. Tendo como famílias mais expressivas Fabaceae com 11 espécies e Myrtaceae com seis.

No trabalho de Klein *et al.* (2009) foram encontradas 43 espécies de plantas arbóreas, povoando as pilhas de rejeitos de uma antiga mina de carvão em Urussanga, Santa Catarina, onde as espécies que mais se destacaram na regeneração foram *Clethra scabra* e *Myrsine coriacea*.

Narvaes (2005), ao estudar a regeneração natural da Floresta Nacional de São Francisco de Paula localizada no Rincão dos Kröeff, no município de São Francisco de Paula - RS, encontrou 109 espécies, 88 gêneros e 46 famílias de plantas arbóreas em fase de regeneração medindo de 3 cm até 30 cm de circunferência, onde, Myrtaceae foi a família mais representativa, com 21 espécies, seguida de Solanaceae (11), Lauraceae (10), Asteraceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae e Rutaceae (5). Outros autores como, Jarenkow (1985), Calegari (1999), SEMA-RS/UFSM (2001) e Mauhs e Backes (2002), encontraram resultados semelhantes estudando a formação de Floresta Ombrófila Mista; assim como Araujo (2002) no estudo da Floresta Estacional Ripária em Cachoeira do Sul – RS, onde Myrtaceae está sempre presente com elevada representatividade de espécies.

Neste trabalho os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) para a comunidade arbórea foram de  $H' = 3,01$  para o sítio com 15 anos,  $H' = 2,87$ ; para o sítio com 32 anos e de  $H' = 3,39$ ; para o sítio de floresta secundária. A Secretaria de Estado de Meio Ambiente e a Universidade de Santa Maria (SEMA-RS/UFSM, 2001), na análise da regeneração natural para todo o estado do Rio Grande do Sul, encontrou a diversidade de  $H' = 1,79$  (SHANNON). Mauhs e Backes (2002) encontraram um índice de  $H' = 2,90$  em um fragmento florestal submetido a perturbações antrópicas, na mesma formação vegetacional. Enquanto Jarenkow (1985), nessa mesma formação e com um critério de inclusão de  $\geq 15$  cm de CAP, obteve um índice de  $H' = 2,93$ .

## 5 CONCLUSÕES

O sítio de floresta secundária, embora não sendo uma floresta primária, mesmo assim foi a de maior riqueza de espécies arbóreas que o sítio com 32 anos. Uma das justificativas é o fato de que na floresta secundária é 18 anos mais velha que a floresta de 32 anos, outra, é que o solo daquele não sofreu a degradação pelo processo de mineração, possuindo condições mais favoráveis ao desenvolvimento das espécies vegetais.

Após 32 anos de regeneração a floresta minerada possui 59,60% das espécies vegetais existentes em uma floresta nativa secundária com 50 anos de idade.

No caso do sítio com 5 anos de regeneração não apresentar nenhum indivíduo arbóreo, foi pelo fato do distúrbio ter mudado drasticamente as condições do ambiente, não permitindo que neste curto espaço de tempo fossem restabelecidas as condições microclimáticas e edáficas para o desenvolvimento das árvores, mesmo a área estando circundada por remanescentes florestais a menos de 80 m de distância.

Embora as áreas de estudo tenham sofrido degradação, isto não implica necessariamente que haja a introdução de espécies exóticas. As espécies exóticas são introduzidas nas áreas degradadas pela proximidade de comunidades humanas ou pela visita de pessoas a estas áreas, porém, a situação que se encontram as áreas junto das minas é diferente, elas estão afastadas do centro urbano e também são áreas particulares de alto risco de permanência onde as pessoas não tem acesso. Devido a estes fatos a ocorrência de espécies exóticas é pequena.

O fato de terem sido encontrados indivíduos mortos e de grande porte no sítio de 32 anos indica o final do ciclo de vida de espécies pioneiras e secundárias Iniciais, mas elas não estão sendo adequadamente substituídas, devido à erosão do solo, deixando as rochas expostas na superfície inviabilizando a fixação de novos indivíduos.

No sítio com 15 anos de regeneração foram encontradas 12 espécies de pioneiras e 14 de secundárias, aos 32 anos a floresta se apresentou com 13 espécies de pioneiras e 15 de secundárias e aos 50 anos, a floresta secundária é

formada por 31 espécies dos grupos: secundárias iniciais, secundárias tardias e climácias possuindo 19 pioneiras.

Para que a regeneração seja bem sucedida em áreas de mineração, torna-se necessário que o depósito de terra seja feito em relevo plano ou que os taludes sejam com inclinações menores do que 25° e ainda o depósito de terra da camada superficial seja mais profunda.

Embora estas áreas tenham passado por um processo drástico de degradação, como a da mineração de calcário, elas possuem grande capacidade de regeneração e um médio índice de diversidade.

## 5 RESULTADOS GERAIS

O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) para as classes de herbáceas, arbustos e árvores encontrados nos três sítios de mineração e na floresta nativa secundária encontra-se na tabela 1.

TABELA 1: Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) (MAGURRAN, 2011), para os grupos de herbáceas, arbustos e árvores, encontrados em três sítios de mineração e um de floresta secundária.

<b>Grupos</b>	<b>R 5a</b>	<b>R 15 a</b>	<b>R 32<sup>a</sup></b>	<b>Flo Sec</b>
HERBÁCEAS	3,30	2,48	2,37	2,95
ARBUSTOS	2,29	2,32	3,10	3,59
ARBÓREAS	---	3,01	2,97	3,39

Nas herbáceas observou-se uma queda no índice de diversidade, do sítio com 5 anos, para o sítio de 32 anos, voltando a elevar-se na floresta secundária, este fato é explicado pela competição com os outros grupos como o dos arbustos que apresentou um gradativo aumento no índice de diversidade do sítio de 5 anos, para o sítio de floresta nativa secundária, o mesmo acontecendo com as arbóreas que foram avaliadas a partir do sítio com 15 anos. Aos 5 anos, a classe mais expressiva foi a das herbáceas com um índice de  $H' = 3,30$ , a classe das arbóreas foi contada com a dos arbustos e obtiveram um índice de  $H' = 2,29$ . Aos 15 anos, as arbóreas já passam a apresentar o maior índice entre as três classes,  $H' = 3,01$ , deixando as herbáceas em terceiro lugar com  $H' = 2,48$ . Com 32 anos, a regeneração se apresenta com maior diversidade para os arbustos.  $H' = 3,10$ , mantendo as herbáceas em terceiro com  $H' = 2,37$ . E na floresta secundária os arbustos também foram os de maior diversidade com  $H' = 3,59$ , seguidos pelas arbóreas com  $H' = 3,39$  e herbáceas com  $H' = 2,95$ .

No total as classes de herbáceas, arbustivas e arbóreas nos quatro sítios estudados ficaram distribuídas de acordo com a tabela 2. Para obter a soma de 323 espécies foram descontadas as espécies que pertenceram simultaneamente à classe das árvores e também às arbustivas, na forma de planta ainda jovem.

TABELA 2 - Número de espécies de plantas em cada sítio de estudo. A somatória das classes exclui as espécies repetidas de um sítio para o outro.

Sítios de estudo	Nº de espécies por grupo de plantas			Total
	Herbáceas	Arbustivas	Arbóreas	
Regeneração com 5 anos	75	22	0	97
Regeneração com 15 anos	58	21	30	109
Regeneração com 32 anos	43	44	34	121
Floresta Secundária	68	64	71	203
<b>Somatória das classes</b>	<b>181</b>	<b>122</b>	<b>91</b>	<b>323</b>

As herbáceas foram as dominantes nesta pesquisa, representando 55,01% de todas as espécies encontradas nos quatro sítios. No sítio com 5 anos de regeneração, as herbáceas foram as dominantes com 75 espécies e as arbóreas não foram representadas por nenhum indivíduo que apresentasse caule com mais de 15 cm de CAP, somente indivíduos jovens, no total de 9 espécies, que entraram no grupo das arbustivas; o restante das arbustivas, 13 espécies, são verdadeiros arbustos que somadas às arbóreas jovens contabilizaram 22 espécies.

No sítio com 15 anos, ocorreu a diminuição no número das herbáceas, que passou de 75, para 58 espécies, e o número de arbustivas diminuiu para 21. Em compensação, estabeleceram-se as arbóreas, com 30 espécies, concorrendo com os outros grupos, o que pode justificar a diminuição do número das herbáceas e arbustivas desse sítio. Para o sítio com 32 anos, a situação se mostra mais equilibrada para os três grupos, o número de herbáceas diminuiu ainda mais, chegando a 43 espécies, porém o número de arbustivas aumentou em 109%, passando para 44 espécies; as arbóreas também aumentaram em número, chegando a 34 espécies, um aumento de 13% em relação ao sítio de 15 anos. No caso da floresta secundária, contabilizou-se um aumento do número de espécies para as três classes, 68 (158%) herbáceas, 63 (45%) arbustivas e 72 (108%) arbóreas. O número de 68 espécies de herbáceas só ficou abaixo do sítio com 5 anos.

Os principais gêneros da sucessão nos primeiros 5 anos foram *Sorghastrum*, *Andropogon* e *Cortaderia* (Poaceae), aos 15 anos foram *Baccharis* (Asteraceae), *Schinus* (Anacardiaceae) e *Mimosa* (Fabaceae). Aos 32 anos os que se destacaram foram *Anadenanthera* (Fabaceae), *Luehea* (Malvaceae) e *Nectandra* (Lauraceae), e

na fase mais avançada de regeneração representada pela floresta secundária, foram *Clethra* (Clethraceae) *Lamanonia* (Cunoniaceae) e *Anadenathera* (Fabaceae).

A regeneração da floresta com araucárias no Sul e Sudeste do Brasil segue uma sequência de estágios dominados por espécies dos gêneros *Andropogon* (Poaceae), *Baccharis* (Asteraceae), *Myrsine* (Primulaceae), *Miconia* (Melastomataceae) e *Alchornea* (Euphobiaceae) (KLEIN, 1980). Poaceas, *Baccharis*, *Tibouchina* (Melastomataceae) e *Alchornea* (TABARELLI, 1997) ou por *Imperata* (Poaceae), *Baccharis*, *Tibouchina* e *Nectandra* (Lauraceae), cronosequência observada por Feitosa do Nascimento (1994).

Nenhuma das espécies exóticas foi de grande representatividade no estudo fitossociológico, demonstrando que, ainda, não são um problema nas áreas estudadas.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As alterações sofridas pelo ambiente em uma área de mineração são bastante drásticas, conduzindo o processo de regeneração a uma sere inicial de sucessão, semelhante a uma sucessão primária, apresentando nos primeiros cinco anos, apenas ervas, arbustos e espécies arbóreas com menos de 2 m de altura.

O fato de não ocorrerem indivíduos arbóreos nos primeiros 5 anos de regeneração é resultado do novo solo formado pelo depósito de rejeitos, que não traz consigo nenhum tipo de diásporo que possibilite o repovoamento das espécies.

Embora a floresta remanescente estivesse localizada a menos de 80 m de distância, as condições do microclima e do solo não permitiram o estabelecimento de espécies arbóreas com CAP maior que 15 cm e 2 m de altura nos primeiros anos da regeneração.

A regeneração das espécies é dificultada pelos taludes com ângulo de 45°, diminuindo o tempo de permanência das sementes para a fixação, e as áreas de terraços entre um talude e outro são usadas como estradas para a circulação de caminhões.

Um fato favorável ao processo da regeneração é o grande número de indivíduos por unidade de área, condição propícia para a fixação das espécies de séres subsequentes.

No estudo de regeneração de florestas, é comum somente a avaliação das plantas arbóreas, mas como foi visto neste trabalho as plantas herbáceas e as arbustivas representam a maioria em número de espécies e de indivíduos, contribuindo efetivamente para o restabelecimento das condições edáficas e climáticas das áreas impactadas, facilitando o estabelecimento das espécies arbóreas.

Para recompor uma área degradada pela mineração de calcário, é necessário iniciar a recuperação com o plantio de espécies herbáceas, pertencentes às famílias Asteraceae, Poaceae e Fabaceae, pois estas três famílias juntas representaram 68% das espécies encontradas nos primeiros cinco anos de regeneração.

*Araucaria angustifolia*, importante pelo seu interesse comercial e ecológico, apresentou baixa taxa de regeneração natural nos sítios com 5, 15 e 32 anos, demonstrando ser necessário o plantio para auxiliar na recomposição da espécie.

As áreas de rochas carbonáticas para futuras explorações no Território Ribeira são ainda bastante vastas, e as áreas de unidades de conservação somam apenas duas, tendo em vista que o bioma Mata Atlântica faz parte de um dos 34 *hotspot* da biodiversidade mundial, é necessária a criação de mais unidades de conservação para representar a biodiversidade desta região.

O uso do calcário na sociedade moderna é crescente e indispensável, para tanto, novas áreas estão sendo continuamente abertas e ampliadas. Para minimizar os efeitos da degradação desses ambientes é necessário mais estudos sobre a regeneração em áreas de mineração de calcário, pois os atuais ainda são incipientes.

A comunidade herbácea das formações de Floresta Ombrófila Mista do estado do Paraná necessita de mais estudos florísticos e fitossociológicos.

## REFERÊNCIAS

- ACIESP. **Glossário de Ecologia**. 2ª ed. São Paulo. 1997. 352 p.
- AIDE, T.M.; ZIMMERMAN, J.K.; PASCARELLA, J.B; RIVERA, L.; MARCANO-VEGA, H. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. **Restoration ecology**, v.8, n.4, p. 328-338. Dec. 2000.
- ALMEIDA, M. M. T. B., LIXA, A. T., SILVA, E., AZEVEDO, P. H. S. D., De-Polli, H. e RIBEIRO, R. D. L. D. Fertilizantes de leguminosas como fontes alternativas de nitrogênio para produção orgânica de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43 (6), 675-682. 2008.
- ALMEIDA, S. S. **Clareiras naturais na Amazônia Central: abundância, distribuição e aspectos da colonização vegetal**. 1990. 125 f. Dissertação (Mestrado). INPA-FUA. Manaus, AM. 1990.
- ÂNGELO, J. G. M., LENA, J. C., DIAS, L., e SANTOS, J. Diversidade vegetal em áreas em reabilitação de mineração de ferro, na Mina de Alegria. Mariana–MG. **Revista Árvore**, 26, 183-192. 2002.
- ARAUJO, D. S. D.; OLIVEIRA, R.R., LIMA, E. e RAVELLI NETO, A. Estrutura da vegetação e condições edáficas numa clareira de mata de restinga na Reserva Biologica Estadual da Praia do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Ecologia** v.1, n.2, p. 36-43. 1997.
- ARAUJO, F. S. D., MARTINS, S. V., MEIRA NETO, J. A. A., LANI, J. L., e PIRES, I. E. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p.107-116, 2006.
- ARAUJO, M. M. **Vegetação e mecanismos de regeneração em fragmento de Floresta Estacional Decidual Ripária, Cachoeira do Sul, RS, Brasil**. 2002. 153 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2002.
- ASSUNÇÃO, S.L. e FELFILI, J.M. Fitossociologia de um fragmento de cerrado *senso stricto* na APA do Paranoá, DF, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 18, p.903-909, 2004.
- BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Fitossociologia do sub-bosque de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Araucária, PR. **Ciência Florestal**. Santa Maria – RS. v.14, n.1, p. 35 – 45, 2004.
- BARROSO, G. M.; BUENO, O. L. Compostas, subtribo Baccharidinae. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí – SC, 304 p., 2002.

BACKES, P.; IRGANG, B. E. **Árvores cultivadas no sul do Brasil: guia de identificação e interesse paisagístico das principais espécies exóticas.** Paisagem do Sul, 2004.

BECHARA, F. C. **Restauração ecológica de restingas contaminadas por *Pinus* no parque florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC.** 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2003.

BENITEZ-MALVIDO, J.; MARTINEZ-RAMOS, M. Impacto of Forest fragmentation on understory plant species richness in Amazonia. **Conservation biology**, v.17, n.2, p. 389-400, 2003.

BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. (Ed.). **Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada.** Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR, 2008. 74p.

BERNACCI, L.C.; GOLDENBERG, R.; METZGER, J.P. Estrutura florística de 15 fragmentos florestais ripários da bacia do Jacaré-Pepira (SP). **Naturalia** **23**: 23-54. 1998.

BLUM, C. T.; BORGIO, M.; SAMPAIO, A. C. F. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba**, v. 3, n. 2, p. 78-97, 2008.

BOCHNER, J. K. **Serviços Ambientais Gerados Pela Floresta de Mata Atlântica na Qualidade do Solo.** Monografia do Instituto de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica – RJ, 2007.

BOLDRINI, I. I. MIOTTO, S. T. S. Levantamento fitossociológico de um campo limpo da Estação Experimental Agronômica, UFRGS, Guaíba, RS – 1ª etapa. **Acta Biológica Brasilica**, n. 1, v. 1, p. 49-56, 1987.

BOWLER, P. J. Historia Fontana de las Ciencias Ambientales. Trad: ELIER, Robert. Carretera - México: **Fondo de Cultura Económica**, p. 369-406. 1998.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 22 dez. 2006.

BRASIL. Resolução/CONAMA nº 392, de 25 de junho de 2007. Define vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, de 26/06/2007.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitossociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales**, Blume Edic. Madrid. 1979. 820p.

BREPOHL, D. **Análise da política de incentivos fiscais para o reflorestamento no Brasil e no Paraná.** 1980. 216f. Dissertação (Mestrado em Economia e Política Florestal) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba – PR.1980.

BROWN, S.; LUGO, A.E. Tropical secondary forests. **Journal of Tropical Ecology**, v.6, p. 1-32, 1990.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

CABRERA, A. L.; KLEIN, R. M.; Compostas, tribo Vernoniae. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí – SC. 352 p., 1980.

CABRERA, A. L.; KLEIN, R. M.; Compostas, tribo Eupatorieae. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí – SC. 352 p., 1989.

CAETANO, A. C.; SILVA-JUNIOR, E. B.; PADUELI, M. P. A compensação ambiental e o desenvolvimento econômico – uma análise na indústria da mineração. **Revista de Direito e Política**. São Paulo, v.13, 2007.

CAIN, S.A. The species-area curve. **The American Midland Naturalist** 19, p. 573-581, 1938.

CAIN, S.A. Sample-plot technique applied to alpine vegetation in Wyoming. **American Journal of Botany** 30, p. 240-247, 1943.

CAIN, S. A.; CASTRO, G. M. O.; PIRES, J. N. et al. Application of some phytosociological techniques to Brazilian rain forests. **Amer. J. Bot.**, New York, v.43, n.3, p.911-941, 1956.

CALEGARI, J. **Tamanho ótimo da unidade amostral para estudo da regeneração natural de uma Floresta Ombrófila Mista**. 1999. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 1999.

CAMPHORA, A. L.; PETER, H. M. A valoração ambiental como ferramenta de gestão em unidades de conservação: há convergência de valores para o bioma Mata Atlântica? **MEGADIVERSIDADE**, v 2 , p.23-38, 2006.

CAMPOS, W. H. **Avaliação de uma área em processo de restauração, como medida compensatória pela mineração de calcário, município de Barroso, MG**. 2013. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, MG, 2013.

CAMPOS, J. B. A pecuária e a degradação social e ambiental do Noroeste do Paraná. **Cadernos da biodiversidade**, Curitiba, v. 2, p. 1-3, 1999.

CAMPOS, J.B.; SOUZA, M. C. The Potential for natural Forest regeneration from seed bank in upper Parana River floodplain in Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, n.4, p. 625-639, 2003.

CAPERS, R.S.; CHAZDON, R.L.; BRENES, A.R.; VILCHEZ ALVARADO, B. Successional dynamics of Woody seedling communities in wet tropical secondary forests. **Journal of Ecology**, v.93, p. 1071-1084, 2005.

CARPANEZZI, A. A. Fundamentos para reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Restauração florestal**: Fundamentos e estudo de caso. Colombo: EMBRAPA Floresta. p. 27 – 45, 2005.

CASTANHO, G. G. **Avaliação de dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual restaurada por meio de plantio, com 18 e 20 anos, no Sudeste do Brasil.** 2009. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Visoza, MG. 2009.

CATHARINO, E. L. M.; BERNACCI, L. C.; FRANCO, G. A. D. C.; DURIGAN, G., Metzger, J. P. Aspectos da composição e diversidade do componente arbóreo das florestas da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Biota Neotropica**, v.6, n. 2, p. 1-28, 2006.

CHEUNG, K. C., LIEBSCH, D., & MARQUES, M. C. M. Forest recovery in newly abandoned pastures in Southern Brazil: implications for the Atlantic Rain Forest resilience. **Natureza & Conservação**, v. 8, n.1, p. 66-70, 2010.

CLARK, J.S.; SILMAN, M.; KERN, R.; MACKLIN, E. e HILLE RIS LAMBERS, J. Seed dispersal near and far: patterns across temperate and tropical forests. **Ecology** v. 80. p.1475-1494, 1999.

CLEMENTS, F. E. **Plant succession: An analysis of community functions.** Washington: Carnige Institutuin Washington, p.1-512. Publication, 242. 1916.

CLIMATEMO: O Céu fala. a gente entende. Disponível em: < [www.climatempo.com.br](http://www.climatempo.com.br)>. Acesso em: 10 de dez 2013.

COSTALONGA, S. R., DOS REIS, G. G., REIS, M. D. G. F., DA SILVA, A. F., DE LIMA, E. E.; GUIMARÃES, F. P. Florística do banco de sementes do solo em áreas contíguas de pastagem degradada, plantio de eucalipto e floresta em Paula Cândido, MG. **Floresta**, v. 36, n.2, 2006.

CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL; FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS; INSITITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS; SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO; SEMAD/INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS – MG. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Floresta Atlântica e Campos Sulinos.** MMA/SBF, Brasília. 2000.

CORLETT, R.T. Tropical secondary forests. **Progress in Physical Geography**, v.19, n.2, p.159-172, 1995.

COSTA, F.R.C. Structure and composition of the groundherb community in a terra-firme Central Amazonian forest. **Acta Amazonica**. v. 34, p. 53-59, 2004.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DEGROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M. The value of the world's service and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997.

CUNHA, F. L. S. J. **Valoração Dos Serviços Ecosistêmicos em Bacias Hidrográficas.** 2008. Tese (doutorado em Desenvolvimento Econômico). Universidade de Campinas, SP, 2008.

CUSTÓDIO FILHO, A.; FRANCO, G. A. D. C. e DIAS, A. C. Composição florística de um trecho de floresta pluvial atlântica em regeneração natural, após desmatamento diferenciado em Pariquera-Açú, SP. Brasil. **Revista do Instituto Florestal**. v. 6, p. 87-98. 1984.

DAJOZ, R. **Ecologia Geral**. Edt. Vozes, Petrópolis-RJ. 1983, 472 p.

DANIEL, O.; JANKAUSKIS, J. Avaliação de metodologia para o estudo do estoque de sementes do solo. **SÉRIE IPEF**, Piracicaba, v. 41, n.42, p.18-26, 1989.

DA SILVA NARVAES, I.; BRENA, D. A.; LONGHI, S. J. Estrutura da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 4, p. 331-342, 2005.

DA SILVA, M. Y, B. **Florística e estrutura de uma formação pioneira com influência flúvio-lacustre 12 anos após derramamento de óleo, Araucária, Paraná**. 2014. 130 f. Tese (doutorado em Engenharia Florestal) Departamento de Engenharia Florestal, UFPR. Curitiba, PR. 2014.

DAUBENMIRE, R. **Plant Communities: A textbook of plant synecology**. In: Harper e Row. New York. 1968.

DE AVILA, A. L.; ARAUJO, M. M.; GASPARIN, E.; LONGHI, S. J. Mecanismos de regeneração natural em remanescente de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. **Cerne, Lavras**, v. 19, n.4, p. 621-628, 2013.

DIAS, M. C.; VIEIRA, A. O. S.; NAKAJIMA, J. N.; PIMENTA, J. A., & LOBO, P. C. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi, PR. **Brazilian Journal of Botany**, v. 21, n.2, p. 183-195. 1998.

DORNELES, L.P.; WAECHTER, J.L. Estrutura do componente arbóreo da floresta arenosa de restinga do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul. **Hoehnea** v.31, n.1, p. 61-72, 2004 a.

DORNELES, L.P.; WAECHTER, J.L. Fitossociologia do componente arbóreo na floresta turfosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 4, p. 815-824, 2004 b.

DRUMOND, M. A.; RIBASKI, J. Leucena (*Leucaena leucocephala*): leguminosa de uso múltiplo para o semiárido brasileiro. **Comunicado Técnico**. Embrapa Semiárido, Petrolina – PE. 2010.

DUNAISKI JR. A.; AMARAL, W.; KUNIYOSHI, Y. S. Composição florística de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Rio Branco do Sul (Estado do Paraná) **Acta Biológica Paranaense**. Curitiba, v.43, p. 23-39, 2014.

DURIGAN, M.E. **Florística, dinâmica e análise proteica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo - PR**. 1999. 125p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1999.

DURIGAN, G.; FRANCO, G.A.D.C.; PASTORE, J. A.; AGUIAR, O.T. Regeneração natural da vegetação de cerrado sob floresta de *Eucalyptus citriodora*. **Revista do Instituto Florestal**, v. 9, n.1, p. 71-85, 1997.

EMBRAPA. **Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth)**. Por CARPANEZZI, A. A., LAURENT, J. M. E., CARVALHO, P. E. R., PEGORARO, A., BAGGIO, A. J., ZANON, A. & OLIVEIRA, Y. M. M. D. Curitiba, 1988. 70p.

EMBRAPA, **Atlas do Meio Ambiente do Brasil**, Brasília: EMBRAPA – SPI: Terra Viva, 1996. 160p.

EMBRAPA. **Antropossolo proposta de ordem (1ª Aproximação)**, por Gustavo Ribas Cursio, Valmiqui Costa Lima, Neyde Fabíola Balarezo Giarola, Colombo, 2004. 49 p.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2006.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J.A. An evaluation of direct seedling for reforestation of degraded lands in central São Paulo state, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.152, p. 169-181, 2001.

FAO (Food and Agriculture Organization). Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture - the international response. p. 19-25. In: B.M. Freitas e J.O.P. Pereira (eds.). Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. Imprensa Universitária Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. 2004. 282p.

FEITOSA DO NASCIMENTO, F. A., **A sucessão secundária inicial na Mata Atlântica, sobre a Serra de Paranapiacaba, Ribeirão Grande, SP**. 1994. Dissertação (Mestrado, Instituto de Biociências), Universidade de São Paulo, SP. 1994.

FELFILI, J. M.; SILVA-JUNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; HARIDASAN, M.; FILGUEIRAS, T. S.; MENDONÇA, R. C.; WALTER, B. M.; NOGUEIRA, P. E. 2001. O projeto biogeografia do Bioma Cerrado: hipóteses e padronização de metodologia. P. 157 – 173. In: GARAY, I. G.; DIAS, B. F. S. (Orgs.) **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais**. Petrópolis, RJ: Vozes.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos Biomas: cerrado e pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal. 2005.

FENNER, M. **Seed Ecology**. New York, Chapman e Hall. 1985.

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



FINOL, H. Nuevos parametros a considerarse en el analisis estructural de las selvas virgenes tropicales. **Ver. For. Venez.**, Mérida, v.14, n.21, p.29-42, 1971.

FIORI, A. P.; GASPAR L. A. **Considerações sobre a estratigrafia do Grupo Açungui (Proterozóico Superior), Paraná, sul do Brasil.** Bol. IG-USP, Sér. Cient. v.24 São Paulo 1993.

FONSECA, M.C.; SILVA JUNIOR, M.C. Fitossociologia e similaridade florística entre trechos de Cerrado sentido restrito em interflúvio e em vale no Jardim Botânico de Brasília, DF. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, p.19-29, 2004.

FONT QUER, P. **Dicionário de botânica.** Edt. Labor, S. A. Barcelona – ESP. 1244 p. 1985.

FORZZA, R. C.; *et al.* 2015. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil.** Andrea Jakobson Estúdio, Rio de Janeiro, RJ. vol. 1: 875 pp. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>> Acesso em: 15 Abr 2015.

FORZZA, R. C.; *et al.* 2015. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil.** Andrea Jakobson Estúdio, Rio de Janeiro, RJ. vol. 2, 830 pp. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>> Acesso em: 15 Abr. 2015.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais** – Período 2008-2010. São Paulo. 2011. 60p.

FUPEF. **A floresta com Araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2004. 236p.

GALLAI, N.; Salles, J.M.; Settele, J. & Vaissière, B.E. Economic evaluation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 810-821, 2009.

GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; RODERJAN, C.V. Levantamento fitossociológico das principais associações arbóreas da Floresta Nacional de Irati - PR. **Rev. Floresta**, Curitiba, n.1/2, p.30-49, 1989.

GANDOLFI, S. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do Aeroporto Internacional de São Paulo, município de Guarulhos, SP.** Campinas: UNICAMP, 1991. 232 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, SP. 1991.

GAUSSEN, H. Dynamics of biocoenosis in plants. **L'Année biologique**, v. 55, n. 2, p. 89, 1951.

GLENN-LEWIN, D.C.; PEET, R.K.; VELEN, T.T. **Plant Succession: theory and prediction.** 1. ed. Londres: Chapman e Hall, 1992.

GÓMEZ-POMPA, A., WIECHERS, B. L. Regeneración de los ecosistemas tropicales y subtropicales. In: GOMÉZ-POMPA, A. *et al.* (Eds.). Investigaciones sobre la

regeneración de selvas altas en Veracruz, México. México: **Continental**, p. 11-30. 1976.

GONÇALVES, D.B. e Sá, C.F.C. Dinâmica da regeneração em floresta de restinga após perturbação por tratores. Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. **Aciesp**, v.3, p. 272-279, 1998.

GOOGLE EARTH. **Satellite's Image Software**: versão 6.0. 2011. Disponível em: <<http://earth.google.com/>> Acesso em: 15 ago 2012.

GOUDIE, A.S., HARMSE, J.T. & OLIVER, P.G. **A bibliography of pans and related deposits**. Rand Afrikaans University Press, Johannesburg. 1990

GUARIGUATA, M. R.; DUPUY, J. M., Forest regeneration in abandoned logging roads in lowland Costa Rica. **Biotrópica**, v.29, n. 1, p. 15-28, 1997.

GUARIGUATA, M.R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v.148, n.1, p. 185-206, 2001.

GUERRA, A. J. T. e MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 189 p.

GUEVARA, S. e LABORDE, J. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. **Vegetatio** **107/108**: p. 319-338, 1993.

GUILHERMETTI, P.: VOGEL, G. F.: MARTINKOSKI, L.: MOKOCHINSKI, F. Aspectos da distribuição de *Ligustrum lucidum* WT Ainton em diferentes ecossistemas: Revisão bibliográfica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 171-176, 2014.

GUIMARÃES, E. F.; VALENTE, M. DA C. Piperáceas – *Piper*. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí – SC. 104 p., 2001.

HARPER, J.L. **Population Biology of Plants**. London, Academic Press. 1977.

HARDESTY, B. D. e PARKER, V. T. Community seed rain patterns and a comparison to adult community structure in a West African tropical forest. **Plant Ecology**, v. 164, n.1, p. 49-64, 2002.

HOWE, H. F. & SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.13, p. 201-228, 1982.

HOLZ, S.; PLACCI, G. Dinâmica de regeneración em bosques secundários subtropicais. In: **Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales**. Montecarlo: INTA Unam. 2003.

HOLZ, S.; PLACCI, G. Raízes sócio econômicas da perda da biodiversidade em Misiones. Mata Atlântica: Biodiversidade, Ameaças e perspectivas. Capítulo 19. Carlos Galindo Leal e Ibsen Gusmão Câmara Editores. **SOS Mata Atlântica**. 2005.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina. IAPAR, 49 p., 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira** (Série Manuais Técnicos em Geociências – Número 1). Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 92 p. 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro**: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> Acesso em 19 de Janeiro de 2012.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, **Diagnóstico socioeconômico do Território Ribeira: 1ª fase: caracterização global** / Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. – Curitiba: IPARDES, 2007. 115 p.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Vale do Ribeira**: referências da dinâmica regional. Curitiba: IPARDES, 2003.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Diagnóstico socioeconômico do Território Ribeira - Estado do Paraná**. Curitiba, 2007.

IURK, M. C.; SANTOS, E.; DLUGOSZ, F. L.; TARDIVO, R. C. Levantamento florístico de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial do Rio Iguaçu, município de Palmeira, PR. **Floresta**, Curitiba, v.39, n. 3, p. 605-617, 2009.

JARENKOW, J. A. **Composição florística e estrutura da Mata com Araucária na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul**. 1985. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 1985.

JARENKOW, J. A.; BAPTISTA, L.R.M. Composição florística e estrutura da Mata com Araucária na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS. **Napaea**, n.3, p.9-18, 1987.

KAGEYAMA, P. Y., BRITO, M. A., BAPTISTON, I. C. Estudo do mecanismo de reprodução de espécies da mata natural. In: KAGEYAMA, P. Y. (Coord.). **Estudo para implantação de matas ciliares de proteção na bacia hidrográfica do Passa Cinco, Piracicaba, SP**. Piracicaba: DAEE/USP/FEALQ, 1986. 236 p.

KEARNS, C.A.; INOUE, D.W. & WASER, N.M. Endangered mutualisms: The conservation of plant-pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematic**, v.29, p. 83-112, 1998.

KEW, R. B. G. (2009). **World Checklist of Selected Plant Families**, Published on the internet.

KHATONIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Edt. Agroecológica, Botucatu – SP, 2001, 348 p.

KLEIN, R. M., Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, v. 32, n. 32, p. 165-389, 1980.

KLEIN, A.M.; VAISSIERE, B.E.; CANE, J.H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*, v. 274, p. 303-313, 2007.

KLEIN, A. S., CITADINI-ZANETTE, V., LOPES, R. P., DOS SANTOS, R. Regeneração natural em área degradada pela mineração de carvão em Santa Catarina, Brasil. **Rem: Revista Escola de Minas**, v. 62, n.3, p. 297-304, 2009.

KOCH, Z.; M. C. CORREA. **Araucaria: a floresta do Brasil meridional**, Olhar brasileiro, Curitiba, 2002, 148p.

KOHLER, A.; PÉLLICO-NETTO, S.; SANQUETTA, C.R. Análise da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista semidevastada, fazenda Gralha Azul, região metropolitana de Curitiba, com implicações ao manejo. **Rev. Acadêmica**, Curitiba, n.1, p.37- 60, 1998.

KRAMER, K. U.; GREEN, P. S. **The Families and Genera of Vascular Plants** Pteridophytes and Gymnosperms. Berlin: **Springer-Verlag**. v.1, 1990.

KUNIYOSHI, Y. S. Reconhecimento de fases sucessionais de vegetação. In: **SEMINÁRIO SOBRE AVALIAÇÃO E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL**, Curitiba, PR. 1989.

LAGOS, A. R.; MULLER, B. DE L. A. Hotspot Brasileiro-Mata Atlântica. **Saúde & Ambiente em Revista**, v. 2, n. 2, 2009.

LAMPRECHT, H. Ensayo sobre unos metodos para el analisis estructural de los bosques tropicales. **Acta Científica Venezolana**, Mérida, v.13, n.2, p.57-65, 1962.

LASKA, M. S. Structure of understory shrub assemblages in a adjacent secondary and old growth tropical wet forests, Costa Rica. **Biotropica**, v. 29, p. 29-37. 1997.

LAVRATTI, P.; PRESTES, V. B. **Direito e Mudanças Climáticas: Serviços Ecológicos**, Instituto O Direito por um Planeta Verde. São Paulo. 2010. 130 p.

LAWRENCE, G. H. M. **Taxonomia das plantas vasculares**. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. v. 2 1951. 296p.

LAURANCE, W.F.; FERREIRA, L.V.; RANKIN-DE-MERONA, J.M.; LAURANCE, S.G. Rain forest fragmentation and the dynamics of amazonian tree communities. **Ecology**, v. 79, n. 6, p. 2032-2040, 1998.

LEITÃO FILHO, H. F. Considerações Sobre a Florística de Florestas Tropicais e Sub - Tropicais do Brasil. Departamento de Botânica Instituto de Biologia, Campinas – SP. **IPEF**, n.35, p. 41-46, abr.1987.

LEITE, P.F. **As diferentes unidades fitoecológicas da Região Sul do Brasil. Proposta de Classificação**. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 1994.

LIEBSCH, D.; MARQUES, M. C., e GOLDENBERG, R. "How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession." **Biological Conservation**, v. 141, n.6, p. 1717-1725, 2008.

LONGHI, S.J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no sul do Brasil**. 1980. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 1980.

LONGHI, S.J. **Agrupamento e análise fitossociológica em comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do Rio Passo Fundo - RS**. 1997. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 1997.

LORENZI, H. **Árvores Exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Planta Mediciniais no Brasil, nativas e exóticas**. Instituto Plantarum. Nova Odesa – SP. 2002. 512p.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. Instituto Plantarum. Nova Odesa – SP. v. 1, 2000. 608 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Instituto Plantarum. Nova Odesa – SP. 1992. 352 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Instituto Plantarum. Nova Odesa – SP. v. 2, 1998. 352 p.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Banco de desenvolvimento do Paraná, 1968.

MACHADO, S. DO A.; HOSOKAWA, R.T.; DA SILVA, J.C.G.L.; BRANCO, E.F. Estrutura de uma floresta secundária do segundo planalto paranaense. In: CONGRESSO FLORESTAL E DO MEIO AMBIENTE DO PARANÁ, 3., 1988, Curitiba, PR.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University Press, 1988. 179 p.

- MAGURRAN, Anne E. **Medindo a Diversidade Biológica**. Curitiba: UFPR, 2011.
- MARANGON, L.C.; SOARES, J., J.; FELICIANO, A.L., P.; LINS, C.F.; BRANDÃO, S. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual, no município de Viçosa, MG. **Cerne**, v.13, n.2, p.208-221, 2007.
- MARIANO, G., CRESTANA, C.S.M., BATISTA, E.A. GIANNOTTI, E. e COUTO, H.T.Z. Regeneração natural em área a margem de represa, no município de Piracicaba, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 10, n.1, p. 81-93, 1998.
- MARKGRAF, F. Apocinaceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí – SC, 112p, 1968.
- MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: UNICAMP, 1991. 246 p.
- MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional Semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n.3, p. 405- 412, 1999.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de Áreas degradadas: Ações em Áreas de Preservação Permanente, voçorocas, taludes, rodoviários e de mineração**. Viçosa – MG: Ed. Aprenda Fácil. 264p. 2013.
- MARTÍNEZ-RAMOS, M. & SOUTO-CASTRO, A. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. **Vegetatio**, v. 107, n. 1, p. 299-318, 1993.
- MATTHEWS, S. **América do Sul invadida: a crescente ameaça das espécies exóticas invasoras**. Curitiba: GISP –Programa Global de Espécies Invasoras, 2005, 80p.
- MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetación**. Washington: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, 1982. 168 p.
- MAUHS, J. ; BACKES, A. Estrutura fitossociológica e regeneração natural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista exposta a Perturbações Antrópicas. **Botânica**, n. 52, p. 89-109, 2002.
- MINEROPAR. **Programa de Desenvolvimento da Indústria Mineral Paranaense**, Perfil da Indústria de Rochas Calcárias. MINEROPAR, Minerais do Paraná SA, Curitiba, PR. 1999.
- MINEROPAR. **Minerais do Paraná. Geoturismo no Karst**. Curitiba,PR 2011. 121 p.
- MINEROPAR **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná** – Escala base 1:250.000, modelos reduzidos 1: 500.000 / Minerais do Paraná; Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006. Disponível em:< <http://www.mineropar.pr.gov.br>> Acesso em: 10 fev 2012.

MINEROPAR: Serviço geológico do Paraná. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=5>>. Acesso em: 10 set 2012.

MINEROPAR: Serviço geológico do Paraná. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo>>. Acesso em 10 set 2012.

MORO, R. S.; SMITH, J.; DIEDRICHS, L. A. Estrutura de um fragmento da mata ciliar do rio Cará-Cará, Ponta Grossa, PR. **Publication UEPG**, Ponta Grossa, v. 1, n. 1, p. 19-38, 2001.

MUNHOZ, C. B. R.; ARAÚJO, G. M. Métodos de Amostragem do Estrato Herbáceo-sugarbustivo in: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; NETO, J. A. A. M. **Fitossociologia no Brasil, métodos e estudo de casos**. Vol I. ed. UFV, Viçosa, MG, 2011.

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

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** International weekly journal of Science, n. 403, p. 853-858, 2000.

NARVAES, I. S. **Classificação e caracterização da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS**. 2004. 143 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

NASCIMENTO, H.E.M.; DIAS, A.S.; TABANEZ, A.A.J.; VIANA, V. M. Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de floresta estacional Semidecidual na região de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n.2, p. 239-342, 1999.

NETO, A. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, K. A.; GLERIANI, J. M. Estrato de regeneração natural de uma floresta restaurada com 40 anos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 72, p. 409, 2012.

NETO, R. M. R., WATZLAWICK, L. F., CALDEIRA, M. V. W. SCHOENINGER, E. R. Análise florística e estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, situado em Criúva, RS – Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 29-37, 2002.

NETO, R. G. M.; RAMALHO, J. S. A evolução do impacto ambiental acarretado pela extração de calcário, tendo como exemplo a mineração Patercal-Partezani, no estado de São Paulo. Juiz de Fora, **CES Revista**, v. 24, p. 31-42, 2010.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1985. 434 p.

OLIVEIRA, Y. M. M.; ROTTA, E. Levantamento da estrutura horizontal de uma mata de araucária no primeiro planalto paranaense. **Bol. Pesq. Florestal**, Colombo, n.4, p.1- 45, 1982.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**. v. 34, n.1, p. 21-34, 2004.

PARROTTA, J. A., KNOWLES, O. H., e WUNDERLE Jr, J. M. Development of floristic diversity in 10-year-old restoration forests on a bauxite mined site in Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 99, n.1-2, p. 21- 42, 1997.

PAULA, A. de; DA SILVA, A.F.; MARCO JUNIOR, P. de; MAES DOS SANTOS, F. A.; LOPEZ DE SOUZA, A. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma floresta estacional semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v.18, n.3, p.407-423, 2004.

PEIXOTO, A.L.; MAIA, L. C. **Manual de Procedimentos para Herbários**. INCT-Herbário virtual para a Flora e os Fungos. Editora Universitária UFPE, Recife, 2013.

PEREIRA, J. F.; VALENTE, M. DA C.; SILVA, NILDA, M. F.; ICHASO, C. L. F. Apocinaceas-Asclepiadaceas. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí – SC, 252 p., 2004.

PETRERE, M.; GIORDANO, L.C.; MARCO, P. de. Empirical diversity indices applied to Forest communities in different successional stages. **Braz. J. Biol.**, v.64, n.4, p.841-851, 2004.

PINTO, R. C., PASSOS, E. Alterações geomorfológicas ocasionadas pela extração de calcário no município de Rio Branco do Sul – PR. **Geoiingá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia Maringá**, v. 3, n. 2, p. 3-20, 2011.

PIVELLO, V. R., PETENON, D., JESUS, F. M. D., MEIRELLES, S. T., VIDAL, M. M., ALONSO, R. D. A. S.; METZGER, J. P. Chuva de sementes em fragmentos de Floresta Atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. **Acta Botanica Brasilica**, v.20, n.4, p. 845-859, 2006.

PORTAL CLIMATEMPO. Disponível em:

<<https://www.google.com.br/#q=clima+tempo+rio+branco+do+sul>>. Acesso em: 10 dez 2014.

RAMOS, A. J. K.; BOLDO, E. Diversidade florística e aspectos fitossociológicos de formações florestais em estágio sucessional secundário na Floresta Ombrófila Mista, Município de Caxias do Sul-RS. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, 2007.

RAVEN, P. H. Plate tectonics and southern hemisphere biogeography. Larsen, K., Holm-Nielsen, L, B ed (s). **Tropical botany Academic Press**: London, New York, San Francisco, p. 3-24, 1979.



REIS, A. Curso: Manejo do palmitreiro (*Euterpe edulis*) em regime de rendimento sustentado. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1995. 84p.

REIS, A.; REGINA TRES, D.; BACHARA, F. A nucleação como novo paradigma na restauração ecológica: “espaço para o imprevisível”. In: Anais: **Simpósio sobre recuperação de áreas degradadas com ênfase em matas ciliares**. 2006.

REITZ, R. Sapindáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí – SC. 160 p., 1980.

RIBEIRO, S.B., LONGHI, S.J., BRENA, D.A. e NASCIMENTO, A.R.T. Diversidade e classificação da comunidade arbórea da Floresta Ombrófila Mista da flona de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, v.17, n.2, p. 101-108, 2007.

RIBEIRO, N. C. *et al.*, The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v.142, p. 1141-1153, 2009.

RICE, E.L.; KELTING, R.W. The species-area curve. **Ecology**, v. 36, p.7-11, 1955.

RIGON, J.; CORDEIRO, J.; MORAES, D. A. de. Composição e estrutura da sinúsia herbácea em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Guarapuava, PR, Brasil. **Pesquisas Botânicas**, v. 62, p. 333-346, 2011.

RIOS, R. C. **Capacidade Regenerativa da Floresta Missioneira Argentina Frente a Distúrbios Antrópicos**. 2010. 156 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR. 2010.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSHIBACHI, G. G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, v. 24, p. 75-92, 2002.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S. As regiões fitogeográficas do Estado do Paraná. **Acta Forestalia Brasiliensis**, v.1, p. 3-7. 1993.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, p. 235-247. 2004.

RODRIGUES, R. R., LEITÃO FILHO, H. DE F, LIMA, M. I. R.; KON, S. Matas ciliares: conservação e recuperação. **EDUSP**. 2000.

RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V.; BARROS, C. The Tropical Rain Forest regeneration in an área degraded by mining in Mato Grosso State, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.190, p. 323-333, 2004.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restoration Actions, In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. (Orgs). High Diversity Forest Restoration in

Degraded Areas: Methods and Projects in Brasil. New York: **Nova Science Publishers**, p.77-103, 2007.

ROSEIRA, D.S. **Composição florística e estrutura fitossociológica do bosque com *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze no Parque Estadual João Paulo II, Curitiba, Paraná.** 1990. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 1990.

SALDARRIAGA, J. G.; UHL, C. Recovery of forest vegetation following slash-and-burn agriculture in the upper Rio Negro, pp. 303-312. In: A. GOMEZ-POMPA, WHITMORE T. C.; HADLEY M. (eds.), **Tropical rain forest: regeneration and management**, Blackwell, New York. 1991.

SAMPAIO, E.V.S.B., ARAÚJO, E.L., SALCEDO, I. H.; TIESSEN, H. Regeneração da vegetação de caatinga após corte e queima em Serra Talhada, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n.5, p. 621-632, 1998.

SANQUETTA, C.R.; DALLA-CORTE, S. Composição florística, estrutura e dinâmica de um fragmento florestal com *Araucaria angustifolia* no sudoeste paranaense. **Rev. Acadêmica**, Curitiba, n.1, p.3-28, 1998.

SANQUETTA, C.R. **Fragmentação da Floresta Ombrófila Mista no Paraná.** In: I Simpósio sobre a Mata Atlântica: Conservação, Recuperação e Desenvolvimento. Viçosa: CBCN - Centro Brasileiro para Conservação da Natureza e Desenvolvimento Sustentável, 2005. 1 CD-ROM.

SANQUETA, C. R.; WATZLAWICK, L, F.; CÔRTE, A. P. D.; FERNANDES, L. A. V.; SIQUEIRA, J. D. P. **Inventários Florestais: Planejamento e Execução.** 2. Ed. Curitiba: Multi-Graphic Gráfica e Editora, 2009. 316p.

SCHILLING, A. C.; BATISTA, L. J. F. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. **Revista Brasil. Bot.**, v.31, n.1, p.179-187, jan.-mar. 2008.

SCHIMTZ, M. C. Banco de sementes no solo em áreas do reservatório da UHE Paraibuna. In: KAGEYAMA, P. Y. Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP. **SÉRIE IPEF**, Piracicaba, v. 8, n.25, p. 7-8, out. 1992.

SCHORN, L. A. **Estrutura e dinâmica de estágios sucessionais de uma floresta ombrófila densa em Blumenau, Santa Catarina.** 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Pr. 2005.

SEHNEM, A. Blecnáceas. **Flora Ilustrada Catarinense.** Itajaí – SC. 90 p., 1968.

SEHNEM, A. Pteridáceas. **Flora Ilustrada Catarinense.** Itajaí – SC. 90 p., 1972.

SEMA/UFMS-RS. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, 2001. 14p. (Fôlder).

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano de Bacias Hidrográficas**. Disponível em: <<http://www.sema.pr.gov.br/>> Acesso em: 15 mai 2012.

SHANNON, C. E.; WEANER, W. **The Mathematical Theory of Communication**. Urbana, University of Illinois Press, 1949. 117 p.

SHUNKE, R. M.; SILVA, J. M. da; BARROS, J. V. de; MELLO, E. V. de; ARCE, L. D. **Estoques de carbono em pastagens de Braquiaria consorciada com leguminosa**. (2004). Disponível em: <[http://www.cnpqg.embrapa.br/produtoseservicos/pdf/](http://www.cnpqg.embrapa.br/produtoseservicos/pdf/Roza_M_Shunke_e_Fertibio_2004.pdf) Roza M. Shunke e Fertibio 2004. pdf> Acesso em 22.jan.2010.

SILVA F°, M.C. SCARANO, F.R.; CARDEL, F.S. Regeneration of an Atlantic forest formation in the understorey of a *Eucalyptus grandis* stand in southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology** v.11, p.148-152, 1995.

SILVA, L.A.; SCARIOT, A. Composição e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta estacional decidual sobre o afloramento calcário no Brasil Central. **Revista Árvore**, v. 28, p. 69-75, 2004.

SMITH, A. R.; PRYER, K. M.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H. e WOLF, P. G. A Classification for Exrant Ferns. **Taxon**, v. 55, n.3, p. 705 – 731, 2006.

SMITH, A. R.; PRYER, K. M.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H. & WOLF, P. G. Fern Classification. In: T. A. RANKER e C. H. HAUFLE (eds.) **Biology and evolution of Ferns and Lycophytes**. 2008.

SILVA, J. A. da; SALOMÃO, A. N; MARTINS-NETTO, D. A. Estrutura, fitossociologia e regeneração natural da Reserva Genética de Caçador - SC. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS/SBEF, 1993. p.347- 352.

SILVA, L. C. R. **Desenvolvimento de espécies arbóreas em área degradada pela mineração sob diferentes tratamentos de substrato**. 2006. 79 f. Monografia. Brasília: UNB. 2006.

SHIVER, B.D.; BORDERS, B.E. **Sampling techniques for forest resource inventory**. John Wiley, New York. 1996.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**. Instituto Plantarum. Nova Odesa – SP. 2005. 608 p.

SOS MATA ATLÂNTICA Evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio Mata Atlântica no período 1990-1995. **Fundação SOS Mata Atlântica/INPE**, São Paulo. 1998.

TABANEZ, A.A.; VIANA, V.M.; DIAS, A.S. Conseqüência da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 57, n.1, p. 47-60, 1997.

TABARELLI, M., **A regeneração da Floresta Atlântica Montana**. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1997.

TABARELLI, M.; MANTOWANI, W. Colonização de clareiras naturais na floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 20, p. 57-66, 1997.

TABARELLI, M.; MANTOWANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 239-250, 1999 a.

TABARELLI, M.; MANTOWANI, W. Clareiras naturais e a riqueza de espécies pioneiras em uma floresta atlântica montana. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59 n. 2, p. 251-261, 1999b.

TANSLEY, A. G. The British Islands and their vegetation. **The British islands and their vegetation**, 1939.

TERBORGH, J. Seed and fruit dispersal-commentary. Pp. 181-190. In: K.S. BAWA e M. HANDLEY (eds.). **Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants**. Paris, The Parthenon Group. 1990.

The Plant List: A Working off all plant specie. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org/1.1/help/>>. Acesso em: 06 out 2014.

THE TAXONOMIC NAME RESOLUTION SERVICE. Plant Collaborative. Version 3.2. Disponível em:<<http://tnrs.iplantcollaborative.org>> Acesso em: 22 abr 2014.

THORNTHWAITE, C. W., MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton: Laboratory of Climatology. **Publications in Climatology**, v..8, n.1. 104p. 1955.

TOMAZI, A. L.; ZIMMERMANN, C. E.; LAPS, R. R. Poleiros artificiais como modelo de nucleação para restauração de ambientes ciliares: caracterização da chuva de sementes e regeneração natural. **Biotemas**, v. 23, n.3, p. 125-135, 2010.

TURNER, I.M.; CORLETT, R.T. The conservation value of small isolated fragments. **Tree**, v.11, n.8. 1996.

ULANOWICZ, R. E. Life after Newton: an ecological metaphysic, **Biosystems**, v. 50, n. 2, p. 127-142, May., 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>> Acesso em: 22 ago. 2014.

UNESCO/PNUMA/FAO, **Ecosistemas de los bosques tropicales**. UNESCO/CIFA, Paris. 1980.

VACCARO, S.; LONGHI, S.L.; BRENA, D. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais e o estado arbóreo e três subseres de uma floresta estacional decidual no município de Santa Teresa- RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.1, p. 1-18, 1999.

Vale do Ribeira (PR) – Google. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Rio+Branco+do+Sul+-+PR/@>>. Acesso em: 15 ago 2012.

VIANA, V. M.; TABANEZ A. J. Biology and conservation of forest fragments in Brazilian atlantic moist forest. In: SCHELHAS, J., GREENBERG, R. (Ed.). *Forest patches: in tropical landscapes*. Washington, D.C.: **Island Press**, p.151-167, 1996.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, L.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, IBGE. 1991.

VIEIRA, G. **Análise estrutural da regeneração natural após diferentes níveis de exploração em uma floresta tropical úmida**. Manaus: INPA, 1987.

VIEIRA, D. C. M. & GANDOLFI, S. Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas em uma floresta em processo de restauração. **Revista Brasil. Bot.**, V.29, n.4, p.541-554, out.- dez. 2006.

VITOUSEK, P. M. Diversity and biological invasions of oceanic islands. In: WILSON, E. O. ed. **Biodiversity**. Washington: National Academy Press. p. 181-189, 1988.

VOTORANTIM CIMENTOS. Disponível em: <<http://www.votorantimcimentos.com.br/htms-ptb/institucional/LinhaDoTempo.htm>> Acessado em: 20 nov 2014.

WARMING, E.; VAHL, M. **Oecology of plants: an introduction to the study of plant communities**. Clarendon. 1909.

WASSHAUSEN, D. C.; SMITH, L. B. Acantáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí – SC. 134 p., 1969.

WESTBROOKS, R. Invasive plants: Changing the landscape of America: Fact book. Washington, DC: **Federal Interagency committee for the management of noxious and exotic weeds**. 1998. 107p.

WHEELWRIGHT, N. Fruit size in a tropical tree species: variation, preference by birds and heritability. **Vegetatio**, **107/108**, p. 163-174,1993.

WHITMORE, T. C. Canopy gaps and two major groups of forest trees. **Ecology**. v. 70, n. 3, p. 536-538, 1989.

WHITMORE, T. C., **An introduction to tropical rain forests**. Blackwell, London. 1990,

WILLIAMS, M.; RASTETTER, E. B.; FERNANDES, D. N.; GOULDEN, M. L.; SHAVER, G. R. and JOHNSON, L. C. Predicting gross primary in terrestrial ecosystems. **Ecological Applications**, v. 7, n.3, p. 882 – 894, 1997.

WILSON, J.B. e CHIARUCCI, A. Do plant communities exist? Evidence from scaling-up local species-area relations to the regional level. **Journal of Vegetation Science** v.11, p. 773-775, 2000.

YOUNG, C. E. F.; FAUSTO, J. R. B. **Valoração de Recursos Naturais como Instrumento de Análise da Expansão da Fronteira Agrícola na Amazônia**. IPEA. Rio de Janeiro, 1997.

ZILLER, S. R. Espécies exóticas da flora invasoras em Unidades de Conservação. **Unidades de Conservação: ações para valorização da biodiversidade**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, p. 34-52, 2006.

ZULOAGA, F. O.; MORRONE, O.; BELGRANO, M. J. (Org.). **Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)**. Saint. Louis: Missouri Botanical Garden, 2008.