



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
Campus de Rio Claro

**Validação de bioindicadores de recuperação de áreas
degradadas por minerações de bauxita em Poços de
Caldas, MG.**

Paula Suares Rocha

Orientador: Prof. Dr. Harold Gordon Fowler

Rio Claro
2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
Campus de Rio Claro

**Validação de bioindicadores de recuperação de áreas
degradadas por minerações de bauxita em Poços de
Caldas, MG.**

Paula Suares Rocha

Orientador: Prof. Dr. Harold Gordon Fowler

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao
Programa de Pós-Graduação em Geociências –
Área de Concentração em Geociências e Meio
Ambiente, para obtenção do Título de Mestre
em Geociências

Rio Claro
2004

595.796 Rocha, Paula Suares
R672v Validação de bioindicadores de recuperação de áreas degradadas por mineração de bauxita em Poços de Caldas, MG / Paula Suares Rocha. – Rio Claro : [s.n.], 2004
183 f. : il., gráfs., tabs., fots.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Harold Gordon Fowler

1. Formigas. 2. Grupos funcionais. 3. Temperatura da Matriz. 4. Similaridade e Afinidade 5. Mineração. 6. Recuperação de Áreas I. Título

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI – Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

Para
Marcos, Fífia,
Fer, Nini,
Irene, Naninha
e meu Jojô
Com todo amor...

Agradecimentos

Gostaria de prestar meus sinceros agradecimentos:

Ao meu orientador, o Prof. Harold Gordon Fowler, que além de me apresentar à ciência, me ensinou que sou capaz de caminhar, e me ajudou muito a crescer.

À Prof.^a. Maria José Campos, pela sua doçura e boa vontade em me ajudar.

Aos Prof. Paulo Milton Barbosa Landim, Flávio Henrique Minguante Schiltler e Marcos Antônio Pesquero, pelas proveitosas discussões sobre o trabalho.

Ao Prof. Jonathan Majer, pela atenção e pelo envio dos trabalhos que foram tão importantes para meu aprendizado.

Às pessoas que contribuíram com este trabalho, com sugestões, opiniões ou pensamentos positivos, como Olavo, Sandrinha, Sueli, Marluce, e outros tantos.

Ao pessoal da ALCOA (Divininho, Carlinhos, Adriano, Koiti e Jorge).

Aos amigos queridos Thomaz, Alex, Mirley, Gilda, Léo, Zaine, Elaine, Telminha, Carolzinha, Mari. Em especial ao Caetano, que eu tanto amo!

À Tati pelos quatro anos de convivência e amizade!

Aos meus mais que amigos Fá e Sérgio!

A Ismael e Ângela pelo carinho.

Aos meus tios e primos, que sempre estão torcendo por mim!

À minha doce Morena, minha companheirinha linda!

Às minhas irmãs Fer e Nini, minhas fontes de luz! E aos meus irmãos, Fal, Álvaro, Gu, Deco e Rô.

As minhas avós, lindas e especiais!

Ao George, por todo o amor desses quase sete anos! E pela força em todos os momentos!

Aos meus pais, que são minha base, minha vida! Obrigada! Amo muito vocês!

A ALCOA Alumínio S/A pela ajuda financeira através da bolsa de estudos.

As formigas que deram a vida pela ciência! Obrigada!

Índice

Resumo	1
Abstract	2
1- Introdução	3
1.1- Bauxita e Alumínio	3
1.1.1- Considerações gerais	3
1.1.2- Aspectos econômicos	6
1.1.3- Bauxita em Poços de Caldas	7
1.1.4- Sobre a mineradora	8
1.2- Recuperação de áreas degradadas	9
1.2.1- Aspecto legal	9
1.2.2- Conceitos	9
1.2.3- Impactos causados pela atividade de mineração	11
1.2.4- Metas de recuperação	13
1.3- Indicadores ambientais	13
1.3.1- Os bioindicadores	14
2- Objetivos	24
3- Validação de formigas como bioindicadores	24
4- Áreas de estudo	26
4.1- Localização	26
4.2- Caracterização das áreas de estudo	27
Retiro Branco (C1)	28
Campo do Saco (C2)	29
Retiro Branco (M1)	30
Santa Rosália (M2)	31
Retiro Branco (F)	32
Retiro Branco (M)	33
Colina (Co)	34
Galinha (G)	35
Alto do Selado (AS)	36
Retiro Branco (J)	37
Santa Rosália (D)	38
Santa Rosália (E)	39
Campo do Saco (AM)	40

4.2.1- Sobre Poços de Caldas _____	40
5- Métodos de trabalho e forma de análise dos resultados _____	42
5.1- Revisão bibliográfica _____	42
5.2- Organização dos dados pré-existentes _____	43
5.3- Trabalhos de campo e análises _____	43
5.3.1- Formigas _____	43
6 - Resultados _____	50
6.1 - Espécies de formigas amostradas _____	50
6.2 - Análises de similaridade e afinidade _____	56
6.3 - Análise de Grupo Funcionais _____	60
6.3.1 - Os grupos funcionais e as idades de revegetação _____	131
6.3.2 - A Diversidade Beta (β) e os grupos funcionais _____	162
6.3.3 - As espécies amostradas e as idades de revegetação _____	168
6.4 - Análise de Temperatura da Matriz _____	172
7 - Conclusões _____	177
Referências _____	179

Índice de Figuras

<i>Figura 1: Localização do Município de Poços de Caldas.</i>	26
<i>Figura 2 – Foto da área C1.</i>	28
<i>Figura 3 – Foto da área C2.</i>	29
<i>Figura 4 – foto da área M1</i>	30
<i>Figura 5 – Foto da área M2.</i>	31
<i>Figura 6 – Foto da área F.</i>	32
<i>Figura 7 – Foto da área M.</i>	33
<i>Figura 8 – Foto da área Co.</i>	34
<i>Figura 9 – Foto da área G.</i>	35
<i>Figura 10 – Foto da área AS.</i>	36
<i>Figura 11 – Foto da área J.</i>	37
<i>Figura 12 – Foto da área D.</i>	38
<i>Figura 13 – Foto da área E.</i>	39
<i>Figura 14 – Foto da área AM.</i>	40
<i>Figura 15 – Esquema da armadilha pitfall enterrada rente ao solo.</i>	44
<i>Figura 16 – Foto de um local onde foi disposta uma armadilha pitfall. A estaca foi utilizada para facilitar a localização da armadilha.</i>	46
<i>Figura 17 – Foto de um local onde foi disposta uma armadilha pitfall. A fita de alerta foi utilizada para facilitar a localização da armadilha.</i>	47
<i>Figura 18 – Foto da montagem de uma formiga amostrada em uma área de estudo. A montagem auxilia na identificação da espécie. Detalhe para o papel suporte em que a formiga é colada.</i>	49
<i>Figura 19 – Foto da montagem de uma formiga amostrada em uma área de estudo. A montagem auxilia na identificação da espécie. Detalhe do alfinete entomológico em que o papel suporte fica preso.</i>	50
<i>Figura 20 – Porcentagem de espécies em cada grupo funcional amostrado nas áreas de estudo em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	61
<i>Figura 21 – Porcentagem de espécies em cada grupo funcional amostrado nas áreas de estudo em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	62
<i>Figura 23- Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área controle C1 (Campo de altitude- Retiro Branco) em 1991.</i>	63
<i>Figura 24 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados no campo de altitude C1 (controle) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	64

<i>Figura 25 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área controle C1 (Campo de altitude - Retiro Branco) em 2002.</i>	66
<i>Figura 26 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados no campo de altitude C1 (controle) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	67
<i>Figura 27 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área controle C2 (Campo de altitude - Campo do Saco) em 1991.</i>	69
<i>Figura 28 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados no campo de altitude C2 (controle) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	70
<i>Figura 29 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área controle C2 (Campo de altitude - Campo do Saco) em 2002.</i>	71
<i>Figura 30 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados no campo de altitude C2 (controle) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	72
<i>Figura 31 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área controle M1 (Mata nativa - Retiro Branco) em 1991.</i>	74
<i>Figura 32 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na mata controle M1 em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	75
<i>Figura 33 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área controle M1 (Mata nativa - Retiro Branco) em 2002.</i>	77
<i>Figura 34 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na mata controle M1 em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	78
<i>Figura 35 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área controle M2 (Mata nativa - Santa Rosália) em 1991.</i>	79
<i>Figura 36 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na mata controle M2 em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	80
<i>Figura 37 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área controle M2 (Mata nativa - Santa Rosália) em 2002.</i>	82

<i>Figura 38 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na mata controle M2 em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	83
<i>Figura 39 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área F, revegetada com coquetel de nativas (Retiro Branco) em 1991.</i>	84
<i>Figura 40 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área F (revegetada com coquetel de nativas) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	85
<i>Figura 41 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área F, revegetada com coquetel de nativas (Retiro Branco) em 2002.</i>	87
<i>Figura 42 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área F (revegetada com coquetel de nativas) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	88
<i>Figura 43 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área M, revegetada com coquetel de nativas (Retiro Branco), em 1991.</i>	90
<i>Figura 44 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área M, revegetada com coquetel de nativas (Retiro Branco) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadora Especialistas.</i>	91
<i>Figura 46 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área M, revegetada com coquetel de nativas (Retiro Branco) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadora Especialistas.</i>	94
<i>Figura 47 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada Co (Colina) em 1991.</i>	95
<i>Figura 48 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área revegetada com coquetel de nativas, Co (Colina) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	96
<i>Figura 49 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada Co (Colina) em 2002.</i>	98
<i>Figura 50 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área revegetada com coquetel de nativas, Co (Colina) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	99

<i>Figura 51 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área G, revegetada com coquetel de nativas (Galinha) em 1991.</i>	101
<i>Figura 52 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área G, revegetada com coquetel de nativas (Galinha) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	102
<i>Figura 53 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área G, revegetada com coquetel de nativas (Galinha) em 2002.</i>	104
<i>Figura 54 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área G, revegetada com coquetel de nativas (Galinha) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas</i>	105
<i>Figura 55 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área AS, revegetada com coquetel de nativas (Alto do Selado) em 1991.</i>	107
<i>Figura 56 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área AS, revegetada com coquetel de nativas (Alto do Selado) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	108
<i>Figura 57 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área AS, revegetada com coquetel de nativas (Alto do Selado) em 2002.</i>	109
<i>Figura 58 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área AS, revegetada com coquetel de nativas (Alto do Selado) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	110
<i>Figura 59 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada J, com coquetel de nativas (Retiro Branco) em 1991.</i>	111
<i>Figura 60 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área J, revegetada com coquetel de nativas (Retiro Branco) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.</i>	112
<i>Figura 61 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada J, com coquetel de nativas (Retiro Branco) em 2002.</i>	114
<i>Figura 62 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área J, revegetada com coquetel de nativas (Retiro Branco) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima</i>	

Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

115

Figura 63 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada D, com coquetel de nativas (Santa Rosália) em 1991.

116

Figura 64 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área revegetada D, com coquetel de nativas (Santa Rosália) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

117

Figura 65 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada D, com coquetel de nativas (Santa Rosália) em 2002.

119

Figura 66 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área revegetada D, com coquetel de nativas (Santa Rosália) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

120

Figura 67 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada E, com coquetel de nativas (Santa Rosália) em 1991.

121

Figura 68 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área revegetada E, com coquetel de nativas (Santa Rosália) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

122

Figura 69 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada E, com coquetel de nativas (Santa Rosália) em 2002.

123

Figura 70 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área revegetada E, com coquetel de nativas (Santa Rosália) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

124

Figura 71 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada AM, com coquetel de nativas (Campo do Saco) em 1991.

126

Figura 72 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área revegetada AM, com coquetel de nativas (Campo do Saco) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

127

Figura 73 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada AM, com coquetel de nativas (Campo do Saco) em 2002.

129

Figura 74 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área revegetada AM, com coquetel de nativas (Campo do Saco) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

130

Figura 75 – Relação entre a porcentagem de espécies GM com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6anos, 5=mata e 6=campo.

139

Figura 76 – Relação entre a porcentagem de espécies GM com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17anos, 5=mata e 6=campo.

140

Figura 77 – Relação entre a porcentagem de espécies TCS com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6anos, 5=mata e 6=campo.

141

Figura 78 – Relação entre a porcentagem de espécies TCS com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17anos, 5=mata e 6=campo.

142

Figura 79 – Relação entre a porcentagem de espécies HCS com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6anos, 5=mata e 6=campo.

143

Figura 80 – Relação entre a porcentagem de espécies HCS com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17anos, 5=mata e 6=campo.

144

Figura 81 – Relação entre a porcentagem de espécies CCS com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6 anos, 5=mata e 6=campo.

145

Figura 82 – Relação entre a porcentagem de espécies CCS com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17 anos, 5=mata e 6=campo.

146

Figura 83 – Relação entre a porcentagem de espécies SC com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6 anos, 5=mata e 6=campo.

147

Figura 84 – Relação entre a porcentagem de espécies SC com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17 anos, 5=mata e 6=campo.

148

Figura 85 – Relação entre a porcentagem de espécies O com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6anos, 5=mata e 6=campo.

149

<i>Figura 86 – Relação entre a porcentagem de espécies O com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17anos, 5=mata e 6=campo.</i>	150
<i>Figura 87 – Relação entre a porcentagem de espécies DD com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6anos, 5=mata e 6=campo.</i>	151
<i>Figura 88 – Relação entre a porcentagem de espécies DD com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=14 anos, 4=17anos, 5=mata e 6=campo.</i>	152
<i>Figura 89 – Relação entre a porcentagem de espécies SP com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 ano, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6anos, 5=mata e 6=campo.</i>	153
<i>Figura 90 – Relação entre a porcentagem de espécies SP com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 ano, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17anos, 5=mata e 6=campo.</i>	154
<i>Figura 91 – Relação entre a porcentagem de espécies C com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6 anos, 5=mata e 6=campo.</i>	155
<i>Figura 92 – Relação entre a porcentagem de espécies SP com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 ano, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17anos, 5=mata e 6=campo.</i>	156
<i>Figura 93 – Relação entre a porcentagem de espécies C/TCS com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6 anos, 5=mata e 6=campo.</i>	157
<i>Figura 94 – Relação entre a porcentagem de espécies C/TCS com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17 anos, 5=mata e 6=campo.</i>	158
<i>Figura 95 – Relação entre a porcentagem de espécies DD/O com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6 anos, 5=mata e 6=campo.</i>	159
<i>Figura 96 – Relação entre a porcentagem de espécies DD/O com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17 anos, 5=mata e 6=campo.</i>	160
<i>Figura 97 – Relação entre a porcentagem de espécies GM/HCTSC com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6 anos, 5=mata e 6=campo.</i>	161
<i>Figura 98 – Relação entre a porcentagem de espécies GM/HCTSC com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17 anos, 5=mata e 6=campo.</i>	162

<i>Figura 99 - Dendograma representando a similaridade entre as áreas Controle e revegetadas, de acordo com o Grupo Funcional Generalistas Myrmicinae (GM), em 1991.</i>	163
<i>Figura 100 - Dendograma representando a similaridade entre as áreas Controle e revegetadas, de acordo com o Grupo Funcional Especialistas de Clima Tropical (TCS), em 1991.</i>	164
<i>Figura 101 - Dendograma representando a similaridade entre as áreas Controle e revegetadas, de acordo com o Grupo Funcional Generalistas Myrmicinae (GM), em 2002.</i>	165
<i>Figura 102 - Dendograma representando a similaridade entre as áreas Controle e revegetadas, de acordo com o Grupo Funcional Especialistas de Clima Tropical (TCS), em 2002.</i>	166
<i>Figura 103 – Relação entre o número de espécies amostrados em 1991 e as áreas de estudo (Áreas Controle e revegetadas), de acordo com a classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6 anos, 5=mata e 6=campo.</i>	170
<i>Figura 104 - Relação entre o número de espécies amostrados em 2002 e as áreas de estudo (Áreas Controle e revegetadas), de acordo com a classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17anos, 5=mata e 6=campo.</i>	171
<i>Figura 105: Gráfico vetor da probabilidade de extinção implícito na matriz agrupada maximizada. Retirado de Atmar e Patterson (1993). Modificado pela autora.</i>	172
<i>Figura 106- Matriz maximizada com temperatura da matriz calculada. Dados de 1991 - considerando todas as áreas.</i>	174
<i>Figura 107 – gráfico da temperatura da matriz para os dados de 1991 - considerando todas as áreas. Temperatura do sistema = 36,19°; Temperatura média = 54,94°, desvio padrão = 3,91°.</i>	174
<i>Figura 108- Matriz maximizada com temperatura da matriz calculada. Dados de 1991 - considerando apenas áreas revegetadas.</i>	174
<i>Figura 109 – Gráfico da temperatura da matriz para os dados de 1991 - considerando apenas áreas revegetadas. Temperatura do sistema = 37,45°; Temperatura média = 54,62°, desvio padrão = 5,28°.</i>	174
<i>Figura 110- Matriz maximizada com temperatura da matriz calculada. Dados de 2002 - considerando todas as áreas.</i>	175
<i>Figura 111 – Gráfico da temperatura da matriz para os dados de 2002 - considerando todas as áreas. Temperatura do sistema = 33,51°; Temperatura média = 56,38°, desvio padrão = 3,85°.</i>	175
<i>Figura 112 - Matriz maximizada com temperatura da matriz calculada. Dados de 2002 - considerando apenas áreas revegetadas.</i>	175
<i>Figura 113 – Gráfico da temperatura da matriz para os dados de 2002 - considerando apenas áreas revegetadas. Temperatura do sistema = 32,83°; Temperatura média = 55,23°; desvio padrão = 4,84°.</i>	175

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1- espécies incluídas no coquetel de nativas, utilizadas no reflorestamento de algumas áreas. Existe entre elas espécies exóticas (*).</i>	27
<i>Tabela 2- Relação das áreas de coleta, com os anos em que foram feitos os reflorestamentos e o tamanho de cada área. As áreas de Matas Controle não têm tamanho delimitado. (*) Simbologia utilizada pela empresa.</i>	27
<i>Tabela 3- Tipos de solos das áreas estudadas.</i>	42
<i>Tabela 4- Planilha referente às coletas realizadas em 1991, modificada de Fowler (1996), e dos dados obtidos a partir das coletas realizadas em 2002. C1:Retiro Branco; C2: Campo do Saco; M1: Santa Rosália; M2: Retiro Branco, essas quatro são áreas controle. F: Retiro Branco; M: Retiro Branco; Co: Colina; G: Galinha; AS: Alto do Selado; J: Retiro Branco; D: Santa Rosália; E: Santa Rosália; AM: Campo do Saco, essas nove são áreas revegetadas. 1 = coletas 1991; 2 = coletas 2002</i>	51
<i>Tabela 4- Planilha referente às coletas realizadas em 1991, modificada de Fowler (1996), e dos dados obtidos a partir das coletas realizadas em 2002. C1:Retiro Branco; C2: Campo do Saco; M1: Santa Rosália; M2: Retiro Branco, essas quatro são áreas controle. F: Retiro Branco; M: Retiro Branco; Co: Colina; G: Galinha; AS: Alto do Selado; J: Retiro Branco; D: Santa Rosália; E: Santa Rosália; AM: Campo do Saco, essas nove são áreas revegetadas. 1 = coletas 1991; 2 = coletas 2002</i>	52
<i>Tabela 4- Planilha referente às coletas realizadas em 1991, modificada de Fowler (1996), e dos dados obtidos a partir das coletas realizadas em 2002. C1:Retiro Branco; C2: Campo do Saco; M1: Santa Rosália; M2: Retiro Branco, essas quatro são áreas controle. F: Retiro Branco; M: Retiro Branco; Co: Colina; G: Galinha; AS: Alto do Selado; J: Retiro Branco; D: Santa Rosália; E: Santa Rosália; AM: Campo do Saco, essas nove são áreas revegetadas. 1 = coletas 1991; 2 = coletas 2002</i>	53
<i>Tabela 4- Planilha referente às coletas realizadas em 1991, modificada de Fowler (1996), e dos dados obtidos a partir das coletas realizadas em 2002. C1:Retiro Branco; C2: Campo do Saco; M1: Santa Rosália; M2: Retiro Branco, essas quatro são áreas controle. F: Retiro Branco; M: Retiro Branco; Co: Colina; G: Galinha; AS: Alto do Selado; J: Retiro Branco; D: Santa Rosália; E: Santa Rosália; AM: Campo do Saco, essas nove são áreas revegetadas. 1 = coletas 1991; 2 = coletas 2002</i>	54
<i>Tabela 4- Planilha referente às coletas realizadas em 1991, modificada de Fowler (1996), e dos dados obtidos a partir das coletas realizadas em 2002. C1:Retiro Branco; C2: Campo do Saco; M1: Santa Rosália; M2: Retiro Branco, essas quatro são áreas controle. F: Retiro Branco; M: Retiro Branco; Co: Colina; G: Galinha; AS: Alto do Selado; J: Retiro Branco; D: Santa Rosália; E: Santa Rosália; AM: Campo do Saco, essas nove são áreas revegetadas. 1 = coletas 1991; 2 = coletas 2002</i>	55
<i>Tabela 5 – Análises de similaridade e afinidade das áreas de estudo, considerando os dados de 1991.</i>	56
<i>Tabela 6 – Sumário estatístico das análises dos dados de 1991.</i>	57
<i>Tabela 7 - Análises de similaridade e afinidade das áreas de estudo, considerando os dados de 2002.</i>	58
<i>Tabela 8 - Sumário estatístico das análises dos dados de 2002.</i>	58
<i>Tabela 9 - Análises de similaridade e afinidade das áreas de estudo, considerando os dados de 1991 e 2002.</i>	59
<i>Tabela 10 - Sumário estatístico das análises dos dados de 1991 e 2002.</i>	59

<i>Tabela 11 – Resultados das análises de Regressão Múltipla para áreas revegetadas em relação as idades de revegetação, áreas controle (C1, C2, M1 e M2) e Grupos funcionais. Dados de 1991.</i>	133
<i>Tabela 12 – Resultados das análises de Regressão Múltipla para áreas revegetadas em relação as idades de revegetação, áreas controle (C1, C2, M1 e M2) e Grupos funcionais. Dados de 2002.</i>	134
<i>Tabela 13 – Resultados das análises de Regressão Múltipla para áreas revegetadas em relação as idades de revegetação, áreas controle (M1 e M2) e Grupos funcionais. Dados de 1991.</i>	135
<i>Tabela 14 – Resultados das análises de Regressão Múltipla para áreas revegetadas em relação as idades de revegetação, áreas controle (M1 e M2) e Grupos funcionais. Dados de 2002.</i>	136
<i>Tabela 15 – Resultados das análises de Regressão Múltipla para áreas revegetadas em relação as idades de revegetação, áreas controle (C1, C2) e Grupos funcionais. Dados de 1991.</i>	137
<i>Tabela 16 – Resultados das análises de Regressão Múltipla para áreas revegetadas em relação as idades de revegetação, áreas controle (C1, C2) e Grupos funcionais. Dados de 2002.</i>	138
<i>Tabela 14: Resultados das análises de Regressão Múltipla para áreas de estudo (revegetadas e controles) em relação as idades de revegetação, e espécies amostradas. Dados de 1991 e 2002.</i>	169
<i>Tabela 15: Resultados das análises de Regressão Múltipla para áreas de estudo (revegetadas e controles) em relação ao número de espécies amostradas. Dados de 1991 e 2002.</i>	170

Resumo

Em 1991 foram realizados levantamentos da mirmecofauna de 9 áreas revegetadas com espécies nativas (com diferentes idades) pela Alcoa Alumínio S/A e 4 áreas preservadas (2 campos de altitude e 2 matas), denominadas Áreas Controle. O intuito de tais levantamentos foi analisar o grau de recuperação dessas áreas através da utilização de formigas como bioindicadores. O presente trabalho teve como objetivo analisar a recuperação dessas áreas através da comparação de dados atuais (2002) com os dados pré-existentes (1991), utilizando formigas como bioindicadores. Deste modo foi possível avaliar a recuperação das áreas ao longo de 11 anos (2002) e validar a eficácia das formigas como bioindicadores. Foram utilizadas análises estatísticas de Similaridade e Afinidade, determinando a Diversidade de Mosaico (m) e Diversidade \approx , além de análises de Grupos Funcionais e de Temperatura da Matriz. 86 espécies foram amostradas em 1991 e 108 em 2002, totalizando 112 espécies. A Diversidade de Mosaico foi mais alta em 2002 (4,4) que em 1991 (3,5), o que sugere uma maior complexidade da paisagem nos dias atuais. A Diversidade \approx teve média de 0,31 em 1991 e 0,23 e 2002. Os grupos funcionais foram diversificados nas áreas, mas Generalistas Myrmicinae (GM) e Especialistas de Clima Tropical (TCS) representaram a maioria das espécies amostradas. A Temperatura da Matriz indicou dependência entre as espécies, representando uma menor aleatoriedade das extinções. Em 2002 a quantidade de espécies menos estáveis em áreas menos hospitaleiras foi menor, enquanto o número de espécies mais estáveis e menos estáveis em áreas mais hospitaleiras foi maior. Concluiu-se que as áreas apresentaram alguma recuperação nestes anos. Formigas são bons bioindicadores, uma vez que respondem as mudanças do ambiente, e a composição faunística caracteriza a paisagem, como confirmado pelas análises de grupos funcionais.

palavras-chave: formigas, bioindicadores, grupos funcionais, temperatura da matriz, similaridade e afinidade, mineração, recuperação de áreas.

Abstract

In 1991 there has been made a sampling of the ant community of 9 revegetated areas with native species (with different ages) by Alcoa Alumínio S/A and 4 preserved áreas (2 *campos de altitude* – grassy shrubland - and 2 *matas* – semideciduos rain forest) named as Control Areas. The purpose of such samplings was to analyse the recovery degree of those areas by using ants as bioindicators. The present piece of work intends to analyse the recovery of those areas throughout the comparison of current data (2002) with pre-existent data (1991), using ants as bioindicators. In this way it's possible to evaluate the recovery of those areas throughout 11 years (2002) and to validate the efficacy of ants as bioindicators. There has been used statistic analysis of Similarity and Affinity, determining the Mosaic Diversity (**m**) and Beta Diversity (**β**), besides the Functional Groups and Matrix Temperature analysis. 86 species were sampled in 1991 and 108 in 2002, amounting to 112 different species. The Mosaic Diversity was higher in 2002 (4,4) than in 1991 (3,5), which suggests a bigger environmental complexity at the present days. The Beta Diversity had average of 0,31 in 1991 and 0,23 in 2002. The Functional Groups were various in those areas, but Generalized Myrmicinae (GM) and Tropical Climate Specialists (TCS) represented the majority of the sampled species. The Matrix Temperature indicated dependency between the species, representing a smaller random extinction order. In 2002 the amount of less stable species in less hospitable areas was smaller, and the number of species more stable in more hospitable areas was bigger. The conclusion is that the areas presented some recovery in those years. Ants are good bioindicators, as they respond to the environmental changes, and the fauna composition marks the landscape, as confirmed by the Functional Group analysis.

Key words: ants, bioindicators, functional groups, matrix temperature, similarity and affinity, mining, area recovery.

1- Introdução

A mineração pode ser definida como a extração econômica de bens da crosta terrestre (Gisler, 1995). É uma atividade que apresenta um grau de impacto ambiental de alta magnitude, devido às modificações físicas e bióticas provocadas nas áreas de influência direta e indireta do projeto (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente, IBAMA, 1990). Tais modificações acarretam impactos no solo, na água, no ar, impacto visual e poluição sonora. A magnitude destes impactos depende do local onde se localiza a mina, da técnica de mineração empregada, das características destes e das formas de intervenção (Gisler, 1995).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) identifica a indústria extrativa mineral como uma das principais responsáveis pelo lançamento de cargas poluidoras no ambiente (Mascarenhas, 1987). Entretanto, a extração de matérias-primas minerais é imprescindível ao desenvolvimento de um país (Ferreira, 1993).

1.1- Bauxita e Alumínio

1.1.1- Considerações gerais

O alumínio é um metal branco, leve (peso específico $2,7 \text{ g/cm}^3$), com baixo ponto de fusão (660° C), que não se deixa atacar pela corrosão e apresenta elevada resistência mecânica (Abreu, 1973), além de alta condutividade. Devido a essas características e ao custo relativamente baixo, o alumínio é muito empregado, sendo considerado, em quantidade, o segundo metal mais consumido do planeta, vindo logo após o ferro. A sua abundância na crosta terrestre é de 8,13%, razão pela qual ocupa a terceira posição dos elementos constituintes da crosta, após o oxigênio e o silício, e antes do ferro (Kotschoubey, 1988). De acordo com o Relatório do Programa de Expansão de Alumínio – PEA (2000) o alumínio é o metal mais abundante na crosta terrestre e provavelmente também o mais versátil. Suas características únicas o tornam ideal para inúmeras aplicações na indústria

moderna. Segundo a ABAL (1996), no Brasil o Alumínio é aplicado em: construção civil, transportes, indústria elétrica, bens de consumo, embalagens, máquinas e equipamentos, etc. E as formas em que o alumínio é utilizado no país são: chapas e lâminas, folhas, extrudados, fios e cabos condutores, fundidos e forjados, pó e outros.

O alumínio é um elemento litófilo que combinado com o silício entra na composição de numerosos silicatos, sendo conseqüentemente abundante tanto nas rochas ígneas como em grande parte das rochas metamórficas e sedimentares. Os minerais possíveis de serem fontes de alumínio são os hidróxidos de alumínio (basicamente gibbsita, boemita e diásporo), silicatos de alumínio (andaluzita, cianita e silimanita), argilo-minerais aluminosos da família da caolinita e os alumino-silicatos feldspatos e feldspatóides. (Kotschoubey, 1988).

Segundo Kotschoubey (1988) o alumínio foi produzido inicialmente através de vários métodos químicos experimentais bastante caros, a partir do cloreto de alumínio anidro e da alumina. Essa fase experimental foi encerrada quando pela primeira vez o alumínio foi produzido por eletrólise, em meados do século XIX. E entre 1888/89, com a invenção por Bayer do processo químico de produção de alumina, depois da descoberta do processo eletrolítico Hall/Heroult (1886), as primeiras fundições de alumínio, baseadas no princípio da eletrólise, iniciaram a produção industrial do metal. A partir deste ponto a bauxita tornou-se definitivamente o principal minério do alumínio.

O termo bauxita é um nome genérico para diversos minerais, com fórmulas que variam entre $Al_2O_3 \cdot H_2O$ e $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$. Segundo Abreu (1973) a bauxita resulta da alteração de feldspatos, feldspatóides e argilas, pelo processo de laterização (alteração intempérica). Para isso, são necessárias condições específicas que permitam a eliminação da sílica dos silicatos, por solubilização. Essas condições são encontradas em regiões de climas quentes com alternâncias bem definidas de épocas de chuva e de seca. Durante o processo, o pH das soluções circulantes desempenha papel importante, pois águas alcalinas favorecem a passagem direta de feldspatóides para bauxita, enquanto águas ácidas levam primeiramente a

uma fase intermediária de argila caolínica. De acordo com Ramos (1982) a bauxita é formada, principalmente, pelo intemperismo de rochas aluminosas. As condições geológicas, petrográficas, climáticas e morfológicas favoráveis à formação da bauxita são: presença de rochas minerais solúveis resultando em resíduos ricos em alumina; efetiva porosidade, permitindo fácil acesso e circulação de água; períodos de chuvas abundantes alternados com períodos de estiagem; vegetação; fontes supridoras de soluções apropriadas e agentes precipitadores; clima tropical ou quente; relevo topográfico suave, permitindo um bom movimento do lençol freático, com um mínimo de erosão; e longos períodos de estabilidade tectônica. De acordo com Kotschoubey (1988) os hidróxidos de alumínio que compõe as bauxitas são fundamentalmente a gibbsita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) que é um tri-hidrato, a boemita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) e o diásporo (mesma composição química), que são mono-hidratos. As bauxitas normalmente podem apresentar coloração vermelha, marrom, amarelada, mas existem também as de coloração branca e rosada (nas zonas fortemente desferrificadas), e as cinzentas, pretas ou esverdeadas, de acordo com a composição mineralógica.

São descritos por Ramos (1982) três tipos de depósitos de bauxita:

- A) Depósitos do tipo *blanket* ou de coberturas – que são depósitos de ocorrência superficial, constituídos de uma camada horizontal de espessura e extensão variáveis. Esses depósitos são residuais, formados a partir de rochas subjacentes ricas em alumínio. Muitos ocorrem sobre antigos platôs formados durante os estágios finais do ciclo geomorfológico, representando assim, longos períodos de estabilidade das condições geomorfológicas.
- B) Depósitos intercalados – que são depósitos constituídos de camadas ou lentes que ocorrem em horizontes estratigráficos definidos e intercalados em sedimentos ou rochas vulcânicas. Podem ocorrer ainda, ao longo de contatos entre rochas ígneas ou metamórficas e rochas mais novas.

C) Depósitos do tipo bolsões – que ocorrem principalmente, como preenchimento de depressões formadas em calcários e dolomitos (áreas de topografia cárstica).

No Brasil os principais depósitos de bauxita foram formados no período Terciário. Em Poços de Caldas (área de estudo) ocorrem depósitos do tipo *blanket* ou de coberturas.

A produção do alumínio inicia-se na exploração do minério bauxita. Utilizando o processo Bayer, a bauxita passa por um sistema de lavagem, sendo dissolvida em seguida na soda cáustica em alta temperatura e pressão. O líquido daí resultante vai para um precipitador dando origem à alumina (óxido de alumínio). Posteriormente, através de um banho eletrolítico, utilizando corrente elétrica contínua, transforma-se no alumínio metálico (Informe Setorial Mineração e Metalurgia Nº 25 - Abril/1999).

1.1.2- Aspectos econômicos

Dispondo de grande potencial hidráulico para produção de energia elétrica e de apreciáveis reservas de bauxita, o Brasil recebeu grandes investimentos para a produção de alumínio primário. Por volta de 1982 a produção nacional passou a superar o consumo e o país tornou-se exportador. O Brasil produz aproximadamente 1,2 milhões de toneladas de alumínio anualmente e o consumo interno é da ordem de 700 mil toneladas por ano. As exportações anuais geram aproximadamente US\$ 1,5 bilhão de divisas para o país (Relatório do Programa de Expansão de Alumínio – PEA, 2000).

Em 1998 o Brasil foi considerado o quarto maior produtor de bauxita do mundo (Informe Setorial Mineração e Metalurgia Nº 25 - Abril/1999). Em 1999 foi considerado o terceiro, totalizando 10,4% da produção mundial, que chegou a 124 milhões de toneladas. As reservas mundiais de bauxita somavam em 1999 31 bilhões de toneladas, das quais o Brasil detinha 7,7%. A produção mundial de alumínio chegou a 22,7 milhões de toneladas (DNPM, 2000).

O Brasil exportou em 1999 4,5 milhões de toneladas de bauxita para o Canadá (38%), EUA (31%), Ilhas Virgens (14%), Ucrânia (10%) e outros (7%), e 920 mil toneladas de alumínio e derivados para o Japão (27%), Argentina (23%), Países Baixos (18%), Bélgica (10%), EUA (5%) e outros (17%) (DNPM, 2000).

Nos últimos anos a indústria do alumínio tem gerado aproximadamente 50.000 empregos diretos e um faturamento médio de US\$ 6,2 bilhões (Informe Setorial Mineração e Metalurgia N° 25, 1999).

1.1.3- Bauxita em Poços de Caldas

De acordo com Parisi (1988) as jazidas de bauxita de Poços de Caldas são uma das mais importantes ocorrências desse minério na região sudeste do Brasil, pela sua situação estratégica em relação às principais fábricas de alumínio instaladas no Brasil, pela facilidade na lavra e no escoamento do produto e pela qualidade do minério. O planalto de Poços de Caldas está localizado na divisa dos estados de Minas Gerais e São Paulo, e maior parte da área das jazidas de bauxita pertence a Minas Gerais estando encravada em seu flanco sudoeste. Abrange parte dos municípios mineiros de Poços de Caldas, Andradas e Caldas e uma parte do município paulista de Águas da Prata.

A bauxita de Poços de Caldas ocorre praticamente à superfície do terreno ou coberta por uma fina camada de solo. A média da espessura do manto mineralizado é de dois metros nas minas menos espessas e quatro metros nas minas mais profundas, mas podem ocorrer espessuras de até 20 metros (Parisi, 1988).

Segundo Parisi (1988) existem na área dois tipos de jazimento:

- Jazidas de Serra – são formadas nas partes mais elevadas do planalto de Poços de Caldas, ou seja, no seu anel circular. Por causa de uma lixiviação mais intensa provocada pelas águas percolantes, em função de uma drenagem mais ativa, as bauxitas de serra apresentam maior espessura e são de melhor qualidade pelo baixo teor de sílica reativa. Apresentam-se ainda em mantos

contínuos, homogêneos, apenas interrompidos por depressões de drenagem mais profundas. O substrato geralmente é rochoso. O beneficiamento é feito por simples britagem.

- Jazidas de Campo – são formadas no interior do planalto, onde a topografia é mais suave. Diferenciam-se das jazidas de serra pela menor espessura da camada mineralizada, pelo teor mais alto em sílica reativa e pela descontinuidade entre os corpos mineralizados, que são separados por depressões de drenagem de qualquer tamanho. O substrato geralmente é argiloso, e o contato entre a bauxita e a argila é gradacional, o que obriga ao beneficiamento por lavagem de boa parte do minério.

Em 1999 as reservas de Poços de Caldas totalizaram 7.195.842 toneladas (DNPM, 2000).

1.1.4- Sobre a mineradora

A Alcoa chegou ao Brasil em 1965 e logo se tornou a segunda maior subsidiária da matriz americana, atuando nos setores de metal primário, químicos, pó de alumínio, extrudados, laminados, evaporadores, abrasivos, peças fundidas, cabos e condutores elétricos, garrafas e tampas plásticas, além de carrocerias e baús de caminhões. A organização também está presente em quatro países da América do Sul: Argentina, Chile, Peru e Colômbia. Nestes anos de serviços prestados à indústria nacional, a Alcoa instalou fábricas em várias cidades brasileiras - oito em São Paulo (Barueri, Cotia, Pindamonhangaba, Salto, Santo André, São Caetano do Sul, Sorocaba e Valinhos), uma em Minas Gerais (Poços de Caldas), Santa Catarina (Tubarão) e Pernambuco (Itapissuma) (retirado do site http://www.hightech.com.br/eng_pri1.html).

A Alcoa Alumínio S.A. vem atuando no município de Poços de Caldas desde 1970, e é uma das principais atividades econômicas do local. A empresa possui uma área já minerada em torno de 390 ha, dos quais 360 ha foram reflorestados. Nas décadas de 70 e 80, antes da constituição de 1988 que obriga minerações a recuperarem as áreas degradadas pela

atividade, a empresa já realizava plantios homogêneos de *Eucalyptus* sp e *Mimosa scabrella* (Bracatinga). Atualmente os reflorestamentos têm sido feitos com um coquetel de mudas de espécies nativas, cultivadas em um viveiro próprio (Moraes, 2000).

1.2- Recuperação de áreas degradadas

1.2.1- Aspecto legal

De acordo com o artigo 225, parágrafo 2º da Constituição de 1988, a recuperação de áreas mineradas é obrigatória, ou seja, o empreendedor está obrigado a recuperar o meio degradado de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma de lei. Para novos empreendimentos, o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) deve fazer parte do Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) e do Plano de Controle Ambiental (PCA) (IBRAM, 1992). O EIA/RIMA deve conter medidas mitigadoras, para evitar ou reparar os impactos causados pela implantação e funcionamento do empreendimento, e um programa de monitoramento, para garantir que essas medidas sejam cumpridas, aperfeiçoadas ou modificadas de acordo com a necessidade ambiental.

1.2.2- Conceitos

A Lei Federal 7.632/89 define “Degradação” como “um conjunto de processos resultantes de danos no meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou a capacidade produtiva dos recursos ambientais”.

No desenvolvimento de um trabalho envolvendo áreas degradadas é importante que se definam além deste, outros conceitos, como de recuperação, restauração e reabilitação, pois existem várias interpretações

para cada uma dessas palavras, podendo o significado de cada uma delas variar de trabalho para trabalho.

De acordo com a ABNT (1989), “Restauração” (restoration em Inglês) significa a reprodução das condições exatas do local, tais como eram antes de serem alterados pela intervenção; “Recuperação” (reclamation) é quando o local é trabalhado de modo que as condições ambientais acabem se situando próximas às condições anteriores à intervenção, ou seja, trata-se de devolver ao local o equilíbrio e a estabilidade dos processos atuantes, e “Reabilitação” (rehabilitation) é quando o local é destinado a uma dada forma de uso do solo, de acordo com projeto prévio e em condições compatíveis com a ocupação circunvizinha, ou seja, trata-se de reaproveitar a área para outra finalidade.

Segundo Majer (1989), “Recuperação” (reclamation) é um termo genérico que cobre todos os aspectos de qualquer processo que visa a obtenção de uma nova utilização para a área degradada. Inclui o planejamento e trabalhos de engenharia, e normalmente, mas nem sempre, processos biológicos. A opção biológica freqüentemente envolve a preparação de um substrato, seguida pela implantação de uma comunidade de plantas, como uma floresta, cultivo de plantas, vegetação nativa, ou simplesmente uma cobertura vegetal que estabilize o terreno. Já Reabilitação (rehabilitation) é definida pelo autor como o retorno da área a um estado biológico apropriado, e este retorno pode significar o uso produtivo da área em longo prazo, tal como a implantação de uma atividade que renderá lucros, ou atividades menos tangíveis em termos monetários, visando à recreação ou a valorização estético-ecológica. A reabilitação pode ser dividida em:

- reabilitação condicional, onde o homem interfere para aumentar, ou agir contra fenômenos naturais (manejos de reflorestamentos e pastagens);

- reabilitação auto-sustentável, que é o manejo de uma área até atingir um ponto em que a ação do homem não seja mais necessária. Os ciclos de nutrientes são fechados, e os componentes da biota estão razoavelmente em equilíbrio; por exemplo, uma floresta com vegetação nativa, dedicada a manutenção da vida selvagem.

Neste trabalho foi adotado o termo “Recuperação” de acordo com a ABNT (1989), por se tratar de um termo que define que a área a ser recuperada deve chegar a um estado ambiental próximo as condições anteriores à intervenção, e não às condições exatas do ambiente antes da intervenção, já que isso seria muito difícil. Além disso, este é um termo de compreensão mais fácil entre o público, e foi utilizado no texto do parágrafo segundo do artigo 225 da Constituição Federal de 1988.

1.2.3- Impactos causados pela atividade de mineração

Impacto visual

Os impactos topográficos, edáficos, vegetativos e hídricos provocados pela mineração de superfície manifestam-se mais obviamente no aspecto estético. Os elementos visuais da linha, forma, textura, escala, complexidade e cor que compõem a paisagem são alterados (Griffith, 1980).

O nivelamento, a drenagem ou o alisamento do terreno e o plantio de espécies vegetais constituem medidas que minimizam esse impacto (Gisler, 1995).

Impactos no ar

De acordo com Mascarenhas (1987), existem duas fontes principais de poluição do ar; a poluição por partículas (por causa das detonações de rochas, movimentação de caminhões e máquinas, ação dos ventos, nas frentes de lavras e moagem por ocasião do beneficiamento de minérios); e a poluição por poluentes gasosos (principalmente o Co, HCl, Nox, Sox, geralmente provenientes da combustão de óleos e outras substâncias). O controle dessas partículas pode ser feito através de técnicas como o enclausuramento total da fonte de poluição, a aspersão de água e o uso de coletores de diversos tipos (como gravitacional, de força centrípeta, de intercepção e de eletricidade).

Impactos na água

São considerados poluentes da água devido à atividade de mineração o dióxido de carbono, a turbidez, a eutrofização (Williamson *et al*, 1987), os sólidos em suspensão, os radioisótopos, os íons metálicos, os sais, os compostos orgânicos sintéticos, os produtos químicos inorgânicos, o esgoto doméstico, as altas temperaturas e os produtos capazes de alterar o pH (IBRAM, 1987).

O tratamento da água deve ser feito utilizando-se métodos como a recirculação, a neutralização e a decantação e filtragem com a utilização de barragens (Gisler, 1995).

Poluição sonora

De acordo com Mascarenhas (1987), a poluição sonora causada pela mineração é provocada por detonações, britadores, compressores, bombas, locomotivas, tratores, caminhões, ventiladores e perfuratrizes.

Impactos no solo

A retirada indiscriminada da cobertura vegetal para facilitar as escavações interfere no ciclo hidrológico, eliminando o efeito de interceptação das chuvas ou de dispersão de energia cinética das águas que circundam as minas em operação. A qualidade destas fica alterada por causa da sedimentação do material exposto que pode ou não ser tóxico (Gisler, 1995).

Segundo Griffith (1980), a única maneira de mitigar os impactos no solo causados pela atividade de mineração é através do restabelecimento da cobertura vegetal perene sobre o local. Segundo o autor, algumas medidas deveriam ser implantadas antes e durante a mineração a fim de se promover a recuperação da vegetação no local. Entre essas medidas destacam-se: a suavização dos cortes, o planejamento conservacionista das vias de acesso, o isolamento do material potencialmente tóxico, o armazenamento da camada superior do solo da área a ser minerada, o aterro progressivo das escavações das áreas já mineradas e o tratamento especial dos solos mais problemáticos, como aqueles mais susceptíveis à

compactação. E também a retenção física do solo para a mitigação dos problemas de drenagem e de erosão hídrica, o melhoramento da topografia e o condicionamento do solo para o estabelecimento do vegetal.

1.2.4- Metas de recuperação

Recuperar uma área degradada não é tarefa fácil e engloba processos que vão muito além da revegetação por plantio ativo. Inclui as modificações do solo e da fauna para restabelecer funcionalmente a terra, para fins de preservação ou para atividades econômicas do homem (Fowler, 1996).

O potencial de revegetação de locais minerados varia consideravelmente, dependendo das características químicas e físicas da rocha minerada, do processo de extração utilizado e do clima da área (Gisler, 1995).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Mineração, IBRAM (1992), as metas de recuperação a serem alcançadas, nas áreas degradadas por minerações são:

1 - Em curto prazo - recomposição da topografia do terreno, controle da erosão e correção dos níveis de fertilidade do solo, amenização do impacto na paisagem (plantio de tapete verde) e controle da deposição de estéreis e rejeitos.

2 - Em médio prazo - sucessão vegetal, restauração das propriedades físicas e químicas do solo, ciclagem dos nutrientes e reaparecimento da fauna.

3 - Em longo prazo - auto-sustentação do processo de recuperação, inter-relacionamento dinâmico entre solo-planta-animal e utilização futura da área.

1.3- Indicadores ambientais

Um instrumento relativamente simples de identificação ou avaliação de impactos ambientais é o indicador ambiental. Os indicadores ambientais podem ser definidos como fatores ambientais que refletem adequadamente

as condições do habitat em estudo (Fowler, 1998), portanto podem ser muito úteis para análise de impactos ambientais. Dentre os indicadores ambientais estão os bioindicadores, ou seja, indicadores ambientais bióticos, que já vem sendo utilizados para avaliação de impactos ambientais, e os geoindicadores, ou seja, indicadores ambientais físicos, ainda pouco utilizados em avaliação de impactos ambientais.

1.3.1- Os bioindicadores

Oliveira *et al* (2001) definem bioindicadores como animais ou plantas capazes de indicar mudanças que afetem a saúde de um ecossistema, e afirmam que a simples presença ou ausência de uma população pode servir como parâmetro a ser avaliado. Mas Majer (1983) já afirmava que os bioindicadores não são apenas aqueles que indicam um ambiente particular devido a sua ausência ou presença, mas também são aqueles em que a abundância pode ser alterada devido às perturbações causadas pelo homem.

Com base em alguns estudos prévios sobre os bioindicadores adequados em cada caso, medições simples permitem estimar com razoável precisão os níveis de recuperação ambiental. Fatores desse tipo podem ser encontrados na fauna, pois o retorno de diversos animais a áreas em recuperação se dá de forma gradativa. Embora a contribuição da fauna à reabilitação de ambientes degradados ainda precise ser mais bem pesquisada no Brasil, alguns organismos podem ter grande utilidade como bioindicadores (Fowler, 1998). É o caso dos invertebrados, que têm um papel de destaque na restauração de um ecossistema (Majer, 1989).

Por serem um componente de grande importância no ecossistema, e de fácil captura, o levantamento de invertebrados tem extrema importância em estudos de impacto ambiental. Por se tratar de um grupo que ocupa diversos níveis na cadeia trófica, eles são eficazes para predizer níveis de alteração ambiental (Majer, 1983). Os invertebrados atuam em várias áreas funcionalmente importantes numa restauração de ecossistema e regularmente fornecem uma indicação mais sensível do que plantas do

ecossistema em que ocorrem (James & Evison, 1979; Greenslade & Greenslade, 1984; Disney, 1986; Rosenberg *et al.*, 1986). Os invertebrados, particularmente os insetos, estão entre os mais abundantes e bem sucedidos animais terrestres, o que pode os tornar excelentes bioindicadores ecológicos (Hylty & Merenlender, 2000).

As formigas são invertebrados muito utilizados como bioindicadores. As assembléias de formigas são indicadores úteis da qualidade e integridade de um habitat (Andersen, 1992). As formigas são utilizadas como bioindicadores principalmente por causa da sua grande abundância e diversidade, sua importância ecológica em todos os níveis tróficos, a facilidade com que elas são capturadas e sua sensibilidade a mudanças ecológicas (Majer, 1983; Greenslade & Greenslade, 1984; Andersen 1990). Elas constituem o alimento mais expressivo da dieta de vários animais, especialmente aves, por sua constância durante todo o ano (Beltzer, 1987 *in* Fowler *et al.*, 1991). Também são utilizadas como bioindicadores por construírem colônias fixas e serem importantes na formação do solo, pelo fato de construírem túneis, galerias e câmaras subterrâneas (Esu, 1986 *in* Fowler, 1991; Fowler, 1998). As assembléias de formigas ainda têm mudanças correlacionadas com os padrões de sucessão vegetal (Lynch, 1981).

As formigas já foram usadas como bioindicadores de perturbações, estabilidade e mudanças do ambiente em várias partes do mundo (Brown, 1995). Segundo Rocha (1999), as formigas se mostraram bons indicadores de recuperação ambiental em áreas de reflorestamentos com espécies nativas em Ilha Solteira, SP, Brasil. Majer (1991), estudou a recolonização de formigas em áreas de mineração de bauxita em Poços de Caldas - MG, depois de reabilitadas. Na Austrália, as formigas são consideradas particularmente úteis como bioindicadores em programas de análise do meio ambiente devido à sua grande abundância e importância funcional, sua grande variedade de interações com o resto do ecossistema (Majer, 1983; Greenslade & Greenslade, 1984; Andersen, 1990).

Estudos de formigas na Austrália têm sido feitos para acompanhar a sucessão das espécies e a construção da riqueza das espécies durante o

tempo, e para relacionar essas a outras variáveis do ambiente. E uma abordagem complementar é feita para examinar mudanças na composição dos grupos funcionais de comunidades de formigas (Andersen, 1990).

A distribuição de espécies de formigas em várias áreas pode ser usada para inferir processos que controlam diversidades locais (Brown, 1995).

De acordo com Kremen et al (1993) in Bustos H. & Ulloa-Chacón (2002) é possível definir o grau de degradação ou recuperação de uma área a partir de estudos simples da fauna de formigas:

- detectando a presença ou ausência de espécies raras e indicadoras de um estado sucessional definido;
- estudando as diferenças de populações em diferentes áreas, pois estas variam de acordo com o estado sucessional da vegetação e,
- caracterizando grupos funcionais de formigas: estes podem categorizar-se pela dieta, pelo substrato de aninhamento, pelo estrato de forrageio e por muitas outras variáveis que permitem identificar espécies associadas às condições habitacionais específicas.

1.3.1.1- Análises estatísticas

Para obter respostas utilizando bioindicadores é necessário que sejam feitas análises estatísticas com os dados obtidos em campo (como o número de espécies encontradas em cada área, número de indivíduos encontrados por espécie, etc). Essas análises podem fornecer respostas sobre semelhanças ou diferenças entre as áreas estudadas (riqueza de espécies em cada área, diversidade, grau de complexidade). As respostas obtidas combinadas com outros fatores ambientais, como a vegetação, por exemplo, podem mostrar características importantes de cada área, quando relacionadas umas com as outras.

As análises estatísticas utilizadas neste trabalho estão descritas a seguir.

1.3.1.1.1- Matrizes de Afinidade e Similaridade

Similaridade de Jaccard ou Coeficiente de Jaccard

Segundo Fowler (1998) este índice aponta as similaridades na composição de faunas entre as áreas e dá uma boa estimativa da diversidade \approx (diversidade entre habitats). O Coeficiente de Jaccard se dá pela fórmula:

$$C_j = j/(a+b-j)$$

onde

j = número de espécies encontradas em ambas as localidades

a = número de espécies encontradas na localidade A

b = número de espécies encontradas na localidade B

Este coeficiente será igual a 1 se a similaridade for completa e igual 0 se as estações não forem similares e não existirem espécies em comum.

Afinidade

A afinidade é um método para medir o padrão composicional da diversidade e complexidade da paisagem, usando informações sobre espécies em um conjunto de subunidades ecológicas, que podem ser dados quantitativos (frequência, abundância) ou qualitativos (presença e ausência) (Scheiner, 1992).

As afinidades são calculadas medindo a distância relativa entre duas subunidades contra todas as outras subunidades. É calculada então a afinidade média para cada subunidade (Ketelhut, 1999). Essa afinidade é calculada através de uma adaptação do teste de Wilcoxon que compara dados pareados distintos baseando-se no sentido e magnitude das diferenças entre cada par amostral em relação ao todo (Scheiner 1992).

1.3.1.1.2 - Diversidade Beta (β)

A Diversidade Beta (β) é a medida de velocidade de mudanças na composição específica ao longo do gradiente (Glossário de Ecologia, 1997).

Os métodos para medir a diversidade de espécies também são usados quando se investiga a amplitude do nicho. A amplitude do nicho é uma medida de diversidade dos recursos utilizáveis. Todavia se requer outro enfoque quando se deseja indagar quantas espécies diferem entre comunidades, ou mesmo ao longo de um gradiente. Essencialmente a Diversidade Beta (β) é uma medida de quão diferentes (ou similares) são uma série de habitats ou amostras em termos de variação (e em algumas ocasiões, de abundância) das espécies encontradas nelas. Uma aproximação comum à Diversidade Beta (β) é observar como muda a diversidade de espécies ao longo do gradiente (Wilson & Mohler, 1983 *apud* Magurran, 1989). Outra forma de considerar a diversidade Beta é comparar a composição de espécies de distintas comunidades. A comunidade ou posição de gradiente que contribui com menos espécies será a de diversidade Beta mais elevada (Magurran, 1989).

A Diversidade Beta (β) é a diversidade entre habitats. Tomada conjuntamente com medidas de diversidade interna de habitat, a diversidade Beta pode ser usada para estimar a diversidade conjunta de uma área (Rootledge, 1977 *apud* Magurran, 1989) e medir a velocidade de troca de espécies de um hábitat.

O sistema mais fácil para medir a Diversidade Beta (β) entre pares de localidade é mediante o uso de coeficientes de similaridades, como o de Jaccard.

Quando existe um certo número de estações investigadas pode-se obter uma boa representação da Diversidade Beta (β) mediante a análise de agrupamento ("cluster"). Esta análise se inicia com uma matriz que proporciona a similaridade entre cada um dos pares de estações. As de localidades mais similares na matriz se combinam para formar um grupo único. A análise procede mediante sucessivos agrupamentos das

localidades mais similares até que se combinam em um dendograma singular) Magurran, 1989).

1.3.1.1.3- Diversidade de Mosaico

As matrizes de Similaridade e Afinidade são calculadas para estimar a partir da regressão linear a Diversidade de Mosaico Composicional (**m**), que exprime o grau de complexidade da paisagem.

Após a similaridade e afinidade médias serem calculadas para cada subunidade, elas são plotadas uma contra a outra, e a reta dessa correlação linear é computada através da fórmula:

$$M = rSA/Ss$$

onde

r = coeficiente de correlação

SA = desvio padrão das afinidades médias

Ss = desvio padrão das similaridades médias

Esta inclinação mede a diversidade de padrões e a complexidade da paisagem (Ketelhut, 1999).

A Diversidade de Mosaico (**m**) é uma técnica de análise indireta de um gradiente ambiental. É a correlação entre a similaridade e a afinidade, onde a similaridade é o eixo x e a afinidade o eixo y.

1.3.1.2- Temperatura da Matriz

A Temperatura da Matriz, sugerida por Atmar e Patterson (1993) é uma medida termodinâmica simples, que informa sobre a ordem e desordem aparente no padrão de agrupamento de espécies. Além disso, pode-se obter informações sobre a "hospitalidade" relativa das áreas para as espécies em estudo, através da maximização da matriz, definindo assim se as espécies são mais resistentes a extinção ou mais propensas a colonização.

Segundo Atmar e Patterson (1993) a temperatura de um sistema biogeográfico pode ser facilmente visualizada. Considerando um processo de extinção "frio", as espécies presentes nas assembléias diminuiriam abaixo do número mínimo do tamanho apropriado da população, e a ordem

das extinções seria previsível. Com o aumento da temperatura, as extinções se tornariam menos determináveis devido ao aumento de influência dos processos aleatórios agindo nas populações individuais e nas comunidades. Em todas as temperaturas menores que a completa desordem, a ordem da extinção seria mantida. A temperatura do sistema se tornaria uma medida relativa da desordem aparente das extinções e variaria de 0° (ordem das extinções replicáveis) a 100° (ordem aleatória das extinções). Quanto mais próximo de 0° mais espécies seriam dependentes umas das outras, ou seja, apresentariam um padrão agregado de distribuição, e quanto mais próximo de 100° mais aleatória seria essa distribuição.

A Temperatura da Matriz é calculada através das seguintes fórmulas:

$$U = 1/(m/n) \approx \sum_{i,j} u_{ij} \quad \text{onde } m \text{ (linhas) são as localidades e } n \text{ (colunas) são as espécies.}$$
$$T = KU \quad \text{onde } K = 100/U_{\max} \approx 0,041445$$

A Temperatura da Matriz foi calculada para saber qual a relação entre as espécies encontradas nas áreas (inter habitats), se ocorre uma dependência ou não entre essas espécies, e se as espécies são mais resistentes a extinção ou mais propensas a colonização. . Para esse cálculo utilizou-se o programa estatístico NESTED (Atmar e Patterson ,1993).

1.3.1.3- Grupos funcionais

Outra forma de utilizar formigas como bioindicadores é a partir da análise de grupos funcionais.

Segundo Andersen (2000), os estudos da ecologia global de formigas de floresta tropical buscam entender como a estrutura e a função de comunidades de formigas variam entre a floresta tropical e outros biomas, entre tipos de florestas tropicais diferentes, entre estratos diferentes dentro de uma floresta tropical, e em respostas às perturbações. Para isso é necessário que haja um entendimento pronunciado das respostas das formigas de florestas tropicais ao estresse e as perturbações ambientais. Grime (1979) in Andersen (2000) define o estresse como qualquer fator que limita produtividade, e perturbação como qualquer fator que remove a

biomassa. Uma maneira de se compreender tais respostas é a identificação de grupos funcionais que transcendem os limites biogeográficos e respondem ao estresse e perturbação (Lavorel *et al.* 1997; Smith *et al.* 1997 in Andersen, 2000.).

Baseados primeiramente em estudos australianos (Greenslade, 1978; Andersen, 1995, 1997a in Andersen 2000) foram identificados grupos funcionais de formigas. Brown (2000), baseou-se nesses estudos para classificar, em grupos funcionais, os gêneros de formigas de todo o mundo. Esses sete grupos são descritos abaixo:

Dominante Dolichoderinae (DD): as espécies dominantes competitivamente são por definição aquelas que predominam em ambientes de baixos níveis de estresse e perturbação. Para essas formigas, tais ambientes são quentes e abertos, e estes são freqüentemente dominados numérica e funcionalmente por Dolichoderines altamente agressivas. Essas formigas não são distribuídas pelo mundo todo, e ocorrem moderadamente ou até totalmente ausentes em habitats estressados.

Subordinada Camponotini (SC): Camponotine formicinae, especialmente as espécies de *Camponotus*, são muitas vezes diversas e abundantes nas ricas comunidades de formigas. A maioria apresenta comportamento submisso às Dominantes Dolichoderinae, e muitas são ecologicamente isoladas por outras devido ao seu grande tamanho e por serem forrageadoras noturnas.

Especialistas climáticas (HCS/CCS/TCS): estas espécies podem ter sua distribuição centrada em regiões áridas (Especialistas de Clima Quente - **HCS**), em regiões tropicais úmidas (Especialistas de Clima Tropical - **TCS**) e em regiões temperadas frias (Especialistas de Clima Frio - **CCS**). Tanto as Especialistas de Clima Frio quanto as Especialistas de Clima Tropical são características de habitats onde a abundância de Dominantes Dolichoderinae é baixa, e fora do seu habitat tolerável, elas são freqüentemente formigas não especialistas (soldados e cultivadoras de fungos são exceções). Já as Especialistas de Clima Quente são características de locais onde Dominante Dolichoderinae são mais abundantes, e elas possuem um limite de especializações fisiológicas,

morfológicas e comportamentais relacionadas a sua ecologia de forrageio, que reduz suas interações com outras formigas.

Espécies Cripticas (C): são espécies pequenas a diminutas, predominantemente Myrmicines e Ponerines, que nidificam e forrageiam em solos, serrapilheira, e troncos em decomposição. Elas são mais diversas e abundantes em habitats arborizados e são as principais formigas da serrapilheira na floresta tropical.

Oportunistas (O): não são especializadas, são pobremente competitivas, e ruderais (Grime, 1979 in Andersen, 2002). Sua distribuição parece ser fortemente influenciada pela competição com outras formigas. Elas freqüentemente têm ampla distribuição no habitat, mas predominam somente em locais onde o estresse ou perturbação limita a produtividade e diversidade de outras formigas e, portanto, onde o comportamento dominante é baixo.

Generalistas Myrmicinae (GM): espécies de *Crematogaster*, *Monomorium*, e *Pheidole* são membros da comunidade de formigas ao longo de todas as regiões quentes do mundo, e elas são comumente as formigas mais abundantes. Há freqüentemente tensão competitiva entre elas e Dominantes Dolichoderines, inclusive na floresta tropical.

Predadoras Especialistas (SP): este grupo compreende espécies de tamanho médio a grande, que são predadoras especialistas de outros artrópodes. Inclui forrageadoras solitárias, como espécies de *Pachycondyla*, bem como grupos invasores, como espécies de *Leptogenys*. Exceto pela predação direta, elas tendem a ter pouca interação com outras formigas devido a sua dieta especializada e a sua densidade de população tipicamente baixa.

Baseados nos estudos de Greenslade (1978) e Andersen (1987), Bestelmeyer e Wiens (1996) avaliaram as formigas do Chaco argentino. Eles dividiram essas formigas em grupos funcionais, fazendo algumas modificações. Esses autores definiram nove grupos funcionais, descritos abaixo.

Generalistas Myrmicinae (GM): as espécies incluídas neste grupo, embora apresentem grande variedade de hábitos, ocorrem em todo o mundo

e são relativamente flexíveis a habitats diferentes dos seus, quando comparadas com outros grupos de formigas.

Crípticas (Cr): as espécies deste grupo são espécies que forrageiam principalmente no solo e na serrapilheira, embora possam ser dominantes sobre a serrapilheira em interações com espécies epigaeicas (como é o caso de *Brachymyrmex*).

Oportunistas (Op): não são especializadas. As espécies incluídas nesse grupo competem pobremente com outros grupos de formigas, e são incapazes de recrutar efetivamente fontes de alimento.

Attini (At): grupo formado por formigas cultivadoras de fungos.

Ecitonini (Ec): grupo composto por formigas nômades (de correição).

Predadoras (Pr): são espécies predadoras de outros artrópodes.

***Camponotus* (Ca):** grupo formado por espécies do gênero *Camponotus*.

Arbóreas (Ar): espécies que forrageiam e nidificam exclusivamente em árvores ou arbustos.

Especialistas climáticas (Cl): formigas especialistas de determinados tipos de clima.

De maneira geral, Bestelmeyer e Wiens (1996) utilizaram os mesmos grupos funcionais descritos por Greenslade (1978) e Andersen (1987, 2000) para os estudos no Chaco argentino. Existem poucas diferenças entre os estudos.

Neste trabalho foram considerados os grupos funcionais descritos por Andersen (2000) e utilizados por Brown (2000), em relação aos nomes e características de cada grupo funcional, mas utilizou-se também nas análises, características relatadas por Bestelmeyer e Wiens (1996) para os grupos funcionais que se encaixavam nos dois estudos.

As análises de grupos funcionais serão importante ferramenta para a validação das formigas como bioindicadores, uma vez que são avaliações simples e de fácil entendimento.

2- Objetivos

Em 1991 foram levantadas espécies de formigas em algumas áreas de reflorestamento da Alcoa Alumínio S. A. Este levantamento teve como intuito avaliar o grau de recuperação daquelas áreas, utilizando formigas como bioindicadores, comparando-se o grau de recuperação das áreas degradadas com Áreas Controle (naturais preservadas). Os dados levantados em 1991 foram confrontados com dados atuais, de 2002, a fim de se determinar o grau de recuperação daquelas áreas ao longo desses anos.

Desta forma, os objetivos do presente trabalho são:

- analisar o grau de recuperação das áreas citadas, utilizando as formigas como bioindicadores, comparando os dados de 2002 das Áreas Controle (naturais preservadas) com os das áreas revegetadas;
- comparar os resultados obtidos decorrentes do levantamento realizado em 2002 com os obtidos no levantamento realizado em 1991 e, a partir dessa comparação, validar ou não as formigas como bioindicadores, testando, na prática, o modelo teórico.

3- Validação de formigas como bioindicadores

A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225, § 2º, deixa clara a obrigatoriedade da recuperação dos danos ambientais causados pela atividade de mineração. Até o presente momento existem poucos métodos e estudos voltados à avaliação das formas de recuperação utilizadas em áreas mineradas. Um destes métodos baseia-se na utilização de formigas como bioindicadores. O presente trabalho propôs-se a avaliar o grau de recuperação das áreas mineradas por meio da utilização das formigas como indicadores ambientais. Desta forma foi colocada em questão a eficiência das formigas como bioindicadores, e a utilização do método na avaliação das formas de recuperação utilizadas em áreas degradadas.

Raramente os modelos teóricos podem ser testados de maneira prática. Isso também ocorre quando se utilizam as formigas como indicadores ambientais. Entretanto, por meio da comparação dos níveis de recuperação, obtidos a partir dos dados coletados em 1991, confrontados com as Áreas Controle, e dos níveis de recuperação obtidos a partir das coletas em 2002, também confrontados com as áreas naturais preservadas, será possível avaliar a eficácia do método de formigas como bioindicadores.

4- Áreas de estudo

4.1- Localização

As áreas de estudo localizam-se no município de Poços de Caldas (figura 1), no sul do Estado de Minas Gerais, nas coordenadas 21° 51'S e 43° 34'W.

A localização do município de Poços de Caldas é apresentada na Figura 1.

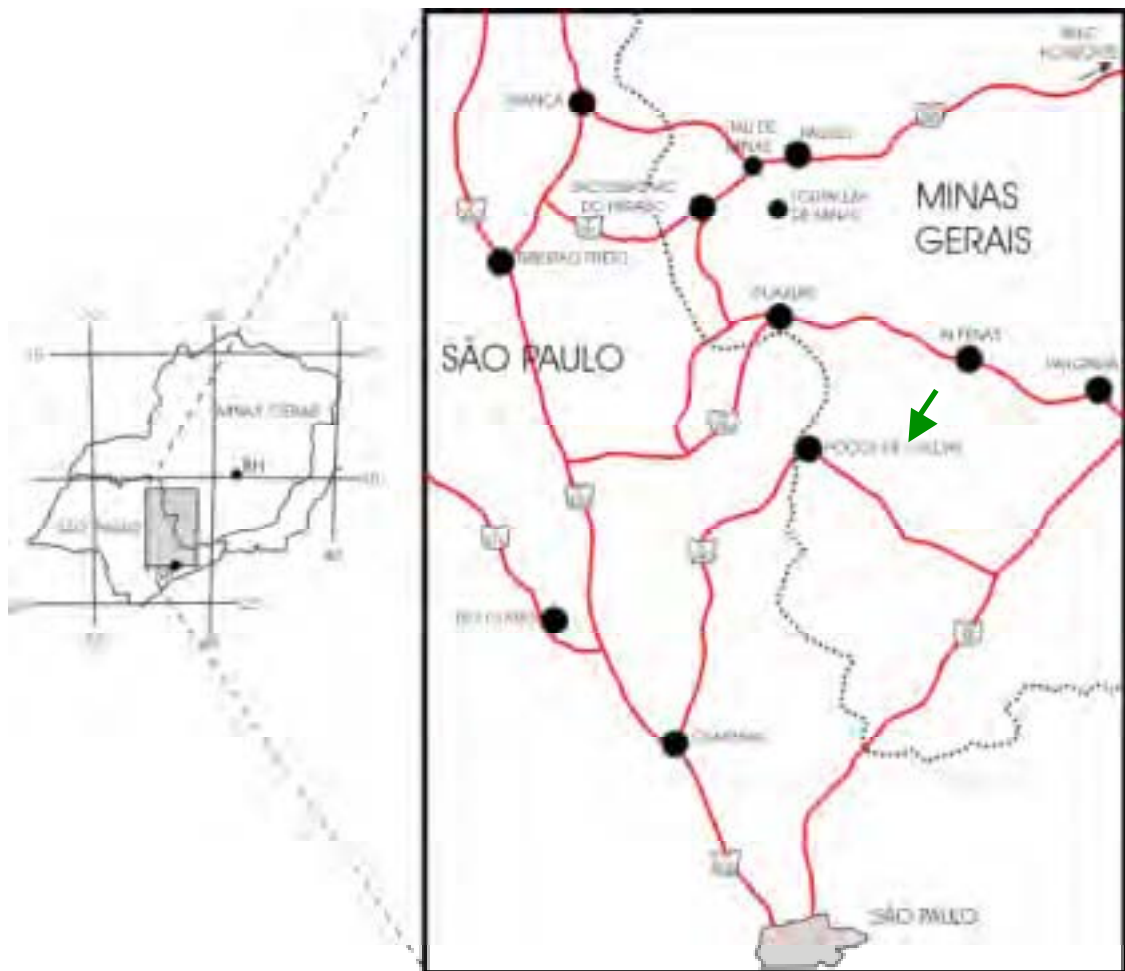


Figura 1: Localização do Município de Poços de Caldas (seta verde), onde se encontram as áreas de estudo.

4.2- Caracterização das áreas de estudo

São treze áreas, sendo nove de reflorestamentos feitos pela Alcoa Alumínio S.A., e quatro áreas naturais preservadas.

As revegetações nas áreas de reflorestamento foram feitas com um coquetel envolvendo espécies nativas de floresta semidecídua e algumas espécies exóticas como *Mimosa scabrella* e *Lolium multiflorum*, entre 1985 e 1990 (Tabela 1). As áreas preservadas são campos de altitude e matas de espécies semi-decíduas nativas. Essas quatro áreas foram consideradas “Áreas Controle”. A Tabela 2 apresenta a relação das áreas de coleta.

Tabela 1- espécies incluídas no coquetel de nativas, utilizadas no reflorestamento de algumas áreas. Existe entre elas espécies exóticas (*).

ESPÉCIES	FAMILIAS
<i>Lolium multiflorum</i> *	Gramineae
<i>Mimosa pseudincana discolor</i> *	Leguminosae
<i>Melia azedarach</i> *	Meliaceae
<i>Tabebuia Heptaphylla</i>	Bignoniaceae
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Bignoniaceae
<i>Jacaranda micrantha</i>	Bignoniaceae
<i>Grevillea robusta</i>	Proteaceae
<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae
<i>Sesbania sesbans</i>	Leguminosae
<i>Mimosa scabrella</i> *	Leguminosae

Tabela 2- Relação das áreas de coleta, com os anos em que foram feitos os reflorestamentos e o tamanho de cada área. As áreas de Matas Controle não têm tamanho delimitado. (*) Simbologia utilizada pela empresa.

Ano do reflorestamento	Denominação da área	Tipo de vegetação	Tamanho da área (ha)
Áreas Controle	Retiro Branco (C1*)	Campo de altitude	-
	Campo do Saco (C2*)	Campo de altitude	-
	Retiro Branco (M1*)	Mata nativa	-
	Santa Rosália (M2*)	Mata nativa	-
1985/1986	Retiro Branco (F*)	Reflorestamento/coquetel de nativas	24600
	Retiro Branco (M*)	Reflorestamento/ coquetel de nativas	29690
1987	Collina (Co*)	Reflorestamento/coquetel de nativas	38700
	Galinha (G*)	Reflorestamento/ coquetel de nativas	84564
	Alto do Selado (AS*)	Reflorestamento/coquetel de nativas	25455
1988/1989	Retiro Branco (J*)	Reflorestamento/coquetel de nativas	21293
	Santa Rosália (D*)	Reflorestamento/ coquetel de nativas	19600
1989/1990	Santa Rosália (E*)	Reflorestamento/coquetel de nativas	47400
	Campo do Saco (AM*)	Reflorestamento/coquetel de nativas	56480

A seguir são apresentadas características da vegetação de cada área.

Retiro Branco (C1)

Área Controle – Campo nativo sujo (campo de altitude). Os campos são formações vegetais constituídas principalmente por formas subarbustivas e herbáceas. Na Área Controle C1 ocorre um predomínio de capim do campo, mas são encontradas também várias espécies de plantas pioneiras, ou seja, espécies que só crescem na fase jovem de uma mata (Lorenzi, 2000), e que colonizam ou recolonizam uma determinada área, dando início a uma nova sucessão (Glossário de Ecologia). Um exemplo de espécie pioneira encontrada na área é *Tibouchina mutabilis*, a conhecida Manacá da Serra, muito presente na região. A área também abriga muitas plantas daninhas (espécies herbáceas anuais).



Figura 2 – Foto da área C1.

Campo do Saco (C2)

Área Controle - Campo de Altitude. Repleto de capim do campo com presença de muitas espécies herbáceas como *Solanum lycocarpum* (Fruta de lobo) e *Campomanesia eugenioines* (Gabirobera), e espécies secundárias, como *Tibouchina mutabilis* (Manacá da Serra).



Figura 3 – Foto da área C2.

Retiro Branco (M1)

Área Controle. Floresta em estágio de regeneração avançado. Essa área localiza-se atrás do CEPA (Centro de Estudos e Planejamento Ambiental). É um fragmento de floresta estacional semidecídua. Essas matas apresentam associações arbóreas menos densas e elevadas do que as de floresta tropical.



Figura 4 – foto da área M1

Santa Rosália (M2)

Mata controle. É um fragmento de floresta estacional semidecídua.



Figura 5 – Foto da área M2.

Retiro Branco (F)

Área revegetada com coquetel de espécies nativas. Apresenta capoeiras baixas, induzidas por plantio de espécies nativas, além de um grande número de Eucaliptos (*Eucaliptus* sp) e Bracatinga (*Mimosa scabrella*), que quase dominam a área. Essas Bracatingas provavelmente nasceram na área por dispersão de sementes, já que a área vizinha é totalmente composta por essa espécie.



Figura 6 – Foto da área F.

Retiro Branco (M)

Área revegetada com coquetel de espécies nativas. Apesar da área ter sido revegetada com espécies nativas, o que se encontra hoje é uma predominância de Eucaliptos (*Eucaliptus* sp). Muitos deles inclusive já foram cortados dando espaço para os mais jovens crescerem (Figura 7).



Figura 7 – Foto da área M.

Colina (Co)

Área revegetada com coquetel de espécies nativas. A vegetação encontrada na área é muito pobre. Existem muitas espécies herbáceas, muitas Bracatingas (*Mimosa scabrella*) e capins. Há muito lixo espalhado pela área. Ocorre uma pequena mata ao lado deste local.



Figura 8 – Foto da área Co.

Galinha (G)

Área de reflorestamento. A maioria da vegetação é composta por espécies pioneiras como Bracatinga (*Mimosa scabrella*) e Ingá (*Inga sessilis*), mas existem também espécies herbáceas, como Fruta de lobo (*Solanum lycocarpum*) e muitos capins.



Figura 9 – Foto da área G.

Alto do Selado (AS)

Área revegetada com coquetel de espécies nativas. Apresenta várias espécies pioneiras, como a Mamica de porca (*Zanthoxylum riedelianum*), o Manacá da Serra (*Tibouchina mutabilis*), a Capororoca (*Rapanea* sp), e a Embaúba (*Cecropia pachystachya*), e espécies secundárias como o Ipê (*Tabebuia* sp).



Figura 10 – Foto da área AS.

Retiro Branco (J)

Área revegetada com coquetel de nativas, mas é composta principalmente por capins. Apresenta também espécies pioneiras como a capororoca (*Rapanea* sp), secundárias como o Ipê (*Tabebuia* sp), e herbáceas como o assa-peixe (*Boehmeria caudata*).



Figura 11 – Foto da área J.

Santa Rosália (D)

Área revegetada com coquetel de espécies nativas. A área apresenta espécies pioneiras como a Capororoca (*Rapanea* sp) e a Bracatinga (*Mimosa scabrella*), secundárias como o Ipê (*Tabebuia* sp), e herbáceas como o assa-peixe (*Boehmeria caudata*), e o sub-bosque é razoavelmente desenvolvido.



Figura 12 – Foto da área D.

Santa Rosália (E)

Área revegetada com espécies nativas. Apresenta grande quantidade de capins, de espécies pioneiras (como Capororoca - *Rapanea* sp) e secundárias (como Ipê – *Tabebuia* sp). Existem também muitas espécies herbáceas.



Figura 13 – Foto da área E.

Campo do Saco (AM)

Área revegetada. A maioria das espécies encontradas é herbácea, pouquíssimas árvores. As poucas árvores são secundárias, como Capororoca (*Rapanea* sp), ou exóticas, como o Eucalipto (*Eucalipto*).



Figura 14 – Foto da área AM.

4.2.1- Sobre Poços de Caldas

A paisagem de Poços de Caldas, um vale vulcânico circular, é formada por um mosaico de fazendas de gado leiteiro, áreas de reflorestamento, agricultura e áreas naturais de campos de altitude e remanescentes de floresta sub-tropical semi-decídua.

O planalto de Poços de Caldas ocupa uma área de 6.558km², fazendo parte da Região Centro-Sul de Minas, limitando-se a norte e a leste com a Unidade Geomorfológica do Planalto de Varginha, a sul e a sudeste com a Depressão do Sapucaí e o Planalto de Lindóia, e a oeste com a Depressão de Tietê-Moji Guaçu (Gatto *et al*, 1983).

4.2.1.1- Aspectos da vegetação

A região de Poços de Caldas era composta originalmente pela dominância de contatos transicionais de floresta estacional semidecídua (floresta tropical subcaducifólia) e floresta ombrófila mista (floresta de Araucária), com ocorrência significativa de savana (campo) gramíneo-lenhosa (Gatto *et al*, 1983). Atualmente, essas vegetações foram substituídas por intensas atividades antrópicas, onde dominam as pastagens, vegetação secundária e alguns tratos agrícolas (Ururahy *et al*, 1983).

4.2.1.2- Aspectos geológicos

O maciço alcalino de Poços de Caldas faz parte do complexo de intrusões alcalinas do Brasil Meridional, que se associa a Reativação Waldeniana. Os recursos minerais do Complexo de Poços de Caldas são representados por jazidas de bauxita, urânio e de minerais zirconíferos, como zircão e badeleíta, com teores variáveis de urânio e depósitos de tório e terras raras (Almeida. 1967). É uma ocorrência subcircular que abrange aproximadamente 800 Km², com diâmetro maior medindo 30 Km de extensão N-S (Liporaci & Zuquette, 1995).

O maciço alcalino de Poços de Caldas localiza-se na divisa dos Estados de São Paulo e Minas Gerais, sendo suas porções W e SW paulistas e as restantes mineiras (Liporaci & Zuquette, 1995).

A área é caracterizada principalmente pela ocorrência de rochas vulcânicas a subvulcânicas, predominando os fonolitos (Ulbrich, 1992).

4.2.1.3- Aspectos pedológicos

Quanto aos aspectos pedológicos, a região apresenta solos com associações predominantes do tipo latossolos vermelho-amarelos e vermelho-escuros distróficos, podzólicos vermelho-amarelos e cambissolos álicos e distróficos (Oliveira *et al*, 1987). Aparecem também latossolos brunos e terras brunas estruturadas (Rodrigues, 1984).

A Tabela 3 apresenta os tipos de solos encontrados em cada área de estudo em 1991.

Tabela 3- Tipos de solos das áreas estudadas.

ÁREAS	TIPO DE SOLO	PROFUNDIDADE	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS
		(m)	
C1	Entissolo	0.50	Profunda pedogênese (presença de bauxita)
C2	Laterita concrecionária	0.60	Partículas finas (argilas) e concreções de vários diâmetros
M 1	Latossolo concrecionário bauxítico	1.20	Horizonte B latossólico (presença de matacões)
M2	Cambissolo podzolizado	0.60	Horizonte Bt incipiente (cutans de argila)
F	Podzólico vermelho-amarelado	0.85	Horizonte Bt em formação (presença de matacões)
M	Cambissolo	0.60	Horizonte Bt em formação
Co	Cambissolo	0.40	Horizonte Bt incipiente (horizonte A proeminente)
G	Podzólico vermelho escuro gleizado	0.50	Muito argiloso
As	Litossolo	0.40	Presença de cascalho e pontuações de caolinização
J	Cambissolo podzolizado	1.50	Horizonte Bt em formação
D	Cambissolo	0.60	Horizonte câmbico
E	Cambissolo lítico	0.50	Horizonte Bt em formação
Am	Litossolo	1.50	Muito cascalho

4.2.1.4- Aspectos climáticos

O clima da região pode ser considerado subtropical úmido, Cfb, de acordo com a classificação primária de Koeppen (Eagleman, 1976 in Majer 1992), onde C significa clima mesotérmico úmido, que por definição apresenta temperatura do mês mais frio entre 18°C e 0°C, e fb significa que não existe estação seca (Sistema de Koeppen de classificação primária – Glossário de Ecologia, 1997). A temperatura anual máxima é de 24.3° C e mínima de 12.4° C, e precipitação média anual de 1695mm (Majer, 1992).

5- Métodos de trabalho e forma de análise dos resultados

O desenvolvimento do trabalho constou das etapas descritas e sucintamente comentadas abaixo:

5.1- Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica permitiu um aprofundamento dos conhecimentos do tema desenvolvido, sendo pesquisados trabalhos antigos

e atuais, buscando-se subsídios para a interpretação dos dados levantados no estudo.

A pesquisa bibliográfica foi realizada utilizando-se o acervo da biblioteca do campus da UNESP - Rio Claro, a internet, o acervo pessoal do orientador, o acervo da Alcoa Alumínio S/A de Poços de Caldas – MG e acervos de outras universidades.

5.2- Organização dos dados pré-existentes

Os dados foram coletados em 1991, e parte desses foi publicado por Fowler (1996). Esses dados foram reorganizados em planilhas para que pudessem ser comparados com os dados atuais levantados em 2002.

5.3- Trabalhos de campo e análises

5.3.1- Formigas

Coletas de formigas

As espécies de formigas foram coletadas em treze áreas diferentes, sendo nove áreas reflorestadas e quatro áreas de mata preservada. Realizou-se uma coleta no mês de abril de 2002.

Optou-se por uma única coleta no mês de abril (época quente) , seguindo o mesmo padrão de coleta realizada em 1991, para evitar falsos resultados.

As coletas foram realizadas do dia 15 ao dia 27 de abril de 2002.

Em cada área foram colocadas 20 armadilhas de solo, do tipo pitfall (Southwood, 1978).

A armadilha *pitfall* utilizada neste trabalho consiste em um tubo de ensaio com 13 centímetros de altura e 2,5 centímetros de diâmetro, que é enterrado rente ao solo, com a abertura para cima, para que a presa caia dentro. A escolha de armadilhas pitfall se deu porque estas são eficientes na

captura de formigas, porque são fáceis de manusear, porque apresentam baixo custo e principalmente porque foi esta a armadilha utilizada nas coletas em 1991. Como este é um trabalho comparativo, foi imprescindível seguir os métodos utilizados em 1991, para evitar distorções nos resultados.

Essas armadilhas foram enterradas no chão com a ajuda de uma ferramenta denominada Ponteiro, com mesmo diâmetro do tubo, e um martelo, para empurrar o ponteiro contra o solo, abrindo assim o local onde a armadilha foi alojada (Figura 15 – esquema da armadilha enterrada no solo). Esta técnica foi utilizada por Rocha (1999), e repetida neste trabalho pela facilidade que a ferramenta proporciona.

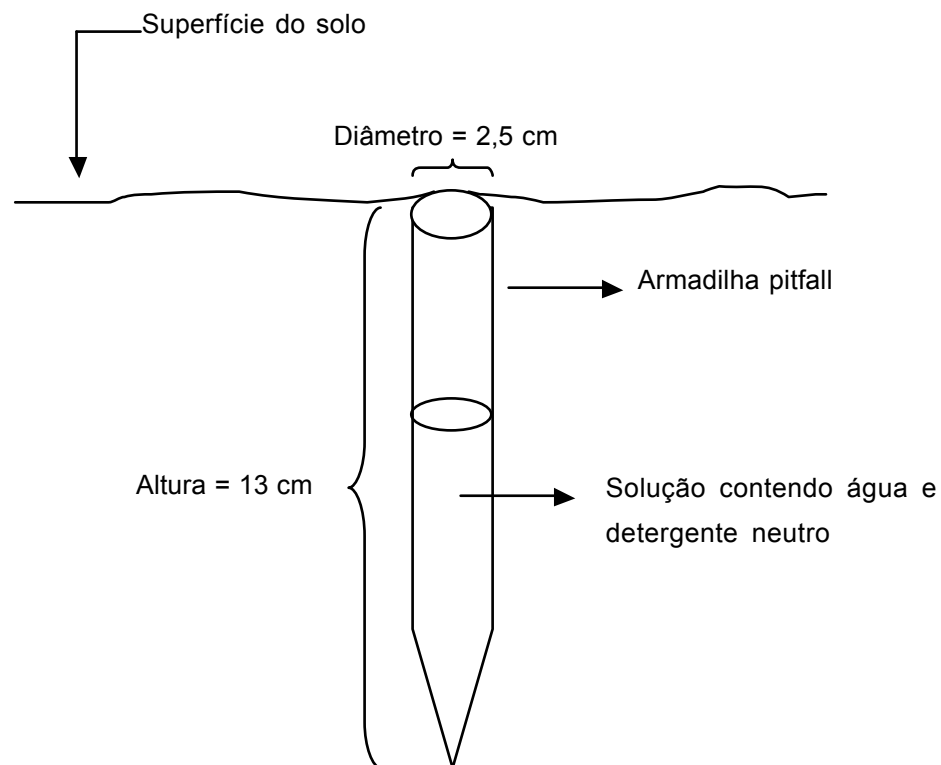


Figura 15 – Esquema da armadilha pitfall enterrada rente ao solo.

Foram dispostas 20 armadilhas em cada área, em linha reta, com um espaçamento de 20m entre cada armadilha, para amostrar colônias diferentes dentro de uma mesma área. Tomou-se o cuidado de deixar um

espaço aproximado de 20 m antes do início e fim da linha de armadilhas para evitar o efeito de borda.

Dentro de cada armadilha foi colocada uma solução contendo água e detergente neutro, até o meio do tubo, aproximadamente. O detergente rompe a tensão superficial da água, fazendo assim com que as presas afundem, evitando que elas consigam escapar. A utilização de detergente neutro se deu para minimizar o risco das formigas serem atraídas pelo cheiro do detergente.

No local onde foi disposta cada armadilha pitfall foi colocada também uma estaca de madeira contendo o nome da área e o número do ponto de coleta (Figura 16). Isso facilitou a localização das armadilhas no dia de retirada das mesmas. Foram utilizadas também fitas de alerta (de coloração preta e amarela) amarradas nas árvores próximas de cada ponto (Figura 17).



Figura 16 – Foto de um local onde foi disposta uma armadilha pitfall. A estaca foi utilizada para facilitar a localização da armadilha.



Figura 17 – Foto de um local onde foi disposta uma armadilha pitfall. A fita de alerta foi utilizada para facilitar a localização da armadilha.

Cada ponto foi marcado com o aparelho GPS (Global Positional System). Esses pontos são apresentados no ANEXO 1.

As armadilhas foram dispostas nos locais de coleta com uma semana de antecedência, para acomodação, evitando assim um choque no ambiente para as formigas, durante as coletas. Após esse período, a solução de água e detergente foi colocada em cada armadilha e essas permaneceram por 72 horas nas áreas e depois foram recolhidas.

Triagem e identificação das espécies de formigas coletadas

As formigas encontradas em cada armadilha foram triadas e colocadas em álcool hidratado para sua conservação. Depois foram colocadas em relaxante, que consiste em uma mistura de glicerina e álcool (50% de cada) (Borrer & Delong, 1988). Este procedimento tem por objetivo facilitar a montagem das formigas (separação das pernas e antenas) o que permite a identificação de cada formiga com o uso de uma lupa binocular.

Para executar a montagem das formigas é preciso que estas permaneçam imersas em relaxante por pelo menos quatro horas, para que nenhuma parte do corpo de cada animal se quebre. Depois estas formigas são esticadas com a ajuda de uma pinça entomológica e fixadas em isopor com alfinetes entomológicos para secagem. Essas formigas são montadas de modo que fiquem como se estivessem vivas, possibilitando a visualização de todas as partes do corpo de cada uma. Depois de secas, o que pode levar até uma hora, cada animal é colado em um papel suporte espetado em alfinete entomológico (Figuras 18 e 19).

Depois da montagem das formigas, as espécies encontradas foram identificadas por comparação direta com a coleção de formigas do Departamento de Ecologia do Instituto de Biociências da UNESP - Rio Claro. Uma coleção de referência deste estudo foi depositada na mesma. A taxonomia seguiu Kempf (1972), Brandão (1992). As fotos das Figuras 18 e 19 foram tiradas na lupa Leica MZ6, utilizando o programa Leica Qwin V. 2.2. As imagens da lupa foram capturadas pela câmera JVC TK-C1380. O trabalho foi realizado no laboratório de Microscopia do Departamento de Petrologia e Metalogenia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Rio Claro.



Figura 18 – Foto da montagem de uma formiga amostrada em uma área de estudo. A montagem auxilia na identificação da espécie. Detalhe para o papel suporte em que a formiga é colada.



Figura 19 – Foto da montagem de uma formiga amostrada em uma área de estudo. A montagem auxilia na identificação da espécie. Detalhe do alfinete entomológico em que o papel suporte fica preso.

6 - Resultados

6.1 - Espécies de formigas amostradas

A partir dos dados obtidos em 1991, retirados de Fowler (1996) e de anotações pessoais, e dos dados obtidos com as coletas em 2002, foi confeccionada uma planilha com todas as espécies encontradas em cada área (Tabela 4).

Tabela 4- Planilha referente às coletas realizadas em 1991, modificada de Fowler (1996), e dos dados obtidos a partir das coletas realizadas em 2002. C1:Retiro Branco; C2: Campo do Saco; M1: Santa Rosália; M2: Retiro Branco, essas quatro são áreas controle. F: Retiro Branco; M: Retiro Branco; Co: Colina; G: Galinha; AS: Alto do Selado; J: Retiro Branco; D: Santa Rosália; E: Santa Rosália; AM: Campo do Saco, essas nove são áreas revegetadas. 1 = coletas 1991; 2 = coletas 2002

Espécie	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
	C1	C1	C2	C2	M1	M1	M2	M2	F	F	M	M	Co	Co	G	G	AS	AS	J	J	D	D	E	E	AM	AM
<i>Pheidole</i> sp1			X	X		X				X					X	X										
<i>Pheidole</i> sp2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp3										X			X			X		X								
<i>Pheidole</i> sp4		X								X		X				X				X		X		X		
<i>Pheidole</i> sp5	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X			X	X
<i>Pheidole</i> sp6			X			X				X		X		X		X				X				X		X
<i>Pheidole</i> sp7		X								X												X				
<i>Pheidole</i> sp8		X		X						X						X										X
<i>Pheidole</i> sp9			X	X													X							X		
<i>Pheidole</i> sp10											X		X							X						
<i>Pheidole</i> sp11		X			X												X									
<i>Pheidole</i> sp12																								X		
<i>Pheidole</i> sp13	X				X				X		X		X			X	X		X		X		X			
<i>Pheidole</i> sp14									X		X									X						
<i>Pheidole</i> sp15		X		X												X										
<i>Pheidole</i> sp16			X	X				X			X											X				
<i>Pheidole</i> sp17																X								X	X	
<i>Pheidole</i> sp18						X		X														X				
<i>Pheidole</i> sp19			X		X		X			X		X		X		X		X								
<i>Pheidole</i> sp20					X		X			X						X										
<i>Pheidole</i> sp21					X					X		X				X				X				X		
<i>Pheidole</i> sp22	X	X								X		X														X
<i>Pheidole</i> sp23		X		X					X	X	X	X														
<i>Pheidole</i> sp24																X							X			X
<i>Pheidole</i> sp25		X	X							X	X	X				X								X		
<i>Pheidole</i> sp26																X										
<i>Pheidole</i> sp27					X																					
<i>Pheidole</i> sp28			X	X																		X				
<i>Pheidole</i> sp29															X											
<i>Pheidole</i> sp31								X															X	X		X
<i>Pheidole biconstricta</i> (Mayr, 1970)		X	X			X				X		X				X				X			X	X		X

Tabela 4- Planilha referente às coletas realizadas em 1991, modificada de Fowler (1996), e dos dados obtidos a partir das coletas realizadas em 2002. C1:Retiro Branco; C2: Campo do Saco; M1: Santa Rosália; M2: Retiro Branco, essas quatro são áreas controle. F: Retiro Branco; M: Retiro Branco; Co: Colina; G: Galinha; AS: Alto do Selado; J: Retiro Branco; D: Santa Rosália; E: Santa Rosália; AM: Campo do Saco, essas nove são áreas revegetadas. 1 = coletas 1991; 2 = coletas 2002

Espécie	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
	C1	C1	C2	C2	M1	M1	M2	M2	F	F	M	M	Co	Co	G	G	AS	AS	J	J	D	D	E	E	AM	AM
<i>Pheidole fimbriata</i> (Roger, 1863)				X	X		X							X				X		X						
<i>Pheidole oxyops</i> (Forel, 1908)	X			X					X		X				X		X		X		X		X		X	
<i>Solenopsis</i> sp1	X	X	X	X	X	X		X		X			X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	
<i>Solenopsis virulens</i> (Smith, F, 1858)		X			X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X
<i>Solenopsis tridens</i> (Forel, 1911)	X	X								X	X	X	X							X				X		X
<i>Solenopsis</i> sp4			X			X		X		X				X		X						X				
<i>Pogonomyrmex abdominalis</i> (Santschi, 1929)					X	X								X								X				
<i>Pogonomyrmex nagelii</i> (Emery, 1878)		X	X	X							X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X	X
<i>Crematogaster</i> sp1										X					X										X	
<i>Crematogaster</i> sp2			X							X					X											
<i>Crematogaster</i> sp3		X	X							X					X				X	X						
<i>Crematogaster</i> sp4										X														X		
<i>Crematogaster</i> sp6										X															X	
<i>Crematogaster</i> sp8				X											X											
<i>Crematogaster</i> sp9															X											
<i>Crematogaster curvispinosa</i> (Mayr, 1862)	X			X							X	X	X		X		X		X		X				X	
<i>Crematogaster brevispinosa</i> (Mayr, 1870)	X												X													
<i>Crematogaster erecta</i> (Mayr, 1866)	X			X													X									
<i>Acromyrmex Níger</i> (Smith, f. 1858)					X																					
<i>Acromyrmex disciger</i> (Mayr, 1877)					X		X																			
<i>Acromyrmex aspersus</i> (Smith, f., 1858)					X		X																			

Tabela 4- Planilha referente às coletas realizadas em 1991, modificada de Fowler (1996), e dos dados obtidos a partir das coletas realizadas em 2002. C1:Retiro Branco; C2: Campo do Saco; M1: Santa Rosália; M2: Retiro Branco, essas quatro são áreas controle. F: Retiro Branco; M: Retiro Branco; Co: Colina; G: Galinha; AS: Alto do Selado; J: Retiro Branco; D: Santa Rosália; E: Santa Rosália; AM: Campo do Saco, essas nove são áreas revegetadas. 1 = coletas 1991; 2 = coletas 2002

Espécie	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			
	C1	C1	C2	C2	M1	M1	M2	M2	F	F	M	M	Co	Co	G	G	AS	AS	J	J	D	D	E	E	AM	AM	
<i>Acromyrmex subterraneus</i> (Forel, 1893)		X			X				X		X		X								X						
<i>Acromyrmex crassispinus</i> (Forel, 1909)		X	X													X		X		X					X		X
<i>Acromyrmex</i> sp1								X																			
<i>Acromyrmex</i> sp2																X											
<i>Acromyrmex</i> sp3						X		X																			
<i>Acromyrmex</i> sp4																X											
<i>Acromyrmex</i> sp5																X											
<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spínola, 1851)				X					X	X	X	X	X		X		X		X								
<i>Cyphomyrmex morschi</i> (Emery, 1888)				X											X	X											
<i>Camponotus fastigatus</i> (Roger, 1863)								X																			
<i>Camponotus bidens</i> (Mayr, 1870)					X		X																				
<i>Camponotus cingulatus</i> (Mayr, 1862)	X		X	X					X						X	X	X										
<i>Camponotus rufipes</i>		X	X					X	X	X	X	X	X	X				X		X		X		X		X	
<i>Camponotus crassus</i> (Mayr, 1862)		X	X		X		X		X	X	X	X	X		X	X	X		X	X				X	X	X	
<i>Camponotus renggeri</i> (Emery, 1894)	X	X			X		X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X		
<i>Camponotus blandus</i> (Smith, F. 1858)																X	X							X		X	
<i>Camponotus melanoticus</i> (Emery, 1894)			X							X		X				X										X	
<i>Camponotus ager</i> (Smith, 1858)																X											

Tabela 4- Planilha referente às coletas realizadas em 1991, modificada de Fowler (1996), e dos dados obtidos a partir das coletas realizadas em 2002. C1:Retiro Branco; C2: Campo do Saco; M1: Santa Rosália; M2: Retiro Branco, essas quatro são áreas controle. F: Retiro Branco; M: Retiro Branco; Co: Colina; G: Galinha; AS: Alto do Selado; J: Retiro Branco; D: Santa Rosália; E: Santa Rosália; AM: Campo do Saco, essas nove são áreas revegetadas. 1 = coletas 1991; 2 = coletas 2002

Espécie	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
	C1	C1	C2	C2	M1	M1	M2	M2	F	F	M	M	Co	Co	G	G	AS	AS	J	J	D	D	E	E	AM	AM
<i>Camponotus</i> sp3		X								X				X		X				X				X	X	
<i>Brachymyrmex</i> sp2							X			X		X				X	X				X				X	
<i>Brachymyrmex</i> sp3					X		X																			
<i>Brachymyrmex pictus</i> (Mayr, 1887)	X	X			X				X		X		X		X		X		X		X					
<i>Linepithema humile</i> (Mayr, 1868)	X	X	X		X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X		X	X		X
<i>Linepithema</i> sp2			X	X					X						X		X			X	X					
<i>Linepithema</i> sp3									X	X	X															
<i>Linepithema</i> sp4			X	X				X												X		X		X		
<i>Linepithema</i> sp5		X			X																					
<i>Linepithema</i> sp6		X								X						X				X						
<i>Dorymyrmex</i> sp1									X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				X	X	
<i>Dorymyrmex</i> sp2		X		X						X	X								X					X	X	
<i>Dorymyrmex</i> sp3		X																								
<i>Gnaptogenys striatula</i> (Mayr, 1884)	X	X		X	X	X	X	X		X		X		X				X		X		X				
<i>Heteroponera</i> sp1							X																			
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)				X																		X				
<i>Pachycondyla striata</i> (Santschi, 1930)	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X		X		X		
<i>Pachycondyla obscuricornis</i>			X																				X			
<i>Wasmannia rochai</i> (Forel, 1912)		X			X			X																		
<i>Wasmannia</i> sp1		X			X																					
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)		X			X		X																			
<i>Oxyopocus</i> sp1					X																					
<i>Apterostigma</i> sp					X																	X				
<i>Trachymyrmex</i> sp1					X			X											X							
<i>Trachymyrmex</i> sp2																X										
<i>Trachymyrmex</i> sp3										X						X										

Tabela 4- Planilha referente às coletas realizadas em 1991, modificada de Fowler (1996), e dos dados obtidos a partir das coletas realizadas em 2002. C1:Retiro Branco; C2: Campo do Saco; M1: Santa Rosália; M2: Retiro Branco, essas quatro são áreas controle. F: Retiro Branco; M: Retiro Branco; Co: Colina; G: Galinha; AS: Alto do Selado; J: Retiro Branco; D: Santa Rosália; E: Santa Rosália; AM: Campo do Saco, essas nove são áreas revegetadas. 1 = coletas 1991; 2 = coletas 2002

Espécie	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
	C1	C1	C2	C2	M1	M1	M2	M2	F	F	M	M	Co	Co	G	G	AS	AS	J	J	D	D	E	E	AM	AM
<i>Strumigenys</i> sp1					X	X																				
<i>Procryptocerus</i> sp1					X																					
<i>Pseudomyrmex simplex</i> (Smith, F., 1877)							X																			
<i>Pseudomyrmex gibbinotus</i> (Forel, 1908)		X																								
<i>Pseudomyrmex</i> sp2																X										
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	X				X	X	X		X						X					X		X		X		
<i>Megalomyrmex goeldii</i> (Forel, 1912)							X																			
<i>Paratrechina</i> sp2	X																									
<i>Paratrechina fulva</i> (Mayr, 1862)				X																						
<i>Paratrechina</i> sp3						X		X								X				X						
<i>Hypoponera opaciceps</i> (Mayr, 1887)		X															X				X		X			
<i>Basiceros</i> sp1							X																			
<i>Ectatoma permagnum</i> (Forel, 1908)		X	X	X																						
<i>Monomorium</i> sp1				X																						
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)				X		X		X		X				X						X						
<i>Neivamyrmex</i> sp1								X		X	X	X										X				

Das 112 espécies de formigas observadas nas áreas de estudo, 86 foram amostradas na primeira coleta (1991) e 108 na segunda (2002).

Considerando todas as áreas, a subfamília mais representativa foi Myrmicinae, com 73 espécies e 15 gêneros, seguida de Formicinae com 16 espécies e 3 gêneros. Dolichoderinae também se destacou com 9 espécies e 2 gêneros. As demais subfamílias amostradas foram: Ponerinae, com 7 espécies e 5 gêneros, Pseudomyrmicinae, com 4 espécies e 1 gênero, e Ecitonini, com apenas 1 espécie e 1 gênero amostrado.

A espécie amostrada mais frequentemente nas áreas foi *Pheidole* sp2, presente em 100% das áreas em 1991 e em 85% em 2002.

6.2 - Análises de similaridade e afinidade

Análises de similaridade e afinidade foram calculadas para todas as áreas, para os dados de 1991 e 2002, conjunta e separadamente, além da Diversidade de Mosaico (**m**), que mede a complexidade da paisagem. A Diversidade Beta (**β**) também foi calculada através da Similaridade de Jaccard. Essas análises foram realizadas utilizando o programa estatístico Affinity © 4.3 (Scheiner, 1992).

Os resultados obtidos a partir dessas análises são apresentados a seguir.

Dados 1991

Tabela 5 – Análises de similaridade e afinidade das áreas de estudo, considerando os dados de 1991.

Áreas	Similaridade Média	Desvio padrão (sim.)	Afinidade média	Desvio padrão (afin.)	Nº de espécies	Nº de espécies únicas	Média de espécies em comum	Áreas com espécies compartilhadas
C1 1991	0,3077	0,0787	0,4154	0,3986	18	2	8,92	12
C2 1991	0,1802	0,0452	0,0492	0,1387	26	10	7,00	12
M1 1991	0,2313	0,0679	0,2588	0,3184	34	12	9,92	12
M2 1991	0,1924	0,0677	0,1054	0,1393	20	5	6,58	12
F 1991	0,3688	0,1318	0,6717	0,2894	20	0	10,67	12
M 1991	0,3649	0,1590	0,6225	0,2790	23	1	11,08	12
Co 1991	0,3623	0,1286	0,6641	0,2971	18	1	10,00	12
G 1991	0,3572	0,1088	0,6585	0,3058	24	3	11,33	12
AS 1991	0,3839	0,1347	0,7854	0,2207	21	1	11,08	12
J 1991	0,4147	0,1245	0,9122	0,0884	19	0	11,33	12
D 1991	0,3732	0,1217	0,7153	0,2917	18	1	10,17	12
E 1991	0,2886	0,0950	0,3428	0,3733	12	1	7,17	12
AM 1991	0,2818	0,0996	0,2986	0,3778	14	2	7,42	12

Tabela 6 – Sumário estatístico das análises dos dados de 1991.

Sumario estatístico	Média	Desvio padrão
Similaridade de Jaccard (Diversidade β)	0,3159	0,0761
Afinidade	0,5000	0,2713
Nº de espécies por área	20,54	5,53
Nº de espécies únicas	3,00	3,81
Nº de espécies em comum	9,43	1,79
Frequência de espécies	2,38	3,90
Diversidade de Mosaico (m)	3,5071	–
R ² *	0,9679	–

*R² – Quantidade de variação explicada pela amostra.

De acordo com os resultados obtidos, em 1991 não existia alta similaridade entre as áreas. Apesar disso, a média do número de espécies em comum (9,43) foi maior que a média do número de espécies únicas (3,00). Apenas duas áreas apresentavam alto número de espécies únicas. Das 86 espécies de formigas amostradas nas áreas em 1991, 12 espécies foram observadas apenas na Área Controle M1 e 10 na Área Controle C2 (espécies únicas). As áreas F e J (reflorestadas) não apresentavam espécies únicas.

A Diversidade Beta (β) (inter-habitats) apresentou média de 0,3159 e desvio padrão de 0,0761.

A Diversidade de Mosaico (**m**) apresentou média de 3,5071, sugerindo uma alta complexidade da paisagem, pois de acordo com Scheiner (1991), locais com pouca variabilidade estrutural apresentam **m** em torno de 2,0.

Segundo Ketelhut (1999) os sítios modais, calculados também pelo programa, são aqueles que apresentam a maior riqueza em espécies comuns. Os sítios “outlier” são aqueles que estão distantes do agrupamento formado pelos sítios modais, que geralmente são pobres em espécies ou ricos em espécies raras. Em 1991 as áreas AS e J (revegetadas) representavam os sítios modais, com afinidades médias de 0,7854 e 0,9122, respectivamente. As áreas C1 e M2 (Controle) representavam os sítios “outlier”, com afinidades médias de 0,1387 e 0,1393, respectivamente.

Dados 2002

Tabela 7 - Análises de similaridade e afinidade das áreas de estudo, considerando os dados de 2002.

Áreas	Similaridade Média	Desvio padrão (sim.)	Afinidade média	Desvio padrão (afin.)	Nº de espécies	Nº de espécies únicas	Média de espécies em comum	Áreas com espécies compartilhadas
C1 2002	0,2564	0,1012	0,5379	0,3467	36	8	12,25	12
C2 2002	0,1637	0,0376	0,1818	0,1818	29	6	7,58	12
M1 2002	0,1811	0,0841	0,2784	0,1968	15	2	6,00	12
M2 2002	0,1989	0,0751	0,3819	0,2641	20	2	7,17	12
F 2002	0,3039	0,1088	0,8100	0,1991	41	4	15,00	12
M 2002	0,2925	0,1053	0,7765	0,2201	26	0	11,50	12
Co 2002	0,2800	0,0657	0,7027	0,2642	16	0	8,83	12
G 2002	0,2205	0,1034	0,3529	0,3122	42	9	11,83	12
AS 2002	0,1633	0,0754	0,1711	0,1971	10	0	4,92	12
J 2002	0,3096	0,1096	0,8479	0,1390	24	1	11,50	12
D 2002	0,1849	0,0785	0,2803	0,1850	16	1	6,17	12
E 2002	0,2853	0,1106	0,6919	0,2725	26	2	11,17	12
AM 2002	0,2472	0,1254	0,4867	0,3173	20	0	9,08	12

Tabela 8 - Sumário estatístico das análises dos dados de 2002.

Sumario estatístico	Média	Desvio padrão
Similaridade de Jaccard (Diversidade β)	0,2374	0,0546
Afinidade	0,5000	0,2441
Nº de espécies por área	24,69	10,09
Nº de espécies únicas	2,69	3,12
Nº de espécies em comum	9,46	3,00
Frequência de espécies	2,87	4,29
Diversidade de Mosaico (m)	4,4133	-
R ² *	0,9762	-

*R² – Quantidade de variação explicada pela amostra.

Em 2002, as áreas continuaram não apresentando alta similaridade, mas a média de espécies em comum foi bem mais alta (9,46). A média de espécies únicas foi mais baixa que em 1991 (2,69), e mais áreas não apresentaram espécies únicas (M, Co, AS e AM – todas revegetadas).

A média da Diversidade Beta (β) foi 0,2374 com desvio padrão de 0,0546.

A média da Diversidade de Mosaico (m) foi maior que em 1991 (4,4133), sugerindo uma paisagem mais complexa nos dias atuais (2002) que em 1991.

Os sítios modais em 2002 foram as áreas F, M e J (revegetadas), com afinidades médias de 0,8100, 0,7765 e 0,8479, respectivamente, apresentando a maior riqueza em espécies comuns. Os sítios “outlier” foram as áreas C2 (Controle) e AS (revegetada), com afinidades médias de 0,1818 e 0,1711, respectivamente.

Dados 1991 e 2002

Tabela 9 - Análises de similaridade e afinidade das áreas de estudo, considerando os dados de 1991 e 2002.

Áreas	Similaridade Média	Desvio padrão (sim.)	Afinidade média	Desvio padrão (afin.)	Nº de espécies	Nº de espécies únicas	Média de espécies em comum	Áreas com espécies compartilhadas
C1 1991	0,2421	0,0898	0,5409	0,2511	18	1	7,68	25
C1 2002	0,2475	0,0793	0,5927	0,2342	36	2	11,56	25
C2 1991	0,2287	0,0702	0,5005	0,2479	26	0	9,08	25
C2 2002	0,1841	0,0623	0,2906	0,2176	29	2	7,92	25
M1 1991	0,2005	0,0669	0,3733	0,2426	34	4	9,24	25
M1 2002	0,1535	0,0716	0,2123	0,1506	15	0	4,96	25
M2 1991	0,1674	0,0643	0,2123	0,1926	20	5	6,04	25
M2 2002	0,1616	0,0688	0,2396	0,1866	20	1	5,84	25
F 1991	0,2792	0,1338	0,6731	0,2006	20	0	8,96	25
F 2002	0,2595	0,0964	0,6413	0,2150	41	0	12,92	25
M 1991	0,2980	0,1471	0,7287	0,1495	23	0	10,08	25
M 2002	0,2721	0,0922	0,7093	0,2000	26	0	10,36	25
Co 1991	0,2889	0,1276	0,7227	0,1611	18	0	8,80	25
Co 2002	0,2541	0,0573	0,6289	0,2259	16	0	7,80	25
G 1991	0,2644	0,1284	0,6113	0,2086	24	1	9,36	25
G 2002	0,1963	0,0811	0,3310	0,2441	42	8	10,48	25
AS 1991	0,2821	0,1448	0,6761	0,1777	21	0	9,16	25
AS 2002	0,1541	0,0654	0,1807	0,1859	10	0	4,36	25
J 1991	0,3086	0,1424	0,7952	0,1301	19	0	9,44	25
J 2002	0,2710	0,0928	0,7041	0,2047	24	0	9,92	25
D 1991	0,2649	0,1408	0,5972	0,2052	18	0	8,04	25
D 2002	0,1384	0,0792	0,1565	0,0907	16	0	4,64	25
E 1991	0,2205	0,1017	0,4179	0,2414	12	0	6,04	25
E 2002	0,2484	0,0935	0,5888	0,2265	26	1	9,60	25
AM 1991	0,2148	0,1006	0,3854	0,2501	14	0	6,28	25
AM 2002	0,2301	0,0978	0,4896	0,2397	20	0	8,00	25

Tabela 10 - Sumário estatístico das análises dos dados de 1991 e 2002.

Sumário estatístico	Média	Desvio padrão
Similaridade de Jaccard (Diversidade β)	0,2319	0,0491
Afinidade	0,5000	0,1973
Nº de espécies por área	22,62	8,25
Nº de espécies únicas	0,96	1,93
Nº de espécies em comum	8,32	2,14
Frequência de espécies	5,25	7,25
Diversidade de Mosaico (m)	3,9171	-
R ^{2*}	0,9793	-

*R² – Quantidade de variação explicada pela amostra.

A similaridade é baixa mesmo quando são comparadas as mesmas áreas em épocas diferentes (1991 e 2002). O número de espécies únicas é muito baixo (média de 0,96) e o número de espécies em comum é bem próximo ao número encontrado quando analisados apenas os dados de 2002, assim como a média da Diversidade Beta (β) (0,2319).

A Diversidade de Mosaico (**m**) apresenta média de 3,971, o que confirma os outros dois resultados (alta complexidade da paisagem).

Quanto aos sítios modais, quando considerados os dados de 1991 e 2002 juntos, estes são as áreas M (1991 e 2002), Co (1991), J (1991 e 2002), todas revegetadas. E os sítios “outlier” são C2 (2002), M1 (2002), M2 (1991 e 2002) Áreas Controle, e AS (2002) e D (2002) revegetadas.

Discussão

Os resultados das análises estatísticas de similaridade e afinidade sugerem uma melhora no ambiente de 1991 para 2002. A Diversidade de Mosaico (**m**) em 2002 foi maior que em 1991, o que indica um aumento da complexidade ambiental nos dias atuais, resultando em uma alta variabilidade estrutural.

Em 1991 as áreas contribuíram com menos espécies que em 2002, pois a Diversidade Beta (β) foi a mais elevada.

6.3 - Análise de Grupo Funcionais

As espécies amostradas nas áreas de estudo foram classificadas de acordo com os grupos funcionais (Andersen, 2000 e Brown, 2000). Esses grupos são:

GM: Generalistas Myrmicinae

DD: Dominantes Dolichoderinae

SC: Subordinadas Camponotini

HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente

C: Cripticas

O: Oportunistas

SP: Predadoras Especialistas

O ANEXO 2 apresenta uma tabela referente aos gêneros amostrados em cada área, contendo sub-família, tribo, distribuição, habitat, microhabitat, biologia e grupos funcionais de cada gênero. As informações para a confecção da tabela foram retiradas de Brown (2000).

As figuras 20 e 21 apresentam gráficos contendo a porcentagem de espécies pertencentes aos grupos funcionais amostrados em todas as áreas

de estudo em 1991 e 2002, respectivamente. E o ANEXO 3 traz essas porcentagens em forma de tabelas.

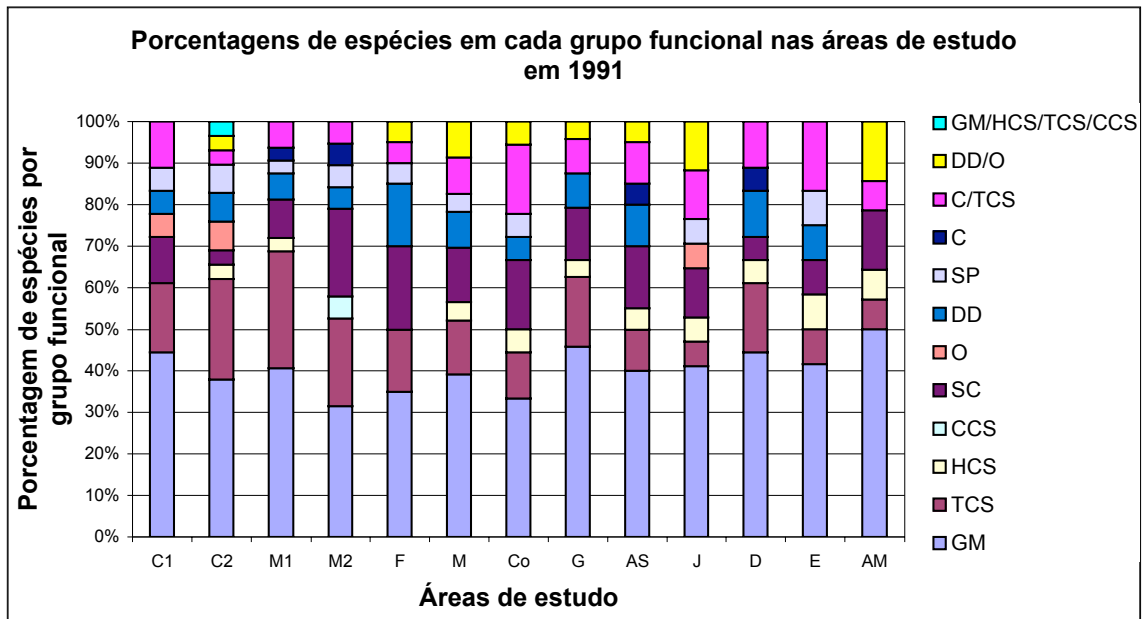


Figura 20 – Porcentagem de espécies em cada grupo funcional amostrado nas áreas de estudo em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

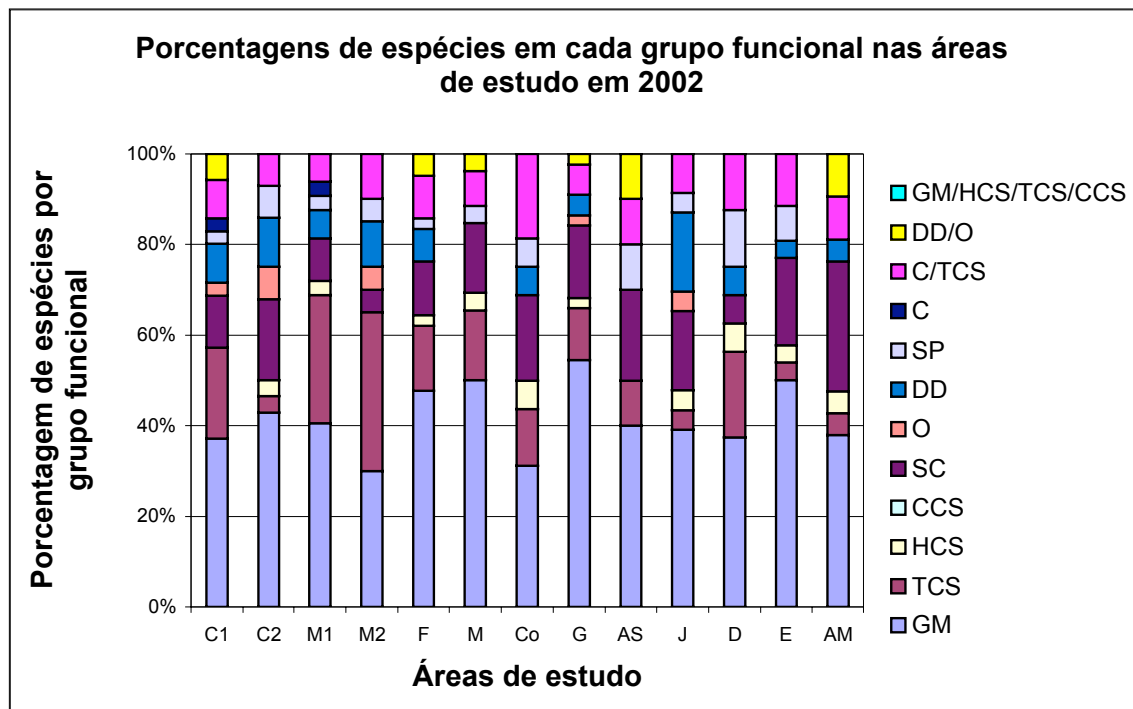


Figura 21 – Porcentagem de espécies em cada grupo funcional amostrado nas áreas de estudo em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

De maneira geral, tanto em 1991 quanto em 2002, a maioria das espécies encontradas em todas as áreas são classificadas como Generalistas Myrmicinae, o que é perfeitamente aceitável, já que as formigas pertencentes a esse grupo não são especialistas, podendo sobreviver nos mais variados habitats. O grupo de Especialistas de Clima Tropical (TCS) também apresentou uma alta porcentagem de espécies nas áreas.

Os gráficos que se seguem representam de forma simples a relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados em cada área e a porcentagem de espécies amostradas pertencentes a cada grupo funcional. É apresentada também uma descrição detalhada dos gêneros amostrados em cada grupo funcional encontrado nas áreas de coleta em 1991 e em 2002.

Área C1 em 1991

Área Controle (Retiro Branco – C1) - campo de altitude.

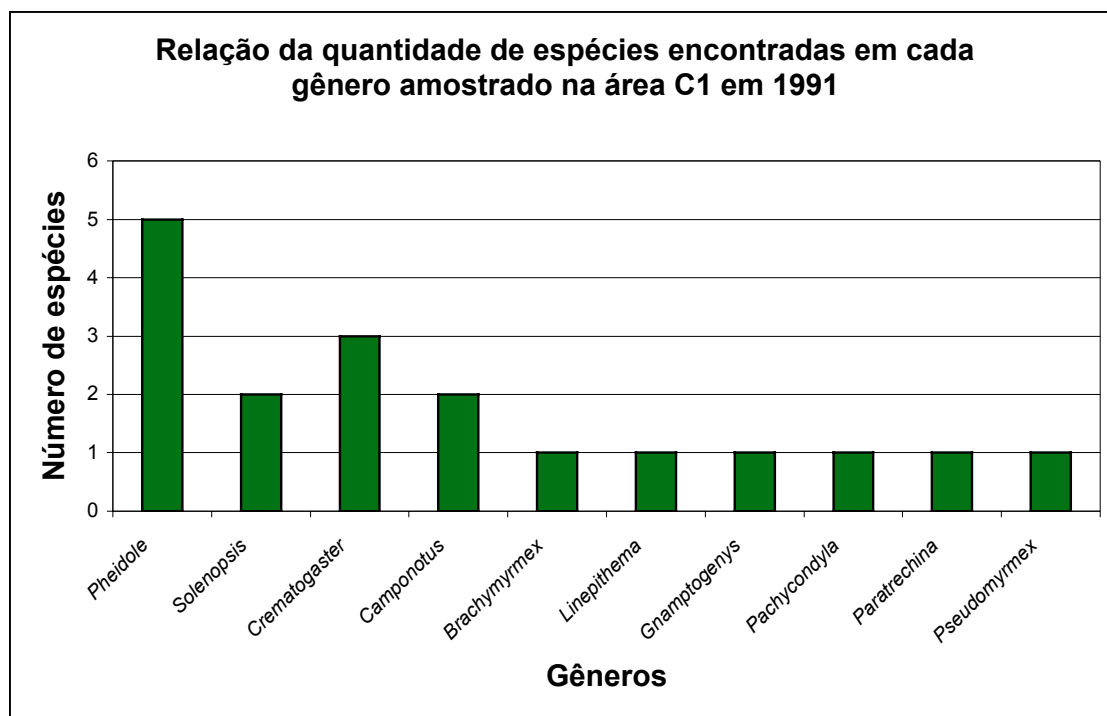


Figura 23- Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área controle C1 (Campo de altitude- Retiro Branco) em 1991.

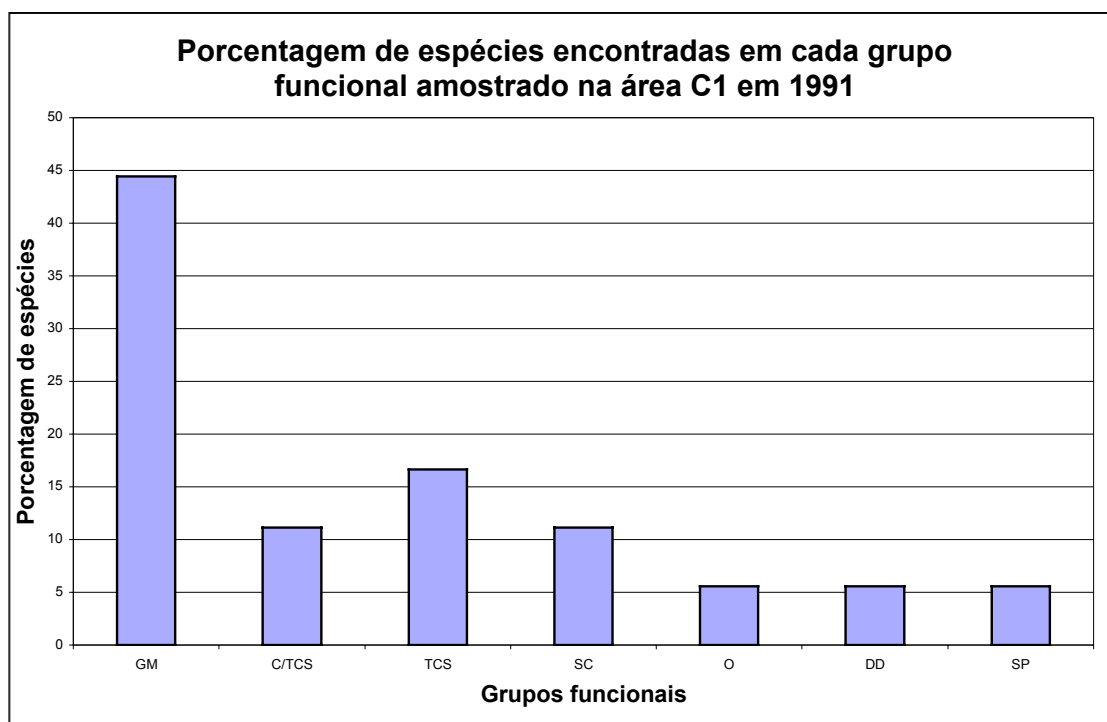


Figura 24 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados no campo de altitude C1 (controle) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

A área C1 é um campo de altitude. Essa vegetação é composta essencialmente por formas herbáceas ou subarbustivas.

Em 1991 foram amostrados na área 10 gêneros e 18 espécies, sendo do gênero *Pheidole* o maior número de espécies.

A maioria das espécies é Generalista Myrmicinae (GM) (mais de 40%). As espécies deste grupo funcional têm ampla distribuição em locais com temperaturas quentes (Andersen, 2000; Brown, 2000), e são relativamente flexíveis aos habitats diferentes dos seus (Bestelmeyer & Wiens, 1996). Os gêneros amostrados na área que fazem parte deste grupo são *Pheidole* (5 espécies) e *Crematogaster* (3 espécies). As espécies do gênero *Pheidole* podem ser coletoras de sementes ou onívoras, nidificam no solo ou em troncos podres, têm ampla distribuição nos trópicos e em áreas com temperaturas quentes e habitam a floresta úmida. As pertencentes ao gênero *Crematogaster* são espécies típicas de estepes e desertos, nidificam em troncos e em galhos ocos e são forrageadoras generalistas (Brown, 2000).

A área também apresenta espécies pertencentes ao grupo Especialista de Clima Tropical (TCS) (quase 28%), composto por formigas que têm ampla distribuição em regiões tropicais úmidas (Andersen, 2000). Na área este grupo é representado pelos gêneros *Pseudomyrmex* (1 espécie), *Brachymyrmex* (1 espécie), *Gnamptogenys* (1 espécie) e *Solenopsis* (2 espécies). O gênero *Pseudomyrmex* é composto por formigas que habitam florestas sub-tropicais e florestas úmidas. A maioria dessas espécies é arbórea (ninho e forrageio), mas existem algumas epigaeicas. São predadoras generalistas. *Brachymyrmex* é composto por espécies de mata, forrageadoras generalistas. *Gnamptogenys* é composto por espécies que habitam mata e savana, que forrageiam no solo e em troncos podres de árvores, predadoras e necrófagas. E *Solenopsis* nidificam no solo, na serrapilheira e em montes de areia, são forrageadoras generalistas e oportunistas, podendo também ser consideradas do grupo funcional de espécies Crípticas (C) (Brown, 2000).

O grupo das espécies Subordinadas Camponotini (SC) é representado na área pelo gênero *Camponotus* (2 espécies, aproximadamente 11%). Essas espécies têm ampla distribuição em todo mundo, nidificam no solo, em árvores mortas ou dentro de árvores, e são submissas, na maioria das vezes, às espécies do grupo Dominante Dolichoderinae (DD), representado na área pelo gênero *Linepithema* (1 espécie, aproximadamente 5% das espécies da área), que forrageia no solo, embaixo de pedras, em madeira e nas árvores (Brown, 2000).

A área apresenta também espécies do grupo Predadoras Especialistas (SP) (aproximadamente 5%), do gênero *Pachycondyla* (1 espécie), que têm ampla distribuição nos trópicos, habitam a floresta úmida, e nidificam na serrapilheira; e o grupo de Oportunistas (O) (aproximadamente 5%), representado na área pelo gênero *Paratrechina* (1 espécie), composto por espécies que habitam a floresta úmida, que nidificam no solo e forrageiam nas árvores, e são forrageadoras generalistas (2000).

Área C1 em 2002

Área Controle (Retiro Branco – C1) - campo de altitude.

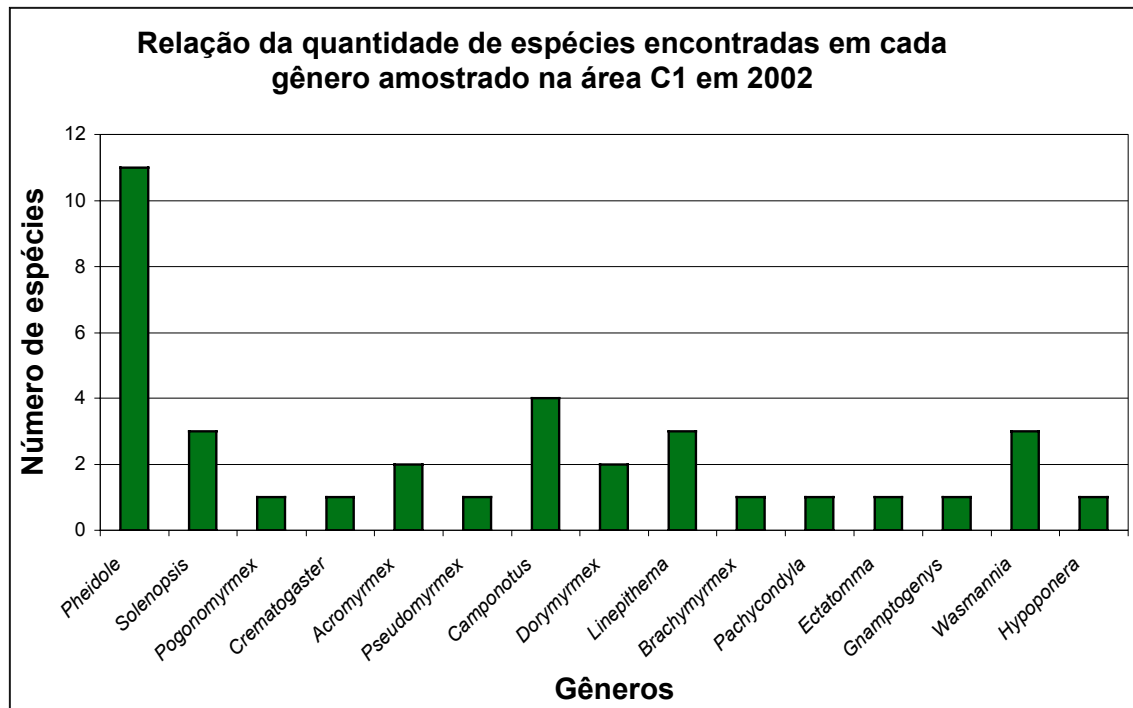


Figura 25 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área controle C1 (Campo de altitude - Retiro Branco) em 2002.

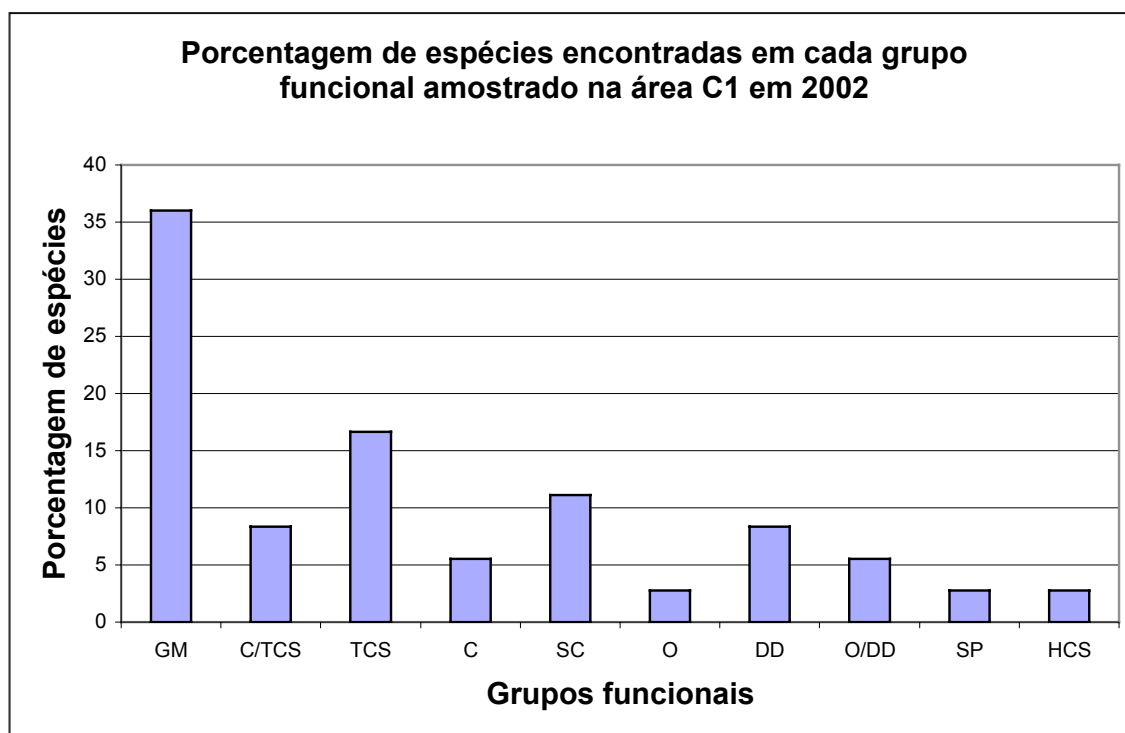


Figura 26 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados no campo de altitude C1 (controle) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 2002 foram amostrados na área 15 gêneros e 36 espécies, sendo do gênero *Pheidole* o maior número de espécies, assim como em 1991. Mas o número de espécies de *Pheidole* em 2002 (11 espécies) foi maior que o encontrado em 1991 (5 espécies). Elas fazem parte do grupo de Generalista Myrmicinae (GM), que representa a maioria das formigas amostradas, com 36% das espécies encontradas na área.

O segundo grupo mais representativo é o das formigas Especialistas de Clima Tropical (TCS), com aproximadamente 25% das espécies, sendo 1 espécie do gênero *Brachymyrmex*, 1 do gênero *Gnamptogenys*, 1 *Pseudomyrmex*, 3 do gênero *Wasmannia* (formigas arbóreas, que não aparecem nas coletas de 1991) e 3 do gênero *Solenopsis*, que podem ser consideradas também como espécies Cripticas (C).

Formigas Subordinadas Camponotini (SC) representam 11, 11%, com 4 espécies do gênero *Camponotus*.

Espécies Dominantes Dolichoderinae (DD) representam 8,33% das formigas amostradas, e esse grupo é composto na área por 3 espécies de

Linepithema. Espécies de *Dorymyrmex* (2 espécies) também foram encontradas em 2002 em C1. Essas formigas são consideradas tanto Dominantes Dolichoderinae (DD) quanto Oportunistas (O), e representam 5,5% das espécies da área.

Foram ainda amostradas formigas Crípticas (C) (*Crematogaster*, 1 espécie) e *Hypoponera* (1 espécie), representando 5,5%, além de Oportunistas (O) (*Ectatomma*, 1 espécie), e Predadoras Especialistas (SP) (*Pachycondyla*, 1 espécie), representando 2,7% cada na área, em 2002. O gênero *Ectatomma* é composto por formigas que nidificam em troncos ocos e no solos e são predadoras (Brown, 2000).

Formigas do gênero *Paratrechina* (1 espécie, Oportunista - O) e *Crematogaster* (1 espécie, Generalista Myrmicinae – GM), que aparecem em 1991, não foram amostradas em 2002.

Os gêneros *Pheidole* (GM), *Solenopsis* (C/TCS), *Camponotus* (SC) e *Linepithema* (DD), apresentaram um número maior de espécies em 2002 que em 1991.

Gêneros como *Pogonomyrmex*, *Dorymyrmex*, *Ectatomma* e *Wasmannia* foram amostrados na área somente em 2002.

Pogonomyrmex são formigas Especialistas de Clima Quente (HCS), que nidificam no solo, são forrageadoras generalistas e coletoras de sementes, e habitam as regiões Neotropical e Neártica (Brown, 2000).

Área C2 em 1991

Área Controle (Campo do Saco – C2) - campo de altitude.

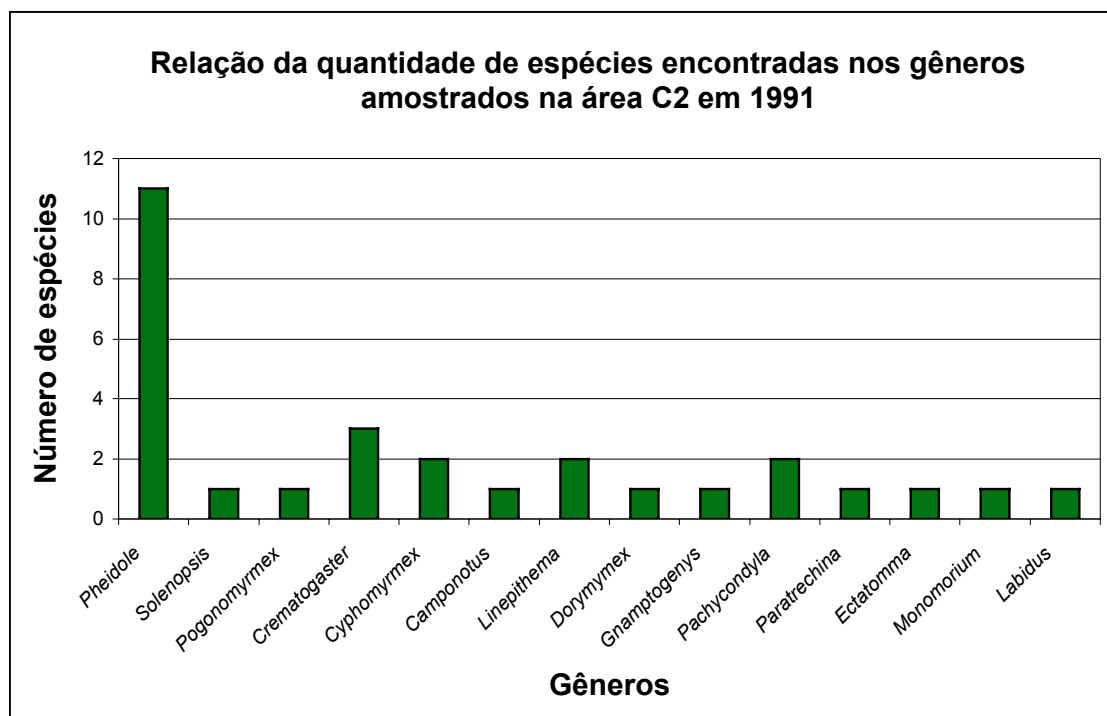


Figura 27 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área controle C2 (Campo de altitude - Campo do Saco) em 1991.

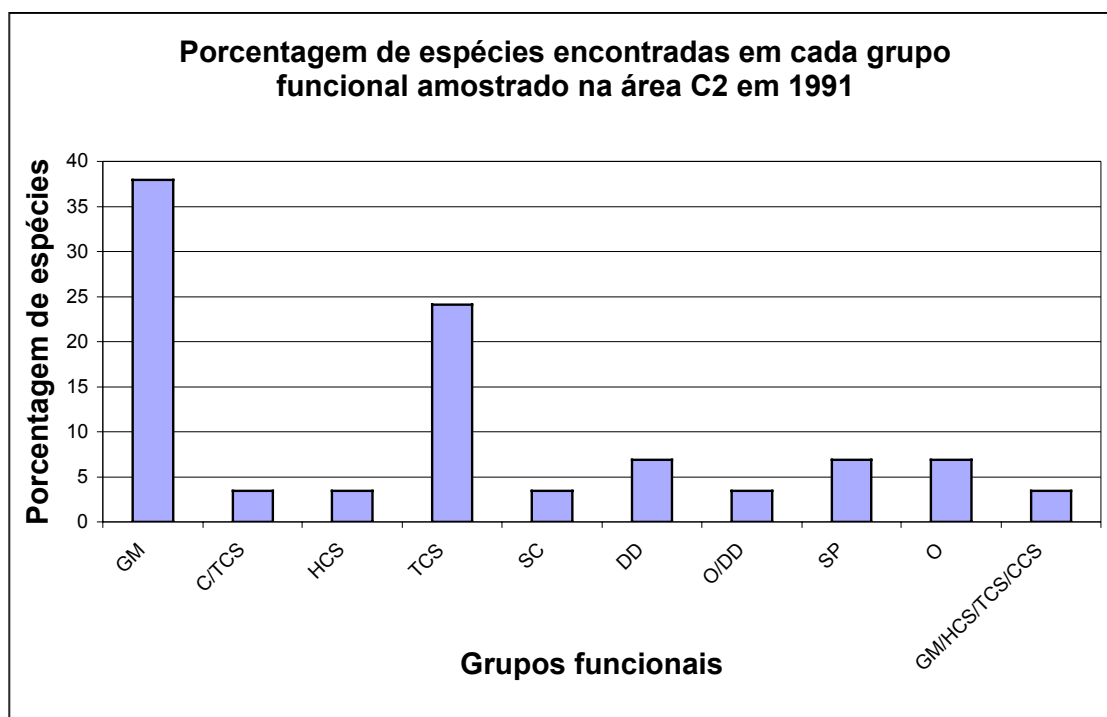


Figura 28 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados no campo de altitude C2 (controle) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 1991 foram amostrados, na área C2, 11 gêneros e 26 espécies, sendo do gênero *Pheidole* o maior número de espécies.

A maioria pertence ao grupo Generalista Myrmicinae (GM) (quase 40%). Nesta área o grupo é representado pelos gêneros *Pheidole* e *Crematogaster*.

A área também apresenta espécies Especialistas de Clima Tropical (TCS) (quase 28%), dos gêneros *Cyphomyrmex*, *Gnamptogenys* e *Solenopsis*, também pode ser considerada espécie Crípticas (C) (Brown, 2000).

Especialistas de Clima Quente (HCS) são representadas na área pelo gênero *Pogonomyrmex* (3%). As espécies pertencentes a este gênero são forrageadoras generalistas e coletoras de sementes, e nidificam no solo (Brown, 2000).

Subordinada Camponotini (SC) é representado apenas por uma espécie de *Camponotus* (aproximadamente 3% das espécies amostradas).

Existem também espécies do grupo Dominante Dolichoderiane (DD) (quase 7%) representado na área pelos gêneros *Linepithema* e *Dorymyrmex*, que também pode ser considerada Oportunista (O) (Brown, 2000).

O grupo Oportunista é também composto na área pelos gêneros *Paratrechina* e *Ectatomma*. Esse grupo representa mais de 10% das espécies amostradas. Por não serem especializadas, as espécies pertencentes a esse grupo podem habitar locais perturbados, já que nestes locais a competição com outras espécies é baixa, pois a perturbação limita a produtividade e a diversidade de formigas (Andersen, 2000).

Ocorrem ainda formigas Predadoras Especialistas (SP), do gênero *Pachycondyla* (quase 7%). Essas formigas são predadoras de outros artrópodes, e forrageadoras solitárias. Elas nidificam na serrapilheira, têm ampla distribuição nos trópicos e alguma ocorrência em locais com temperaturas quentes (Brown, 2000).

Área C2 em 2002

Área Controle (Campo do Saco – C2) - campo de altitude.

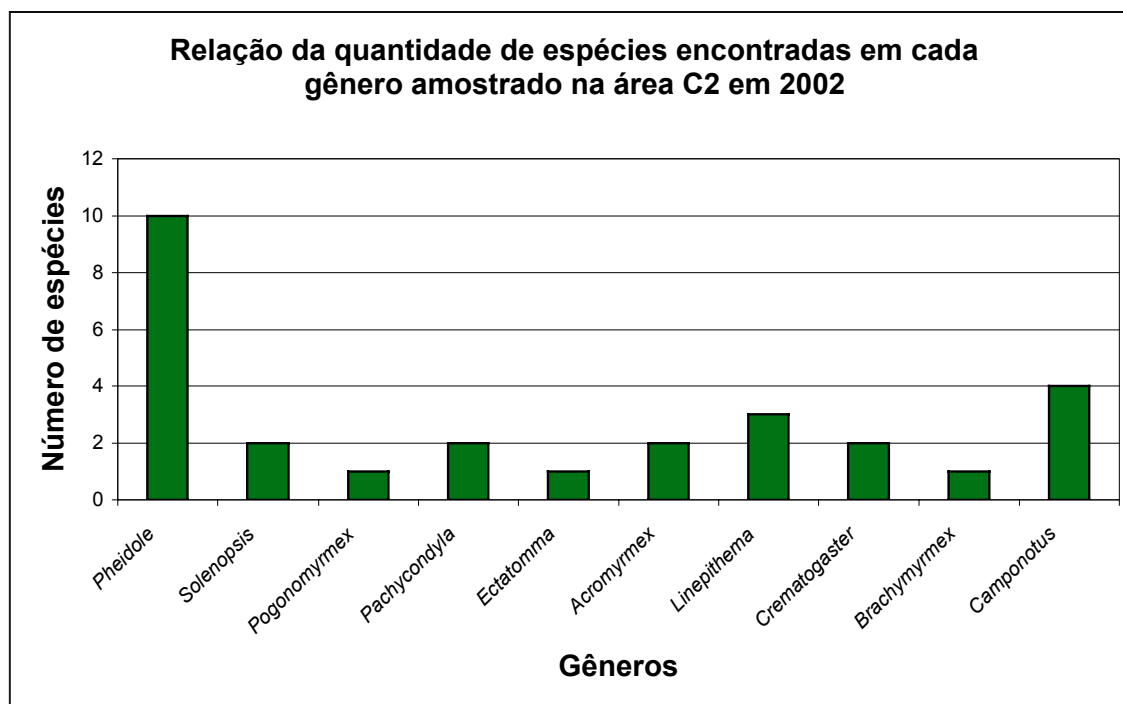


Figura 29 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área controle C2 (Campo de altitude - Campo do Saco) em 2002.

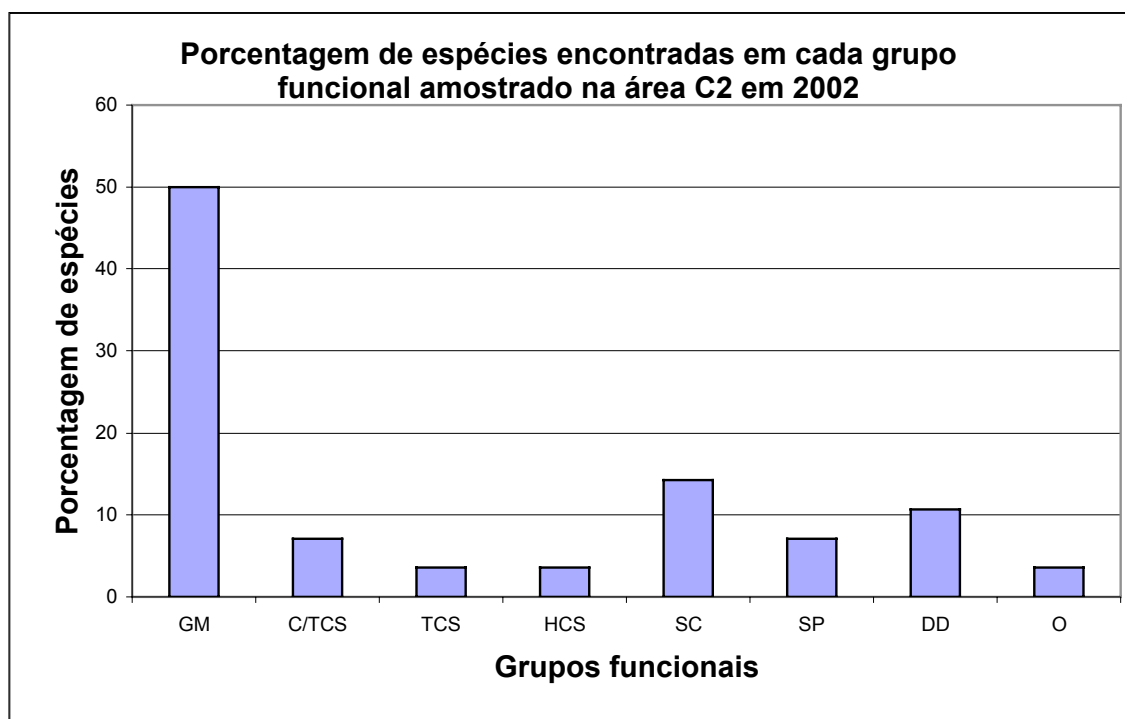


Figura 30 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados no campo de altitude C2 (controle) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 2002 foram amostrados, na área C2, 10 gêneros diferentes e 28 espécies, sendo do gênero *Pheidole* o maior número de espécies (10 espécies), com apenas 1 espécie encontrada a mais que em 1991.

A maioria pertence ao grupo Generalista Myrmicinae (GM) (50%), não muito diferente dos dados obtidos em 1991 (40%). São 10 espécies de *Pheidole*, 1 de *Crematogaster* e 2 de *Acromyrmex*.

O grupo de espécies Subordinadas Camponotini (SC) compõe aproximadamente 14% das espécies encontradas na área em 2002. Esse grupo é composto por espécies do gênero *Camponotus* (4 espécies). As espécies desse gênero nidificam e forrageiam no solo, em árvores mortas e dentro das árvores (Brown, 2000). *Camponotus* não foram amostradas em 1991, na área C2.

3 espécies do gênero *Linepithema* fazem parte do grupo de Dominantes Dolichoderinae (DD) e representam 10,7% das espécies amostradas na área em 2002. A maioria das espécies Subordinada

Camponotini (SC) apresenta comportamento submisso à espécies do grupo Dominante Dolichoderinae (DD) (Andersen, 2000).

Formigas Especialistas de Clima Tropical (TCS) representam 10, 7% das espécies amostradas, sendo 1 espécie do gênero *Brachymyrmex* (não amostrada em 1991) e 2 do gênero *Solenopsis*, também consideradas espécies Crípticas (C).

Os grupos de Oportunistas (O), representado por *Ectatomma* (1 espécie), e de Predadoras Especialistas (SP), representado por *Pachycondyla* (2 espécie), compõe 3,6% e 7,1% das espécies amostradas em 2002 , respectivamente.

Pogonomyrmex são Especialistas de Clima Quente (HCS) (3,6% das espécies).

Em relação a quantidade de gêneros e espécies encontradas na área em 1991 e 2002, não houve mudanças significativas. Mas em relação aos grupos funcionais sim. Apesar das espécies Generalistas Myrmicinae (GM) serem as mais abundantes em ambos os casos, as Especialistas de Clima Tropical (TCS) apresentaram baixa porcentagem em relação a 1991. Espécies dos gêneros *Monomorium* (Generalista Myrmicinae – GM, Especialista de Clima Quente - HCS, Frio - CCS e Tropical - TCS), *Labidus* e *Cyphomyrmex* (Especialistas de Clima Tropical - TCS), e *Paratrechina* (Oportunista – O) não foram amostradas nas coletas em 2002. *Acromyrmex* e *Brachymyrmex* (Generalistas Myrmicinae - GM) e *Camponotus* (Subordinada Camponotini - SC) não foram amostradas em 1991.

Área M1 em 1991

Área Controle (Retiro Branco – M1) – mata nativa.

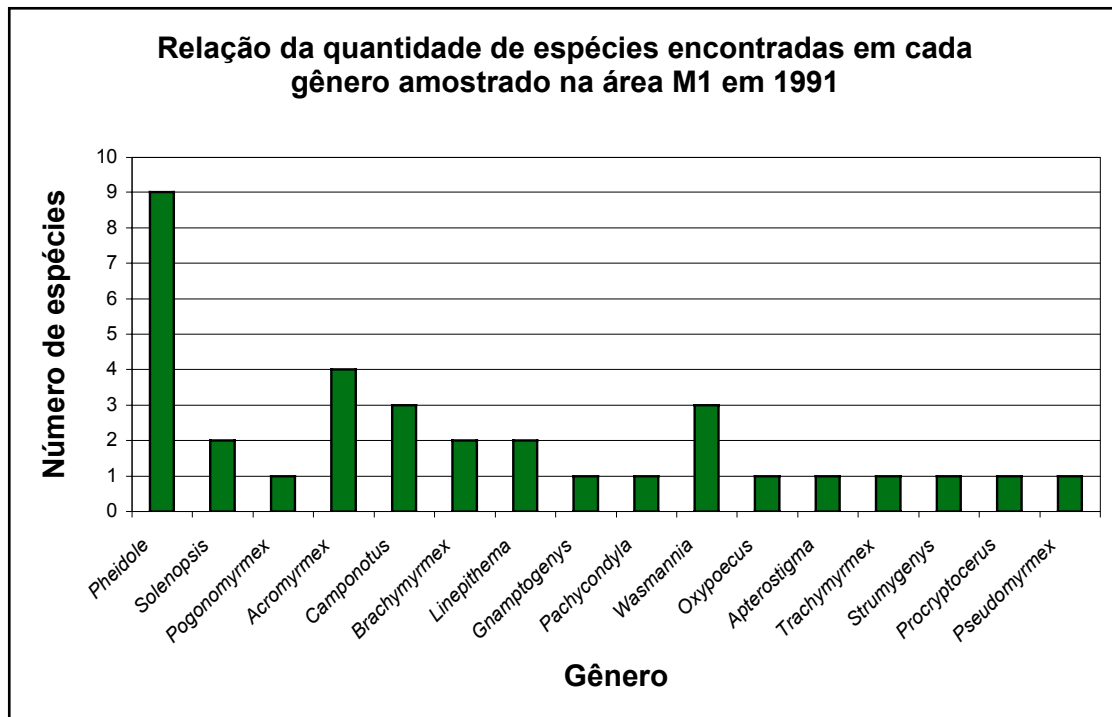


Figura 31 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área controle M1 (Mata nativa -Retiro Branco) em 1991.

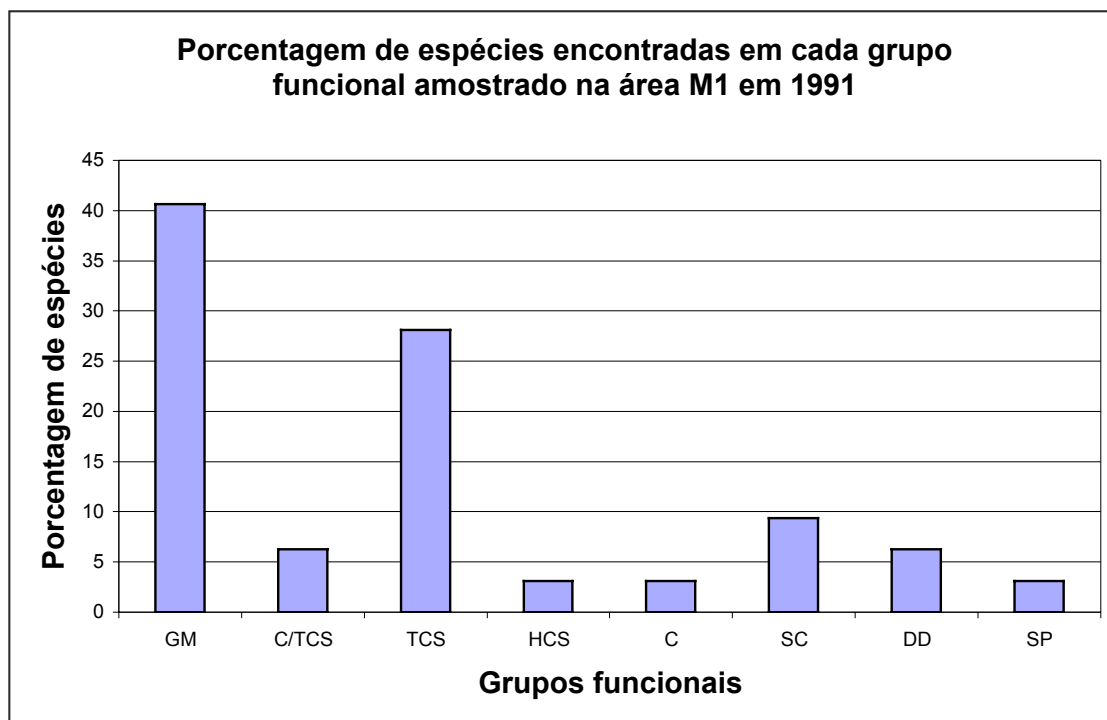


Figura 32 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na mata controle M1 em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Crípticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 1991 foram amostrados na área 15 gêneros e 32 espécies, sendo do gênero *Pheidole* o maior número de espécies.

A maioria é Generalista Myrmicinae (GM) (mais de 40% das espécies). Essas formigas podem nidificar no solo ou em troncos podres e serem coletoras de sementes ou onívoras, como *Pheidole* (9 espécies), ou ainda cultivadoras de fungos, como *Acromyrmex* (4 espécies) (Brown, 2000).

Um outro grupo funcional bem representativo na área (quase 35% das espécies) é composto por formigas Especialistas em Clima Tropical (TCS), como *Oxyopocus* (1 espécie), que nidifica em folhas, *Gnamptogenys* (1 espécie), que são predadoras e necrófagas, *Procryptoceus* (1 espécie), que são comedoras de pólen, *Wasmannia* (3 espécies) e *Trachymyrmex* (1 espécie) que são arbóreas, *Apterostigma* (1 espécie) que são cultivadoras de fungos, *Brachymyrmex* (2 espécies) que são forrageadoras generalistas, e ainda *Solenopsis* (2 espécies), que podem ser consideradas também Crípticas (C) (Brown, 2000).

Formigas Especialistas de Clima Quente (HCS) aparecem na área representadas por *Pogonomyrmex* (1 espécie), que nidificam no solo, são forrageadoras generalistas e coletoras de sementes, e habitam as regiões Neotropical e Neártica. Representam 3% das espécies amostradas na área.

O grupo de Subordinadas Camponotini (SC), é representado na área por *Camponotus* (mais de 9% das espécies), normalmente diversas e abundantes nas ricas comunidades de formigas (Andersen, 2000), e nidificam e forrageiam no solo, em árvores mortas e dentro das árvores. A maioria das espécies apresenta comportamento submisso a espécies do grupo Dominante Dolichoderinae (DD) (Brown, 2000), que é razoavelmente representativo no local (duas espécies do gênero *Linepithema*, representando aproximadamente 6% das espécies).

A área é representada também por espécies Crípticas (C) (3%), que são pequenas ou diminutas (Andersen, 2000), e nidificam e forrageiam primariamente nos solos, na serrapilheira e em troncos em decomposição (Brown, 2000). Essas espécies freqüentemente apresentam ampla distribuição no habitat, mas predominam somente em locais onde o estresse e a perturbação limitam a produtividade e diversidade de formigas, e, portanto, onde o comportamento dominante é baixo (Andersen, 2000). Um gênero representativo deste grupo na área é *Strumygenys*, que é predador de outros artrópodes (Brown, 2000).

Espécies Predadoras Especialistas (SP) também estão presentes na área (3% das espécies aproximadamente). Este grupo compreende espécies de tamanho médio a grande (Andersen, 2000), que são predadores especialistas de outros artrópodes (Brown, 2000). Este grupo é bem representado pelo gênero *Pachycondyla* (1 espécie), que são formigas predadoras que nidificam na serrapilheira (Brown, 2000). As formigas desse grupo tendem a ter pouca interação com outras formigas, exceto pela predação direta, devido a sua dieta especializada e a sua densidade de população tipicamente baixa (Andersen, 2000).

Área M1 em 2002

Área Controle (Retiro Branco – M1) – mata nativa.

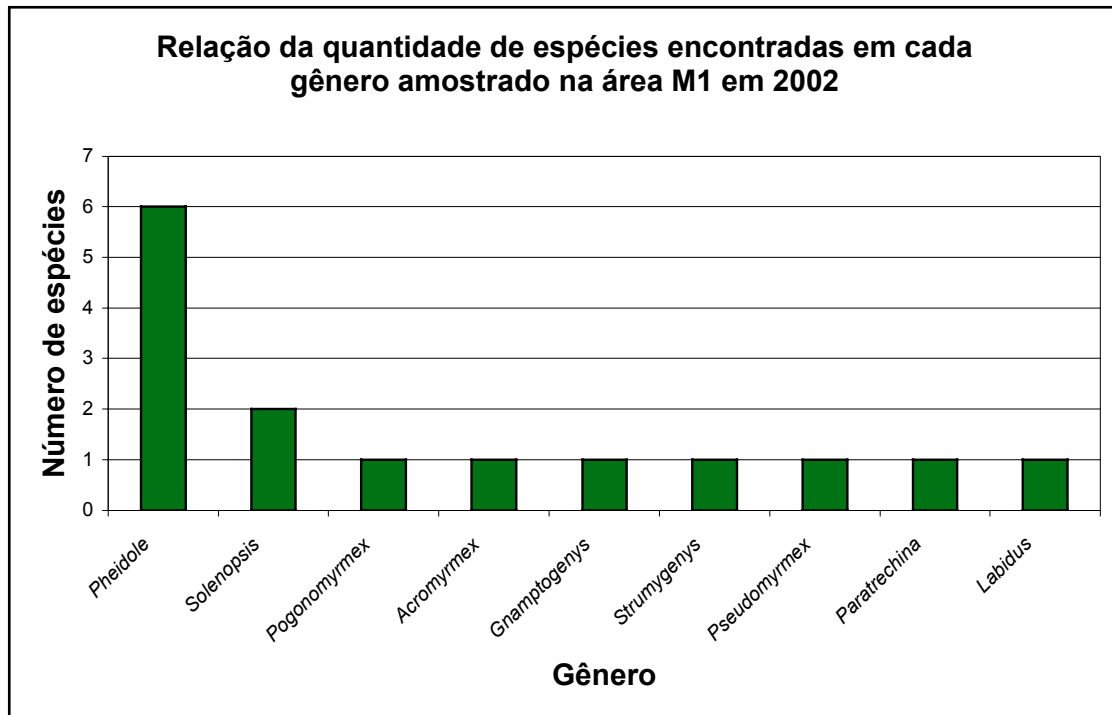


Figura 33 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área controle M1 (Mata nativa -Retiro Branco) em 2002.

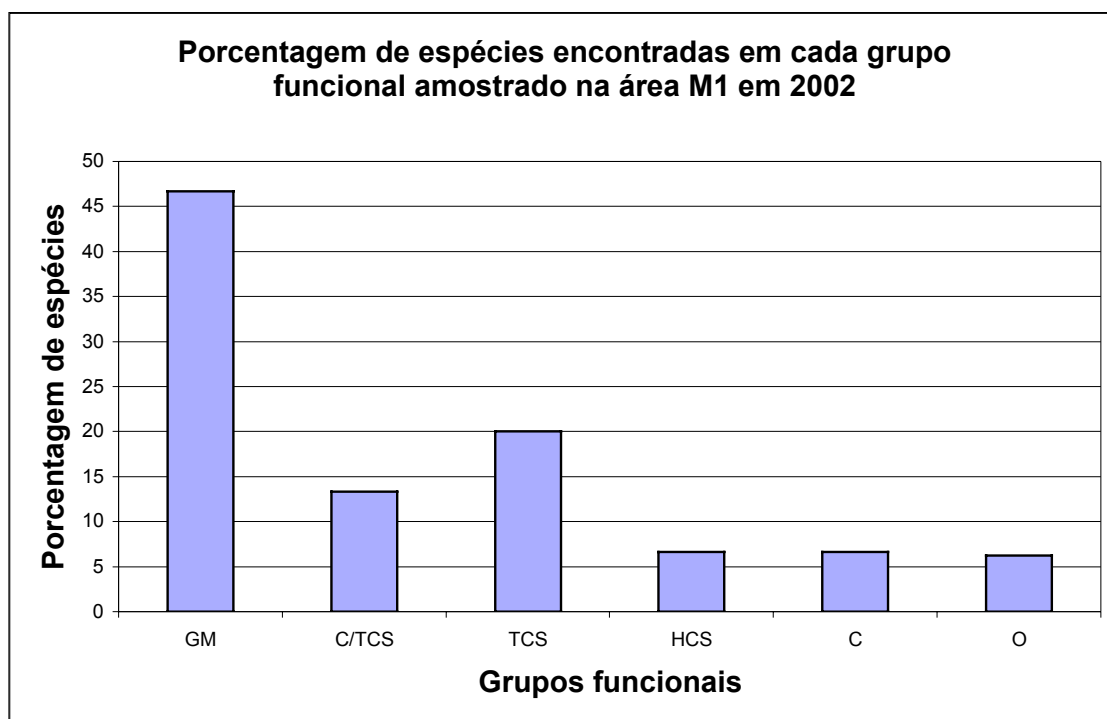


Figura 34 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na mata controle M1 em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Crípticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Foram amostradas em 2002, na área M1, 9 gêneros e 15 espécies de formigas. A quantidade de espécies amostradas na área foi bem menor que em 1991 (32 espécies). Uma hipótese para explicar isso é que a área já está sofrendo influência das áreas ao redor, que já estão perturbadas, o que pode influenciar a diversidade de espécies local.

Apesar disso, a porcentagem de espécies de formigas Generalistas Myrmicinae (GM) continua sendo a maior em relação às outras. E espécies Especialistas de Clima Tropical (TCS) também foram amostradas na área, sendo representadas pelos gêneros *Pseudomyrmex* (1 espécie), *Labidus* (1 espécie) e *Gnamptogenys* (1 espécie) (aproximadamente 18%) além de 2 espécies do gênero *Solenopsis* (aproximadamente 12%), que são consideradas também espécies Crípticas (C). Além de *Solenopsis*, as espécies Crípticas também são representadas na área por 1 espécie do gênero *Strumigenys* (aproximadamente 6%).

Especialistas de Clima Quente (HCS) aparecem com uma espécie do gênero *Pogonomyrmex*, representando aproximadamente 6% das espécies.

Foi amostrada, em 2002, 1 espécie de *Paratrechina*, Oportunista (O), não observada em 1991.

Não foram observadas espécies Predadoras Especialistas (SP), em 1991 representada por 1 espécie do gênero *Pachycondyla*.

Área M2 em 1991

Área Controle (Sana Rosália – M2) – mata nativa.

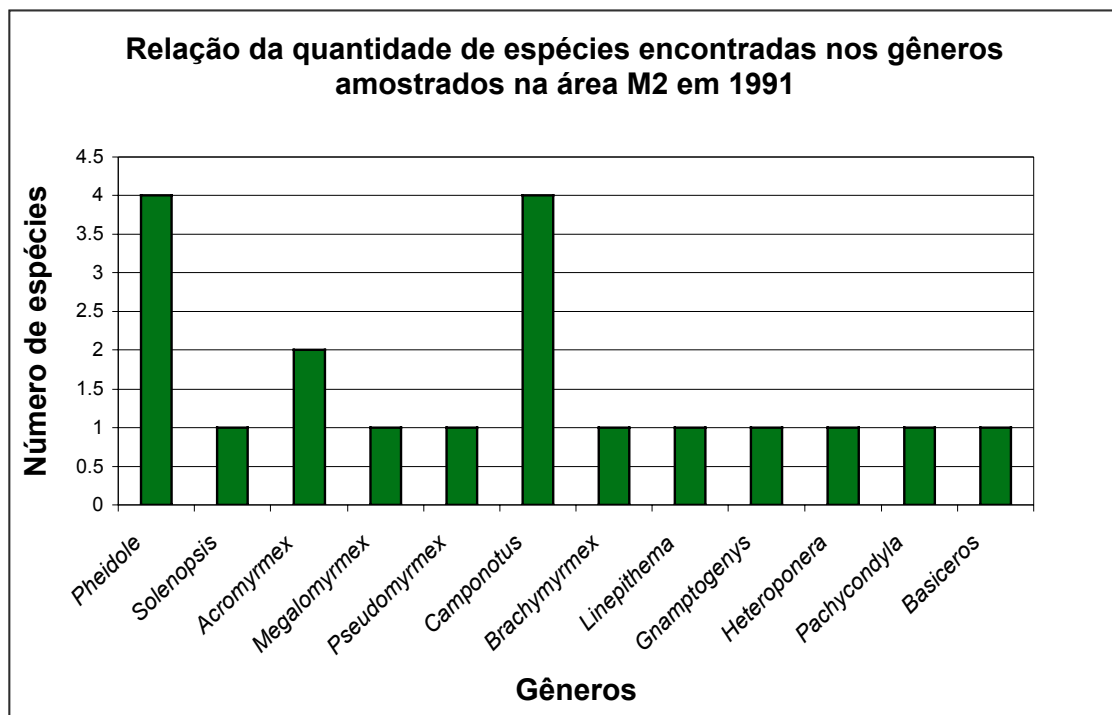


Figura 35 – - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área controle M2 (Mata nativa -Santa Rosália) em 1991.

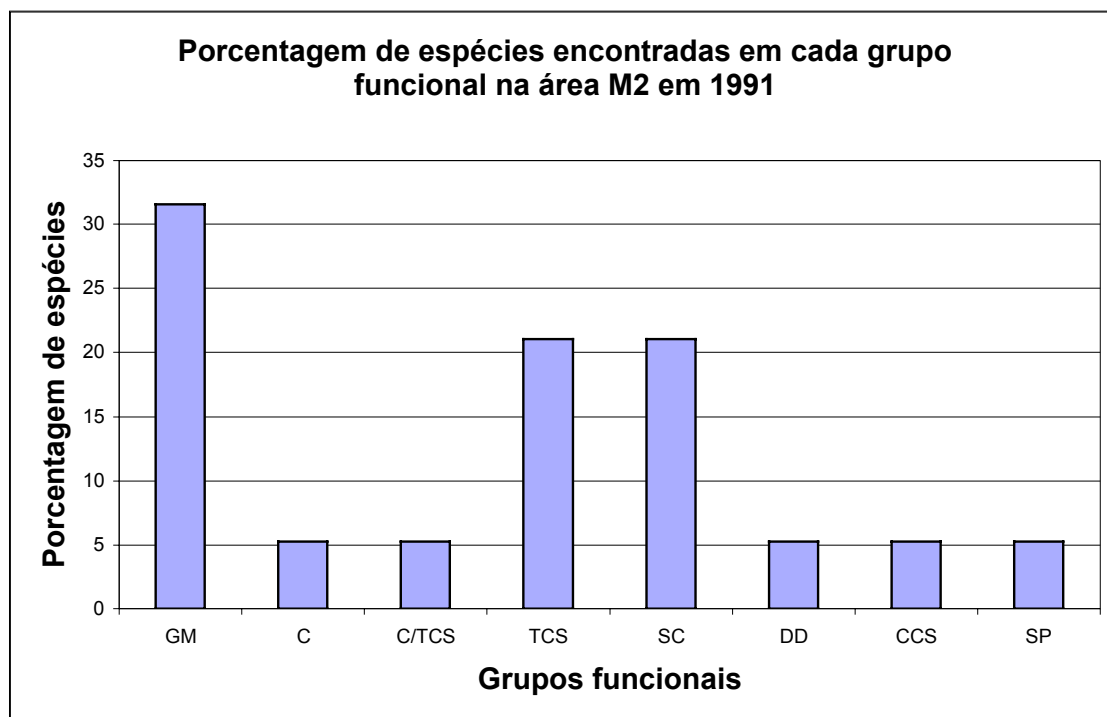


Figura 36 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na mata controle M2 em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 1991 foram amostrados 11 gêneros e 18 espécies na área M2, sendo *Pheidole* e *Camponotus* os gêneros com maior número de espécies.

A área é composta principalmente por formigas Generalista Myrmicinae (GM) (aproximadamente 32%), Especialistas de Clima Tropical (TCS) (aproximadamente 26%) e Subordinada Camponotini (SC) (aproximadamente 21%).

Os grupo Generalista Myrmicinae é representado na área pelos gêneros *Pheidole* (4 espécies) e *Acromyrmex* (2 espécies), somando quase 32% das espécies. As espécies do gênero *Pheidole* nidificam no solo ou em troncos podres, são coletoras de sementes ou onívoras (Brown, 2000) e normalmente habitam florestas úmidas (Andersen, 2000). As espécies do gênero *Acromyrmex* são cultivadoras de fungos, nidificam no solo, e habitam desde florestas úmidas até savanas (Andersen, 2000).

Outro grupo funcional significativo na área é o de espécies Especialistas de Clima Tropical (TCS) (26% das espécies amostradas),

representado na área por formigas do gênero *Megalomyrmex* (1 espécie), que são generalistas que nidificam no solo ou sob folhas e pedras, *Pseudomyrmex* (1 espécie) que nidificam e forrageiam em árvores, *Gnamptogenys* (1 espécie), que são predadoras e necrófagas e *Brachymyrmex* (1 espécie) , forrageadoras de sementes, árvores e frutas caídas, pertencentes ao grupo Especialista em Clima Tropical (TCS). O gênero *Solenopsis* também foi amostrado na área, e pode ser considerado TCS ou C (Crípticas). Essas formigas têm ampla distribuição nos trópicos e em áreas com temperaturas quentes, nidificam no solo, em montes de areia e na serrapilheira, e são forrageadoras generalistas ou coletoras de sementes (Brown, 2000).

O grupo Subordinada Camponotini (21% das espécies) é composto por 4 espécies de *Camponotus*. Formigas desse gênero possuem ampla distribuição no mundo e nidificam no solo, em árvores mortas e dentro de árvores (Brown, 2000).

O gênero *Heteroponera* representa as espécies Especialistas de Clima Frio (CCS) na área (aproximadamente 5%), com 1 espécie. As formigas desse gênero normalmente habitam florestas úmidas. Elas nidificam em troncos e são formigas predadoras (Brown, 2000).

Ocorre também 1 espécie do gênero *Linepithema* (representando aproximadamente 5% das espécies), que forrageia no solo, embaixo de pedras, em madeira e nas árvores, pertencente ao grupo Dominante Dolichoderinae (Brown, 2000).

O grupo de espécies Predadoras Especialistas (SP) é composto na área por 1 espécie do gênero *Pachycondyla* (aproximadamente 5% das espécies), que nidifica na serrapilheira (Brown, 2000).

Área M2 em 2002

Área Controle (Sana Rosália – M2) – mata nativa.

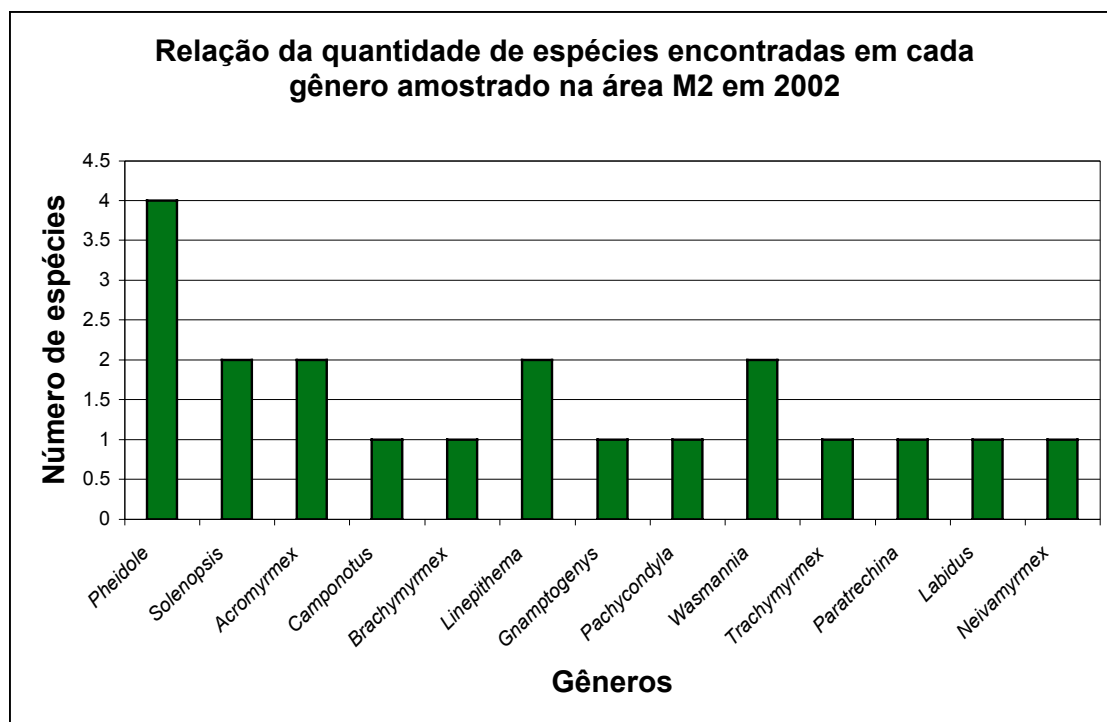


Figura 37 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área controle M2 (Mata nativa -Santa Rosália) em 2002.

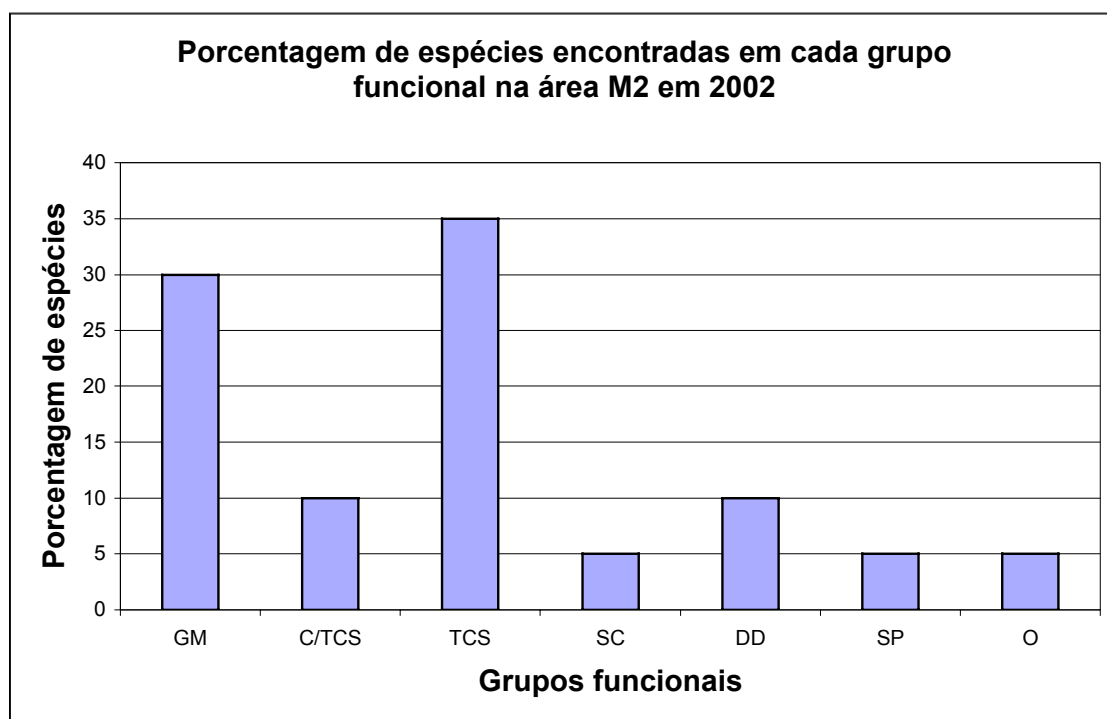


Figura 38 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na mata controle M2 em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 2002, na área controle M2 foram amostrados 13 gêneros e 20 espécies, sendo *Pheidole* o gênero com maior número de espécies.

9 espécies são Especialistas de Clima Tropical (TCS), representando 45% das formigas encontradas, pertencentes aos gêneros *Brachymyrmex* (1 espécie), *Gnamptogenys* (1 espécie), *Labidus* (11 espécie), *Trachymyrmex* (1 espécie), *Neivamyrmex* (1 espécie) e *Wasmannia* (2 espécie), sendo que os quatro últimos não foram observados na área em 1991. E ainda 2 espécies de *Solenopsis*, que podem ser consideradas também como Cripticas (C).

30% das espécies são Generalistas Myrmicinae (GM), representadas na área por *Pheidole* (4 espécies) e *Acromyrmex* (2 espécies).

2 espécies de *Linepithema* representam 10% das formigas amostradas.

Existem também 5% de espécies Subordinadas Camponotini (SC), do gênero *Camponotus*, 5% de espécies Predadoras Especialistas (SP), do

gênero *Pachycondyla*, e 5% de espécies Oportunistas (O), do gênero *Paratrechina*, que não foi observado na área em 1991.

Em 2002 não foram coletadas espécies dos gêneros *Megalomyrmex* e *Pseudomyrmex* (Especialistas de Clima Tropical - TCS), *Heteroponera* (Especialista de Clima Frio - CCS), e *Baciseros* (Críptica - C), amostrados em 1991.

Área F em 1991

Retiro Branco (F) – área revegetada com coquetel de espécies nativas.

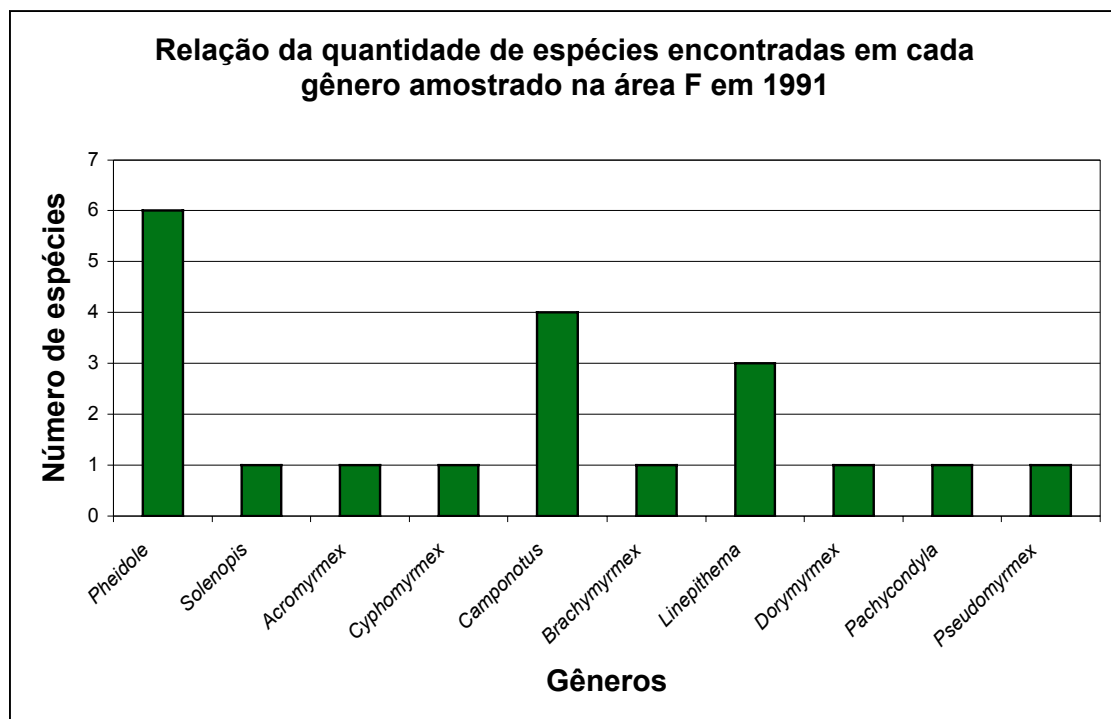


Figura 39 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área F, revegetada com coquetel de nativas (Retiro Branco) em 1991.

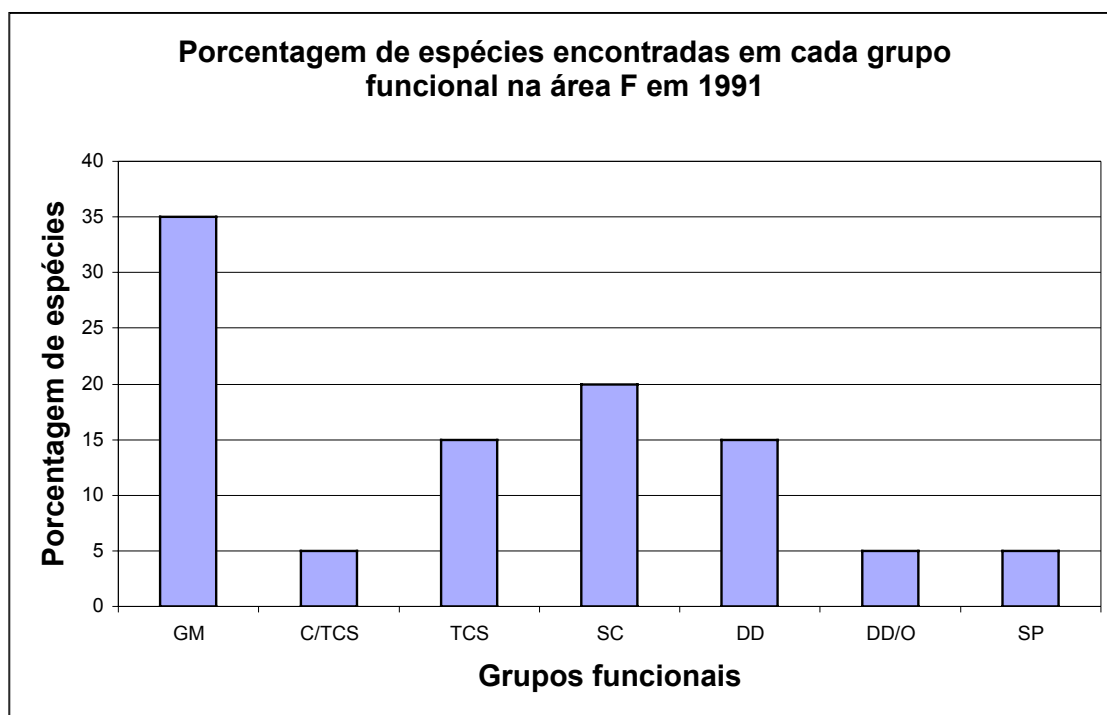


Figura 40 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área F (revegetada com coquetel de nativas) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 1991 foram amostrados 10 gêneros e 20 espécies, sendo a maioria das espécies dos gêneros *Pheidole* (6 espécies), *Camponotus* (4 espécies) e *Linepithema* (3 espécies).

A maioria pertence ao grupo Generalista Myrmicinae (GM) (35% das espécies). Os gêneros que fazem parte deste grupo na área são *Pheidole* (6 espécies) e *Acromyrmex* (1 espécie). *Pheidoles* são amplamente distribuídas nos trópicos e em áreas com temperaturas quentes, nidificam no solo ou em troncos podres das árvores e são coletoras de sementes ou onívoras. As *Acromyrmex* nidificam no solo e são cultivadoras de fungos, tem distribuição na região neotropical e Sul Neártica e habitam a floresta úmida e a savana (Brown, 2000). Esse alto número de espécies Generalistas Myrmicinae (GM) ocorreu provavelmente porque estas são espécies que podem ocorrer em quase todos os lugares, e não têm muitos problemas com ambientes perturbados, pois podem se adaptar bem a outros habitats que não sejam os próprios.

Subordinada Camponotini (SC) é outro grupo que se destaca na área (20% das espécies), composto por espécies do gênero *Camponotus* (4 espécies). Essas formigas possuem ampla distribuição no mundo, podem nidificar em solos, em árvores mortas ou dentro das árvores (Brown, 2000) e são, na maioria das vezes, submissas as Dominantes Dolichoderinae (DD) (Andersen, 2000).

As espécies Especialistas de Clima Tropical (TCS) são representadas na área por formigas dos gêneros *Cyphomyrmex* (1 espécie), que nidificam no solo, são cultivadoras de fungos e geralmente habitam estepes e desertos, *Pseudomyrmex* (1 espécie), em que a maioria das espécies é arbórea (ninho e forrageio), e habitam florestas subtropicais e florestas úmidas, *Brachymyrmex* (1 espécie), em que as espécies forrageiam no solo, embaixo de pedras, ou em árvores e habitam as matas, e *Solenopsis* (1 espécie), que têm ampla distribuição nos trópicos e em temperaturas quentes, habitam florestas úmidas, nidificam no solo, em montes de areia e na serrapilheira e são forrageadoras generalistas e oportunistas, sendo também classificadas como espécies do grupo funcional Críptico (C) (Brown, 2000), que vivem na serrapilheira (Bestelmeyer & Wiens, 1996). Essas formigas representam 20% das espécies amostradas na área.

Dominante Dolichoderinae é representado pelos gêneros *Linepithema* (3 espécies) e *Dorymyrmex* (1 espécie), somando 15% das espécies. As espécies pertencentes a este grupo geralmente predominam em ambientes de baixos níveis de estresse e perturbação (Andersen, 2000). *Linepithema* forrageia no solo, embaixo de pedras, em troncos e nas árvores, e são forrageadoras generalistas. As espécies deste gênero são encontradas normalmente em regiões Neotropicais e às vezes em áreas quentes ou temperadas. *Dorymyrmex* é um gênero encontrado nas regiões Neotropical e Neártica. As espécies deste gênero habitam matas ou savana, são arbóreas, forrageadoras generalistas, e podem ser consideradas também como pertencentes ao grupo funcional das Oportunistas (O) (Brown, 2000), ou seja, são espécies não especializadas, pobremente competitivas e ruderais (Bestelmeyer & Wiens; Andersen, 2000).

Outro grupo funcional presente na área é de Predadoras Especialistas (SP), com 1 espécie do gênero *Pachycondyla*, onde as espécies são predadoras generalistas, nidificam e forrageiam em árvores (maioria) e habitam normalmente florestas subtropicais e florestas úmidas (Brown, 2000).

Área F em 2002

Retiro Branco (F) – área revegetada com coquetel de espécies nativas.

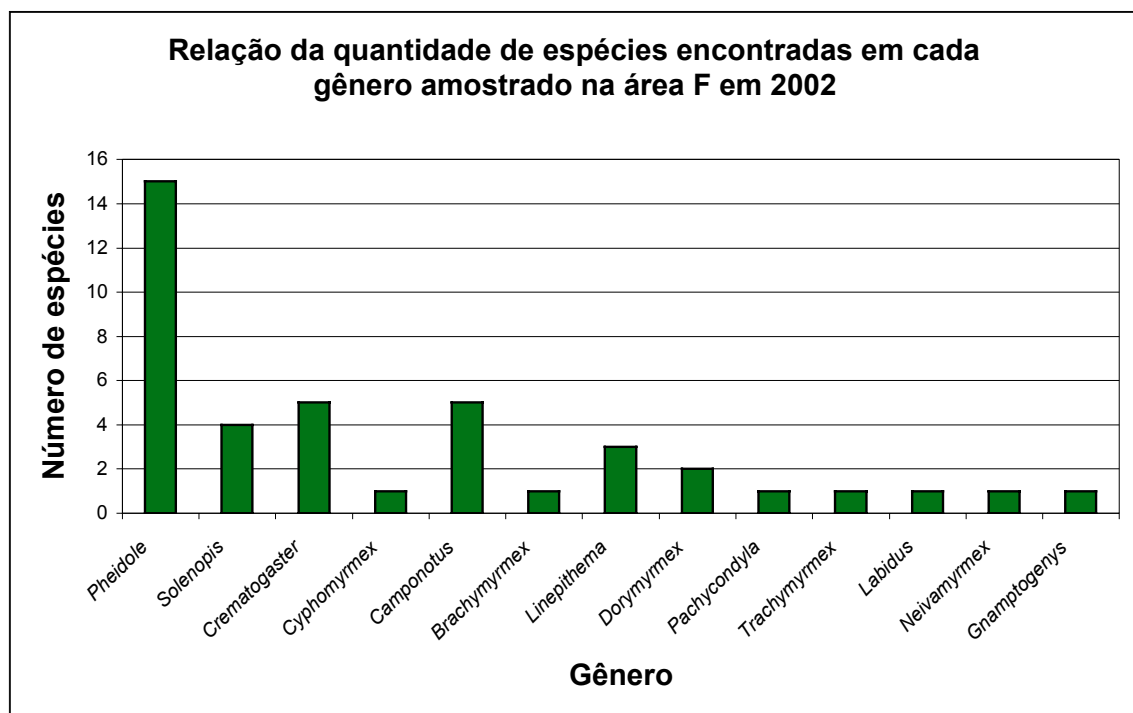


Figura 41 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área F, revegetada com coquetel de nativas (Retiro Branco) em 2002.

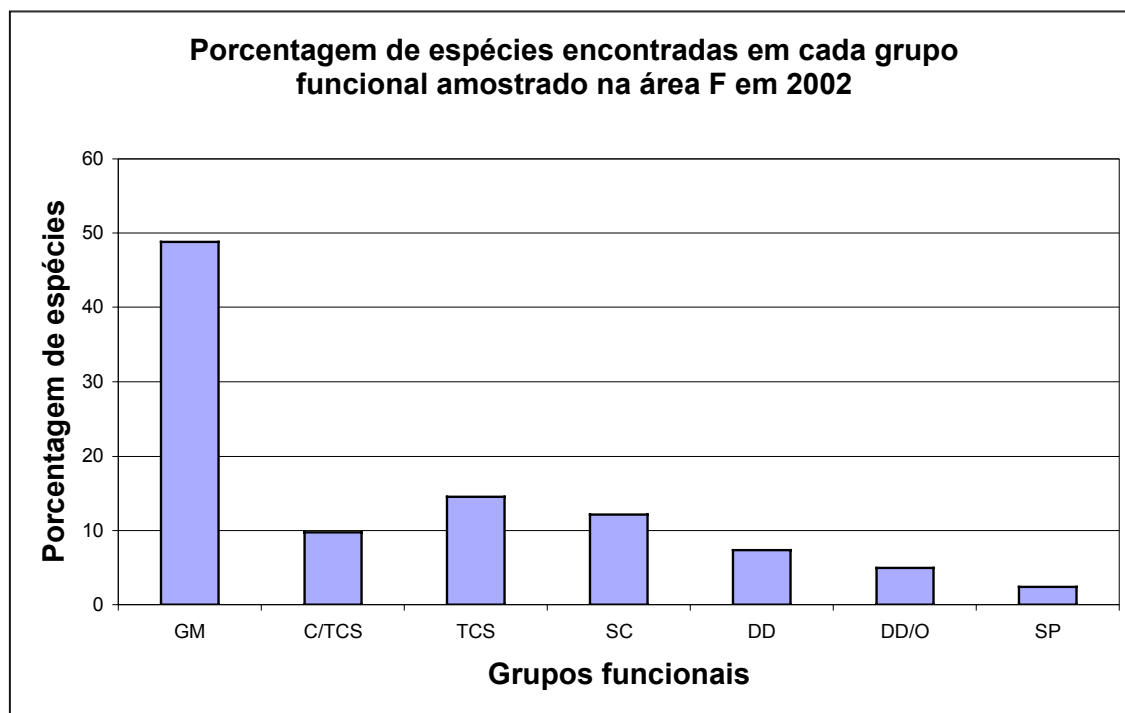


Figura 42 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área F (revegetada com coquetel de nativas) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 2002 foram amostrados 13 gêneros e 41 espécies.

Aproximadamente 50% das espécies pertence ao grupo Generalista Myrmicinae (GM), composto na área por *Pheidole* (15 espécies) e *Crematogaster* (5 espécies). O número de espécies de *Pheidole* amostrado na área foi bem superior ao encontrado em 1991 (6 espécies). Espécies do gênero *Crematogaster* não foram amostradas na área em 1991.

As espécies Especialistas de Clima Tropical (TCS) representam 24% das espécies encontradas em 2002 na área F. Esse grupo é composto na área por uma espécie de cada um dos gêneros *Trachymyrmex* (1 espécie), *Labidus* (1 espécie), *Gnamptogenys* (1 espécie) e *Neivamyrmex* (1 espécie). *Trachymyrmex* são formigas que habitam matas e savanas (campos), nidificam no solo e são cultivadoras de fungos (Brown, 2000). *Labidus* habitam matas e savanas (campos), são epigaeicas e atacam outras formigas. *Gnamptogenys* são formigas predadoras, que nidificam no solo e em troncos podres. E *Neivamyrmex* habitam florestas úmidas, são

hypogaeicas e também atacam outras formigas. esses gêneros só foram amostrados na área em 2002.

Ainda no grupo das Especialistas de Clima Tropical (TCS) foram amostradas 1 espécie do gênero *Cyphomyrmex*, 1 de *Brachymyrmex* e 4 de *Solenopsis*, este último também considerado Oportunista (O). Esses 3 gêneros foram observados em 1991. A quantidade de espécies de *Solenopsis* foi maior que a amostrada em 1991 (1 espécie).

A proporção de espécies Subordinadas Camponotini (SC) baixou de 1991 para 2002. Nas primeiras coletas (1991) 20% das espécies amostradas pertenciam a esse grupo. Em 2002, apenas 12% são Subordinadas Camponotini (SC). As espécies são todas do gênero *Camponotus* (5 espécies). Em 2002, apesar da porcentagem de espécies SC ser menor que em 1991, foi amostrada uma espécie a mais (5 espécies), que em 1991 (4 espécies).

As formigas Dominantes Dolichoderinae (DD) representam aproximadamente 12% das espécies amostradas, sendo 3 espécies do gênero *Linepithema* (7,3%) e 2 do gênero *Dorymyrmex* (4,9%), que também são consideradas espécies Oportunistas (O). Em 1991 esse grupo representava 20% das espécies amostradas, composto por 3 espécies de *Linepithema* e 1 de *Dorymyrmex*.

1 espécie do gênero *Pachycondyla* representa o grupo de Predadoras Especialistas (SP), sendo 2,4% das espécies amostradas. Apenas 1 espécie desse gênero foi encontrada também em 1991, representando 5% das espécies amostradas.

Área M em 1991

Retiro Branco – revegetada com coquetel de nativas.

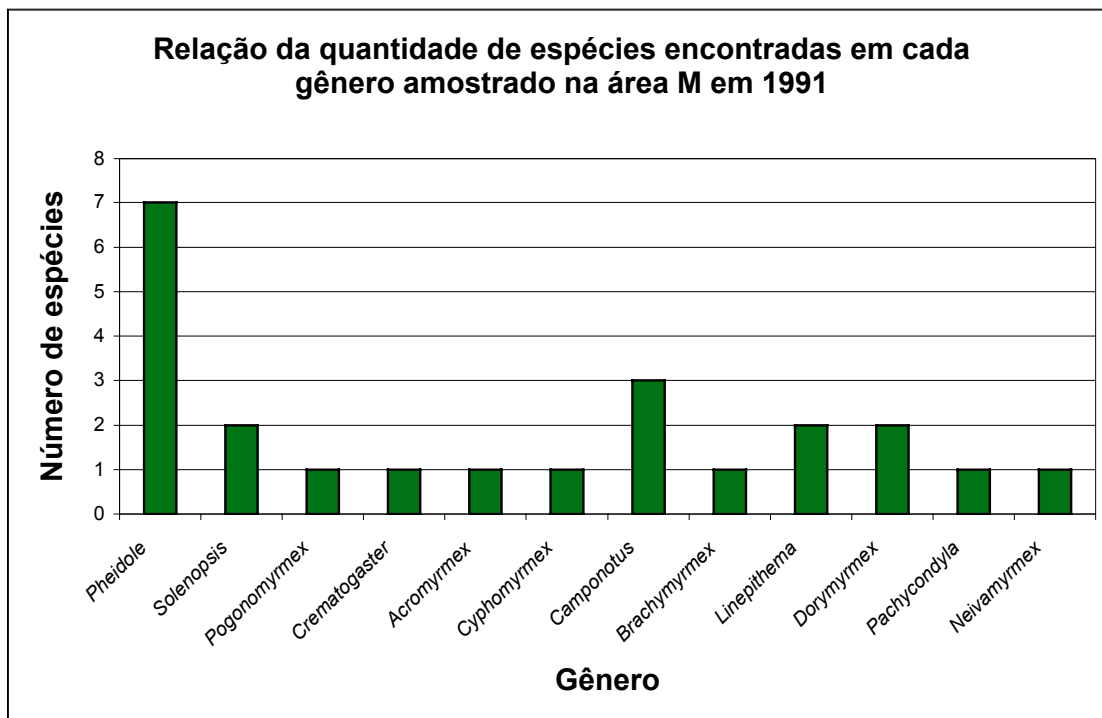


Figura 43 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área M, revegetada com coquetel de nativas (Retiro Branco), em 1991.

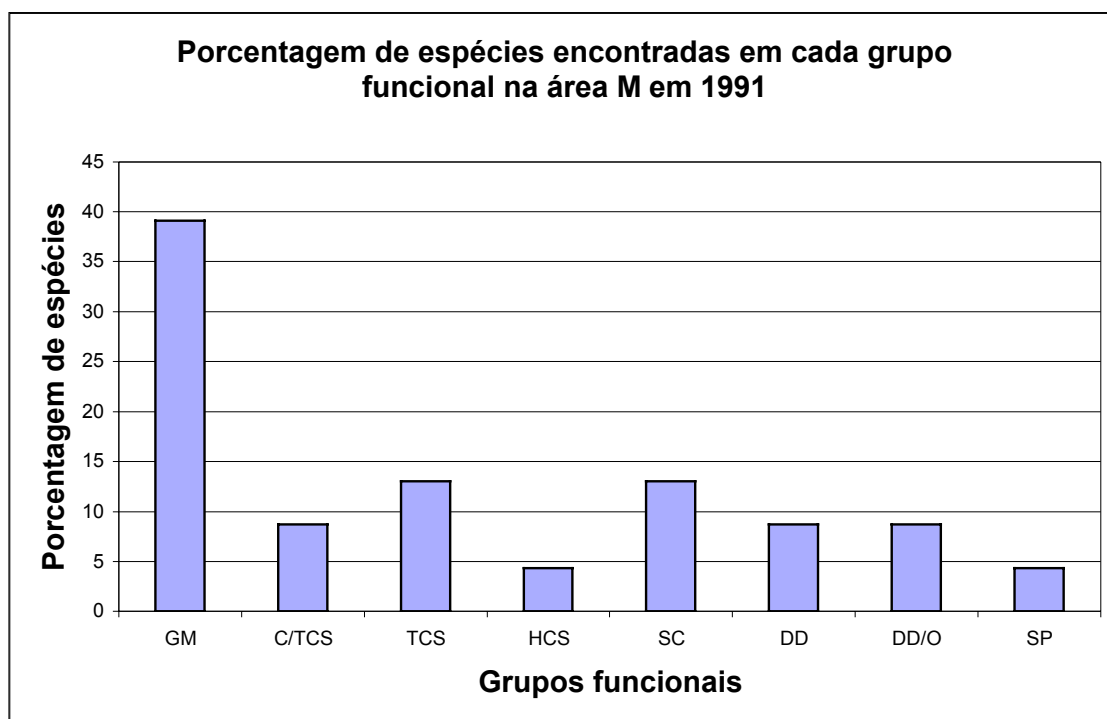


Figura 44 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área M, revegetada com coquetel de nativas (Retiro Branco) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Crípticas, O: Oportunistas e SP: Predadora Especialistas.

Foram amostrados, em 1991, 22 espécies e 11 gêneros, sendo *Pheidole* o gênero com maior número de espécies.

A maioria das espécies amostrada é Generalista Myrmicinae (GM) (40%), composto na área por formigas que nidificam no solo em troncos podres (*Pheidole* – 7 espécies), arbóreas (*Crematogaster* – 1 espécie) e cultivadoras de fungos (*Acromyrmex* – 1 espécie) (Brown, 2000).

A área apresenta também espécies Especialistas de Clima Tropical (TCS) (aproximadamente 22% das espécies), com os gêneros *Cyphomyrmex* (1 espécie), *Brachymyrmex* (1 espécie) e *Solenopsis* (2 espécies), sendo este último também considerado do grupo de Crípticas (C).

Existe também uma espécie Especialista de Clima Quente (HCS) (representando quase 5% das espécies), do gênero *Pogonomyrmex* (1 espécie), que é coletora de sementes (Brown, 2000).

Dominante Dolichoderinae (DD) é representado na área pelos gêneros *Linepithema* (2 espécies) e *Dorymyrmex* (2 espécies), somando 18% das

espécies amostradas. *Linepithema* é um gênero de espécies epigaeicas ou arbóreas, que são forrageadoras generalistas. As espécies de *Dorymyrmex* são formigas arbóreas, forrageadoras generalistas e que habitam mata e savana (Brown, 2000). Este gênero também pode ser considerado como Oportunista (O), o que significa que não são formigas especializadas e que podem viver em ambientes perturbados, onde a dominância por outras espécies é baixa (Bestelmeyer & Wiens, 1996; Andersen, 2000).

3 espécies de *Camponotus* representam na área o grupo de formigas Subordinadas Camponotini (mais de 13% das espécies). As espécies de *Camponotus* têm ampla distribuição no mundo e nidificam em solos, em árvores mortas e dentro das árvores (Brown, 2000). As formigas deste grupo são muitas vezes submissas às Dominantes Dolichoderinae (Andersen, 2000).

Foi identificado na área ainda o grupo funcional de Predadoras Especialistas (SP) (representando aproximadamente 5% das espécies), com 1 espécie de *Pachycondyla*, que nidifica na serrapilheira (Brown, 2000).

Área M em 2002

Retiro Branco (M) – área revegetada com coquetel de espécies nativas.

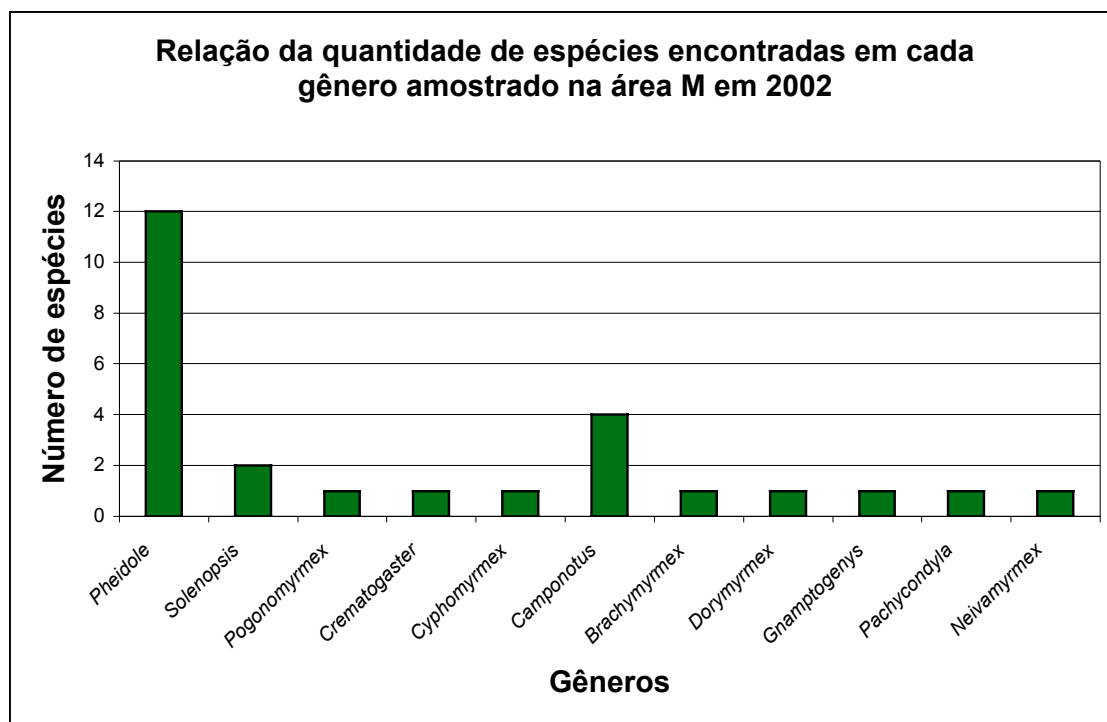


Figura 45 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área M, revegetada com coquetel de nativas (Retiro Branco), em 2002.

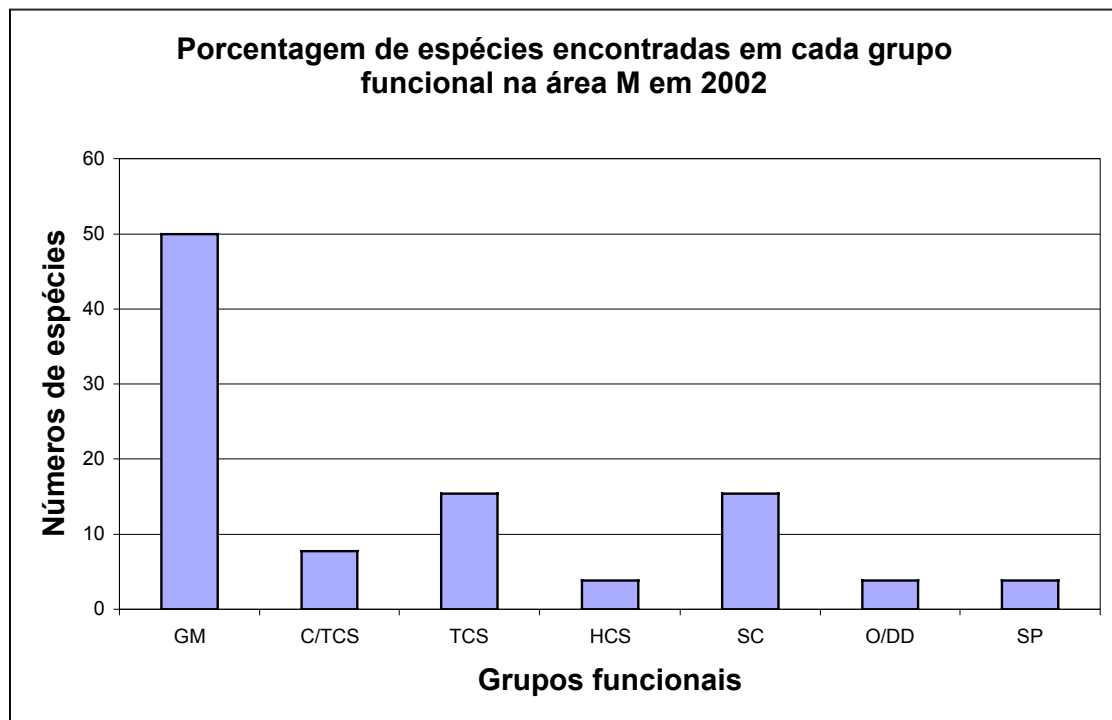


Figura 46 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área M, revegetada com coquetel de nativas (Retiro Branco) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Crípticas, O: Oportunistas e SP: Predadora Especialistas.

Foram amostrados na área M, em 2002, 11 gêneros e 26 espécies, sendo 12 espécies do gênero *Pheidole*. Em 1991 foram amostradas 7 espécies de *Pheidole*.

50% das espécies é Generalista Myrmicinae (GM), dos gêneros *Pheidole* (12 espécies) e *Crematogaster* (1 espécie).

Mais de 23% das espécies são Especialistas de Clima Tropical (TCS), com espécies dos gêneros *Brachymyrmex* (1 espécie), *Cyphomyrmex* (1 espécie), *Neivamyrmex* (1 espécie), *Gnamptogenys* (1 espécie), e *Solenopsis* (2 espécies). *Solenopsis* também são consideradas como Crípticas (C). *Gnamptogenys*, que não foram observadas em 1991, são formigas predadoras e necrófagas, habita matas e savanas, e forrageiam no solo e em troncos podres (Brown, 2000).

O grupo das Subordinadas Camponotini representa aproximadamente 15% das espécies amostradas, e é composto por 4 espécies de *Camponotus*.

Especialista de Clima Quente (HCS) é representado por 1 espécie de *Pogonomyrmex*.

1 espécie do gênero *Dorymyrmex* representa os grupos funcionais Dominante Dolichoderinae (DD) e Oportunista (O).

1 espécie de *Pachycondyla*, foi amostrada na área em 2002, representando o grupo de Predadoras Especialistas (SP).

Os gêneros *Acromyrmex* (Generalista Myrmicinae – GM), e *Linepithema* (Dominante Dolichoderinae – DD), amostradas na área em 1991, não foram observada em 2002.

Área Co em 1991

Colina (Co) – área revegetada com coquetel de espécies nativas.

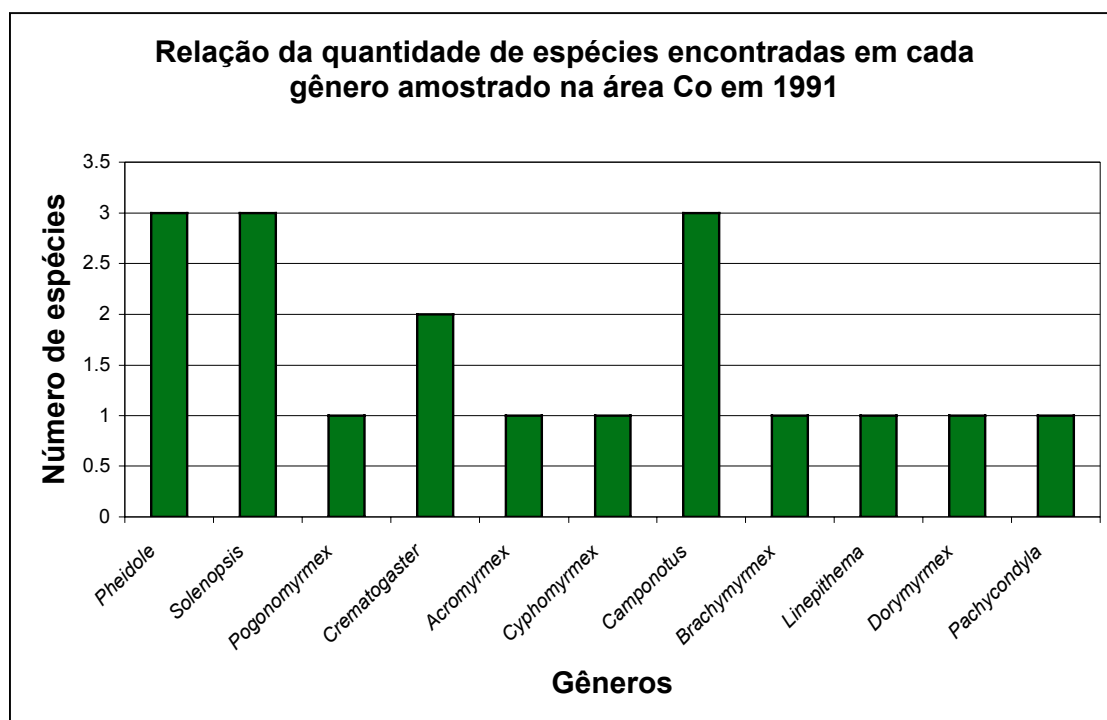


Figura 47 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada Co (Colina) em 1991.

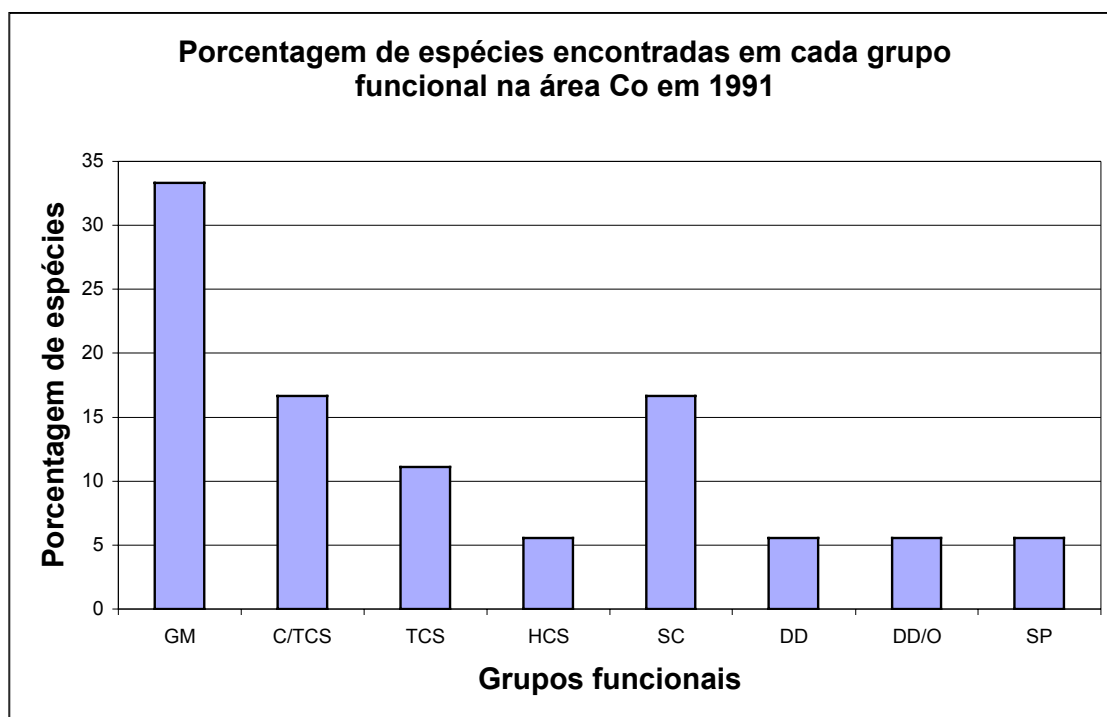


Figura 48 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área revegetada com coquetel de nativas, Co (Colina) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 1991 foram amostrados, na área Co, 11 gêneros e 18 espécies, sendo *Pheidole*, *Solenopsis* e *Camponotus* os gêneros com maior número de espécies (3 espécies cada gênero).

A maioria das espécies é Generalista Myrmicinae (GM) (33% das espécies). Estão incluídas neste grupo *Pheidole* (3 espécies), *Crematogaster* (2 espécies) e *Acromyrmex* (1 espécie). As espécies de *Pheidole* nidificam em troncos podres ou no solo, são coletoras de sementes ou onívoras, e tem ampla distribuição nos trópicos e em áreas com temperaturas quentes. As de *Crematogaster* habitam estepes e desertos, são arbóreas e nidificam em troncos. E as espécies de *Acromyrmex* nidificam no solo, são cultivadoras de fungos e normalmente habitam florestas úmidas e savanas (Brown, 2000).

Existem também formigas Especialistas de Clima Tropical (quase 28% das espécies). Na área foram amostrados os gêneros *Cyphomyrmex* (1 espécie), *Brachymyrmex* (1 espécie) e *Solenopsis* (3 espécies), que fazem parte deste grupo. *Cyphomyrmex*, é um gênero composto por formigas

cultivadoras de fungos, que nidificam no solo e habitam estepes e desertos normalmente. *Brachymyrmex* são formigas de mata, forrageadoras generalistas. E *Solenopsis* nidificam no solo, em montes de areia e na serrapilheira, habitam florestas úmidas e são consideradas também Crípticas (C) (Brown, 2000).

Pogonomyrmex são formigas Especialistas de Clima Quente. Essas formigas nidificam o solo, são forrageadoras generalistas e coletoras de sementes. Habitam normalmente florestas úmidas (Brown, 2000). Foi amostrada 1 espécie de *Pogonomyrmex* na área Co em 1991.

Existem também 3 espécies de *Camponotus*, do grupo Subordinada Camponotini (SC) (quase 17% das espécies amostradas na área). As *Camponotus* têm ampla distribuição no mundo, nidificam no solo, em árvores mortas e dentro das árvores (Brown, 2000), e normalmente são submissas às espécies do grupo Dominante Dolichoderinae (DD) (Andersen, 2000).

Faz parte do grupo das Dominantes Dolichoderinae (DD) os gêneros *Linepithema* (1 espécie) e *Dorymyrmex* (1 espécie). *Linepithema* são formigas epigaeicas ou arbóreas, e são forrageadoras generalistas. *Dorymyrmex* são formigas de mata ou savana, arbóreas, forrageadoras generalistas, e podem ser consideradas também Oportunistas (O) (Brown, 2000), ou seja, não são especializadas, e predominam apenas em locais perturbados onde a diversidade e produtividade de outras formigas são limitadas (Bestelmeyer & Wiens, 1996; Andersen, 2000).

A área apresenta também 1 espécie Predadora Especialista (SP), do gênero *Pachycondyla* (representando mais de 5% das espécies amostradas). As *Pachycondylas* são forrageadoras solitárias (Andersen, 2000), nidificam na serrapilheira e habitam florestas úmidas (Brown, 2000).

Área Co em 2002

Colina (Co) – área revegetada com coquetel de espécies nativas.

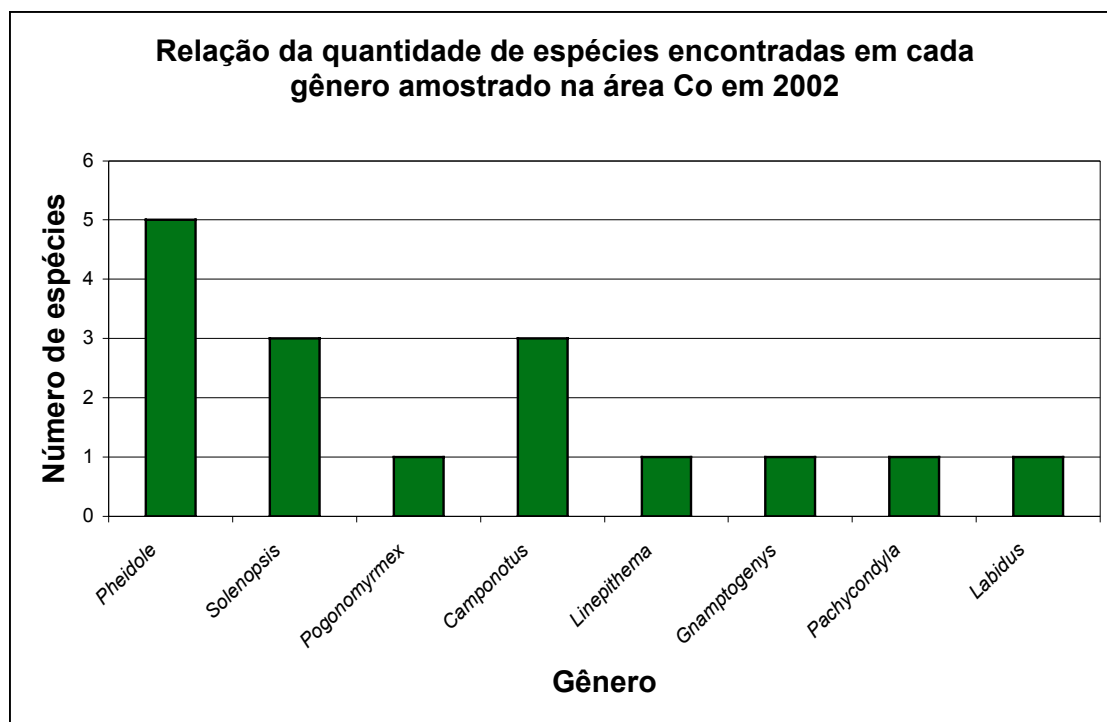


Figura 49 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada Co (Colina) em 2002.

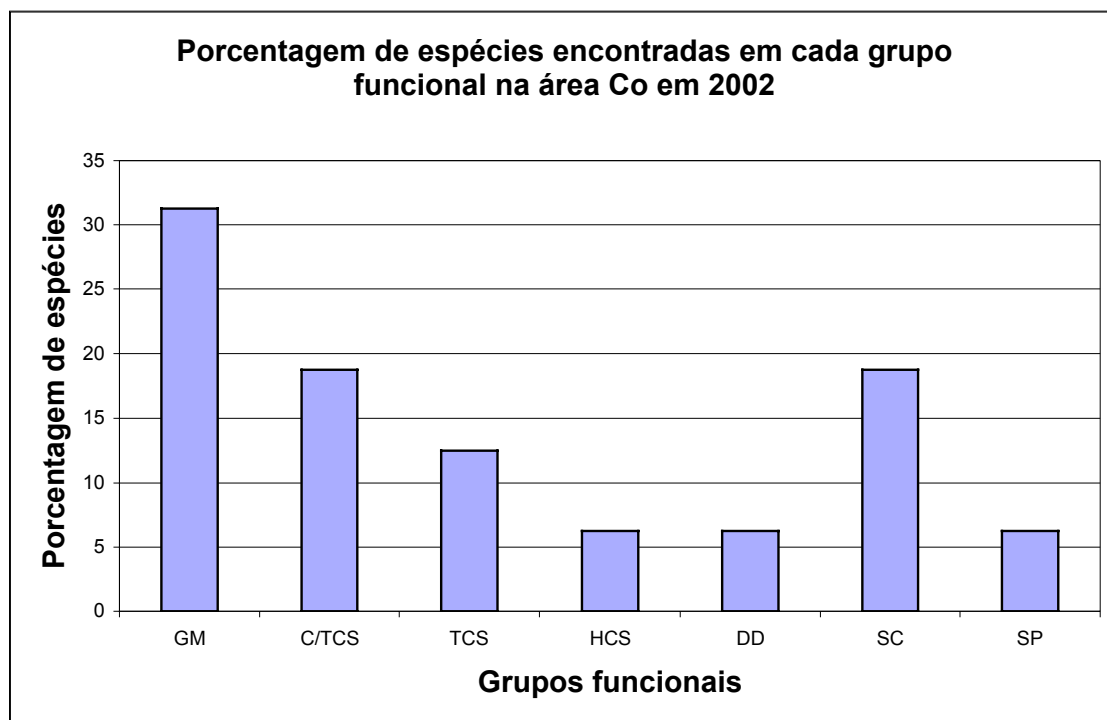


Figura 50 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área revegetada com coquetel de nativas, Co (Colina) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Crípticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 2002 foram amostrados na área Co 8 gêneros e 16 espécies de formigas, sendo *Pheidole*, *Solenopsis* e *Camponotus* os gêneros com maior número de espécies (cinco, quatro e três respectivamente). Esses gêneros também foram os mais representativos em 1991.

Os grupo Generalista Myrmicinae (GM) e Especialistas de Clima Tropical (TCS) foram os que englobaram maior número de espécies (aproximadamente 31% cada). Todas as espécies Generalistas Myrmicinae amostradas na área em 2002 pertencem ao gênero *Pheidole* (5 espécies). As Especialistas de Clima Tropical (TCS) são representadas por 1 espécie de *Gnamptogenys*, 1 de *Labidus* (gêneros não observados em 1991), e quatro espécies de *Solenopsis*, também considerada Críptica (C). As formigas do gênero *Gnamptogenys* são predadoras necrófagas, habitam matas e savanas (campos), e forrageiam no solo e em troncos podres. As do gênero *Labidus* também habitam matas e campos, são epigaeicas e atacam outras formigas (Brown, 2000).

Subordinada Camponotini (SC) foi um grupo de destaque na última coleta (2002) assim como na primeira (1991), com aproximadamente 18% das espécies amostradas (3 espécies do gênero *Camponotus*).

Os grupos funcionais Dominantes Dolichoderinae (DD), Predadoras Especialistas (SP) e Especialistas de Clima Quente (HCS) são representados na área por 1 espécie de *Linepithema* (DD), 1 de *Pachycondyla* (SP), e 1 *Pogonomyrmex* (HCS), não diferente de 1991.

Os gêneros *Crematogaster* e *Acromyrmex* (Generalistas Myrmicinae – GM), *Cyphomyrmex* e *Brachymyrmex* (Especialistas de Clima Tropical – TCS), e *Dorymyrmex* (Dominante Dolichoderinae - DD e Oportunista – O) , presentes na área Co em 1991, não foram amostrados em 2002.

Área G em 1991

Galinha (G) – área revegetada com coquetel de espécies nativas.

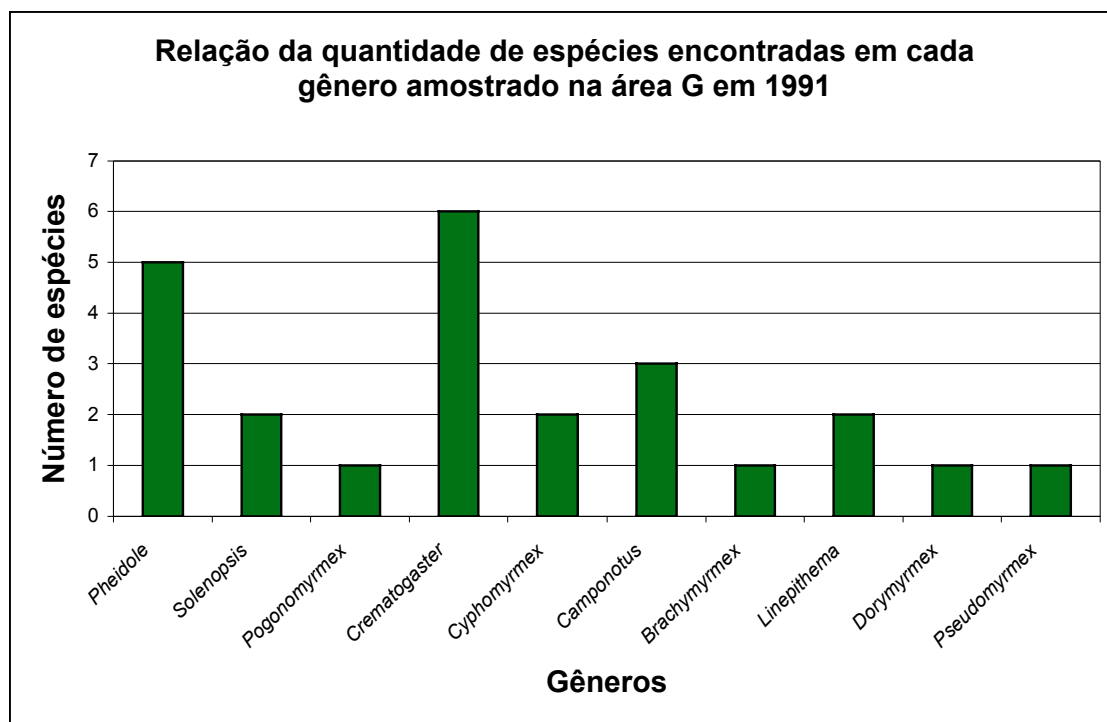


Figura 51 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área G, revegetada com coquetel de nativas (Galinha) em 1991.

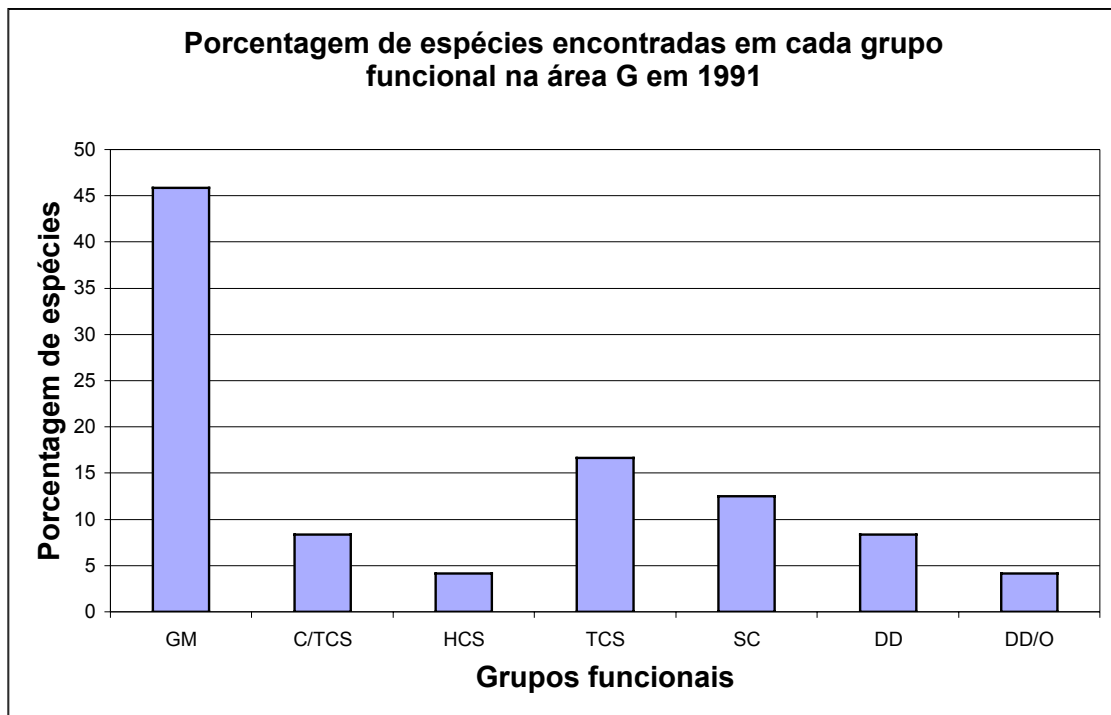


Figura 52 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área G, revegetada com coquetel de nativas (Galinha) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 1991 foram amostrados, na área G, 10 gêneros e 24 espécies. A maioria das espécies é do gênero *Crematogaster*, seguido pelo gênero *Pheidole*.

Existem na área 11 espécies Generalistas Myrmicinae (GM), sendo 6 espécies do gênero *Crematogaster* e 5 do gênero *Pheidole* (quase 46% das espécies). Essas formigas são encontradas em todas as regiões quentes do mundo, e podem nidificar no solo ou em troncos podres e serem coletoras de sementes ou onívoras (*Pheidole*) ou serem arbóreas forrageadoras generalistas (*Crematogaster*) (Brown, 2000).

Outro grupo significativo na área, representando quase 25% das espécies amostradas, é o das formigas Especialistas de Clima Tropical (TCS). *Cyphomyrmex* (1 espécie), *Pseudomyrmex* (1 espécie), *Brachomyrmex* (1 espécie) e *Solenopsis* (3 espécies) fazem parte deste grupo. As espécies de *Cyphomyrmex* habitam normalmente estepes e desertos, nidificam no solo e são cultivadoras de fungos. *Pseudomyrmex* são na maioria das vezes

arbóreas (poucas são epigaeicas), são predadoras generalistas e são típicas de florestas sub-tropicais e florestas úmidas. *Brachymyrmex* são formigas de mata, forrageadoras generalistas. E *Solenopsis* habitam florestas úmidas, e por nidificarem no solo, em montes de areia e na serrapilheira, são também consideradas Crípticas (C) (Brown, 2000).

1 espécie de *Pogonomyrmex* representa na área as formigas Especialistas de Clima Quente (HCS) (4%). Elas nidificam o solo, são forrageadoras generalistas e coletoras de sementes. Habitam normalmente florestas úmidas (Brown, 2000).

O grupo das formigas Subordinadas Comptonini é representado por 3 espécies de *Camponotus* (mais de 12% das espécies), que têm ampla distribuição no mundo, nidificam no solo, em árvores mortas e dentro das árvores (Brown, 2000), e normalmente são submissas às espécies do grupo Dominante Dolichoderinae (DD) (Andersen, 2000).

Nesta área Dominantes Dolichoderinae (contribuindo com mais de 8% das espécies) são representadas por 2 espécies de *Linepithema* (epigaeicas ou arbóreas, forrageadoras generalistas) e 1 de *Dorymyrmex* (de mata ou savana, arbóreas, forrageadoras generalistas). *Dorymyrmex* são consideradas também Oportunistas (O) (Brown, 2000).

Área G em 2002

Galinha (G) – área revegetada com coquetel de espécies nativas.

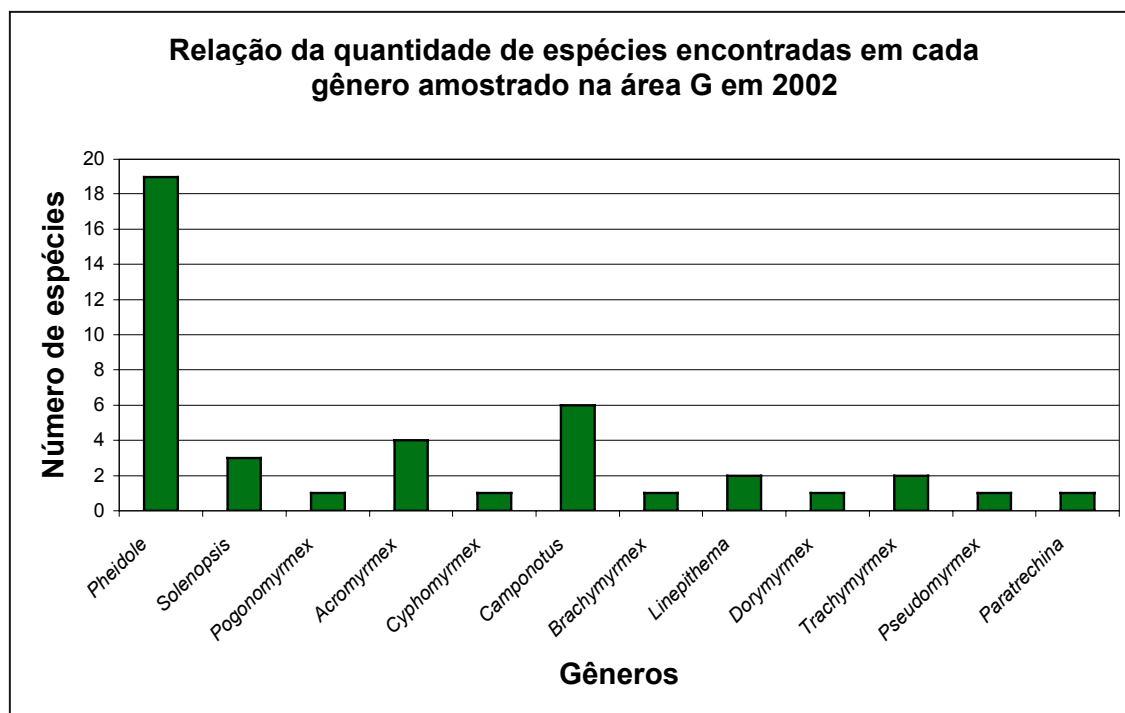


Figura 53 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área G, revegetada com coquetel de nativas (Galinha) em 2002.

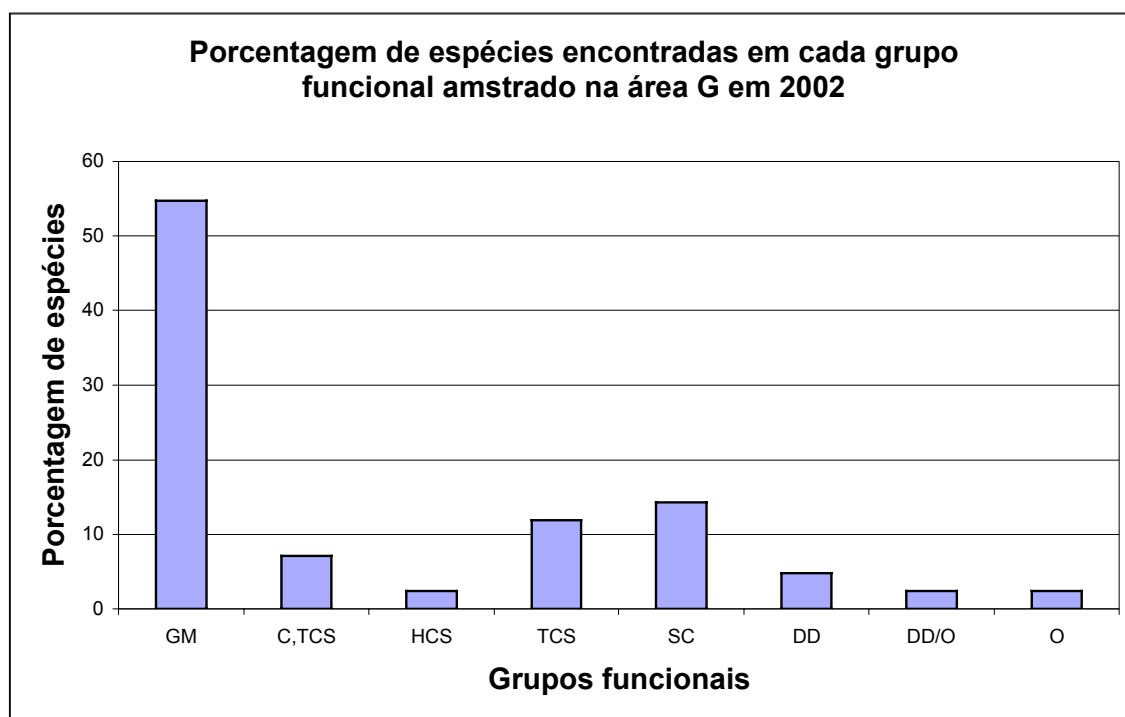


Figura 54 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área G, revegetada com coquetel de nativas (Galinha) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas

Em 2002 foram amostrados 12 gêneros e 42 espécies, sendo a maioria das espécies do gênero *Pheidole* (19 espécies). Houve uma diferença muito grande de uma coleta para outra, pois em 1991 foram amostradas apenas 5 espécies de *Pheidole*. O número total de espécies também foi muito diferente, já que em 1991 foram amostrados 10 gêneros e 24 espécies.

Em relação aos grupos funcionais, Generalistas Myrmicinae (GM) mais uma vez foi o grupo com maior porcentagem de espécies (aproximadamente 55%), composto por *Pheidole* (19 espécies) e *Acromyrmex* (4 espécies). *Acromyrmex* habitam florestas úmidas e savanas, nidificam no solo e são cultivadoras de fungos. Esse gênero não foi amostrado em 1991.

O grupo funcional Especialista de Clima Tropical (TCS) representa aproximadamente 18% das espécies amostradas. Os gêneros que fazem parte desse grupo, amostrados em 2002, são: *Cyphomyrmex* (1 espécie), *Brachomyrmex* (1 espécie), *Trachomyrmex* (1 espécie), *Pseudomyrmex* (1

espécie) e *Solenopsis* (3 espécies), sendo que o último também pode ser considerado Oportunista (O). Espécies do gênero *Trachymyrmex* não foram observadas na área em 1991. *Trachymyrmex* são formigas cultivadoras de fungos, que habitam matas e savanas, e nidificam no solo (Brown, 2000).

Foram coletadas 6 espécies de *Camponotus*, do grupo das Subordinadas Camponotini (SC), representando aproximadamente 14% das espécies amostradas.

7% das espécies são Dominantes Dolichoderinae (DD), sendo 2 espécies do gênero *Linepithema* e 1 espécie do gênero *Dorymyrmex*, que também pode ser considerada Oportunista (O).

Oportunista (O) também é 1 espécie do gênero *Paratrechina*, encontrada na área apenas em 2002 (2,4%). São formigas que habitam florestas úmidas, nidificam no solo, forrageiam nas árvores, e são forrageadoras generalistas (Brown, 2000).

Na área também foram amostradas formigas Especialistas de Clima Quente (HCS), do gênero *Pogonomyrmex* (1 espécie).

Área AS em 1991

Alto do Selado (AS) – área revegetada com coquetel de espécies nativas.

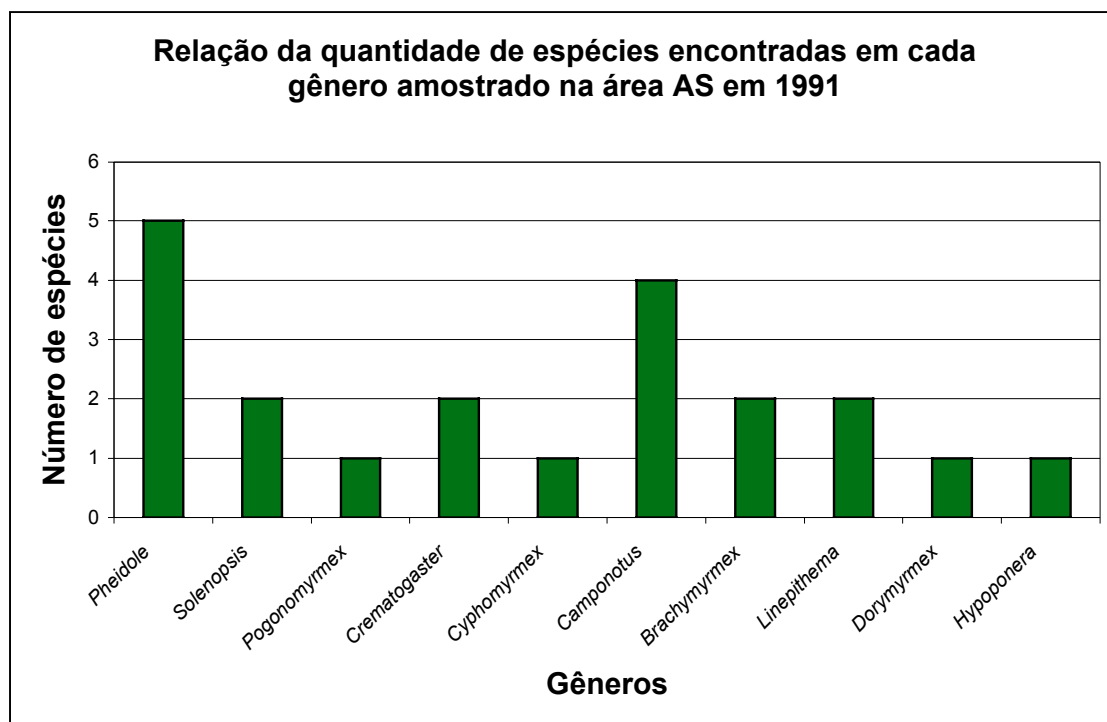


Figura 55 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área AS, revegetada com coquetel de nativas (Alto do Selado) em 1991.

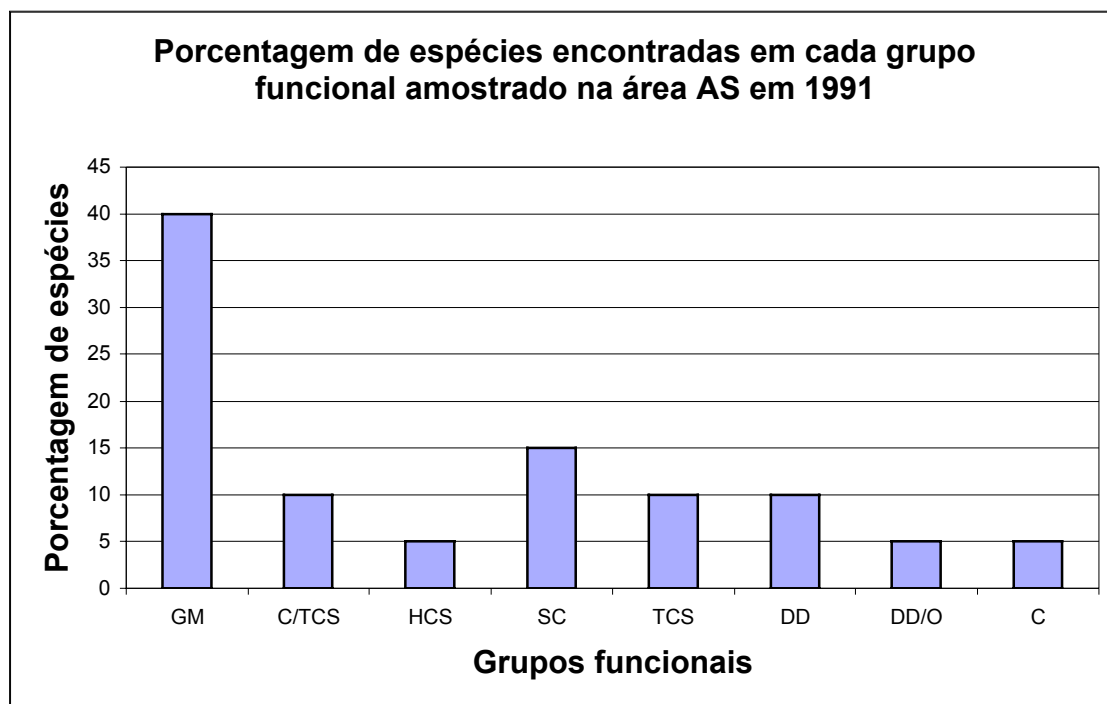


Figura 56 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área AS, revegetada com coquetel de nativas (Alto do Selado) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Crípticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 1991 foram amostrados, na área AS, 10 gêneros e 20 espécies, sendo o maior número de espécies do gênero *Pheidole*.

A maioria das espécies é Generalista Myrmicinae (GM) (40% das espécies amostradas na área). São 8 espécies, sendo 5 do gênero *Pheidole*, 2 *Crematogaster* e 1 *Acromyrmex*.

Existem também 4 espécies do grupo Especialistas de Clima Tropical (TCS), sendo 2 espécies do gênero *Brachymyrmex* (10% das espécies) e 2 do gênero *Solenopsis* (10% das espécies), este também considerado Críptico (C) (Brown, 2000). Ocorre também 1 espécie Especialista de Clima Quente (HCS) (5%), do gênero *Pogonomyrmex*.

O grupo de espécies Crípticas é também representado na área por 1 espécie do gênero *Hypoponera* (5% das espécies amostradas na área). Essas formigas habitam matas e savana, nidificam na serrapilheira e são forrageadoras generalistas (Brown, 2000).

E também 3 espécies de *Camponotus* do grupo Subordinada Camponotini (15% das espécies) e 3 espécies de Dominantes

Dolichoderinae, representado pelos gêneros *Linepithema* (2 espécies) e *Dorymyrmex* (1 espécie), também considerado Oportunista (O). As formigas Subordinadas Camponotini (SC) são submissas às Dominantes Dolichoderinae (DD) (Andersen, 2000).

Área AS em 2002

Alto do Selado (AS) – área revegetada com coquetel de espécies nativas.

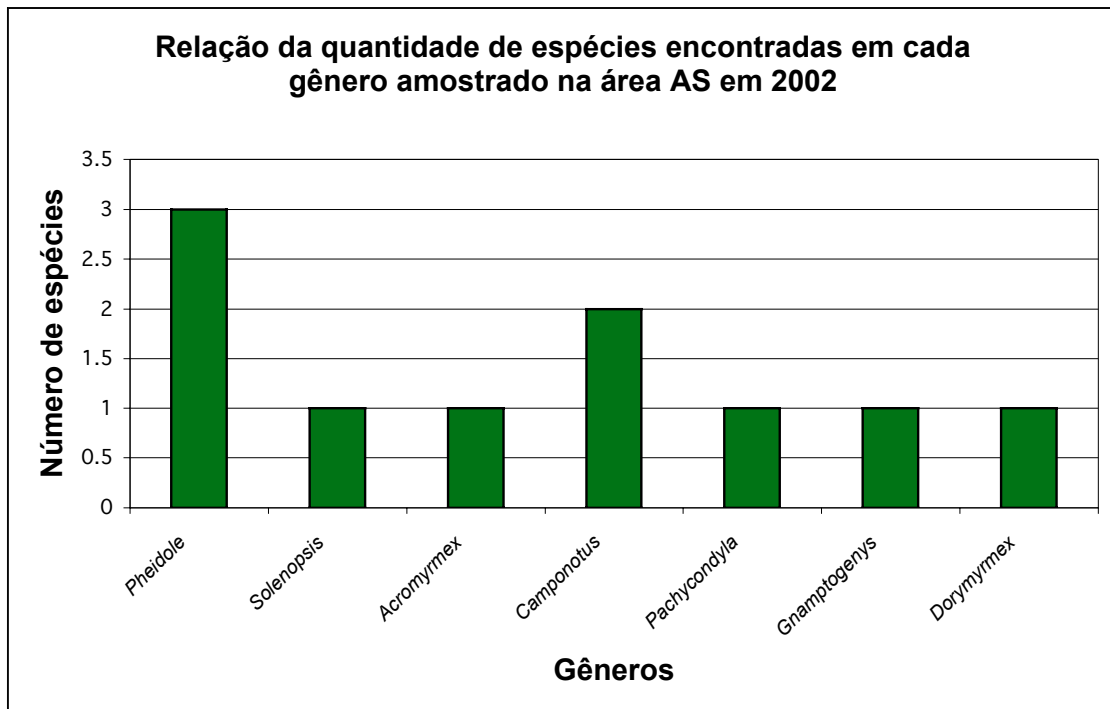


Figura 57 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área AS, revegetada com coquetel de nativas (Alto do Selado) em 2002.

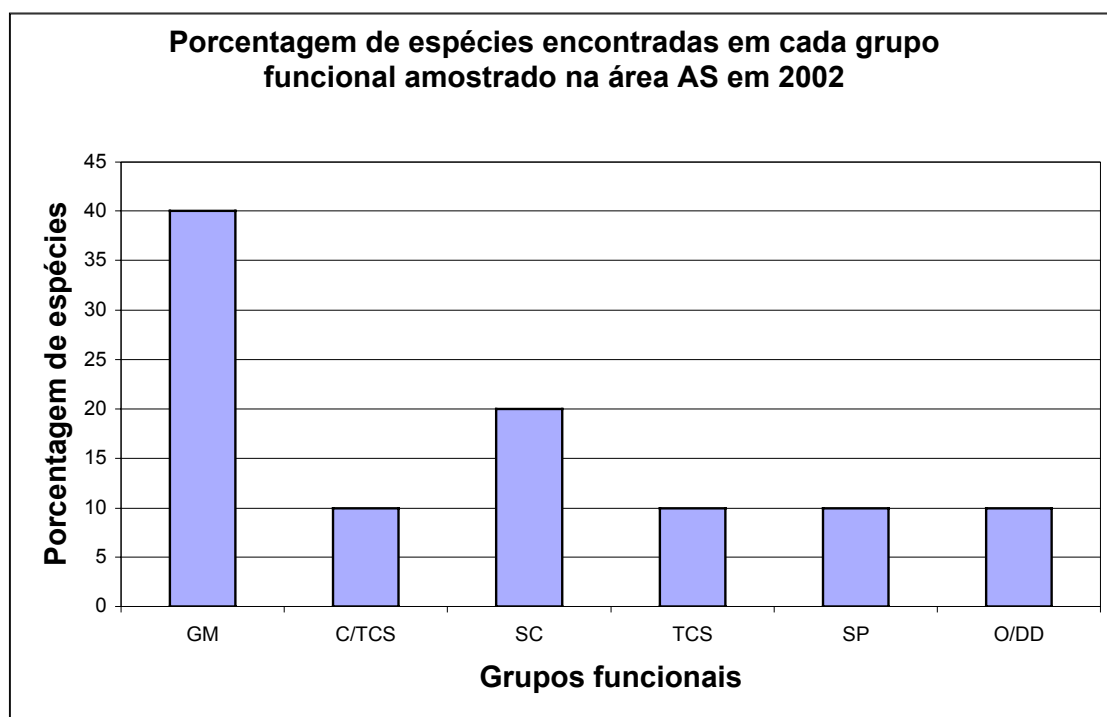


Figura 58 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área AS, revegetada com coquetel de nativas (Alto do Selado) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Crípticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 2002 foram amostrados 7 gêneros e 10 espécies.

A maioria das formigas amostradas pertencem ao grupo Generalista Myrmicinae (GM) (40%), e são dos gêneros *Pheidole* (3 espécies) e *Acromyrmex* (1 espécie).

Os grupos das espécies Subordinada Camponotinae (SC) e Especialistas de Clima Tropical (TCS) também se destacam na área (20% cada). Subordinada Camponotinae (SC) é representado por 2 espécies de *Camponotus*. Especialista de Clima Tropical (TCS) é representado por 1 espécie do gênero *Gnamptogenys* e 1 espécie do gênero *Solenopsis*, que também pode ser considerada uma formiga Críptica (C). *Gnamptogenys*, que não foi observada na área em 1991, são formigas predadoras e necrófagas, que habitam matas e savanas (campos) e forrageiam no solo e em troncos podres.

Outro gênero não amostrado em 1991, que foi observado na coleta de 2002 é *Pachycondyla* (1 espécie), classificada como Predadora Especialista

(SP), representando 10% das espécies. Essas formigas habitam florestas úmidas e nidificam na serrapilheira.

Foram amostradas na área também 1 espécie do gênero *Dorymyrmex*, que se encaixa no grupo das Dominantes Dolichoderinae (DD) e das Oportunistas (O), representando 10% das formigas.

Muitos gêneros amostrados em 1991 não foram observados em 2002, entre eles: *Pogonomyrmex* (Especialista de Clima Quente – HCS), *Crematogaster* (Generalista Myrmicinae – GM), *Cyphomyrmex* e *Brachymyrmex* (Especialistas de Clima Tropical – TCS), *Linepithema* (Dominante Dolichoderinae - DD) e *Hypoponera* (Críptica – C).

Área J em 1991

Retiro Branco – revegetada com coquetel de nativas.

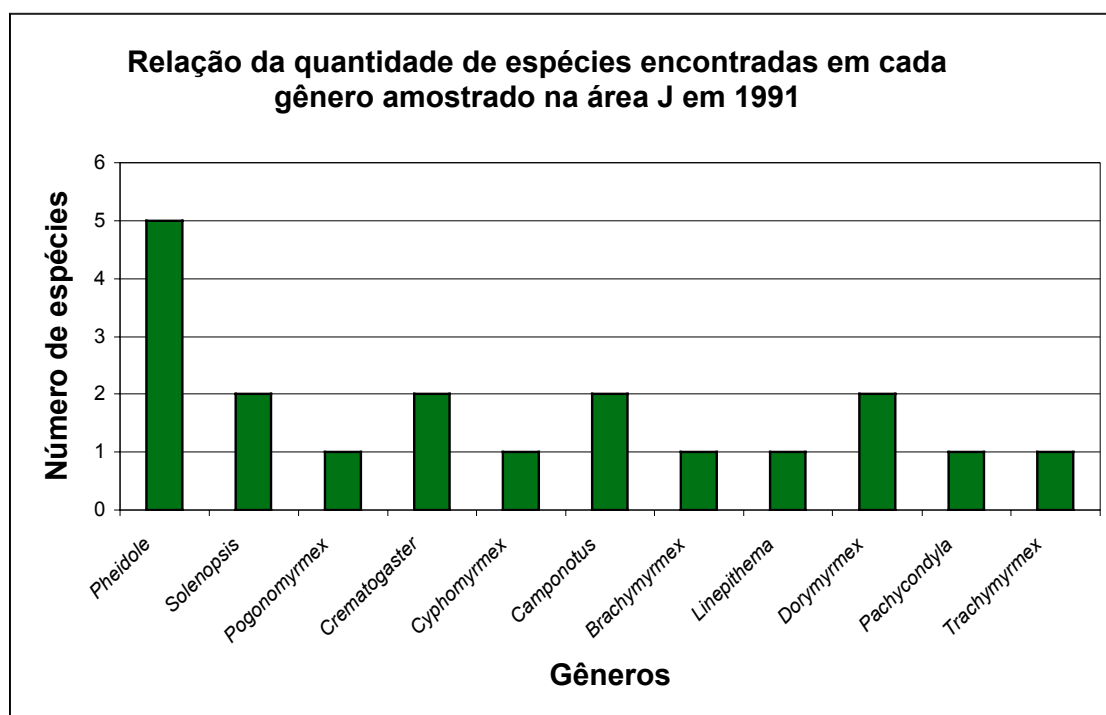


Figura 59 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada J, com coquetel de nativas (Retiro Branco) em 1991.

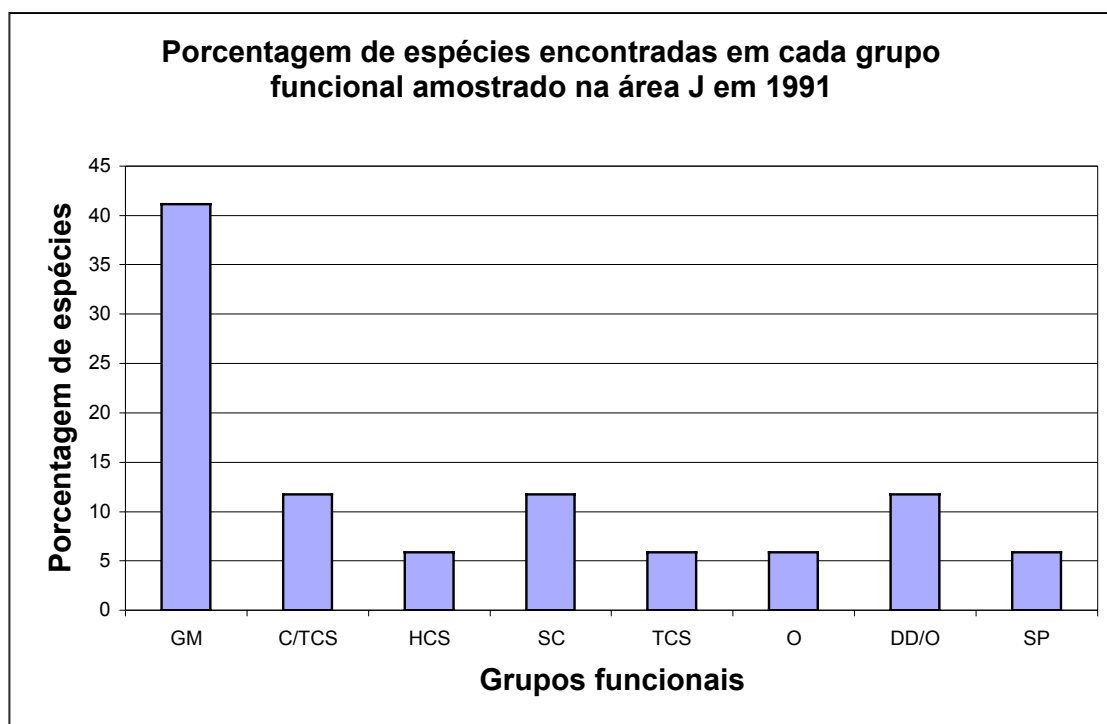


Figura 60 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área J, revegetada com coquetel de nativas (Retiro Branco) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Crípticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 1991 foram amostrados 9 gêneros e 17 espécies na área J, sendo *Pheidole* o gênero com o maior número de espécies.

A maioria é Generalista Myrmicinae (GM) (mais de 41% das espécies), composto por espécies distribuídas por todas as regiões quentes do mundo (Andersen, 2000). Nesta área são Generalistas Myrmicinae os gêneros *Pheidole* (5 espécies) e *Crematogaster* (2 espécies). As *Pheidole* nidificam no solo e em troncos podres, são coletoras de sementes ou onívoras e têm ampla distribuição nos trópicos e em áreas com temperaturas quentes. As *Crematogasters* são típicas de estepes e desertos, são arbóreas e forrageadoras generalistas (Brown, 2000).

As Especialistas de Clima Tropical (TCS) (quase 18% das espécies) são representadas na área por *Brachymyrmex* (1 espécie) e *Solenopsis* (2 espécies). *Brachymyrmex* são formigas de mata, forrageadoras generalistas. *Solenopsis* são consideradas também Crípticas (C), nidificam na serrapilheira, no solo ou em montes de areia, e são forrageadoras generalistas e oportunistas (Brown, 2000).

O gênero *Pogonomyrmex* (1 espécie) faz parte do grupo de formigas Especialistas de Clima Quente (HCS) (mais de 5% das espécies). As formigas deste gênero nidificam no solo e são forrageadoras generalistas ou coletoras de sementes (Brown, 2000).

A área também abriga 2 espécies de *Camponotus*, pertencentes ao grupo funcional Subordinada Camponotini (SC), representando quase 12% das espécies amostradas na área. As formigas que se encaixam neste grupo são na maioria das vezes submissas às Dominantes Dolichoderinae (DD) (Andersen, 2000).

O grupo Dominante Dolichoderinae é representado na área por 2 espécies de *Dorymyrmex* (quase 12% das espécies amostradas), que são formigas arbóreas, de mata ou savana, forrageadoras generalistas. *Dorymyrmex* também é considerada Oportunista (O).

Uma outra espécie Oportunista presente na área é do gênero *Paratrechina* (representando mais de 5% das espécies). As espécies Oportunistas não são especializadas, são ruderais e competem muito pouco com outras espécies de formigas. Elas só predominam em locais onde outras formigas têm sua produtividade e diversidade limitadas pelo estresse e perturbação (Bestelmeyer & Wiens, 1996; Andersen, 2000).

O gênero *Pachycondyla* (1 espécie) representa as formigas Predadoras Especialistas (SP) (mais de 5% das espécies amostradas). As espécies de *Pachycondyla* nidificam na serrapilheira e têm ampla distribuição nos trópicos e alguma ocorrência em áreas com temperaturas quentes (Brown, 2000).

Área J em 2002

Retiro Branco (J) – área revegetada com coquetel de espécies nativas.

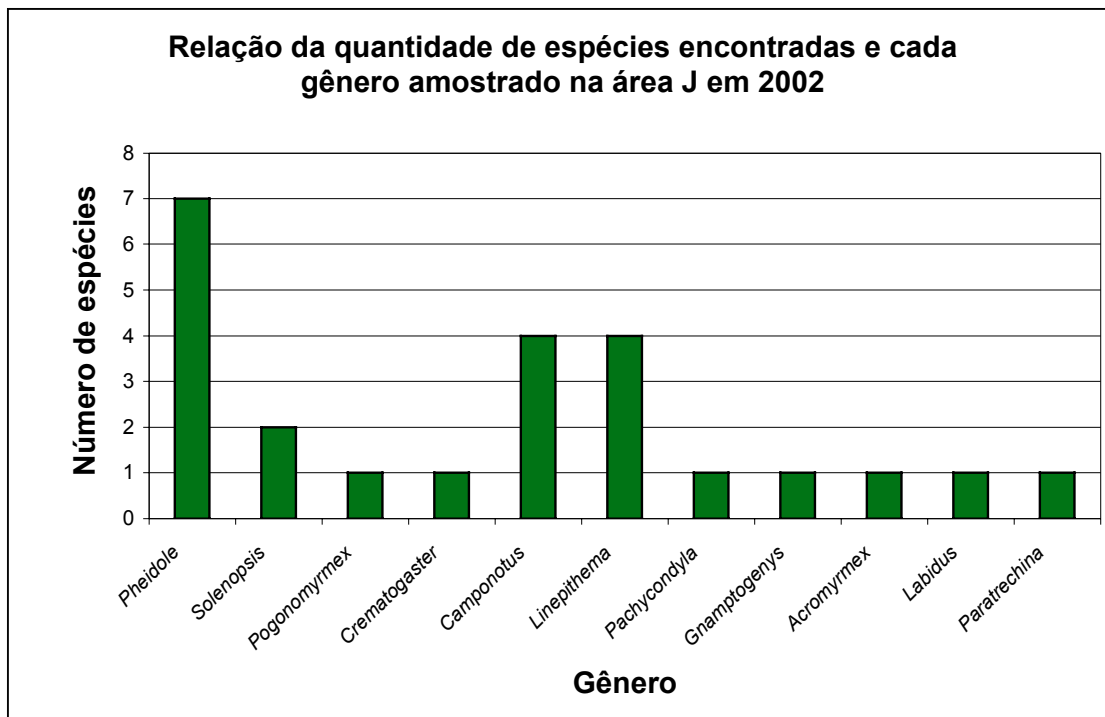


Figura 61 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada J, com coquetel de nativas (Retiro Branco) em 2002.

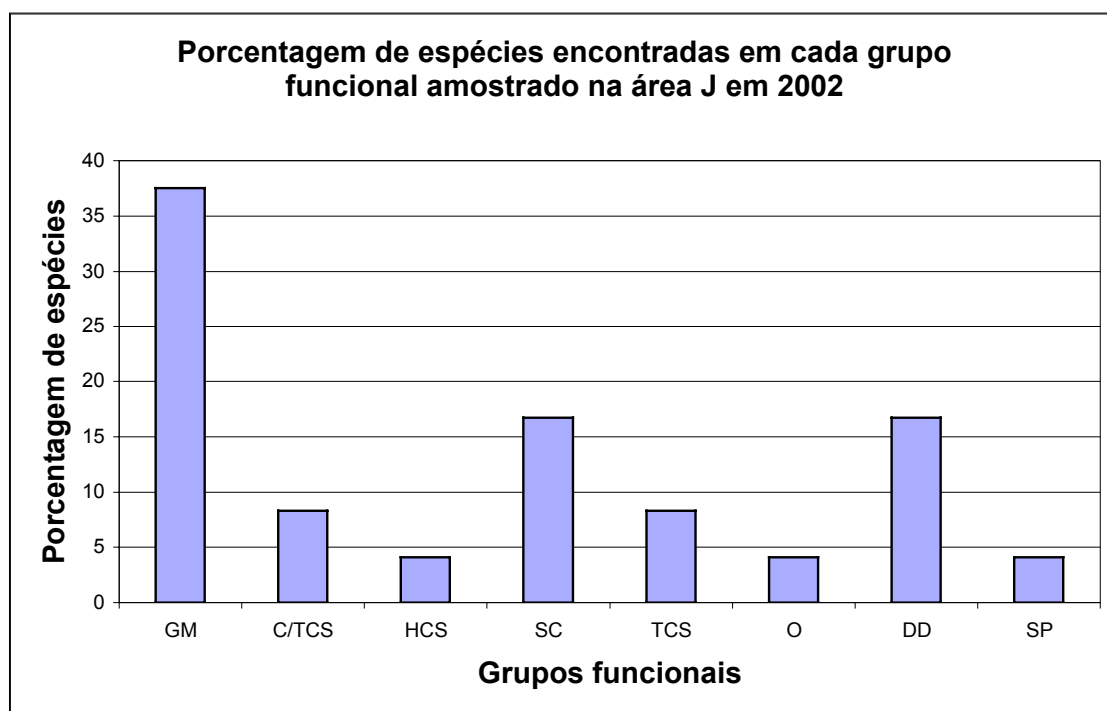


Figura 62 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área J, revegetada com coquetel de nativas (Retiro Branco) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 2002 foram amostrados 11 gêneros e 24 espécies de formigas na área J.

O grupo Generalista Myrmicinae engloba a maioria das espécies amostradas (aproximadamente 37%). Entre elas estão 7 espécies de *Pheidole*, 1 de *Crematogaster* e 1 de *Acromyrmex*.

As espécies se dividem também em Subordinadas Camponotini (SC) e Dominantes Dolichoderinae (DD), sendo aproximadamente 16% do total de espécies cada. Subordinadas Camponotini (SC) são representadas por 4 espécies de *Camponotus*. Essas formigas apresentam comportamento submisso às espécies Dominantes Dolichoderiane (DD) (Andersen, 2000). Dominantes Dolichoderinae (DD) são representadas por 4 espécies de *Linepithema*. Essas espécies normalmente ocorrem em locais onde o estresse é baixo (Andersen, 2000), portanto sua presença pode indicar uma melhora no ambiente.

Na área ocorrem também formigas Especialistas de Clima Tropical (TCS), dos gêneros *Gnamptogenys* (1 espécie), *Labidus* (1 espécie) e

Solenopsis (2 espécies), somando aproximadamente 17% das espécies amostradas. *Gnamptogenys* e *Labidus* não foram observadas na área em 1991. *Labidus* são formigas epigaeicas, que habitam matas e savanas (campos), e atacam outras formigas. *Gnamptogenys* são predadoras necrófagas, que habitam matas e savanas (campos), e forrageiam no solo e em troncos podres (Brown, 2000). As espécies de *Solenopsis* também são consideradas espécies Críticas (C).

Foram amostradas ainda 1 espécie do gênero *Pogonomyrmex*, do grupo funcional de Especialistas de Clima Quente (HCS), 1 do gênero *Pachycondyla*, do grupo das Predadoras Especialistas (SP), e 1 do gênero *Paratrechina*, do grupo das Oportunistas (O). *Paratrechinas* são formigas forrageadoras generalistas, que habitam florestas úmidas, nidificam no solo e forrageiam nas árvores. Elas não foram observadas na área J em 1991.

Área D em 1991

Santa Rosália – revegetada com coquetel de nativas

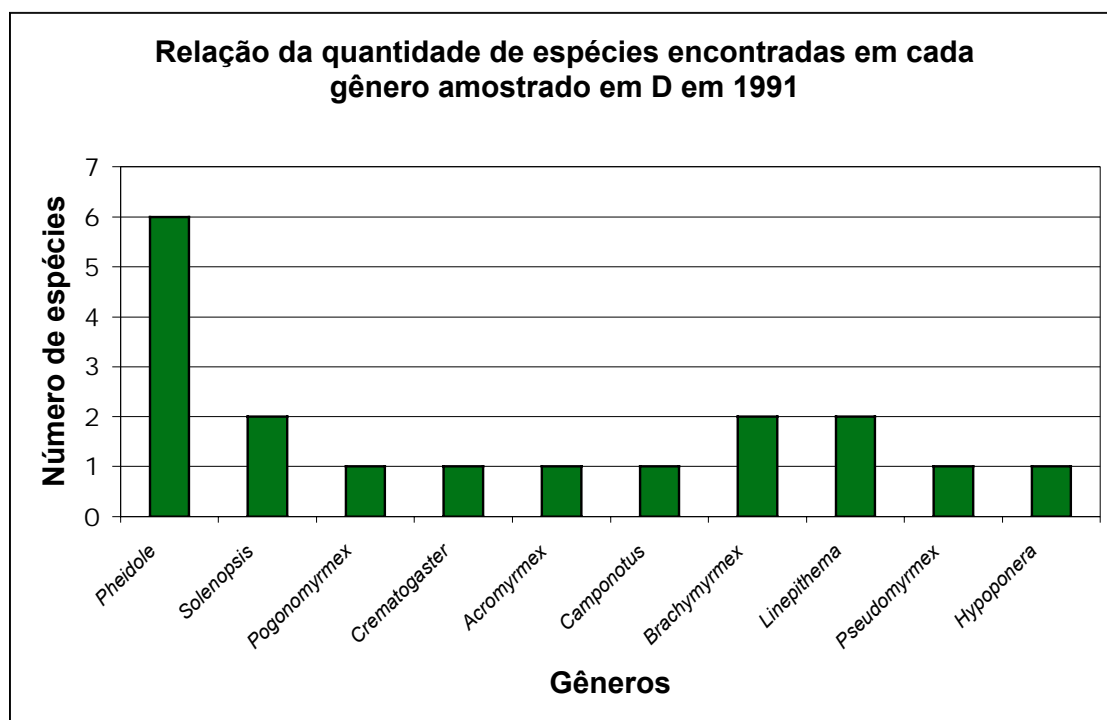


Figura 63 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada D, com coquetel de nativas (Santa Rosália) em 1991.

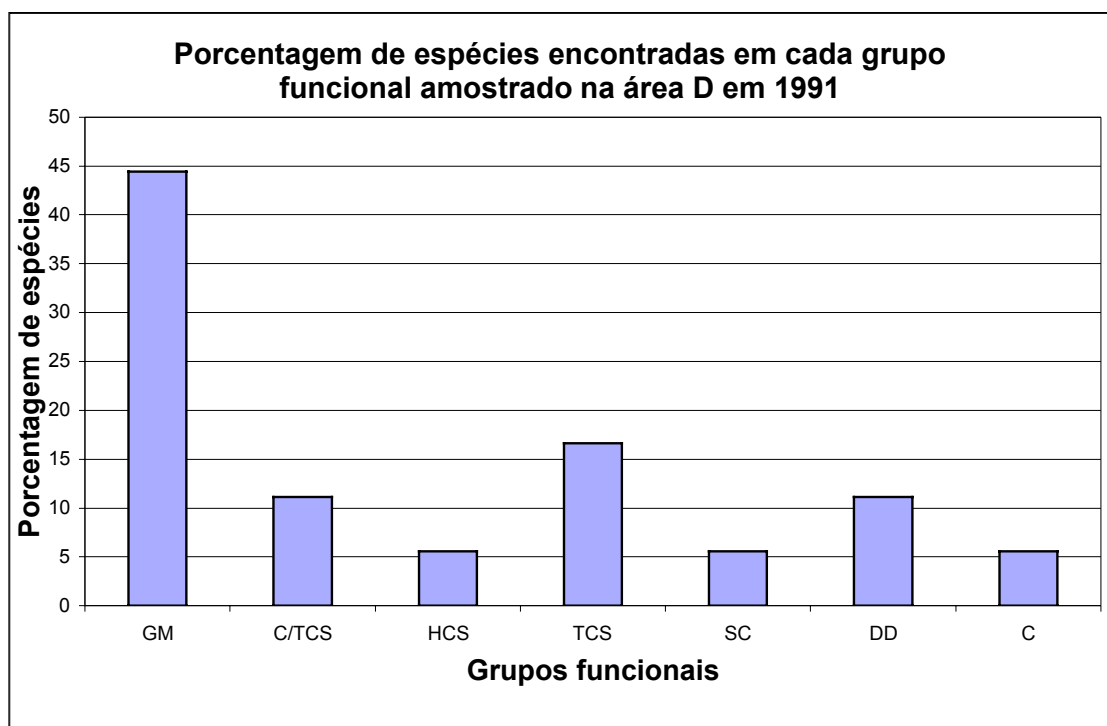


Figura 64 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área revegetada D, com coquetel de nativas (Santa Rosália) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 1991 foram amostrados na área D 10 gêneros e 18 espécies, sendo *Pheidole* o gênero com maior número de espécies.

A maioria é Generalista Myrmicinae (quase 45% das espécies). Ocorrem os gêneros *Pheidole* (6 espécies), *Acromyrmex* (1 espécie) e *Crematogaster* (1 espécie). As *Pheidoles* são formigas que nidificam no solo e em troncos podres, são coletoras de sementes ou onívoras e têm ampla distribuição nos trópicos e em áreas com temperaturas quentes. As *Acromyrmex* são cultivadoras de fungos, nidificam no solo, típicas de florestas úmidas e savanas. As *Crematogasters* são típicas de estepes e desertos, arbóreas e forrageadoras generalistas (Brown, 2000).

As Especialistas de Clima Tropical (TCS) são representadas na área por *Brachymyrmex* (2 espécies), *Pseudomyrmex* (1 espécie) e *Solenopsis* (2 espécies) (quase 28% das espécies). *Brachymyrmex* são formigas de mata, forrageadoras generalistas. *Pseudomyrmex* são predadoras generalistas, na maioria das vezes arbóreas (poucas epigaeicas), e são típicas de florestas

subtropicais e florestas úmidas. E *Solenopsis* nidificam na serrapilheira, no solo ou em montes de areia, e são forrageadoras generalistas e oportunistas, sendo consideradas também Crípticas (C) (Brown, 2000).

Hypoponera também faz parte do grupo de formigas Crípticas (representando mais de 5% das espécies amostradas). Essas formigas nidificam na serrapilheira, são forrageadoras generalistas e habitam matas e savana (Brown, 2000).

Formigas Especialistas de Clima Quente (HCS) (mais de 5% das espécies amostradas) são representadas na área por 1 espécie de *Pogonomyrmex*. As espécies pertencentes a este gênero nidificam no solo, são forrageadoras generalistas e coletoras de sementes (Brown, 2000).

O grupo de formigas Subordinadas Camponotini aparece na área com o gênero *Camponotus* (1 espécie, representando mais de 5% das espécies amostradas). As espécies de *Camponotus* têm ampla distribuição no mundo, nidificam em solos, em árvores mortas e dentro das árvores (Brown, 2000) e podem ser muitas vezes submissas às Dominantes Dolichoderinae (Andersen, 2000).

Dominante Dolichoderinae (DD) é representado na área pelo gênero *Linepithema* (11% das espécies). As espécies de *Linepithema* podem ser epigaeicas ou arbóreas, e são forrageadoras generalistas (Brown, 2000).

Área D em 2002

Santa Rosália (D) – área revegetada com coquetel de espécies nativas.

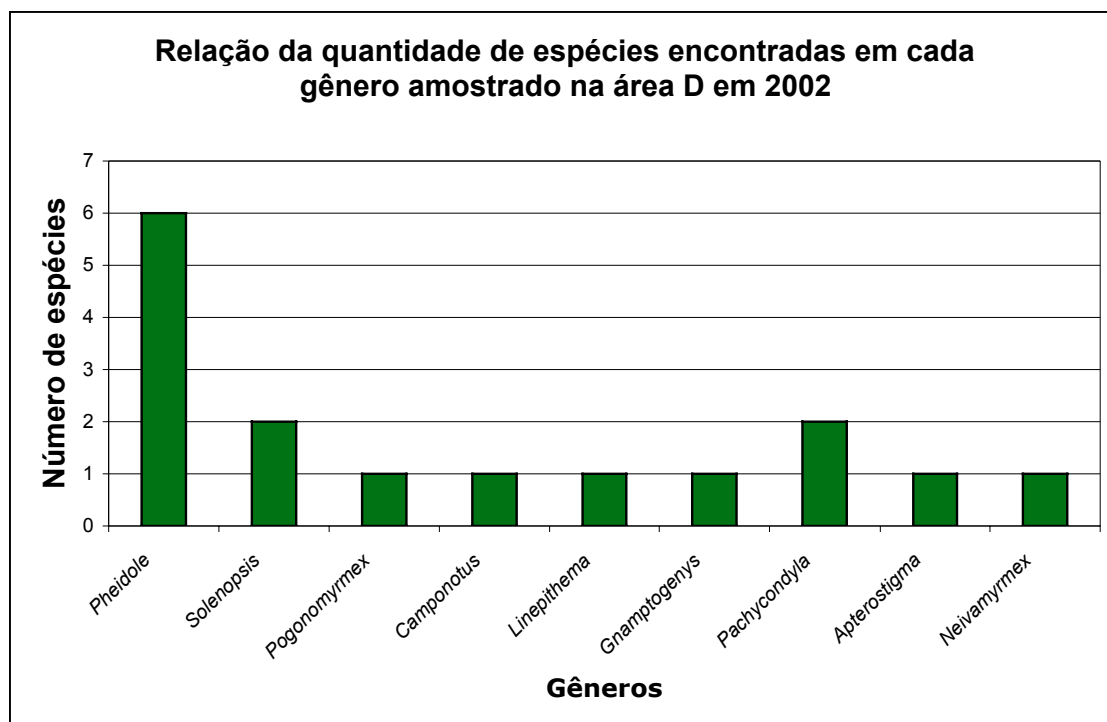


Figura 65 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada D, com coquetel de nativas (Santa Rosália) em 2002.

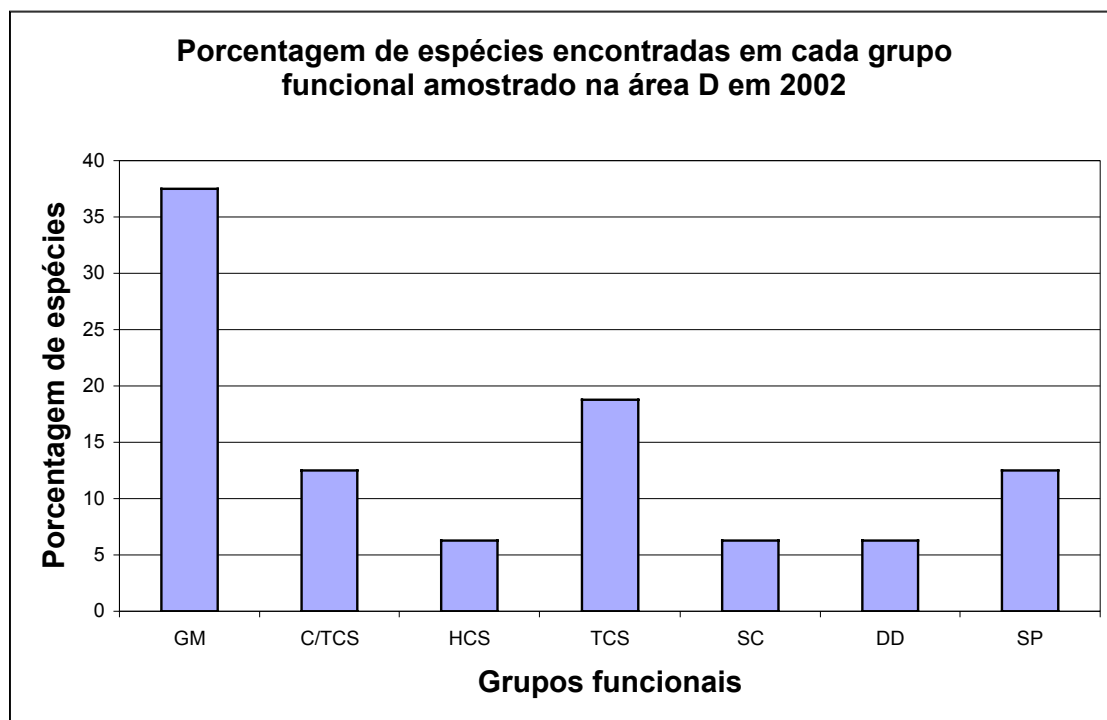


Figura 66 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área revegetada D, com coquetel de nativas (Santa Rosália) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 2002 foram amostrados, na área D, foram amostrados 12 gêneros e 44 espécies de formigas. a maioria dessas espécies é do gênero *Pheidole*.

Em 1991 a maioria as espécies foi de *Crematogaster*, classificada como Generalista Myrmicinae (GM). Nenhuma espécie desse gênero foi observada na área D em 2002.

O grupo funcional Generalista Myrmicinae (GM) engloba mais de 54% das espécies amostradas. Nas coletas de 2002 esse grupo está representado por *Pheidole* (20 espécies) e *Acromyrmex* (4 espécies).

Espécies Subordinada Camponotini (7 espécies do gênero *Camponotus*) representam quase 16% das formigas amostradas. Essas são formigas submissas às Dominantes Dolichoderinae (DD) (Andersen, 2000), que aparecem na área com duas espécies de *Linepithema* e uma de *Dorymyrmex* (somando quase 7% das espécies). As espécies de *Dorymyrmex* também se classificam como Oportunistas (O).

Oportunistas (O) também são representadas por 1 espécie do gênero *Paratrechina*. Essas formigas não foram amostradas na área em 1991. São formigas que habitam florestas úmidas, nidificam no solo, forrageiam nas árvores, e são forrageadoras generalistas (Brown, 2000).

Mais de 18% das espécies amostradas são Especialistas de Clima Tropical (TCS). São elas: 1 espécie do gênero *Brachymyrmex*, 1 do gênero *Cyphomyrmex*, 1 do gênero *Pseudomyrmex*, 2 o gênero *Trachymyrmex* (não observadas na área em 1991), e 3 do gênero *Solenopsis* (também consideradas espécies Crípticas – C). *Trachymyrmex* são formigas cultivadoras de fungos, que habitam matas e savanas (campos), e nidificam no solo (Brown, 2000).

Foram observadas ainda na área formigas Especialistas de Clima Quente (HCS), com uma espécie do gênero *Pogonomyrmex*.

Área E em 1991

Santa Rosália (E) – área revegetada com coquetel de espécies nativas.

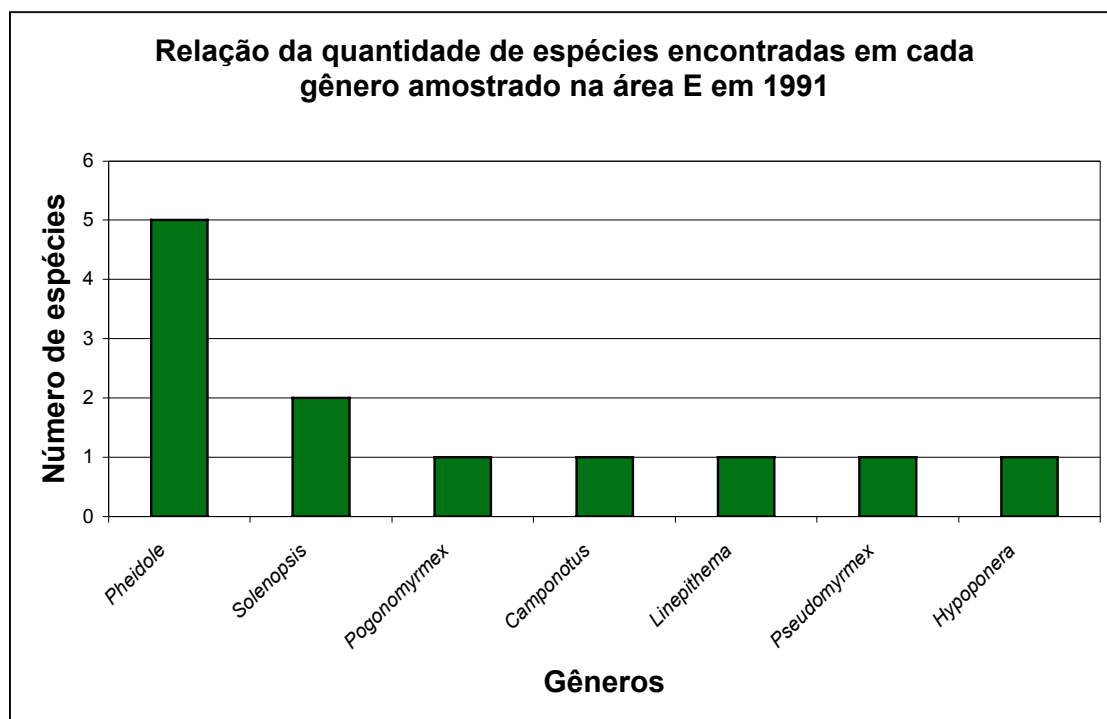


Figura 67 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada E, com coquetel de nativas (Santa Rosália) em 1991.

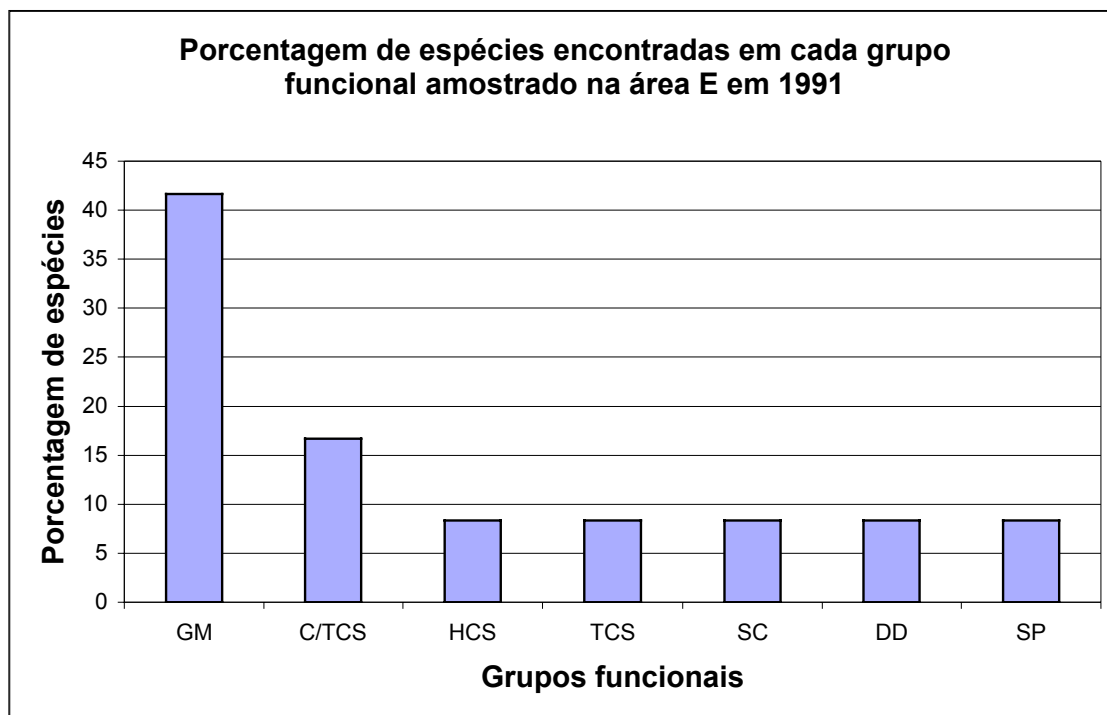


Figura 68 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área revegetada E, com coquetel de nativas (Santa Rosália) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Crípticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 1991 foram amostrados na área 7 gêneros e 12 espécies, sendo o maior número de espécies do gênero *Pheidole*.

A maioria das espécies é Generalistas Myrmicinae (GM). Este grupo é composto na área apenas pelo gênero *Pheidole* (5 espécies, representando mais de 41% das espécies). As formigas deste gênero têm ampla distribuição nos trópicos e em áreas com temperaturas quentes, nidificam no solo e em troncos podres e são coletoras de sementes ou onívoras (Brown, 2000).

O segundo grupo de destaque é o das formigas Especialistas de Clima Tropical (TCS), composto na área por *Pseudomyrmex* (1 espécie) e *Solenopsis* (2 espécies) (25% das espécies amostradas). As espécies de *Pseudomyrmex* são na maioria das vezes arbóreas (poucas epigaeicas), predadoras generalistas e habitam florestas subtropicais e florestas úmidas. E as espécies de *Solenopsis* nidificam na serrapilheira, no solo ou em montes de areia, e são forrageadoras generalistas e oportunistas, sendo consideradas também Crípticas (C) (Brown, 2000).

As Especialistas de Clima Quente (HCS) (mais de 8% das espécies amostradas), representadas na área por *Pogonomyrmex* (1 espécie) nidificam no solo, são forrageadoras generalistas e coletoras de sementes (Brown, 2000).

O grupo de formigas Subordinadas Camponotini (SC) é representado por 1 espécie de *Camponotus* (mais de 8% das espécies amostradas). As espécies de *Camponotus* nidificam em solos, em árvores mortas e dentro das árvores, têm ampla distribuição no mundo (Brown, 2000), e podem ser submissas às Dominantes Dolichoderinae (Andersen, 2000).

Dominante Dolichoderinae (DD) é representado na área por 1 espécie do gênero *Linepithema* (mais de 8% das espécies). As espécies de *Linepithema* podem ser epigaeicas ou arbóreas, e são forrageadoras generalistas (Brown, 2000).

Área E em 2002

Santa Rosália (E) – área revegetada com coquetel de espécies nativas.

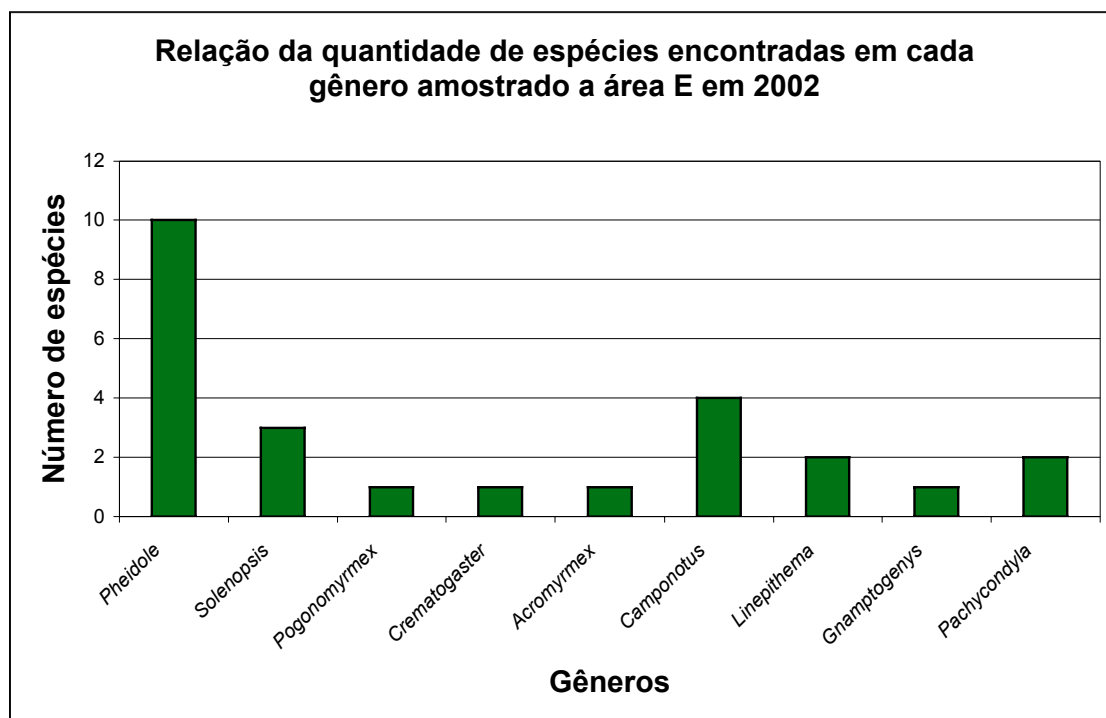


Figura 69 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada E, com coquetel de nativas (Santa Rosália) em 2002.

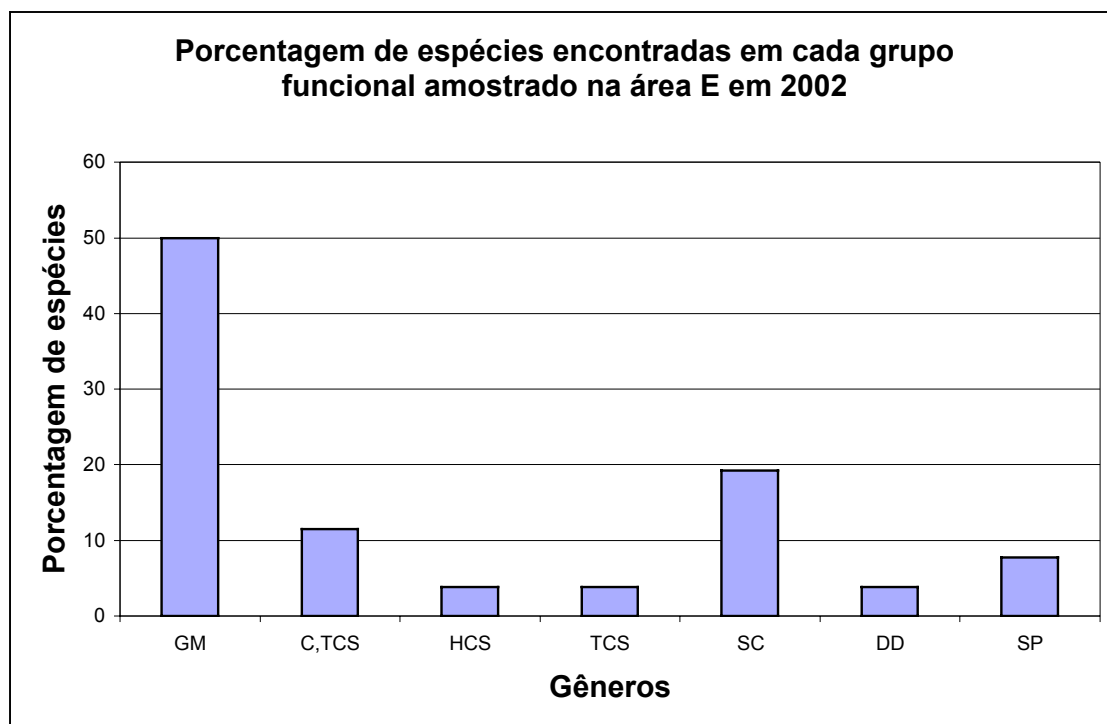


Figura 70 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área revegetada E, com coquetel de nativas (Santa Rosália) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 2002 foram amostrados, na área E, 9 gêneros e 26 espécies, sendo a maioria das espécies do gênero *Pheidole*. O mesmo ocorreu em 1991, mas nessa época foram amostradas apenas cinco espécies de *Pheidole*.

50% das espécies pertencem ao grupo Generalista Myrmicinae (GM), e são elas: *Pheidole* (10 espécies), *Crematogaster* (1 espécie), *Acromyrmex* (1 espécie). As 2 últimas espécies não foram observadas na área em 1991. *Crematogaster* são formigas arbóreas, que habitam estepes e desertos, são forrageadoras generalistas, e nidificam em troncos e galhos ocos. *Acromyrmex* são formigas cultivadoras de fungos, que habitam florestas úmidas e savanas, e nidificam no solo (Brown, 2000).

O segundo grupo com maior porcentagem de espécies é o de Subordinadas Camponotini (SC), composto na área por 5 espécies de *Camponotus*.

Formigas Especialistas de Clima Tropical (TCS) representam mais de 15% das espécies amostradas. Fazem parte desse grupo 1 espécie de

Gnamptogenys e 2 espécies de *Solenopsis* (que podem ser classificadas também como Crípticas – C). *Gnamptogenys* são formigas predadoras e necrófagas, que habitam matas e savanas, e forrageiam no solo e em troncos podres (Andersen, 2000). Elas não foram observadas na área E em 1991.

O grupo funcional de Especialistas de Clima Quente (HCS) aparece na área com 1 espécie do gênero *Pogonomyrmex*.

Dominantes Dolichoderinae (DD) são representadas por 1 espécie do gênero *Linepithema*.

Foi amostrada também 1 espécie de *Pachycondyla*, classificada como Predadora Especialista (SP), não observada na área em 1991. As formigas desse gênero são predadoras, habitam florestas úmidas e nidificam no solo e na serrapilheira (Brown, 2000).

Espécies do gênero *Pseudomyrmex* (Especialista de Clima Tropical – TCS) e *Hypoponera*, (Críptica – C) amostradas na área E em 1991, não foram observadas em 2002.

Área AM em 1991

Campo do Saco (AM) – área revegetada com coquetel de espécies nativas.

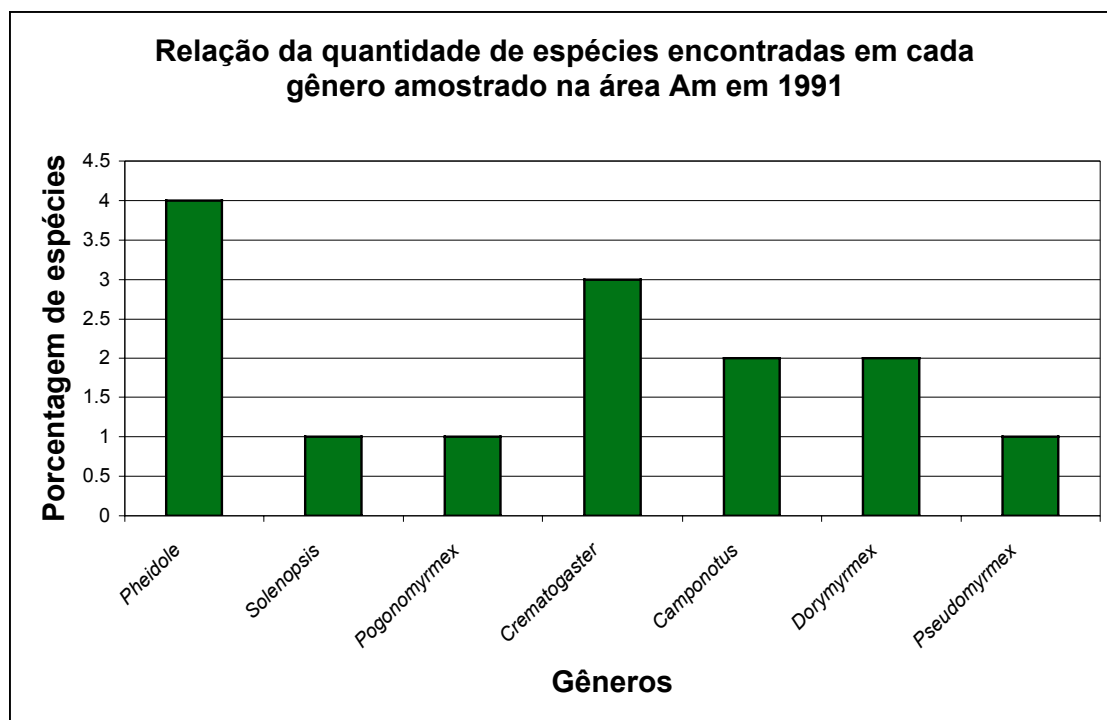


Figura 71 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada AM, com coquetel de nativas (Campo do Saco) em 1991.

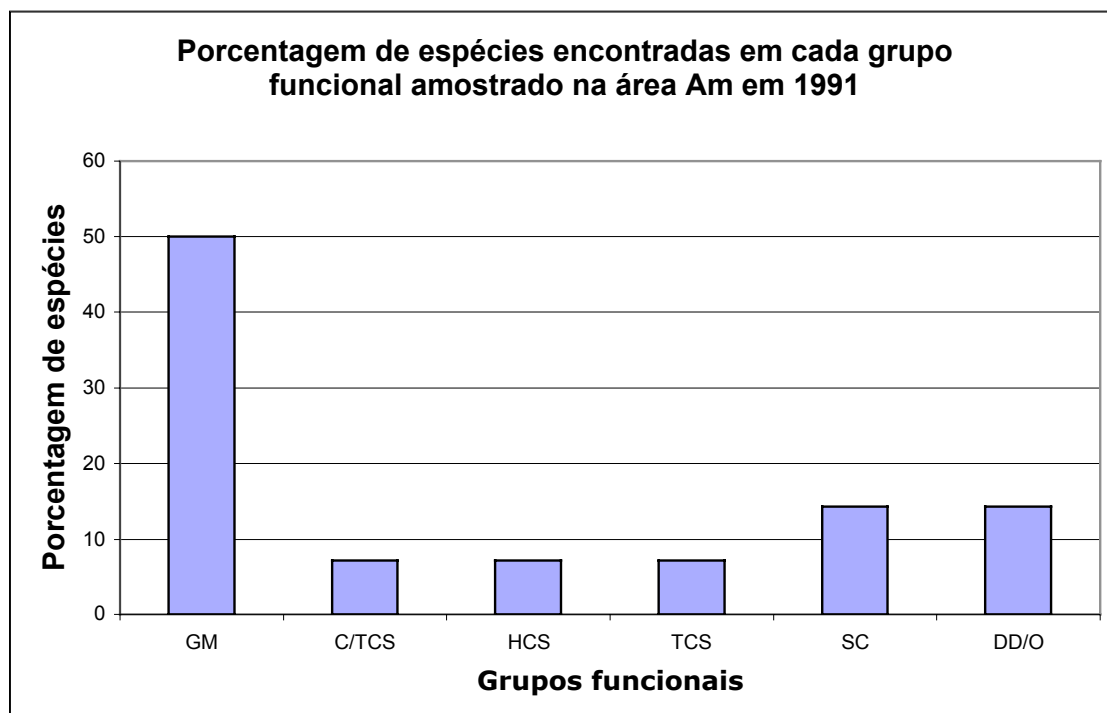


Figura 72 – Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área revegetada AM, com coquetel de nativas (Campo do Saco) em 1991. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Cripticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 1991 foram amostrados, na área AM, 7 gêneros e 14 espécies, sendo *Pheidole* e *Crematogaster* os gêneros com maior número de espécies.

A maioria é Generalista Myrmicinae (GM) (aproximadamente 50% das espécies). Os gêneros pertencentes a este grupo na área são *Pheidole* (4 espécies) e *Crematogaster* (3 espécies). As espécies de *Pheidole* podem ser coletoras de sementes ou onívoras, e nidificam no solo ou em troncos podres. As de *Crematogaster* são espécies típicas de estepes e desertos, forrageadoras generalistas e nidificam em troncos e em galhos ocios (Brown, 2000).

As Especialistas de Clima Tropical (TCS) (14% das espécies) são representadas na área por *Pseudomyrmex* (1 espécie) e *Solenopsis* (1 espécie). *Pseudomyrmex* são predadoras generalistas, na maioria das vezes arbóreas (poucas epigaeicas), e normalmente habitam florestas subtropicais e florestas úmidas. E *Solenopsis* nidificam na serrapilheira, no solo ou em

montes de areia, e são forrageadoras generalistas e oportunistas, sendo consideradas também Crípticas (C).

Pogonomyrmex é Especialista de Clima Quente (HCS). Foi amostrada 1 espécie na área, representando aproximadamente 7% das espécies amostradas na área. Essas formigas (*Pogonomyrmex*) nidificam no solo, são forrageadoras generalistas e coletoras de sementes (Brown, 2000).

Foi amostrada na área também 1 espécie de *Camponotus* (aproximadamente 7% das espécies amostradas), do grupo de Subordinadas Camponotini (SC). As espécies deste gênero têm ampla distribuição no mundo, nidificam em solos, em árvores mortas e dentro das árvores (Brown, 2000) e podem ser muitas vezes submissas às Dominantes Dolichoderinae (Andersen, 2000).

Dominante Dolichoderinae (DD) é representado na área pelo gênero *Dorymyrmex* (2 espécies). As espécies de *Dorymyrmex* são arbóreas, forrageadoras generalistas, típicas de mata ou savana, e podem ser classificadas também como Oportunistas (O) (Brown, 2000).

Área AM em 2002

Campo do Saco (AM) – área revegetada com coquetel de espécies nativas.

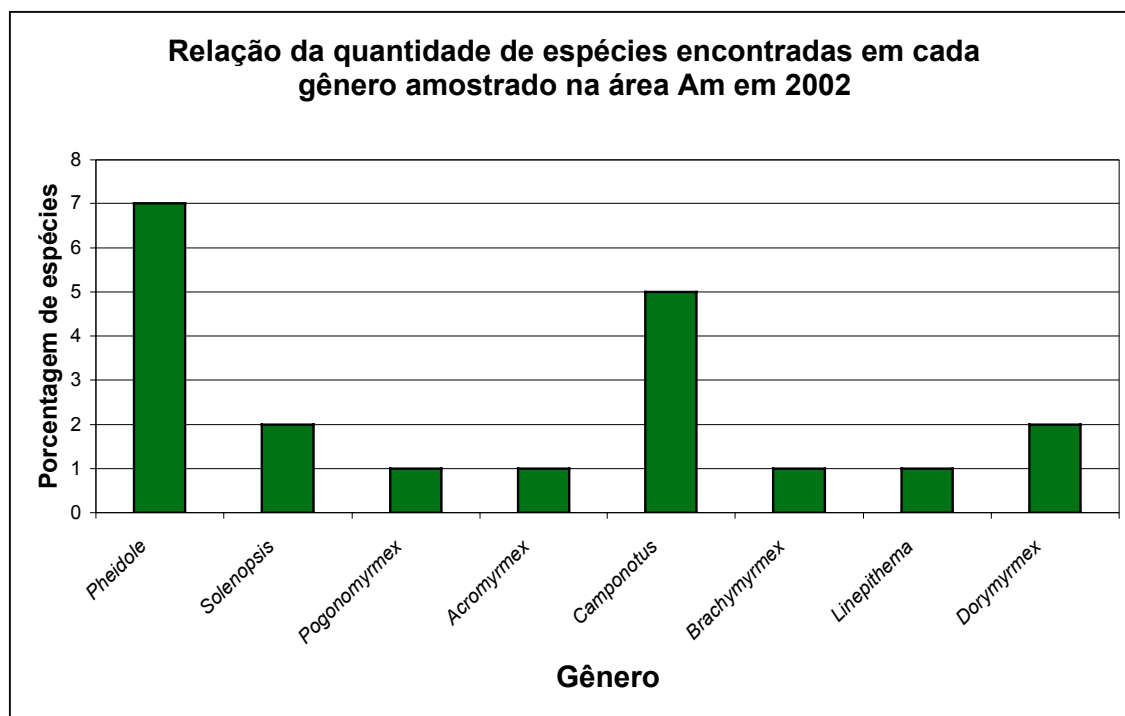


Figura 73 - Relação da quantidade de espécies por gêneros amostrados na área revegetada AM, com coquetel de nativas (Campo do Saco) em 2002.

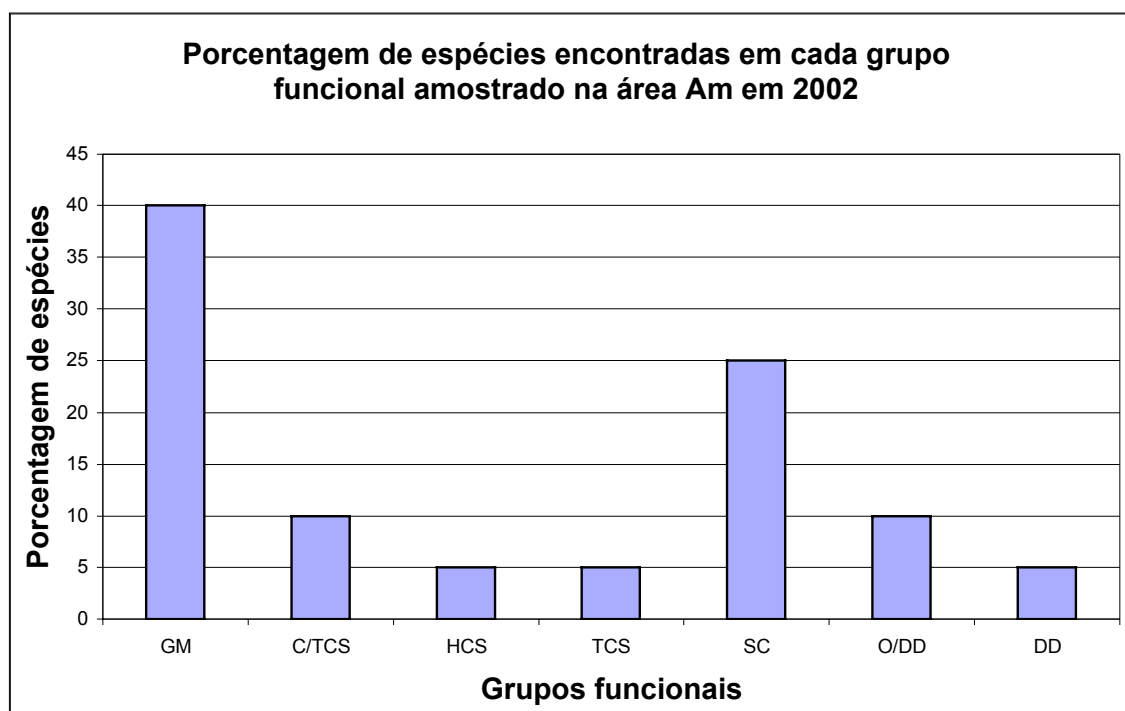


Figura 74 - Porcentagem de espécies pertencentes aos diferentes grupos funcionais amostrados na área revegetada AM, com coquetel de nativas (Campo do Saco) em 2002. GM: Generalistas Myrmicinae; DD: Dominantes Dolichoderinae; SC: Subordinadas Camponotini; HCS/CCS/TCS: Especialistas de Clima Quente, Frio e Tropical respectivamente; C: Crípticas, O: Oportunistas e SP: Predadoras Especialistas.

Em 2002 foram amostrados, na área AM, 8 gêneros e 20 espécies.

38% das espécies amostradas pertence ao grupo Generalista Myrmicinae (GM). São espécies dos gêneros *Pheidole* (7 espécies) e *Acromyrmex* (1 espécie). Em 1991 o grupo Generalista Myrmicinae representava 40% das espécies, mas foram amostradas apenas 4 espécies de *Pheidole*, e nenhuma espécie de *Crematogaster*. As formigas do gênero *Crematogaster* são arbóreas, habitam estepes e desertos, nidificam em troncos e galhos ocos e são forrageadoras generalistas (Brown, 2000).

Subordinadas Camponotini representam mais de 25% das espécies amostradas na área AM em 2002, e são 5 espécies do gênero *Camponotus*. Em 1991 foram amostradas apenas 2 espécies de *Camponotus*.

Mais de 15% das espécies são Especialistas de Clima Tropical (TCS), composto na área por 1 espécie de *Brachymyrmex*, e 2 espécies de *Solenopsis* (também classificada como Críptica). Espécies do gênero *Brachymyrmex* não foram observadas em 1991. as formigas desse gênero são forrageadoras generalistas que habitam matas (Brown, 2000).

Dominantes Dolichoderinae (DD) representam 15% das formigas amostradas. Na área, em 2002, o grupo é composto por 1 espécie de *Linepithema* e 2 de *Dorymyrmex* (também classificada como Oportunista – O). *Linepithema* não foi amostrada na área em 1991. as espécies desse gênero são epigaeicas, arbóreas, forrageadoras generalistas, e forrageiam no solo, embaixo de pedras, em madeira e nas árvores (Brown, 2000).

1 espécie de *Pogonomyrmex* representa na área o grupo de Especialistas de Clima Quente (HCS).

Não foram amostradas em 2002, espécies dos gêneros *Crematogaster* (Generalista Myrmicinae – GM), e *Pseudomyrmex* Especialista de Clima Tropical – TCS).

6.3.1 - Os grupos funcionais e as idades de revegetação

Para analisar a relação das áreas revegetadas com as áreas controle, foram feitas análises estatísticas de Regressão Linear Múltipla, relacionando cada grupo funcional com as idades de revegetação de cada área (em 1991 e 2002) e com as áreas controle (C1, C2, M1 e M2). A partir dessas análises foram confeccionados gráficos *Box Plots* – tipo *Box-Wiskers*. As análises e os gráficos foram feitos pelo programa *Statistica V. 5*.

As idades das revegetações foram agrupadas em classes, do número 1 ao 6, sendo 1 = 2 e 13 anos, 2 = 3 e 14 anos, 3 = 4 e 15 anos e 4 = 6 e 17 anos. As idades foram calculadas para 1991 e 2002. Esses números representam: 1 = áreas E e AM; 2 = áreas J e D; 3 = áreas Co, G e AS; 4 = áreas F e M. O número 5 representa as matas (M1 e M2) e o número 6 os campos (C1 e C2).

Foram feitas associações entre cada grupo funcional e as classes de idades, analisando conjunta e separadamente as matas e os campos. Os dados foram analisados de acordo com o modelo (com o padrão que fixa o intercepto) e forçados ao zero, para avaliar quando as análises eram mais significativas.

Com os dados forçados a zero as análises foram mais significativas (probabilidade de erro $p < 0,0500$, em vermelho nas Tabelas 11, 12, 13, 14, 15 e 16).

As tabelas a seguir apresentam os resultados das análises de Regressão Múltipla. Essas análises foram feitas incluindo os dados de campos e matas como Áreas Controle (C1, C2, M1 e M2) (Tabelas 11 e 12), apenas as matas como Áreas Controle (M1 e M2) (Tabelas 13 e 14) e apenas os campos como Áreas Controle (C1 e C2) (Tabelas 15 e 16).

Tabela 11 – Resultados das análises de Regressão Múltipla para áreas revegetadas em relação as idades de revegetação, áreas controle (C1, C2, M1 e M2) e Grupos funcionais. Dados de 1991.

G. FUNCIONAIS	MATA E CAMPO – 1991									
	FORÇANDO AO ZERO					DO MODELO				
	FÓRMULA (GF=intercepto+ ou - classe de idades)		R ²	F(1,12)	p	FÓRMULA (GF=intercepto+ ou - classe de idades)		R ²	F(1,11)	p
	intercepto (ordenada)	classe de idades(abcissa)				intercepto (ordenada)	classe de idades(abcissa)			
GM	–	9,2777	0,7635	3,8747	<0,00004	44,8782	-1,2957	0,1841	2,4817	<0,14348
TCS	–	4,0660	0,9227	143,2800	<0,00000	4,5077	3,0040	0,5957	16,2100	<0,00200
HCS	–	0,7124	0,3239	5,7483	<0,03367	8,5299	-1,2973	0,6803	23,4090	<0,00052
CCS	–	0,1377	0,1309	1,8072	<0,20370	-0,3905	0,2297	0,0728	0,8634	<0,37272
SC	–	2,9386	0,7056	28,7640	<0,00017	12,4499	0,0054	0,0000	0,0000	<0,99536
O	–	0,4524	0,3463	6,3580	<0,02683	-0,8491	0,6524	0,1723	2,2898	<0,15842
DD	–	1,7232	0,6764	25,0840	<0,00031	5,5940	0,4053	0,0286	0,3243	<0,58050
SP	–	0,9981	0,6466	21,9560	<0,00053	2,0872	0,5064	0,0881	1,0622	<0,32484
C	–	0,3560	0,2597	4,2106	<0,86749	1,2132	0,0702	0,2597	4,2106	<0,06265
C/TCS	–	1,9587	0,5470	14,4890	<0,0025	13,8732	-1,3098	0,2936	4,5725	<0,05577
DD/O	–	0,8237	0,2456	3,9066	<0,07154	8,6795	-1,2212	0,1946	2,6580	<0,13130
GM/HCS/TCS/CCS	–	0,1081	0,1885	2,7871	<0,12088	-0,5934	0,2479	0,1981	2,7182	<0,12745

A Tabela 11 apresenta as correlações entre os grupos funcionais e as classes de idades, incluindo matas e campos, em 1991. Nota-se que quando os dados de 1991 são forçados a zero a maioria dos grupos funcionais apresenta correlações significativas com as idades das áreas. Os grupos funcionais Especialistas de Clima Tropical (TCS) e Generalistas Myrmicinae (GM) são os que mais se destacam nessas análises, tendo as maiores correlações com as idades das áreas. Quando as análises são feitas baseadas no modelo, apenas Especialistas de Clima Tropical (TCS) e Especialistas de Clima Quente (HCS) apresentam correlações significativas.

Tabela 12 – Resultados das análises de Regressão Múltipla para áreas revegetadas em relação as idades de revegetação, áreas controle (C1, C2, M1 e M2) e Grupos funcionais. Dados de 2002.

G. FUNCIONAIS	MATA E CAMPO – 2002									
	FORÇANDO AO ZERO					DO MODELO				
	FÓRMULA (GF=intercepto+ ou - classe de idades)		R ²	F(1,12)	p	FÓRMULA (GF=intercepto+ ou - classe de idades)		R ²	F(1,11)	p
	intercepto (ordenada)	classe de idades(abcissa)				intercepto (ordenada)	classe de idades(abcissa)			
GM	_	10,0123	0,7900	45,1520	<0,00002	42,4772	0,0045	0,0000	0,00001	<0,9974
TCS	_	3,5741	0,7568	37,3620	<0,00005	2,1323	6,1194	0,1875	2,5396	<0,1393
HCS	_	0,6573	0,3894	7,6555	<0,01706	5,1212	-0,5492	0,13788	1,7587	<0,2116
CCS	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_
SC	_	2,8120	0,5023	5,1880	<0,00454	21,5462	-2,2642	0,3204	5,1880	<0,04371
O	_	0,5752	0,5892	17,2120	<0,0054	-0,7363	0,7487	0,3159	5,0800	<0,04558
DD	_	1,4724	0,5472	14,5050	<0,00249	5,3678	0,2077	0,0055	0,0611	<0,80925
SP	_	1,0401	0,4353	9,2513	<0,01024	6,1774	-0,4152	0,0332	0,3785	<0,55090
C	_	0,3486	0,3089	5,3658	<0,03902	-1,4517	0,6907	0,2639	3,9438	<0,07253
C/TCS	_	2,3543	0,7005	28,0760	<0,00019	11,8496	-0,4374	0,0550	0,6404	<0,4404
DD/O	_	0,6036	0,2530	4,0662	<0,06670	3,9555	-0,3282	0,0221	0,2487	<0,62778
GM/HCS/TCS/CCS	_	0,0870	0,1884	2,7871	<0,1208	-0,47779	0,1995	0,1981	2,7182	<0,1274

A Tabela 12 apresenta as correlações entre os grupos funcionais e as classes de idades, incluindo matas e campos, em 2002. Pela Regressão Linear Múltipla, nota-se que quando os dados são forçados ao zero, existem correlações significativas com as associações das classes de idades e Generalistas Myrmicinae (GM), Especialistas de Clima Tropical (TCS), Dominantes Dolichoderinae (DD), Predadoras Especialistas (SP) e Crípticas (C). Em comparação com os dados de 1991, observa-se que em 2002, não houve correlações significativas das classes de idades com os grupos funcionais Especialistas de Clima Quente (HCS) e Subordinadas Camponotini (SC), como em 1991 (quando os dados são forçados ao zero). Quando as análises são feitas baseadas no modelo (com intercepto), existe correlação significativa apenas para Subordinadas Camponotini (SC) e Oportunistas (O), diferente de 1991, onde Especialistas de Clima Tropical (TCS) e Especialistas de Clima Quente (HCS) apresentam correlações significativas.

Tabela 13 – Resultados das análises de Regressão Múltipla para áreas revegetadas em relação as idades de revegetação, áreas controle (M1 e M2) e Grupos funcionais. Dados de 1991.

G. FUNCIONAIS	MATA – 1991									
	FORÇANDO AO ZERO					DO MODELO				
	FÓRMULA (GF=intercepto+ ou - classe de idades)		R ²	F(1,10)	p	FÓRMULA (GF=intercepto+ ou - classe de idades)		R ²	F(1,9)	p
	intercepto (ordenada)	classe de idades(abcissa)				intercepto (ordenada)	classe de idades(abcissa)			
GM	_	10,7380	0,7573	31,2040	<0,00023	47,8091	-2,5200	0,4253	6,6600	<0,02966
TCS	_	4,4695	0,9277	128,3800	<0,00000	2,9732	3,6450	0,6115	14,1650	<0,00446
HCS	_	0,9699	0,3895	6,3797	<0,03009	9,2294	-1,5895	0,7374	25,2700	<0,00071
CCS	_	0,2210	0,2101	2,6596	<0,13398	-1,0998	0,5260	0,2200	2,5385	<0,14557
SC	_	3,9829	0,8572	60,0520	<0,00002	8,7102	1,5675	0,2201	2,5385	<0,14557
O	_	0,0988	0,0336	0,3478	<0,56843	1,4165	-0,2940	0,0550	0,5238	<0,48761
DD	_	2,1387	0,7159	25,2020	<0,00052	4,2972	0,9470	0,0898	0,8878	<0,37068
SP	_	0,9748	0,5235	10,9860	<0,00782	2,8733	0,1780	0,0072	0,0651	<0,80441
C	_	0,5714	0,4169	7,1498	<0,02334	0,0394	0,5605	0,1036	1,0406	<0,33433
C/TCS	_	2,4103	0,5740	13,4720	<0,00431	14,7785	-1,6880	0,3426	4,6893	<0,05854
DD/O	_	1,1487	0,3044	4,3756	<0,06294	8,9436	-1,3315	0,1439	1,5128	<0,24990
GM/HCS/TCS/CCS	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_

A Tabela 13 apresenta as correlações entre os grupos funcionais e as classes de idades, considerando apenas as matas como Áreas Controle, em 1991. Quando forçadas ao zero, as correlações dos grupos Especialistas de Clima Tropical (TCS), Subordinadas Camponotini (SC), Generalistas Myrmicinae (GM), Dominantes Dolichoderinae (DD), Crípticas e Especialistas de Clima Tropical (C/TCS), Predadoras Especialistas (SP) e Especialistas de Clima Quente (HSC) com as idades das áreas são significativas. Quando considerado o intercepto do modelo, apenas Especialistas de Clima Tropical (TCS) e Especialistas de Clima Quente (HCS) são significativas.

Tabela 14 – Resultados das análises de Regressão Múltipla para áreas revegetadas em relação as idades de revegetação, áreas controle (M1 e M2) e Grupos funcionais. Dados de 2002.

G. FUNCIONAIS	MATA –2002									
	FORÇANDO AO ZERO					DO MODELO				
	FÓRMULA (GF=intercepto+ ou - classe de idades)		R ²	F(1,10)	p	FÓRMULA (GF=intercepto+ ou - classe de idades)		R ²	F(1,9)	p
	intercepto (ordenada)	classe de idades(abcissa)				intercepto (ordenada)	classe de idades(abcissa)			
GM	–	11,7340	0,8016	40,4070	<0,00008	42,8329	-0,1440	0,0006	0,0056	<0,94184
TCS	–	4,7151	0,9020	92,050	<0,0000	-0,1888	4,7675	0,6127	14,2380	<0,00429
HCS	–	0,8735	0,4564	8,3978	<0,01589	5,1026	-0,5415	0,0890	0,8798	<0,37274
CCS	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
SC	–	3,2323	0,4641	8,6623	<0,01471	24,9534	-3,6875	0,4890	8,6134	<0,01663
O	–	0,6021	0,4979	9,9192	<0,01034	-1,14636	0,9200	0,2919	3,7103	<0,08620
DD	–	1,4037	0,4094	6,9321	<0,02504	7,4511	-0,6625	0,0359	0,3352	<0,5767
SP	–	1,1718	0,3922	6,4540	<0,02934	7,0745	-0,7900	0,0720	0,6991	<0,4247
C	–	0,2798	0,2100	2,6596	<0,1339	-1,3925	0,6660	0,2200	2,5385	<0,14557
C/TCS	–	3,0008	0,7701	33,5080	<0,00018	10,7653	0,01550	0,0000	0,0004	<0,9842
DD/O	–	0,6890	0,2313	3,0103	<0,1133	4,5222	-0,5650	0,04085	0,3833	<0,5511
GM/HCS/TCS/CCS	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

A Tabela 14 apresenta as correlações entre os grupos funcionais e as classes de idades, considerando apenas as matas como Áreas Controle, em 2002. Quando forçadas ao zero, apenas Crípticas (C) não apresentam correlações significativas. Espécies GM/HCS/TCS/CCS não apresentam correlação alguma. Quando considerado o intercepto do modelo, apenas Especialistas de Clima Tropical (TCS) e Subordinadas Camponotini (SC) apresentam correlações significativas, diferentes de 1991, onde Especialistas de Clima Quente (HCS) e Generalistas Myrmicinae (GM) também apresentam.

Tabela 15 – Resultados das análises de Regressão Múltipla para áreas revegetadas em relação as idades de revegetação, áreas controle (C1, C2) e Grupos funcionais. Dados de 1991.

G. FUNCIONAIS	CAMPO – 1991									
	FORÇANDO AO ZERO					DO MODELO				
	FÓRMULA (GF=intercepto+ou - classe de idades)		R ²	F(1,10)	p	FÓRMULA (GF=intercepto+ou - classe de idades)		R ²	F(1,9)	p
	intercepto (ordenada)	classe de idades(abcissa)				intercepto (ordenada)	classe de idades(abcissa)			
GM	–	10,0077	0,7478	29,6450	<0,00028	44,3975	-1,0129	0,1285	1,3266	<0,27909
TCS	–	3,7643	0,9130	104,9200	<0,00000	5,5626	2,3835	0,5861	12,7460	<0,00602
HCS	–	0,8543	0,3555	5,5148	<0,04075	8,4291	-1,2380	0,6703	18,3000	<0,00206
CCS	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
SC	–	2,9019	0,6573	19,1780	<0,00138	13,0200	-0,3300	0,0140	0,1278	<0,72892
O	–	0,6128	0,4691	8,8377	<0,01398	-1,3524	0,9485	0,3238	4,3096	<0,06771
DD	–	1,9262	0,6778	21,0370	<0,00100	5,2049	0,6342	0,0602	0,5766	<0,46707
SP	–	1,0549	0,6108	15,6950	<0,00268	1,9977	0,5590	0,0926	0,9185	<0,36289
C	–	0,1851	0,0866	0,9478	<0,35323	1,7609	-0,2520	0,0412	0,3867	<0,54948
C/TCS	–	2,2452	0,5583	12,6420	<0,00522	13,5459	-1,1173	0,2114	2,4128	<0,15477
DD/O	–	1,1158	0,3327	4,9855	<0,04960	8,1427	-0,9054	0,1089	1,0998	<0,32166
GM/HCS/TCS/CCS	–	0,1464	0,2553	3,4286	<0,09379	-0,7281	0,3271	0,2948	3,7621	<0,08436

A Tabela 15 apresenta as correlações entre os grupos funcionais e as classes de idades, considerando apenas os campos como Áreas Controle, em 1991. Quando os dados são forçados a zero, a maioria das análises é significativa (vermelho), sendo Especialistas de Clima Tropical (TCS) e Generalistas Myrmicinae (GM) os grupos com maior correlação com as idades das áreas. Também são significativas as correlações com Subordinadas Camponotini (SC), Oportunistas (O), Dominantes Dolichoderinae (DD), Predadoras Especialistas (SP), Crípticas e Especialistas de Clima Tropical (C/TCS) e Dominantes Dolichoderinae e Oportunistas (DD/O). Quando analisados com o intercepto do modelo, apenas Especialistas de Clima Tropical (TCS) e Especialistas de Clima Quente (HCS) são significativas.

Tabela 16 – Resultados das análises de Regressão Múltipla para áreas revegetadas em relação as idades de revegetação, áreas controle (C1, C2) e Grupos funcionais. Dados de 2002.

G. FUNCIONAIS	CAMPO –2002									
	FORÇANDO AO ZERO					DO MODELO				
	FÓRMULA (GF=intercepto+ ou - classe de idades)		R ²	F(1,10)	p	FÓRMULA (GF=intercepto+ ou - classe de idades)		R ²	F(1,9)	p
	intercepto (ordenada)	classe de idades(abcissa)				intercepto (ordenada)	classe de idades(abcissa)			
GM	–	10,8443	0,7836	36,2270	<0,0001	41,6073	0,5162	0,0135	0,1237	<0,7331
TCS	–	2,8912	0,7372	28,065	<0,0035	8,3552	0,8172	0,0711	0,6889	<0,4279
HCS	–	0,7721	0,4797	9,2227	<0,0125	4,7341	-0,4030	0,1090	1,1015	<0,3213
CCS	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
SC	–	3,6319	0,6238	16,5830	<0,0022	19,9348	-1,3163	0,2020	2,2793	<0,1653
O	–	0,3802	0,4719	8,9386	<0,0135	-0,1902	0,4275	0,1924	2,1449	<0,1770
DD	–	1,6399	0,5774	13,6670	<0,0041	5,0744	0,3803	0,01928	0,1777	<0,6838
SP	–	1,2317	0,4756	9,0722	<0,0130	5,8434	-0,2188	0,0089	0,0814	<0,7818
C	–	0,2361	0,2553	3,4286	<0,0937	-1,1746	0,5277	0,2947	3,7621	<0,0843
C/TCS	–	2,3619	0,6376	17,6000	<0,0018	12,2674	-0,6831	0,1226	1,2577	<0,2911
DD/O	–	0,8177	0,3428	5,2169	<0,0454	3,4728	-0,0443	0,0003	0,0034	<0,9545
GM/HCS/TCS/CCS	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

A Tabela 16 apresenta as correlações entre os grupos funcionais e as classes de idades, considerando apenas os campos como Áreas Controle, em 2002. Quando os dados são forçados a zero, a maioria das análises é significativa (vermelho), assim como em 1991, sendo Especialistas de Clima Tropical (TCS) e Generalistas Myrmicinae (GM) os grupos com maior correlação com as idades das áreas. Também são significativas as correlações com Subordinadas Camponotini (SC), Oportunistas (O), Dominantes Dolichoderinae (DD), Predadoras Especialistas (SP), Especialistas de Clima Quente (HCS), Crípticas e Especialistas de Clima Tropical (C/TCS) e Dominantes Dolichoderinae e Oportunistas (DD/O). Mas quando analisados com o intercepto do modelo, não existem correlações significativas.

A seguir são apresentados os gráficos das regressões para cada grupo funcional.

Generalistas Myrmicinae - GM

As figuras 75 e 76 apresentam os gráficos da relação entre a porcentagem de espécies Generalistas Myrmicines (GM) com as áreas revegetadas e as áreas controle (C1 e C2 = campo, e M1 e M2 = mata) de acordo com as idades de revegetação, em 1991 e 2002, respectivamente.

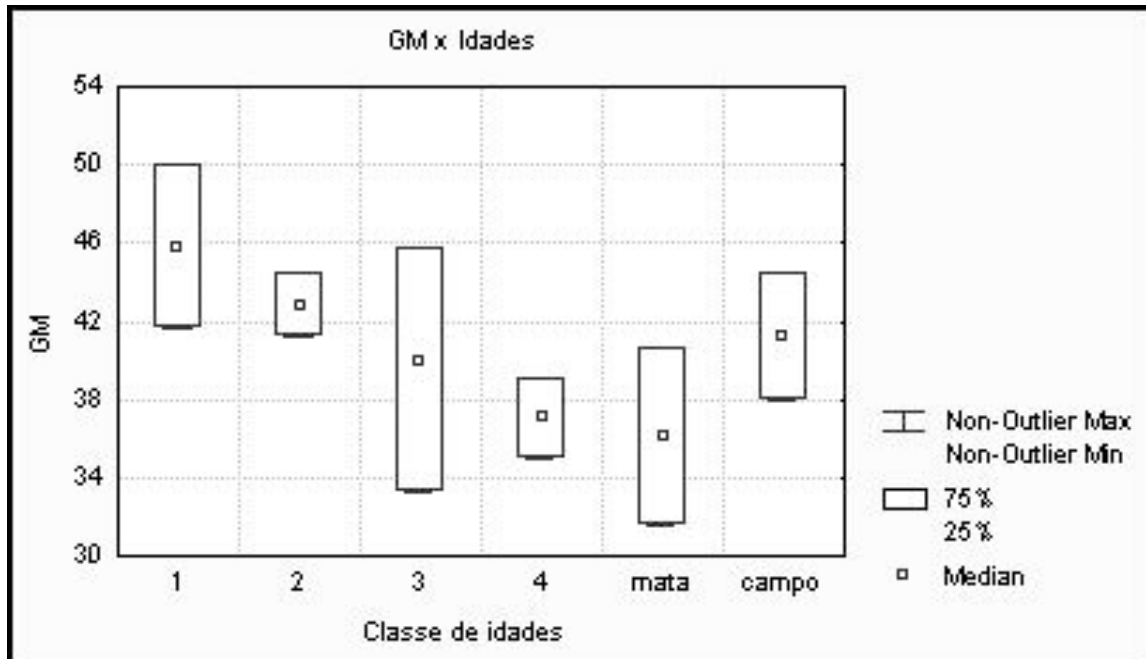


Figura 75 – Relação entre a porcentagem de espécies GM com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6anos, 5=mata e 6=campo.

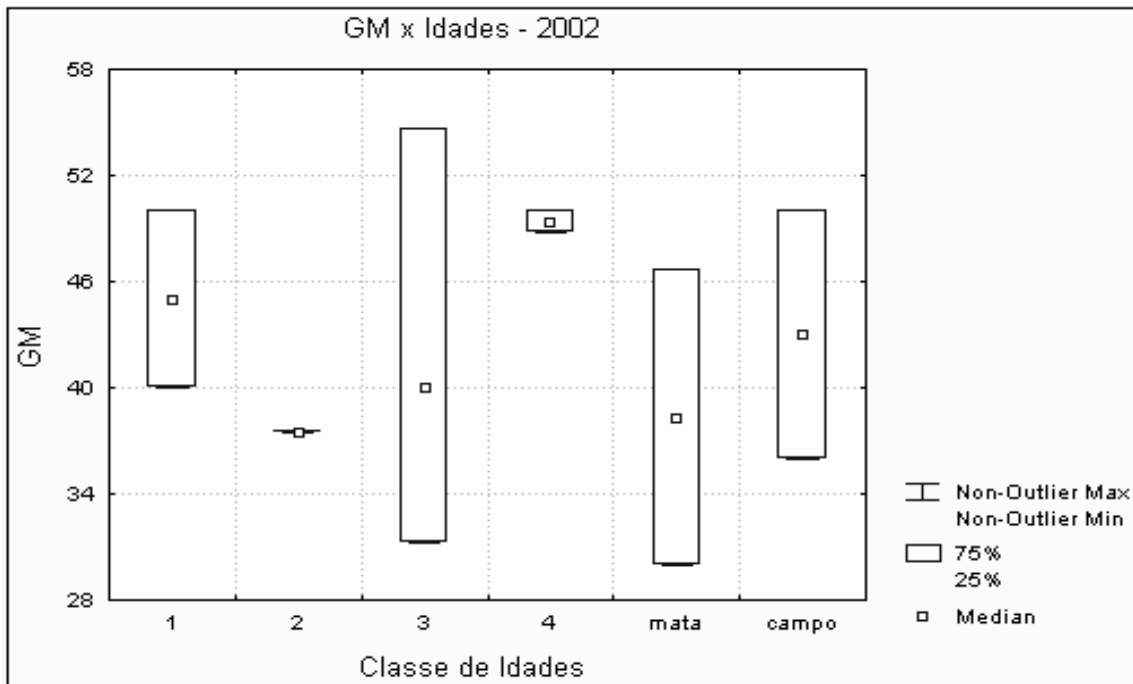


Figura 76 – Relação entre a porcentagem de espécies GM com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17anos, 5=mata e 6=campo.

Em 1991, todas as áreas apresentaram uma porcentagem muito grande de espécies Generalistas Myrmicinae (GM). Pelo gráfico de 1991 (Figura 75), as áreas revegetadas estavam tentando se aproximar do modelo das áreas controle, já que as espécies GM estavam tendendo a diminuir com a idade das revegetações, se aproximando das condições das áreas controle.

De acordo com o gráfico de 2002 (Figura 76), a porcentagem de espécies Generalistas Myrmicinae (GM) continua a diminuir das áreas mais jovens para as mais velhas, e só aumenta na classe 4 (17 anos). Talvez isso se explique pelo fato da área M se encaixar nesta classe, já que essa área é aquela em que as espécies nativas foram substituídas por Eucaliptos jovens (*Eucaliptus* sp). As áreas da classe 3 (com 15 anos de idade), estão bem próximas as áreas de mata.

Especialistas de Clima Tropical - TCS

As figuras 77 e 78 apresentam os gráficos da relação entre a porcentagem de espécies Especialistas de Clima Tropical (TCS) com as áreas revegetadas e as áreas controle (C1 e C2 =campo, e M1 e M2= mata), de acordo com a idade de revegetação, em 1991 e 2002, respectivamente.

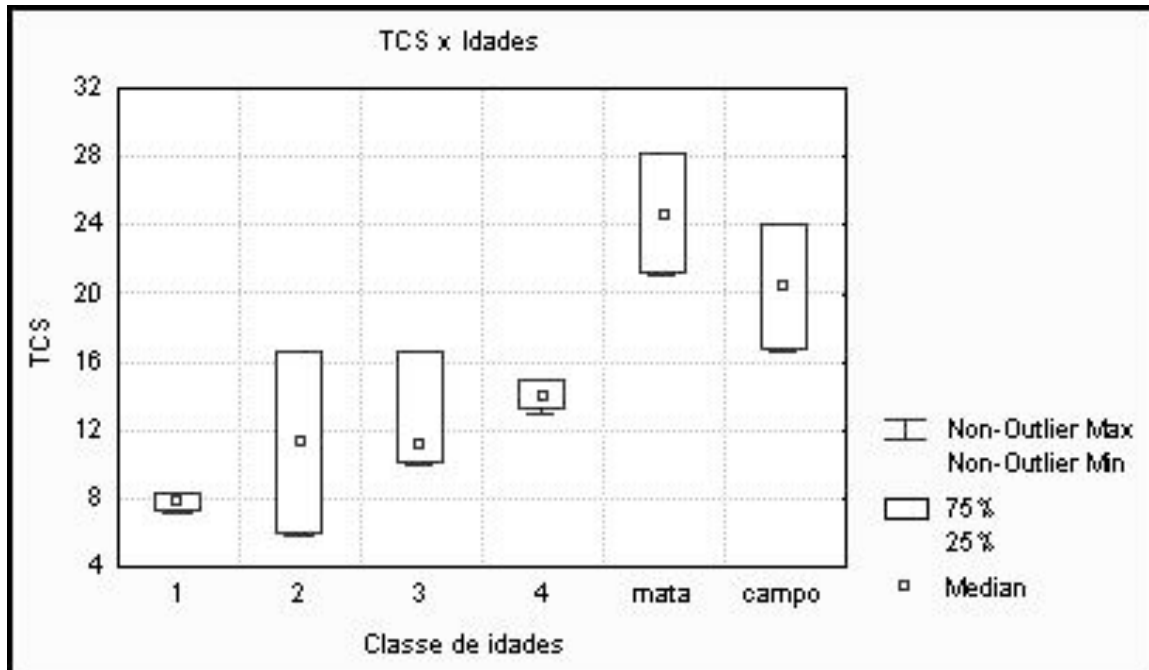


Figura 77 – Relação entre a porcentagem de espécies TCS com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6anos, 5=mata e 6=campo.

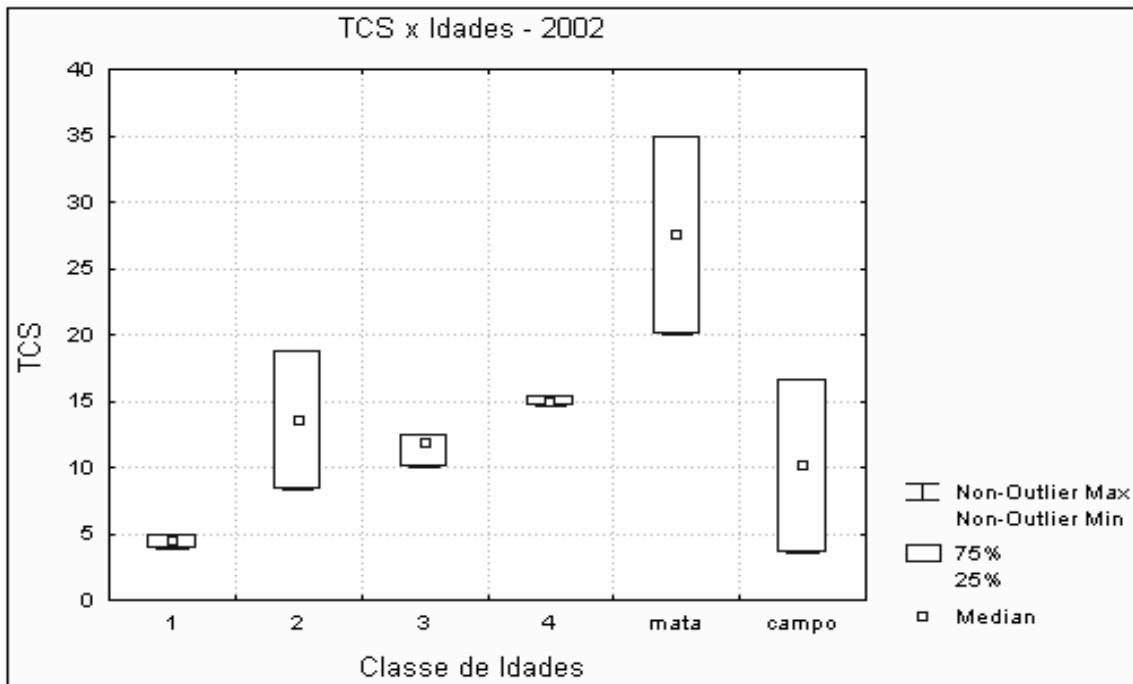


Figura 78 – Relação entre a porcentagem de espécies TCS com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17anos, 5=mata e 6=campo.

Ao analisar os gráficos de espécies Especialistas de Clima Tropical (TCS) com as idades, nota-se que as áreas revegetadas neste caso estão tendendo a uma aproximação com as Áreas Controle tanto em 1991 quanto em 2002 (Figura 77 e 78 respectivamente), se aproximando nos primeiros anos das áreas de campo (C1 e C2) e tendendo ao modelo das áreas de mata (M1 e M2) quando mais velhas. Os gráficos são muito parecidos. Os dois indicam situações semelhantes, como se quase nada tivesse mudado em relação à espécies Especialistas de Clima Tropical (TCS) em 11 anos (1991 a 2002).

As Áreas Controle de mata apresentam várias espécies TCS com biologias diferentes, como arbóreas, cultivadoras de fungos, forrageadoras generalistas, coletoras de sementes, etc. Isso pode indicar a presença de vários nichos ecológicos nas áreas. Teoricamente quanto maior o número de espécies TCS nas áreas, mais essas se aproximarão do estado natural original dos locais, já que essas deveriam ser encontradas na região.

Especialistas de Clima Quente - HSC

As figuras 79 e 80 apresentam os gráficos da relação entre a porcentagem de espécies Especialistas de Clima Quente (HCS) com as áreas revegetadas e as áreas controle (C1 e C2 =campo, e M1 e M2= mata), de acordo com a idade de revegetação em 1991 e 2002, respectivamente.

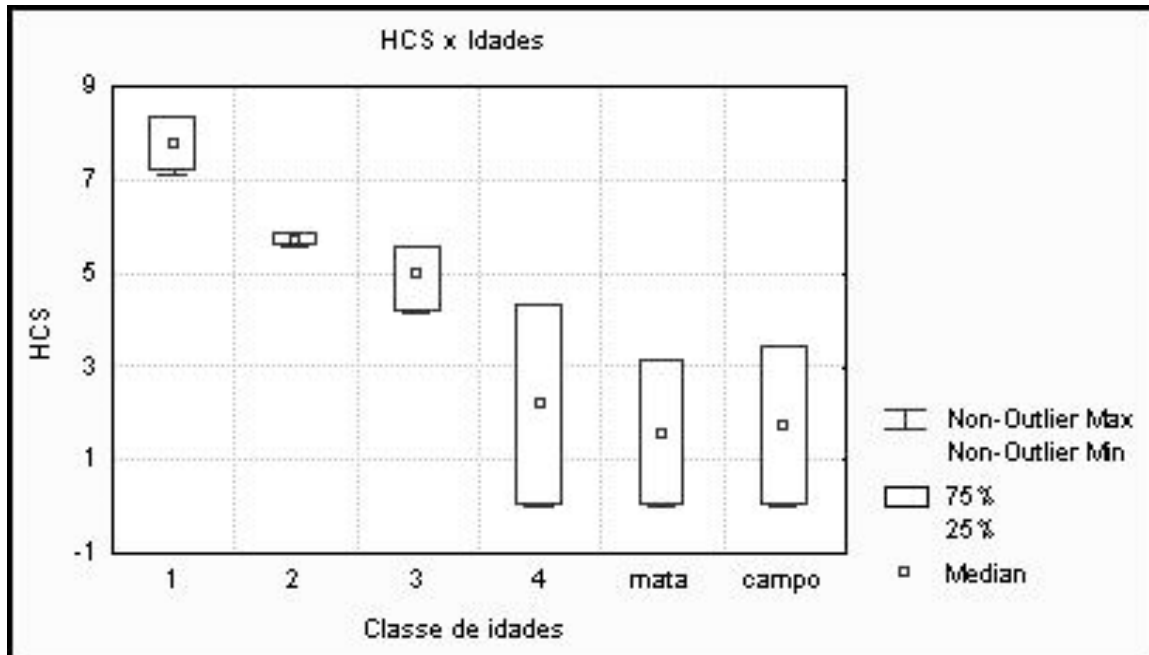


Figura 79 – Relação entre a porcentagem de espécies HCS com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6anos, 5=mata e 6=campo.

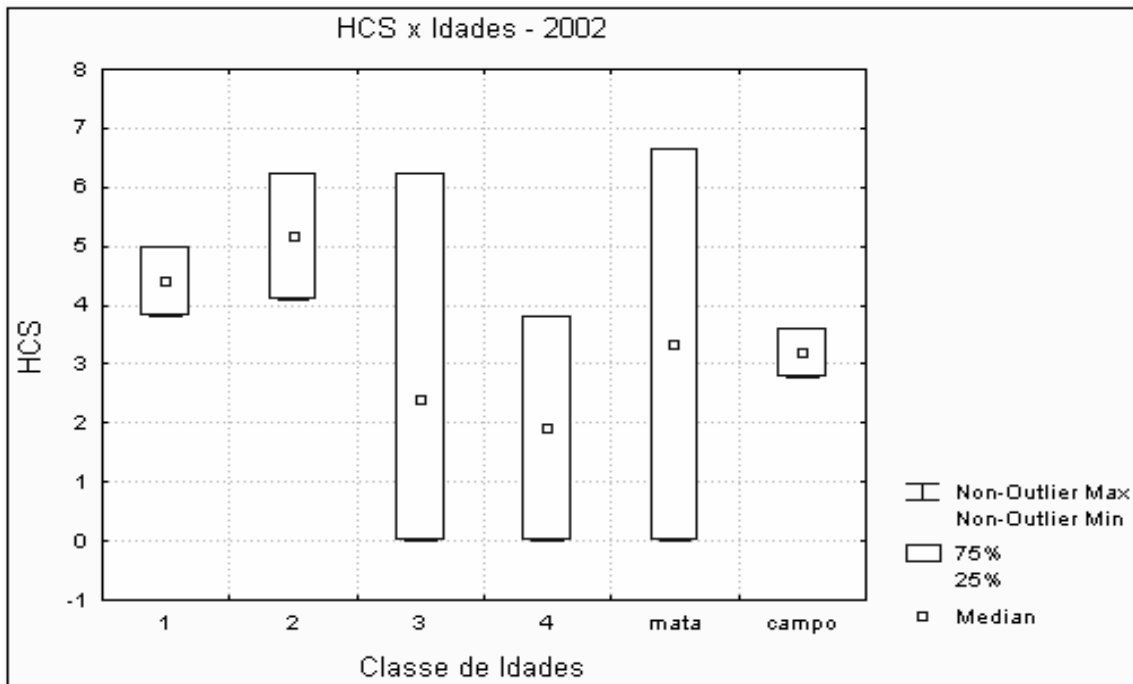


Figura 80 – Relação entre a porcentagem de espécies HCS com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17anos, 5=mata e 6=campo.

De modo geral, a porcentagem de espécies Especialistas de Clima Quente (HCS), tanto em 1991 quanto em 2002, é menor que nas Áreas Controle (matas e campos) do que nas áreas mais jovens (classes 1 e 2).

Em 1991 as áreas mais velhas tendiam a uma aproximação com as áreas controle (Figura 79), o que pode ser explicado pela estrutura de vegetação das áreas mais velhas, pois teoricamente as áreas mais velhas deveriam estar mais fechadas (maior número de árvores crescidas, sub-bosque já em desenvolvimento), o que seria menos apropriado para espécies Especialistas de Clima Quente (HCS), uma vez que quanto mais fechada for uma mata, mais úmida e com sombras essa será. As formigas HSC necessitam de locais abertos e quentes. São formigas que tem sua distribuição centrada em regiões áridas (Andersen, 2000).

Em 2002 (Figura 80) as áreas com maior porcentagem de Especialistas de Clima Quente são as da classe 2 (J e D) com 14 anos. As áreas mais velhas (classe 4 – F e M), com 17 anos não são as que mais se aproximam das Áreas Controle, diferente do que indicava o gráfico de 1991 (Figura 78).

Especialistas de Clima Frio - CCS

As figuras 81 e 82 apresentam os gráficos da relação entre a porcentagem de espécies Especialistas de Clima Frio (CCS) com as áreas revegetadas e as áreas controle (C1 e C2 =campo, e M1 e M2= mata), de acordo com a idade de revegetação, em 1991 e 2002, respectivamente.

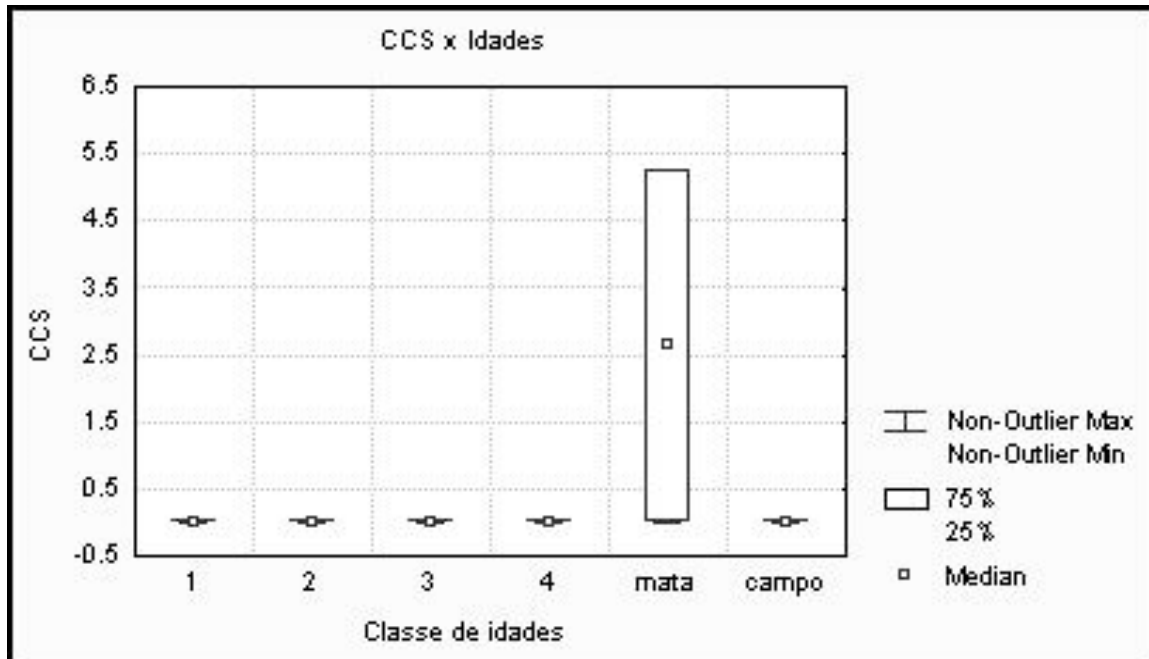


Figura 81 – Relação entre a porcentagem de espécies CCS com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6 anos, 5=mata e 6=campo.

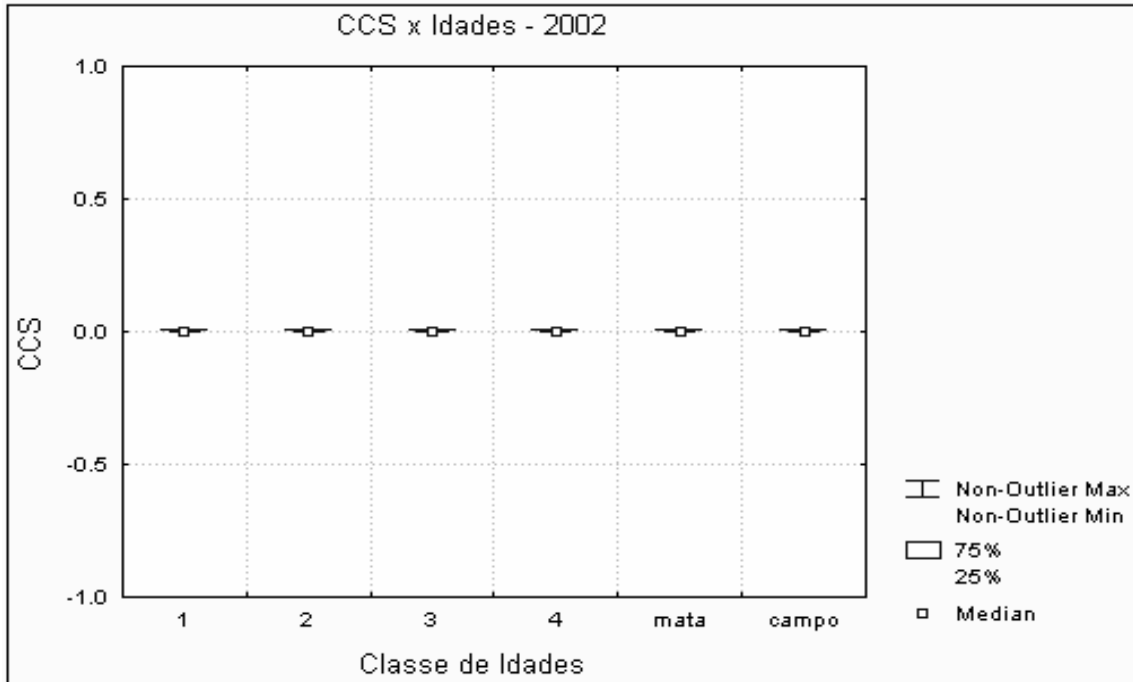


Figura 82 – Relação entre a porcentagem de espécies CCS com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17 anos, 5=mata e 6=campo.

Formigas Especialistas de Clima Frio (CCS) foram observadas apenas em 1991, na área M2 (1 espécie). Em 2002 nenhuma espécie deste grupo foi amostrada em nenhuma área. Neste caso não há relação entre as áreas revegetadas e as áreas controle.

Subordinadas Camponotini - SC

As figuras 83 e 84 apresentam os gráficos da relação entre a porcentagem de espécies Subordinada Camponotini (SC) com as áreas revegetadas e as áreas controle (C1 e C2 =campo, e M1 e M2= mata), de acordo com as idades de revegetação, em 1991 e 2002, respectivamente.

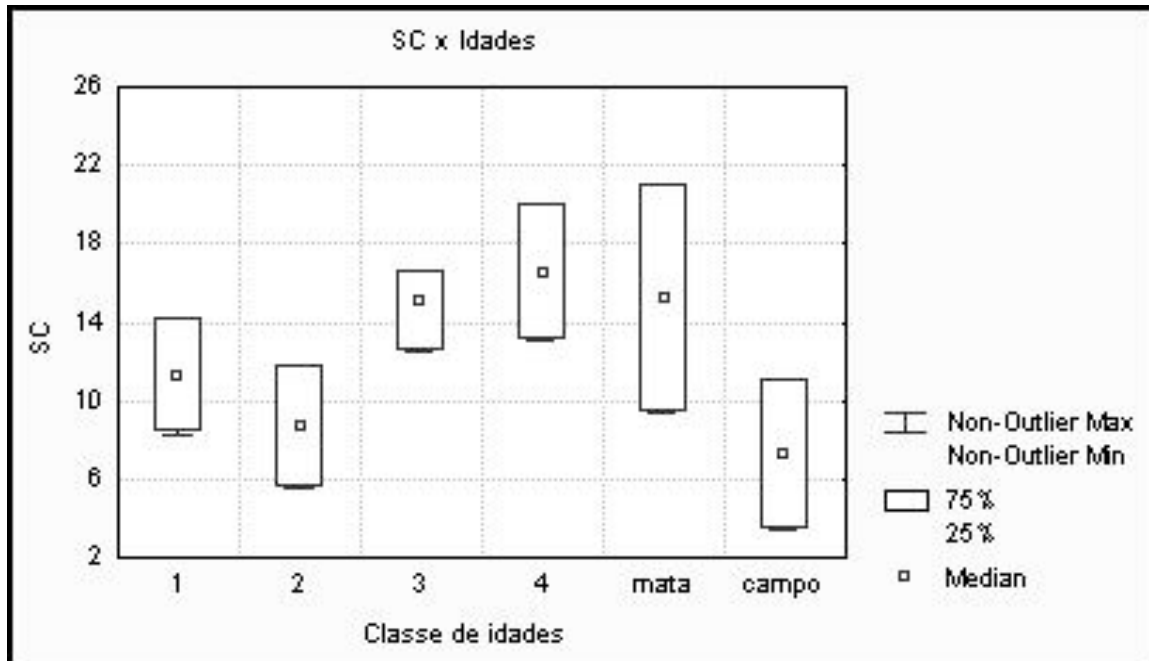


Figura 83 – Relação entre a porcentagem de espécies SC com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6 anos, 5=mata e 6=campo.

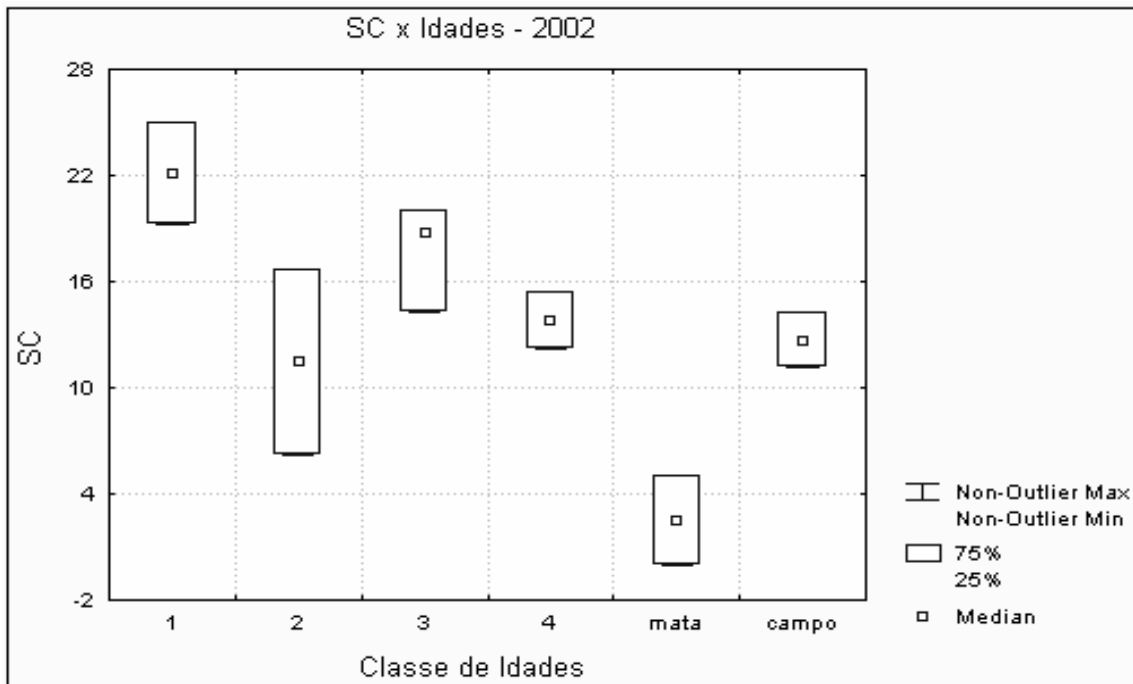


Figura 84 – Relação entre a porcentagem de espécies SC com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17 anos, 5=mata e 6=campo.

Espécies Subordinadas Camponotini (SC) estão presentes geralmente em locais onde há grande riqueza de espécies (Andersen, 2000).

Analisando o gráfico de 1991 (Figura 83) nota-se que nas áreas de revegetações de 1 ano para as revegetações de 2 anos as espécies Subordinadas Camponotini (SC) estavam diminuindo, e nas revegetações de 4 e 5 anos elas começavam a aumentar, ultrapassando a porcentagem de espécies SC das matas. As áreas com 2 anos estavam mais próximas das áreas de campo (C1 e C2).

Já no gráfico de 2002 (Figura 84), as matas são as que apresentam as menores porcentagens dessas formigas. As áreas com maior porcentagem de espécies SC são as mais jovens (E e AM, com 13 anos). As classes mais velhas apresentam porcentagem semelhante à das Áreas Controle de campos.

Oportunistas - O

As figuras 85 e 86 apresentam os gráficos da relação entre a porcentagem de espécies Oportunistas (O) com as áreas revegetadas e as áreas controle (C1 e C2 =campo, e M1 e M2= mata), de acordo com a idade de revegetação, em 1991 e 2002, respectivamente.

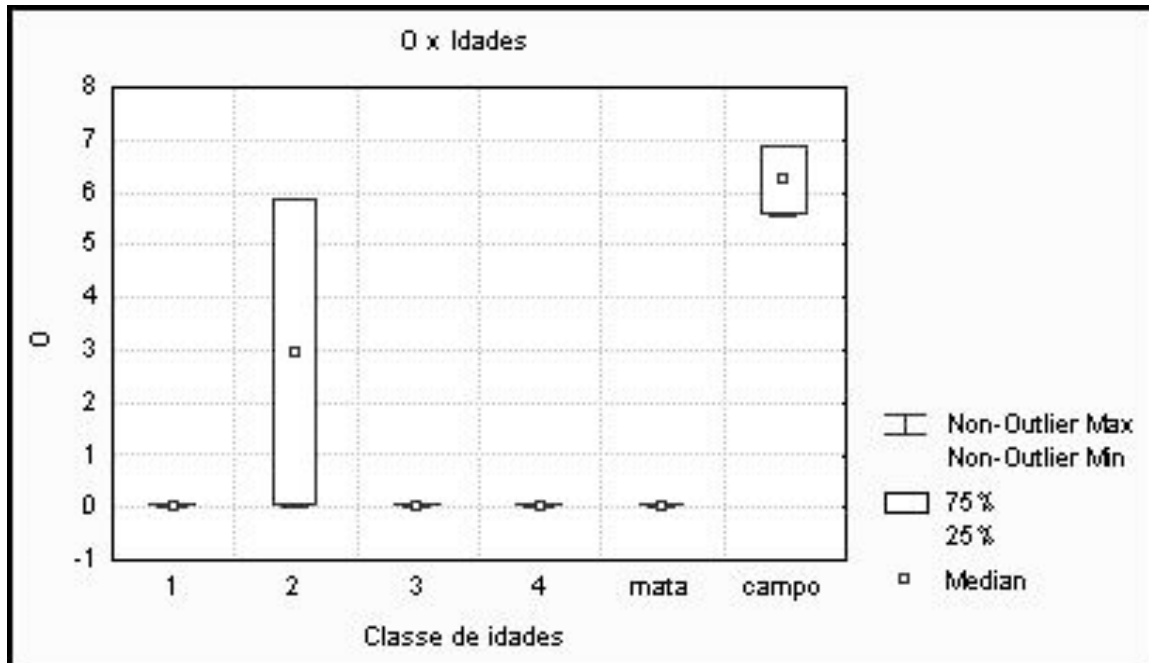


Figura 85 – Relação entre a porcentagem de espécies O com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6anos, 5=mata e 6=campo.

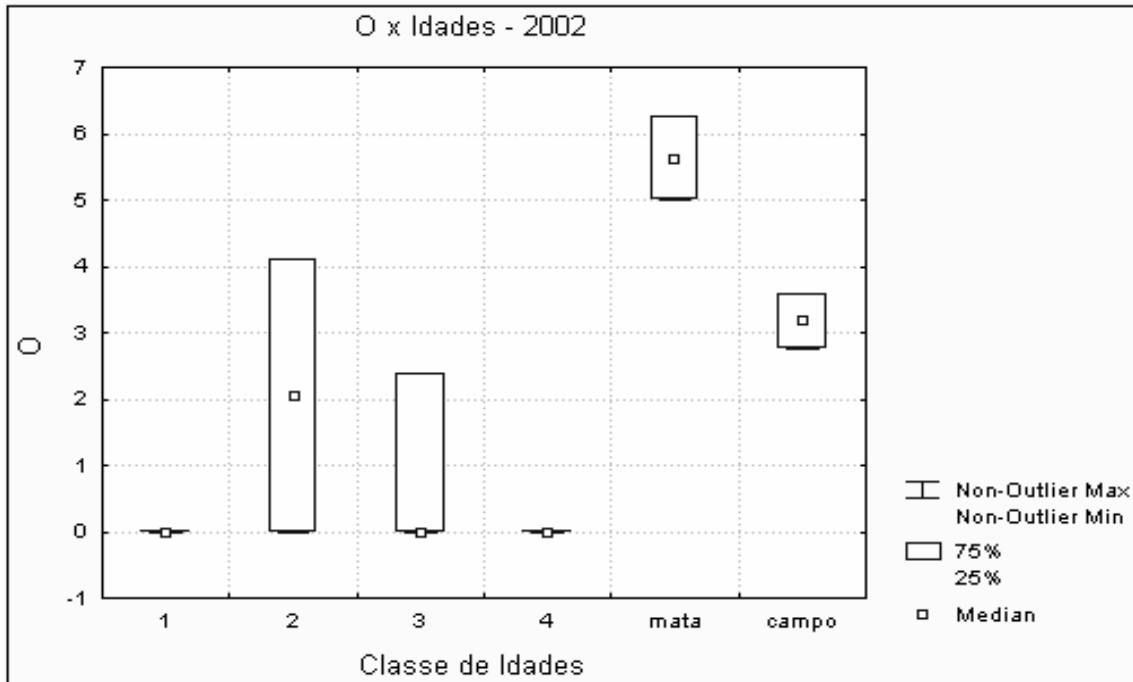


Figura 86 – Relação entre a porcentagem de espécies O com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17anos, 5=mata e 6=campo.

As espécies Oportunistas são caracterizadas por não serem especializadas, por serem pobremente competitivas e serem espécies ruderais, ou seja, que habitam locais perturbados (Andersen, 2000), ocupando assim locais onde muitas outras formigas não podem sobreviver, isto é, locais com baixa diversidade de nichos ecológicos.

Em 1991 (Figura 85) essas espécies foram observadas apenas nos campos e na área J (da classe 2). Em 2002 (Figura 86) as Oportunistas foram amostradas também nas matas. A presença dessas formigas em áreas de mata pode se dar pela proximidade de locais perturbados às Áreas Controle (M1 e M2), ou mesmo indicar perturbações nas próprias Áreas Controle.

Dominantes Dolichoderinae - DD

As figuras 87 e 88 apresentam os gráficos da relação entre a porcentagem de espécies Dominantes Dolichoderinae (DD) com as áreas revegetadas e as áreas controle (C1 e C2 =campo, e M1 e M2= mata), de acordo com a idade de revegetação, em 1991 e 2002, respectivamente.

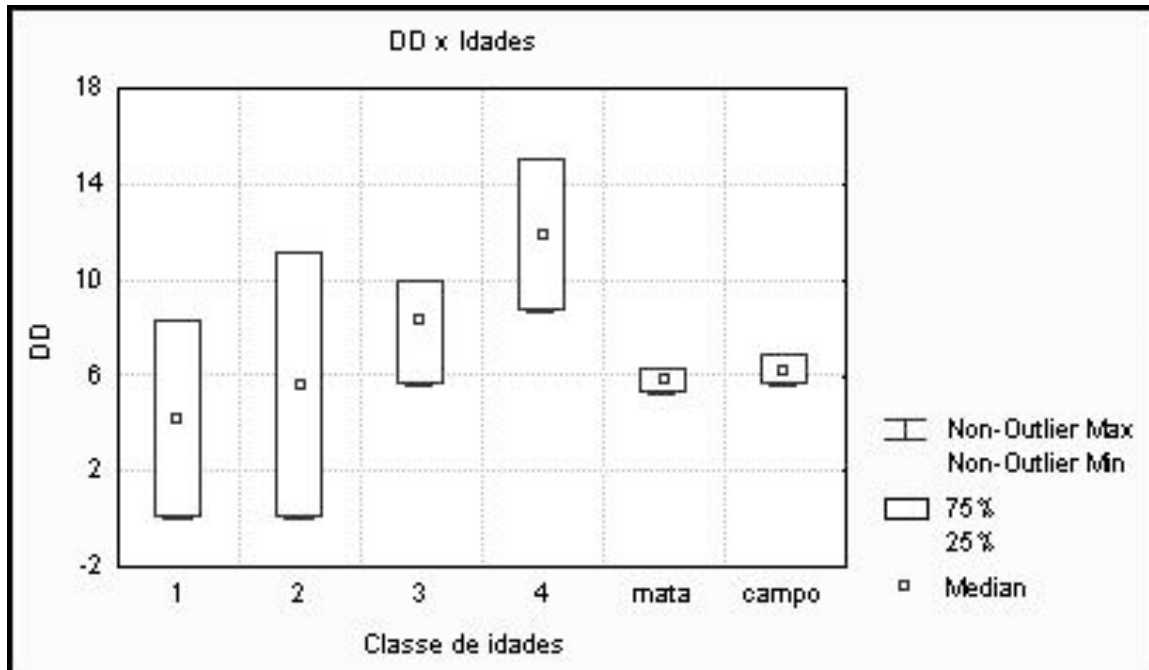


Figura 87 – Relação entre a porcentagem de espécies DD com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6anos, 5=mata e 6=campo.

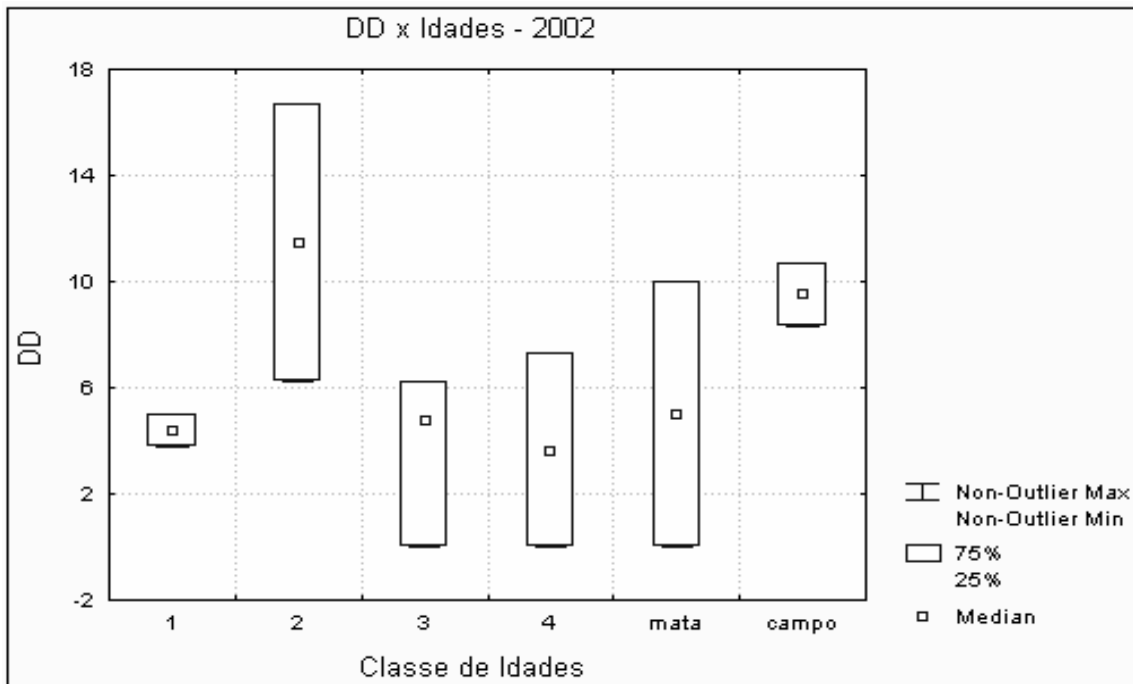


Figura 88 – Relação entre a porcentagem de espécies DD com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=14 anos, 4=17anos, 5=mata e 6=campo.

Analisando os gráficos de 1991 (Figura 87) e de 2002 (Figura 88), observa-se que a porcentagem de espécies DD tendiam a aumentar em um primeiro momento (1991) das áreas mais jovens para as mais velhas e a diminuir em um segundo momento (2002), se aproximando das áreas de mata. As áreas com 14 anos (classe 2) estão próximas às áreas de campo.

As espécies Dominantes Dolichoderines normalmente habitam locais menos perturbados, apesar de para este tipo de espécie, um local não perturbado ser um local quente e aberto (Andersen, 2000), diferente do encontrado em matas tropicais. Talvez isso explique a maior concentração dessas formigas nas áreas de campo.

Predadoras Especialistas - SP

As figuras 89 e 90 apresentam os gráficos da relação entre a porcentagem de espécies Predadoras Especialistas (SP) com as áreas revegetadas e as áreas controle (C1 e C2 =campo, e M1 e M2= mata), de acordo com as idades de revegetação, em 1991 e 2002, respectivamente.

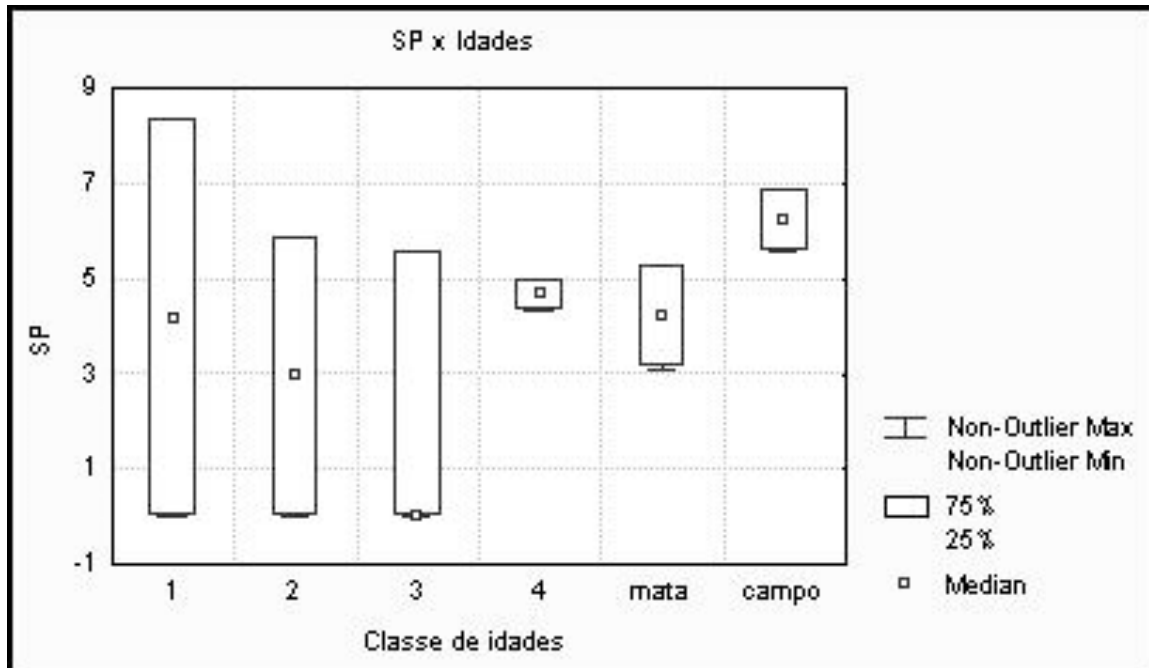


Figura 89 – Relação entre a porcentagem de espécies SP com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 ano, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6anos, 5=mata e 6=campo.

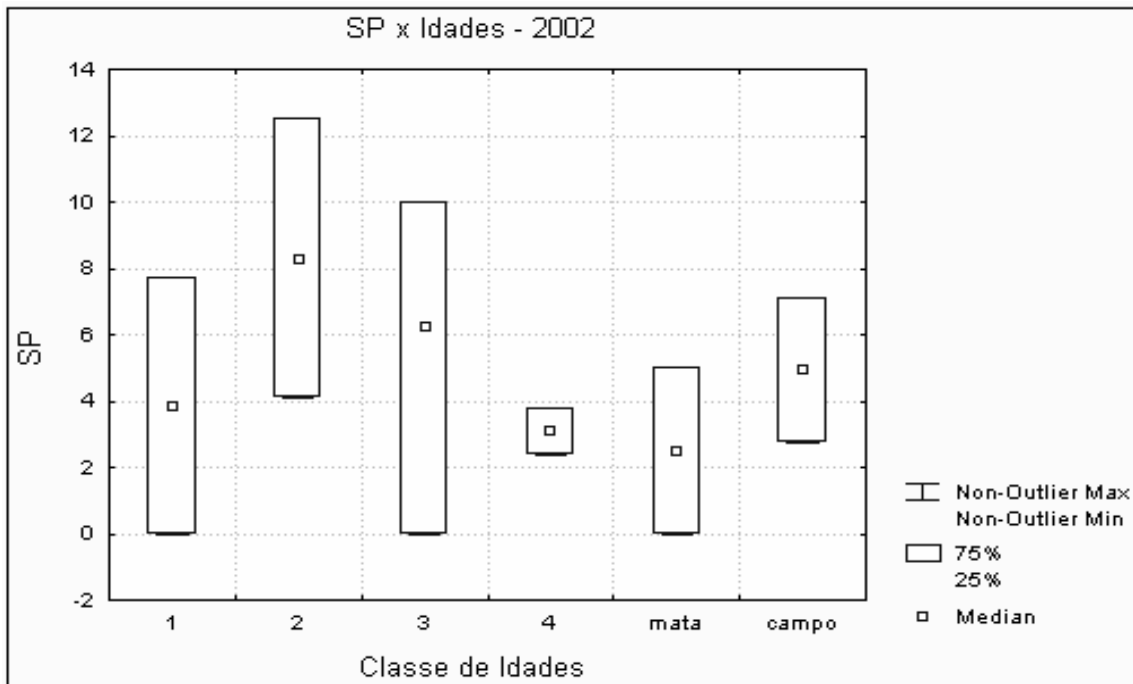


Figura 90 – Relação entre a porcentagem de espécies SP com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 ano, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17anos, 5=mata e 6=campo.

Em 1991 as Áreas Controle de campos apresentavam uma alta porcentagem de formigas SP quando comparadas com as outras áreas (Figura 89). As áreas mais velhas (classe 4) estão tendendo a uma aproximação com as áreas de mata, tanto em 1991 quanto em 2002.

Cripticas - C

As figuras 91 e 92 apresentam os gráficos da relação entre a porcentagem de espécies Crípticas (C) com as áreas revegetadas e as áreas controle (C1 e C2=campo, e M1 e M2= mata), de acordo com a idade de revegetação, em 1991 e 2002, respectivamente.

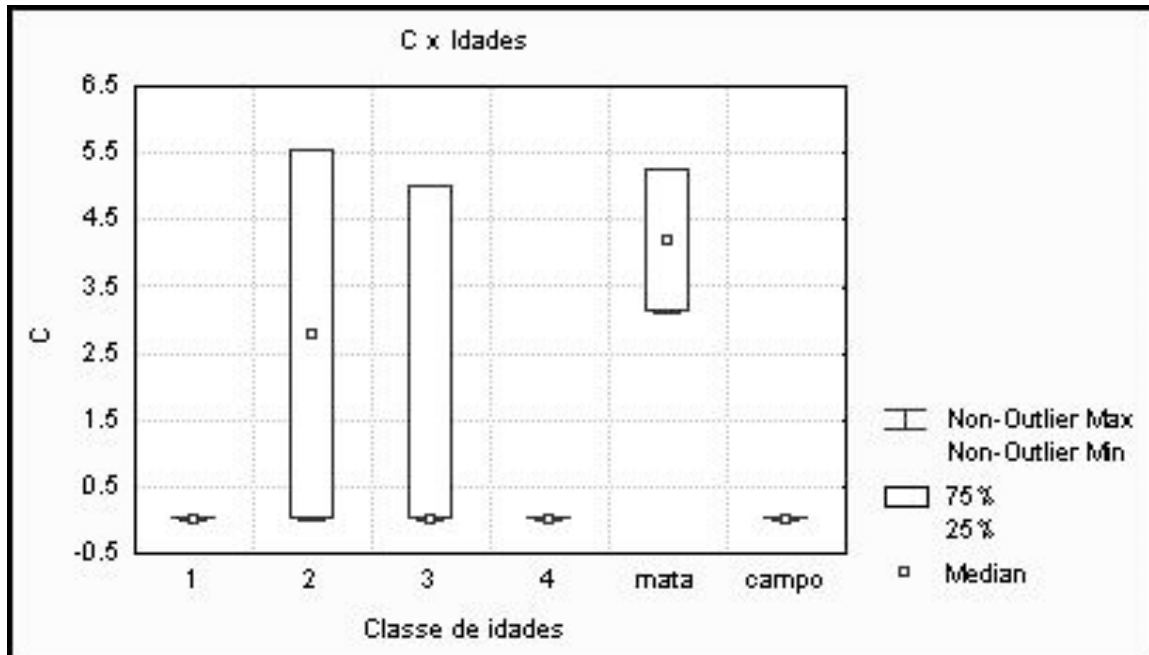


Figura 91 – Relação entre a porcentagem de espécies C com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6 anos, 5=mata e 6=campo.

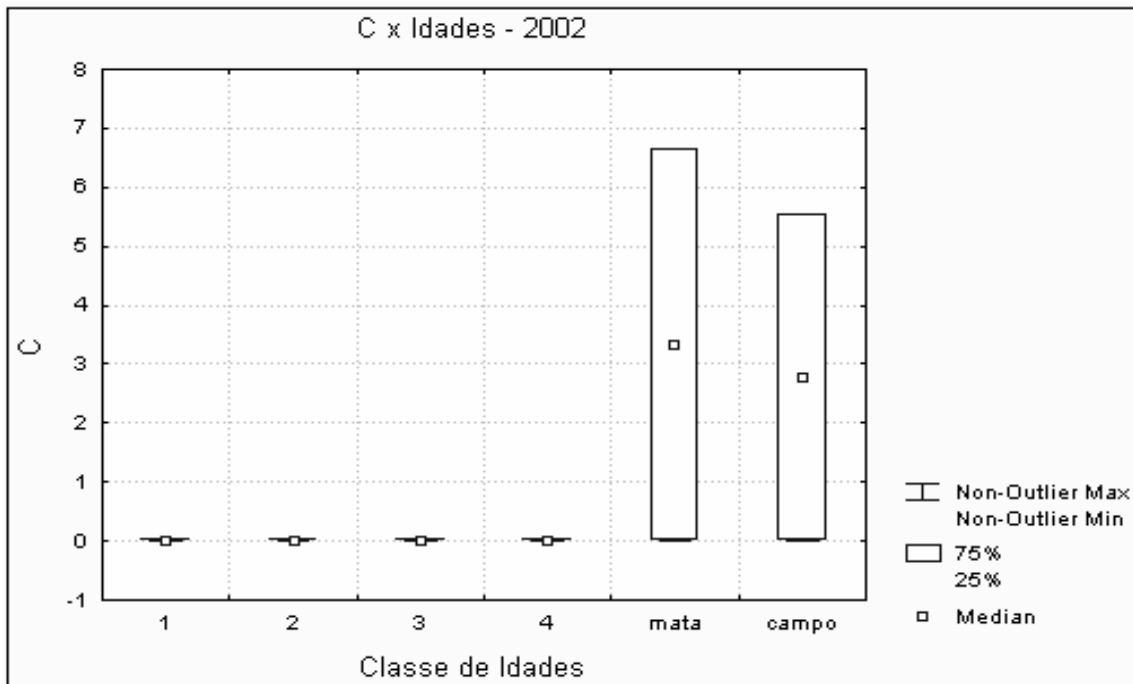


Figura 92 – Relação entre a porcentagem de espécies SP com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 ano, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17anos, 5=mata e 6=campo.

A presença de espécies Crípticas pode indicar a presença de serrapilheira, o que por sua vez pode indicar que existem árvores e sub-bosque no local.

De acordo com o gráfico de 1991 (Figura 91), as áreas revegetadas apresentam poucas ou nenhuma espécies Crípticas, sendo que essas espécies estão presentes nas áreas de mata. As áreas com 2 anos de idade são as únicas que apresentam espécies Crípticas.

Em 2002 (Figura 92) essas espécies também foram observadas nos campos, mas não foram observadas em nenhuma área de revegetação.

A não presença de espécies deste grupo pode ser explicada pela pobre quantidade de serrapilheira nas áreas revegetadas ou pelo tipo de coleta, já que armadilhas pitfall não são as mais indicadas para coletar esse tipo de formigas.

Cripticas / Especialistas de Clima Tropical - C /TCS

As figuras 93 e 94 apresentam os gráficos da relação entre a porcentagem de espécies que são tanto Especialistas de Clima Tropical (TCS) quanto Crípticas (C) com as áreas revegetadas e as áreas controle (C1 e C2 =campo, e M1 e M2= mata), de acordo com as idades de revegetação, em 1991 e 2002, respectivamente.

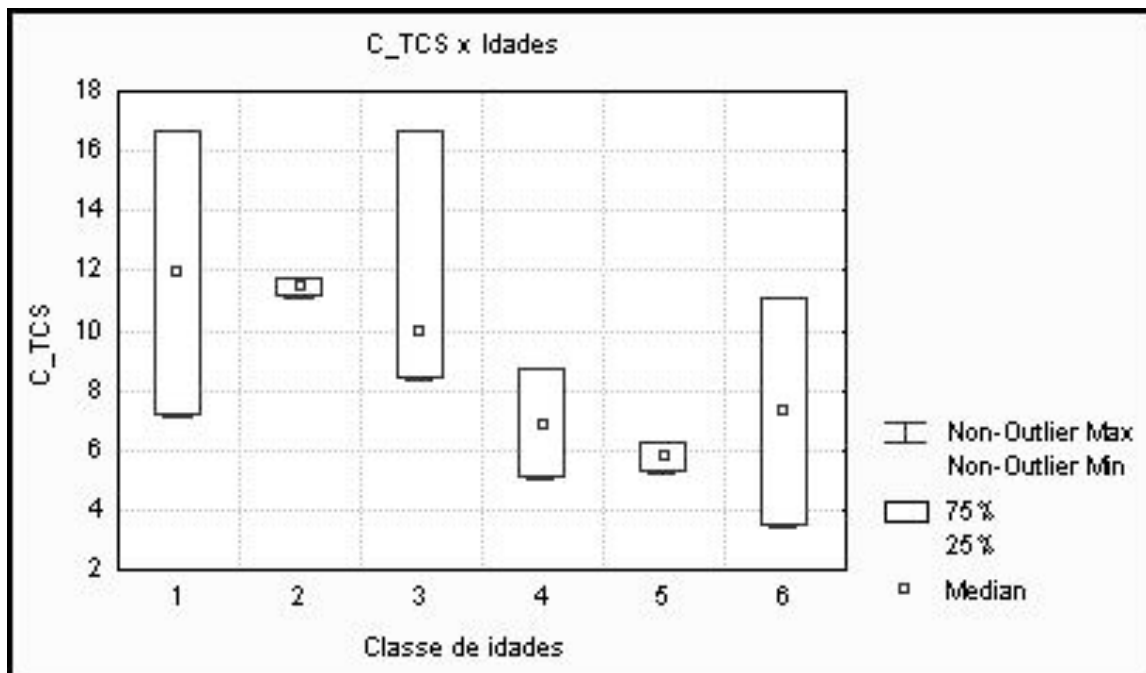


Figura 93 – Relação entre a porcentagem de espécies C/TCS com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6 anos, 5=mata e 6=campo.

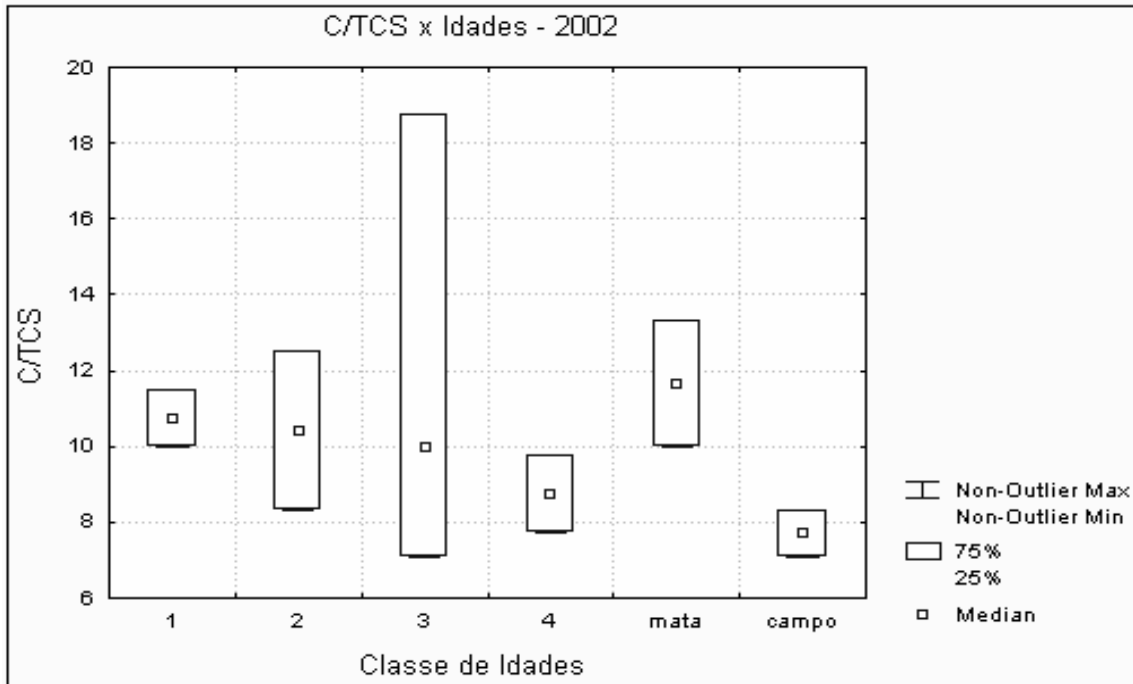


Figura 94 – Relação entre a porcentagem de espécies C/TCS com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17 anos, 5=mata e 6=campo.

Em relação a formigas que podem ser tanto C quanto TCS, tanto em 1991 e 2002, as áreas revegetadas também estão tendendo a uma aproximação com as Áreas Controle.

Dominantes Dolichoderinae / Oportunistas – DD/O

As figuras 95 e 96 apresentam os gráficos da relação entre a porcentagem de espécies que são tanto Dominantes Dolichoderinae (DD) quanto Oportunistas (O) com as áreas revegetadas e as áreas controle (C1 e C2 =campo, e M1 e M2= mata), de acordo com as idades de revegetação, em 1991 e 2002, respectivamente.

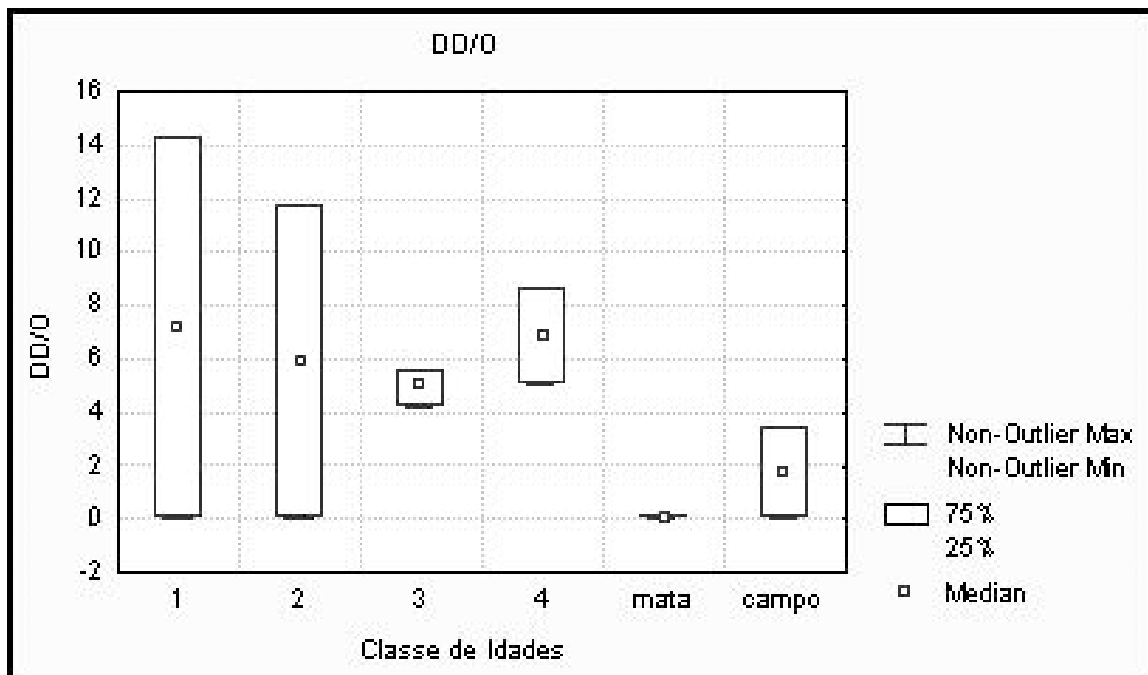


Figura 95 – Relação entre a porcentagem de espécies DD/O com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6 anos, 5=mata e 6=campo.

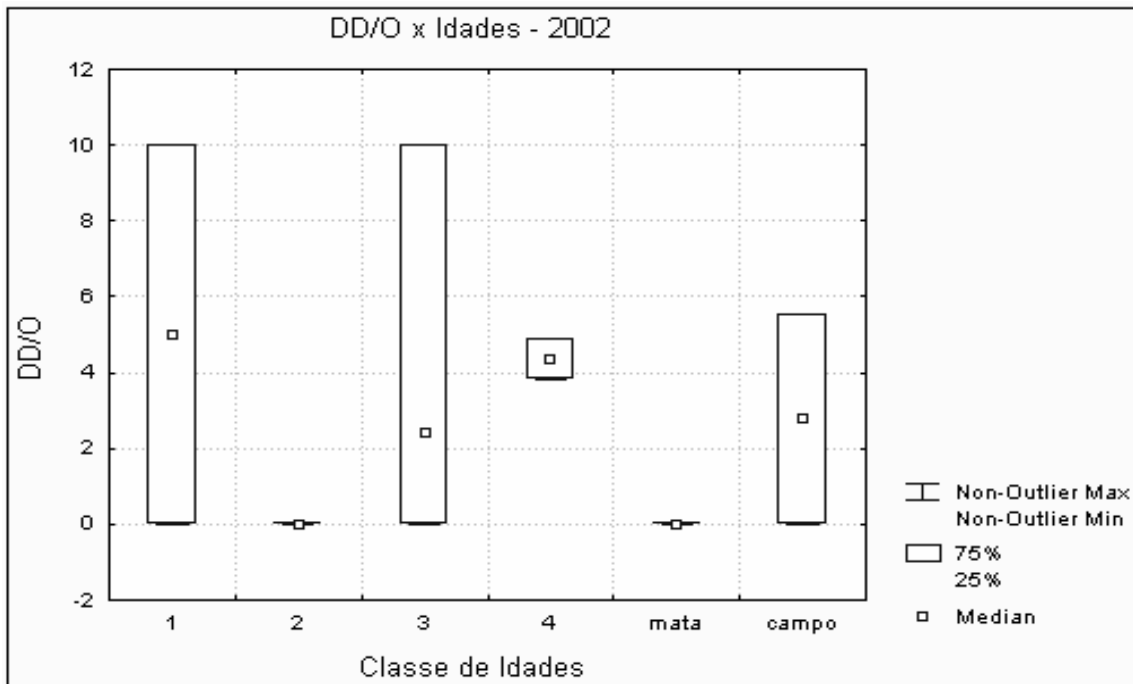


Figura 96 – Relação entre a porcentagem de espécies DD/O com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17 anos, 5=mata e 6=campo.

Em 1991 (Figura 95), do mesmo modo que com as espécies O (Figura 85), não existe relação entre as áreas de revegetação e as Áreas Controle para espécies DD/O. As áreas de mata não apresentavam espécies DD/O, enquanto as áreas de campo apresentavam poucas espécies desse tipo, e as áreas revegetadas não estavam tendendo a uma diminuição dessas espécies com o passar dos anos, já que as áreas mais velhas apresentavam mais espécies DD/O que as intermediárias e as mais novas.

Em 2002 (Figura 96) nota-se uma mudança. A porcentagem de espécies DD/O são menores que em 1991 para todas as áreas, e as áreas intermediárias estão próximas as áreas de campo. Apesar disso, a porcentagem de espécies Oportunistas nas áreas mais velhas continua mais alta que a dos campos. Essas espécies não foram observadas nas áreas de matas.

A classificação dessas espécies em DD/O é um pouco confusa, uma vez que espécies DD normalmente habitam locais não perturbados e são dominantes, enquanto espécies O não são competitivas e habitam locais perturbados.

Generalistas Myrmicines / Especialistas de Clima Quente, Frio ou Tropical - GM/HCTSC

As figuras 97 e 98 apresentam os gráficos da relação entre a porcentagem de espécies que são tanto Generalistas Myrmicines (GM), quanto Especialistas de Clima Quente, Frio ou Tropical com as áreas revegetadas e as áreas controle (C1 e C2 =campo, e M1 e M2= mata), de acordo com as idades de revegetação, em 1991 e 2002, respectivamente.

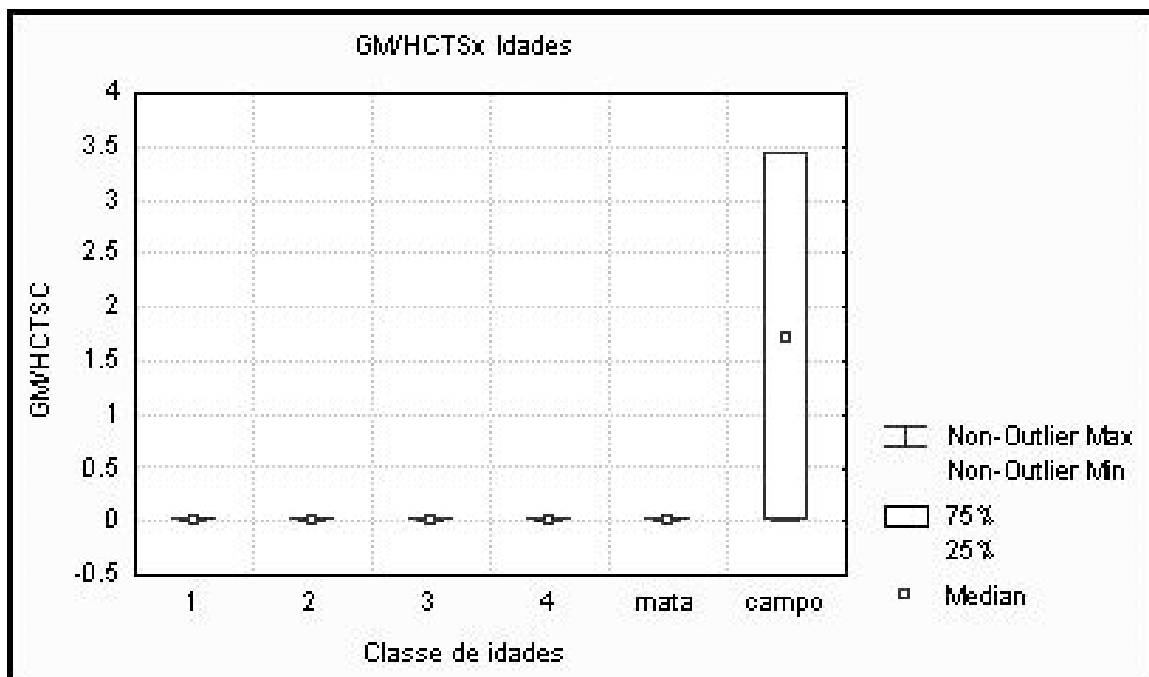


Figura 97 – Relação entre a porcentagem de espécies GM/HCTSC com as áreas revegetadas e as áreas controle em 1991. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6 anos, 5=mata e 6=campo.

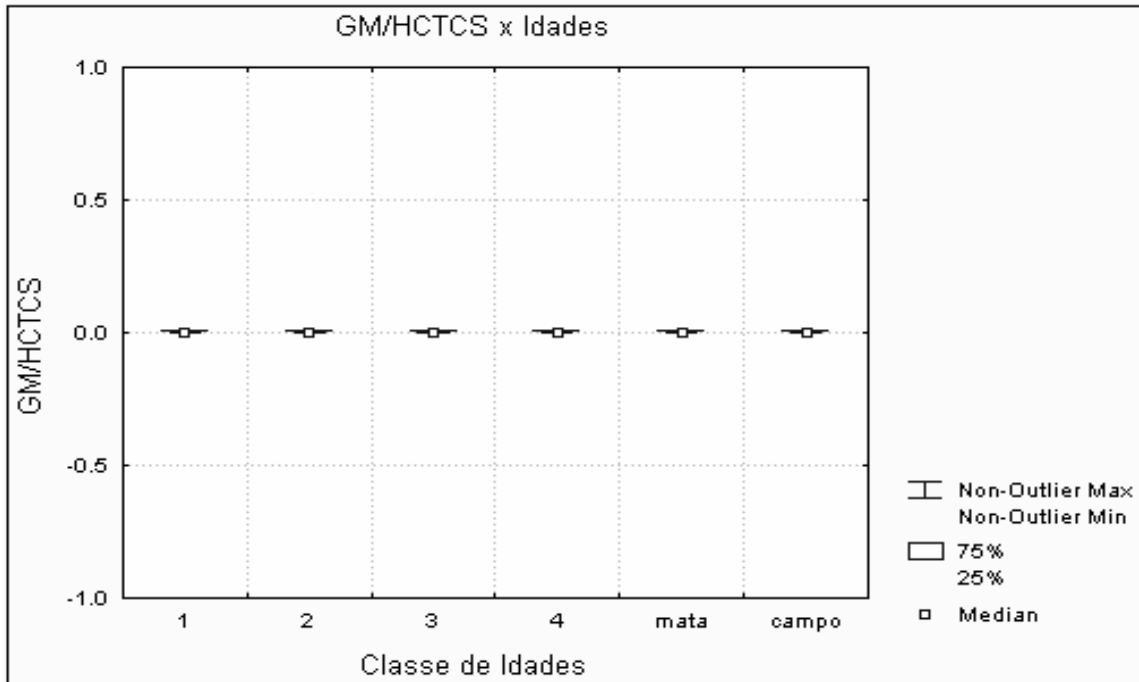


Figura 98 – Relação entre a porcentagem de espécies GM/HCTSC com as áreas revegetadas e as áreas controle em 2002. As áreas revegetadas foram divididas em classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17 anos, 5=mata e 6=campo.

Formigas consideradas GM, HCS, CCS e TCS (denominadas nos gráficos por GM/HCTSC) são encontradas apenas em uma área de campo (C2) em 1991 (Figura 97). Não existe assim relação dessas formigas com as outras áreas.

Em 2002 essas formigas não foram amostradas (Figura 98).

6.3.2 - A Diversidade Beta (β) e os grupos funcionais

A diversidade Beta (β) pode ser representada pela análise de agrupamento (“cluster”), onde através de sucessivos agrupamentos das localidades mais similares estas se combinam para formar um único grupo, em um dendograma singular.

A análise de agrupamento foi realizada combinando todas as áreas (Controle e Revegetadas), com os grupos funcionais de maior destaque, Generalistas Myrmicinae (GM) e Especialistas de Clima Tropical (TCS), em 1991 e 2002.

Esse agrupamento foi realizado pelo programa Statística V. 5, sendo utilizada a distância Euclidiana entre as localidades.

Os dendogramas a seguir (figuras 99 a 102) representam a similaridade entre as áreas em 1991 e 2002, em relação aos grupos funcionais GM e TCS.

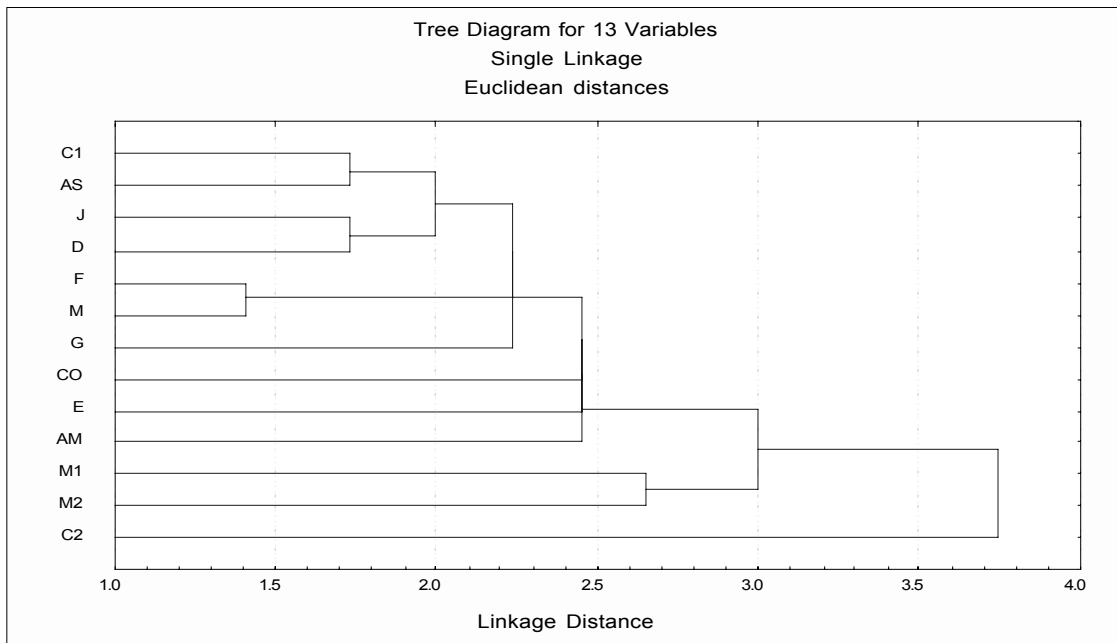


Figura 99 - Dendograma representando a similaridade entre as áreas Controle e revegetadas, de acordo com o Grupo Funcional Generalistas Myrmicinae (GM), em 1991.

O dendrograma da figura 99, representando a similaridade entre as áreas em 1991, em relação às espécies Generalistas Myrmicinaes (GM), apresenta a maior similaridade entre as áreas C2, M2 e M1 (Controle), e AM e E (áreas revegetadas mais jovens).

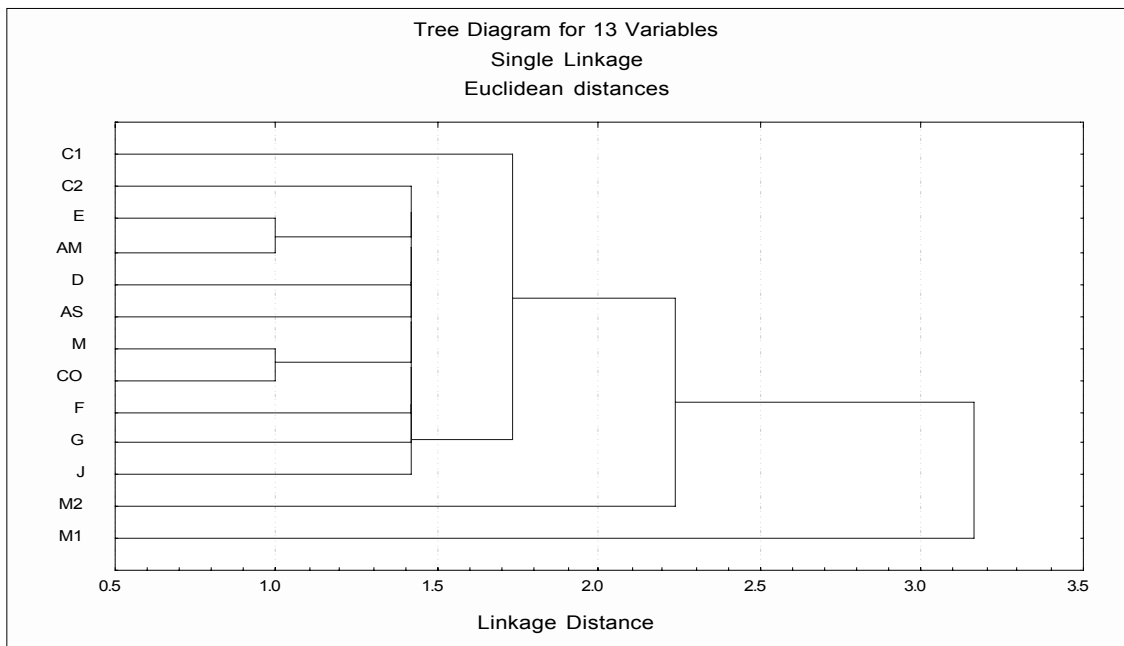


Figura 100 - Dendograma representando a similaridade entre as áreas Controle e revegetadas, de acordo com o Grupo Funcional Especialistas de Clima Tropical (TCS), em 1991.

O dendograma da similaridade entre as áreas em 1991, em relação às espécies Especialistas de Clima Tropical (TCS) demonstra a maior similaridade entre as Áreas Controle (M1 e M2) e as áreas mais velhas (F, M, Co, G), confirmando os resultados da regressão linear, em que ficou evidente a tendência de aproximação das áreas mais velhas com as Áreas Controle.

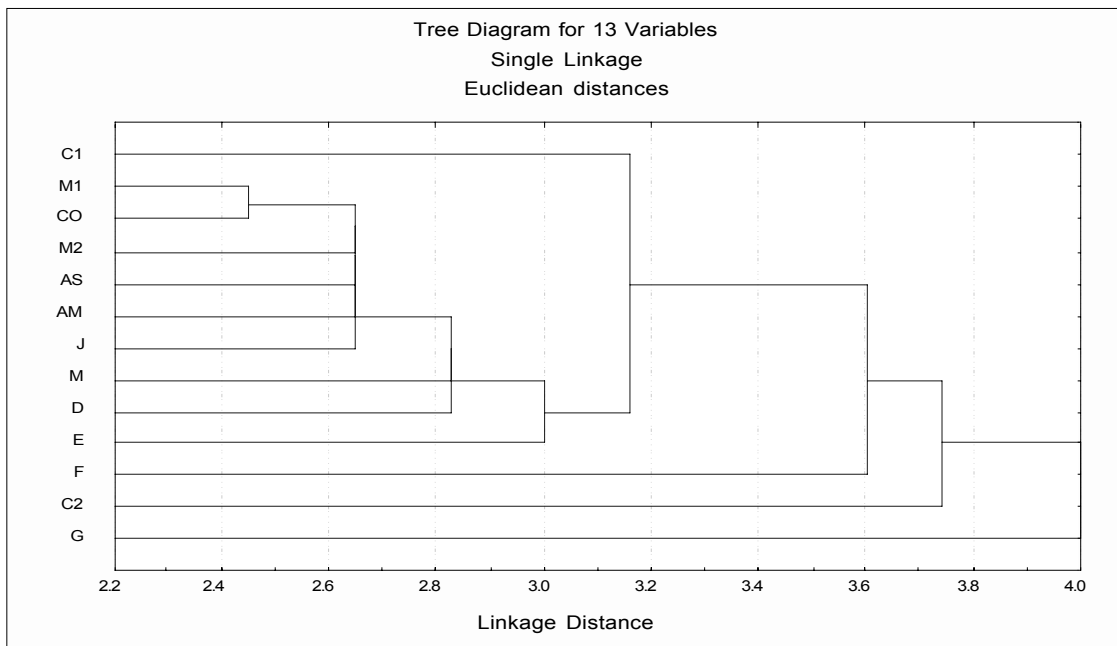


Figura 101 - Dendograma representando a similaridade entre as áreas Controle e revegetadas, de acordo com o Grupo Funcional Generalistas Myrmicinae (GM), em 2002.

Para os dados de 2002, em relação as espécies Generalistas Myrmicinae (GM), existe uma maior similaridade entre as áreas G (revegetada) e C2 (Controle). As áreas Controle de mata apresentaram baixa similaridade com as outras áreas.

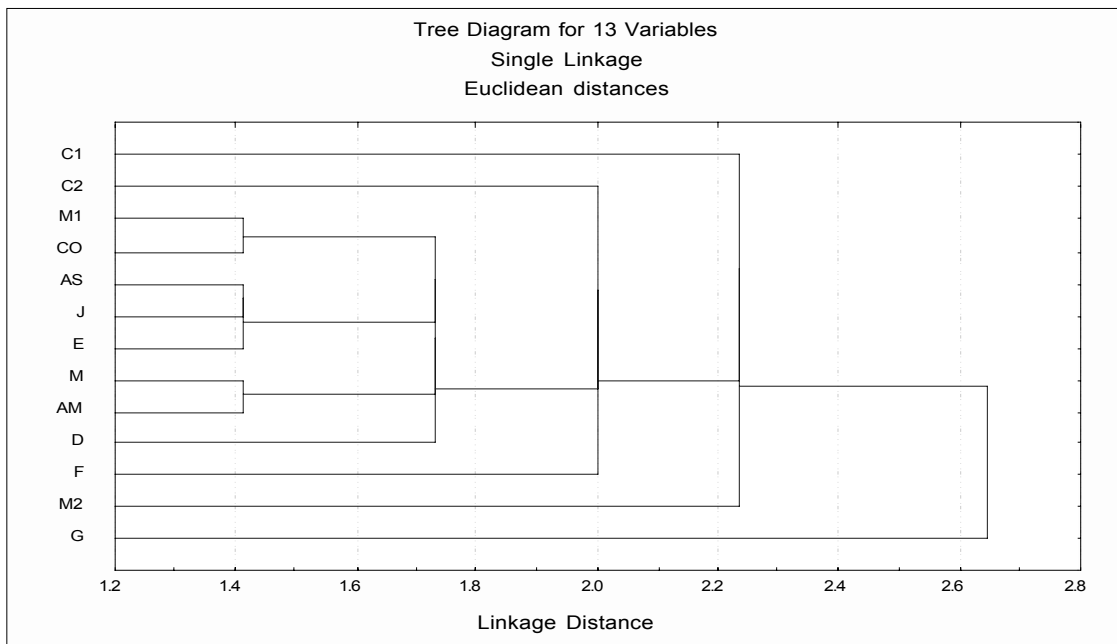


Figura 102 - Dendrograma representando a similaridade entre as áreas Controle e revegetadas, de acordo com o Grupo Funcional Especialistas de Clima Tropical (TCS), em 2002.

Em relação às espécies Especialistas de Clima Tropical (TCS), as áreas mais similares foram G (revegetada), M2 (Controle), F, D, AM e M (todas revegetadas).

Discussão

A maioria das espécies amostradas em todas as áreas é Generalista Myrmicinae (GM). Essas são membros da comunidade de formigas ao longo de todas as regiões quentes do mundo, e são comumente as formigas mais abundantes. A presença de espécies deste grupo sozinho não tem representação significativa, já que essas formigas não são especializadas, podendo sobreviver nos mais diversos habitats, tanto os naturais preservados quanto os degradados. Quando associados a falta de especialistas, essas formigas podem indicar ambientes perturbados.

O outro grupo de destaque, presente em todas as áreas, é o de Especialista de Clima Tropical (TCS), onde a quantidade de espécies cresce nas áreas revegetadas, a medida que elas vão ficando mais velhas, seguindo a tendência de aproximação com as áreas de mata, sugerida pelos dados de 1991. Espécies desse grupo são boas indicadores de qualidade ambiental,

uma vez que são especializadas, e só sobrevivem em ambientes que suportem suas necessidades.

Espécies do gênero *Solenopsis*, que se enquadram tanto no grupo funcional de Especialistas de Clima Tropical (TCS) e Crípticas (C) também ocorrem em todas as áreas, tendo maior destaque nas áreas revegetadas Co e D, em 1991 e Co e E, em 2002. A porcentagem dessas espécies foi mais alta nessas áreas que nas Áreas Controle de mata. A presença dessas espécies em todas as áreas também pode ser considerada um indicador de qualidade ambiental.

O grupo funcional Subordinada Camponotini (SC), composto por formigas do gênero *Camponotus*, também está presente em todas as áreas. Segundo Oliveira & Della Lucia (1992), essas formigas apresentam alta capacidade de invasão e adaptação a novos locais. E grande parte tem ampla distribuição no mundo (Fowler, 1991). Por terem sido muito amostradas em áreas de eucalipto e pouca amostradas em áreas de vegetação nativa, essas formigas foram consideradas por Marinho (2001) como sendo formigas indicadoras de ambientes antropizados. No presente estudo essas formigas representaram 21% das espécies amostradas na Área Controle M2 em 1991, e apenas 5% em 2002. Em 2002 elas representaram 28% das espécies da área revegetada AM (maior porcentagem da coleta de 2002).

As espécies Oportunistas (O) foram amostradas em 1991 apenas nas Áreas Controle de campo (C1 e C2) e na área revegetada J. Em 2002, elas foram amostradas também na Área Controle M2 (mata) e na área G (revegetada). Segundo Andersen (2000), essas espécies são típicas de ambientes ruderais, não são especializadas e são pouco competitivas. Sua presença pode sugerir um ambiente perturbado. A presença de espécies Oportunistas (O), na área de mata M2 (Controle) talvez se explique pelo fato dessa área estar próxima à áreas perturbadas por ocupação humana ou por áreas já mineradas.

Predadoras Especialistas (SP) não foram amostradas nas áreas revegetadas G, AS, D e AM em 1991. Em 2002 elas não foram observadas apenas nas áreas G e AM. As Predadoras Especialistas (SP) tem a dieta

especializada em outros artrópodes, e normalmente apresentam baixa densidade de população (Andersen, 2000).

Espécies Dominantes Dolichoderinae (DD), compostas nas áreas por formigas dos gêneros *Linepithema* e *Dorymyrmex* (que também é considerada Oportunista – O), não foram amostradas em 1991 nas áreas revegetadas J e AM, e em 2002 nas áreas M e AS (também revegetadas).

Formigas Especialistas de Clima Quente (HCS) não foram amostradas nas áreas C1 e M2 (Controle) tanto em 1991 quanto em 2002, e nas áreas revegetadas AS (1991) e F (2002). Essas formigas são mais encontradas em regiões áridas (Andersen, 2000). Elas podem estar ocorrendo em clareiras nas matas e nas áreas revegetadas e em áreas de campo com alto grau de insolação.

As Especialistas de Clima Frio (CCS) foram amostradas apenas na Área Controle M2, em 2002.

De modo geral, a composição de grupos funcionais não diferiu muito nas áreas, de 1991 para 2002. A maioria das espécies de formigas está concentrada em 3 grupos funcionais (GM, TCS e SC). Isso ocorre tanto para as Áreas Controle quanto para as áreas revegetadas.

Em relação as classes de idades, as áreas com 15 e 17 anos (classe 3 e 4, respectivamente) são as que mais estão se aproximando das Áreas Controle de mata, tanto em 1991 quanto em 2002.

6.3.3 - As espécies amostradas e as idades de revegetação

Análises de Regressão Linear Múltipla também foram feitas considerando o número total e a porcentagem de espécies amostradas nas áreas de estudo nas duas coletas (1991 e 2002), para analisar a relação das áreas revegetadas com as Áreas Controle. A partir dessas análises foram confeccionados gráficos *Box Plots* – tipo *Box-Whiskers*. As análises e os gráficos foram feitos pelo programa *Statistica V. 5*.

As idades das revegetações foram agrupadas em classes, como para as análises de grupos funcionais, do número 1 ao 6, sendo 1 = 2 e 13 anos,

2=3 e 14 anos, 3=4 e 15 anos e 4=6 e 17 anos. As idades foram calculadas para 1991 e 2002. Esses números representam: 1 = áreas E e AM; 2 = áreas J e D; 3 = áreas Co, G e AS; 4 = áreas F e M. O número 5 representa as matas (M1 e M2) e o número 6 os campos (C1 e C2).

Os dados foram analisados de acordo com o modelo (com o padrão que fixa o intercepto) e forçados ao zero, para avaliar quando as análises foram mais significativas (probabilidade de erro $p < 0,0500$). As análises mais significativas estão em vermelho.

A Tabela 14 apresenta os resultados da Regressão Linear Múltipla para as áreas de estudo (Áreas Controle e revegetadas) e o número e porcentagem de espécies amostradas, em relação as idades de revegetação.

Tabela 14: Resultados das análises de Regressão Múltipla para áreas de estudo (revegetadas e controles) em relação as idades de revegetação, e espécies amostradas. Dados de 1991 e 2002.

Espécies	Áreas									
	FORÇANDO AO ZERO					DO MODELO				
	FÓRMULA (GF=intercepto+ou - classe de idades)		R ²	F(1,12)	p	FÓRMULA (GF=intercepto+ou - classe de idades)		R ²	F(1,11)	p
intercepto (ordenada)	classe de idades(abscissa)	intercepto (ordenada)				classe de idades(abscissa)				
Espécies 1991	–	5,0471	0,8870	94,234	<0,0000	13,2947	1,9148	0,3975	7,2593	<0,02087
Espécies 2002	–	6,3507	0,7152	0,8457	<0,0001	25,9454	0,2379	0,0137	0,01511	<0,9043
Porcentagem de espécies 1991	–	1,9481	0,8871	94,3030	<0,0000	5,1305	0,7394	0,3980	7,2742	<0,0207
Porcentagem de espécies 2002	–	1,8238	0,7151	30,1330	<0,0001	7,4505	0,06851	0,00137	0,0151	<0,9041

De acordo com os resultados, quando forçadas ao zero, todas as análises são significativas ($p < 0,05$). Quando os dados seguem o modelo, apenas espécies de 1991 apresentam correlações significativas.

A Tabela 15 apresenta os resultados da Regressão Linear Múltipla para as áreas de estudo (Áreas Controle e revegetadas) e o número e porcentagem de espécies amostradas, em 1991 e 2002, não agrupadas em relação as idades.

Tabela 15: Resultados das análises de Regressão Múltipla para áreas de estudo (revegetadas e controles) em relação ao número de espécies amostradas. Dados de 1991 e 2002.

Espécies	Áreas									
	FORÇANDO AO ZERO					DO MODELO				
	FÓRMULA (GF=intercepto+ou - classe de idades)					FÓRMULA (GF=intercepto+ou - classe de idades)				
	intercepto (ordenada)	classe de idades(abcissa)	R ²	F(1,25)	p	intercepto (ordenada)	classe de idades(abcissa)	R ²	F(1,24)	p
Espécies 1991 e 2002	-	1,3865	0,7334	68,7770	<0,0000	19,6215	0,2758	0,05342	1,3545	<0,2559

Existe correlação significativa apenas com os dados forçados a zero.

Os gráficos a seguir representam as relações das classes de idades com o número de espécies amostrados por classes de idades (Figuras 103 e 104).

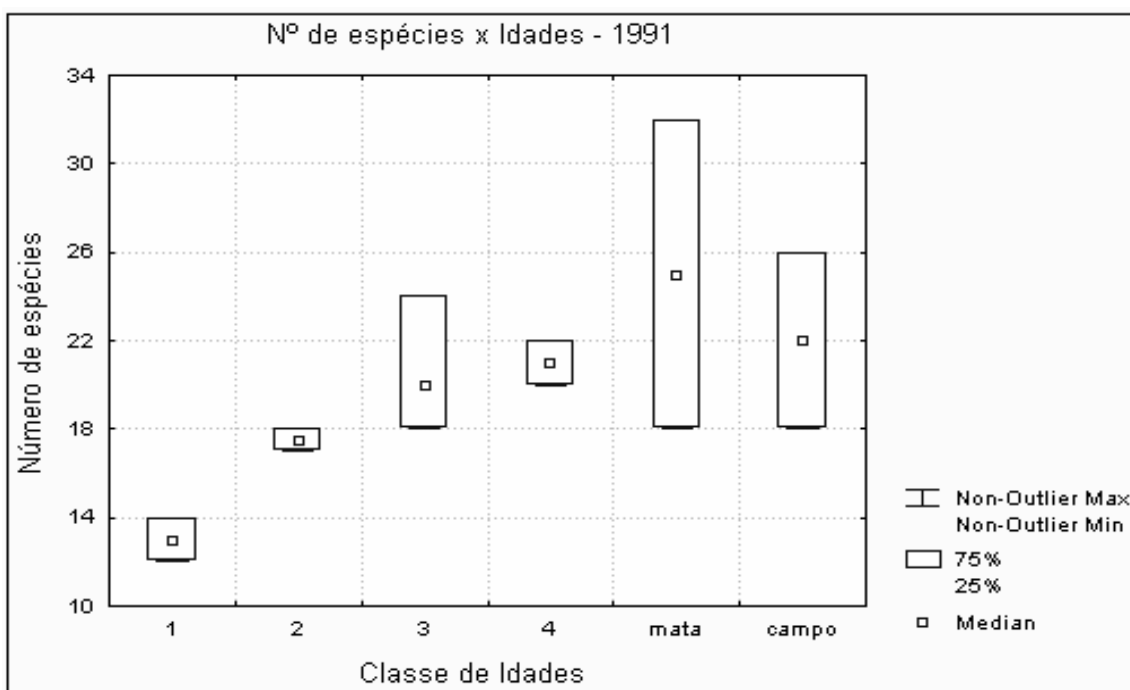


Figura 103 – Relação entre o número de espécies amostrados em 1991 e as áreas de estudo (Áreas Controle e revegetadas), de acordo com a classe de idades, sendo 1=2 anos, 2=3 anos, 3=4 anos, 4=6 anos, 5=mata e 6=campo.

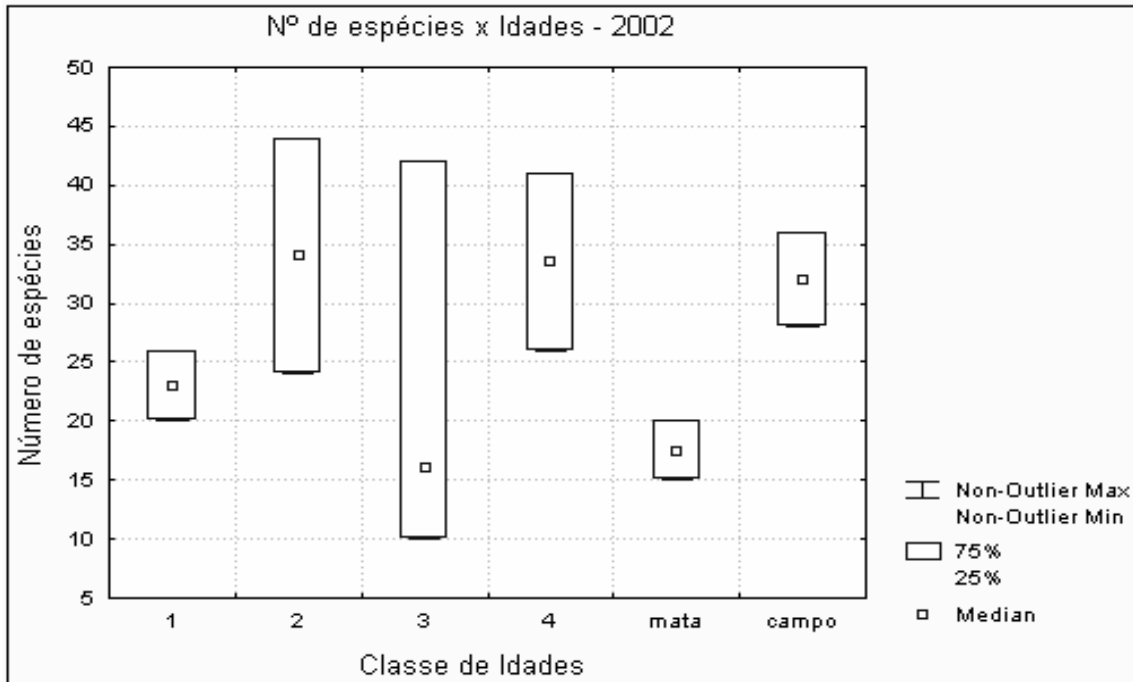


Figura 104 - Relação entre o número de espécies amostrados em 2002 e as áreas de estudo (Áreas Controle e revegetadas), de acordo com a classe de idades, sendo 1=13 anos, 2=14 anos, 3=15 anos, 4=17anos, 5=mata e 6=campo.

Pelos gráficos, em 1991 a quantidade de espécies aumentava de acordo com o aumento da idade de revegetação, ou seja, áreas mais velhas estavam tentando se aproximar do modelo das áreas de mata. Mas em 2002 as áreas de mata apresentaram menor número de espécies amostrado, e as áreas mais velhas o maior número, bem próximas das áreas de campo.

Discussão

Um baixo número de espécies na classe de idade “mata” (Controle) foi observado em 2002. A área M1 apresentou, em 1991, 15 gêneros e 32 espécies, e em 2002, 13 gêneros e 20 espécies. A área M2 apresentou, em 1991, 11 gêneros e 18 espécies, e em 2002, 13 gêneros e 20 espécies. apenas M1 em 1991 apresentou uma alto número de espécies, o que fez com que o gráfico de classe de idades elevasse o número de espécies das matas. Mas tanto para M2 em 1991, quanto para as duas áreas de mata em 2002, esse número foi bem próximo e mais baixo. Em relação a composição de grupos funcionais, essa diferença tão expressiva não existiu.

6.4 - Análise de Temperatura da Matriz

As matrizes de presença e ausência contêm dois níveis de informação. Além disso, para especificar quais espécies ocorrem em cada área, essas matrizes também refletem a “hospitalidade” relativa das áreas para as espécies em estudo, assim como a prevalência das condições ambientais necessárias para suportar cada espécie. Esta informação torna-se visível apenas depois da matriz ser totalmente agrupada. Para isso a hospitalidade diferencial é ordenada da maior para a menor, iniciando no topo da matriz. Igualmente, a prevalência e a amplitude do nicho de espécies são ordenadas para a esquerda. A ordem das linhas e colunas surge da reorganização das linhas e colunas da matriz, para minimizar a ausência e presença inesperada (NESTED - Atmar e Patterson, 1993).

Apesar de poucas matrizes serem perfeitamente aninhadas, todas as matrizes podem ser agrupadas a um estado máximo de aninhamento. A mais alta área é entendida como a área mais hospitaleira. Do mesmo modo, as espécies mais a esquerda são aquelas cujas exigências de nichos são mais comuns e prevalentes, sendo mais resistentes a extinção ou mais propensas a colonização (NESTED - Atmar e Patterson, 1993). Então, em todas as áreas, as espécies mais suscetíveis à extinção estarão sempre mais a direita (Atmar e Patterson, 1993). Isso pode ser observado no gráfico da Figura 105. O gráfico gerado pelo programa NESTED, de agrupamento máximo da matriz, é representado da seguinte maneira:

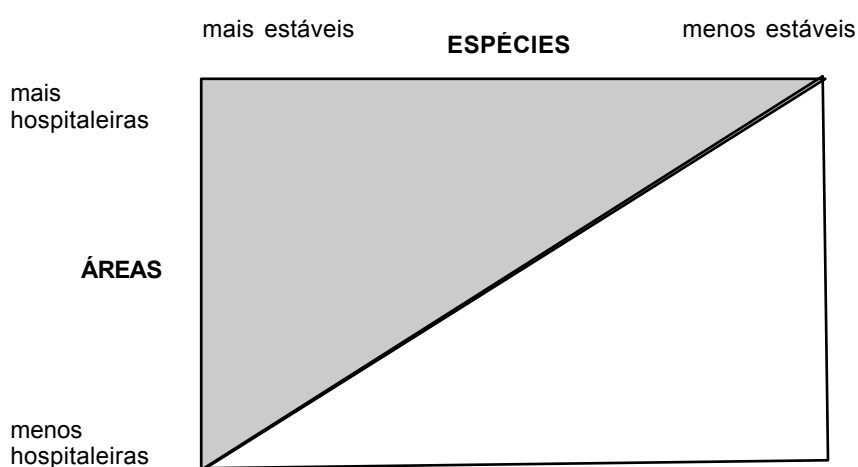


Figura 105: Gráfico vetorial da probabilidade de extinção implícito na matriz agrupada maximizada. Retirado de Atmar e Patterson (1993). Modificado pela autora.

A matriz informativa maximizada será uma matriz quadrada aninhada com 50% de preenchimento, quando a presença de espécies por área forem agrupadas no triângulo superior do gráfico. A ordem de extinção das espécies será determinada ao máximo, sendo a área um hábitat conveniente (Figura 105) (Atmar e Patterson, 1993).

As matrizes de presença e ausência dos dados obtidos nesse estudo foram maximizadas da seguinte maneira: considerando apenas os dados da primeira coleta (1991), e considerando apenas os dados da segunda coleta (2002). Os dados foram ainda divididos em duas matrizes: a primeira considerando áreas controle com as áreas revegetadas, e a segunda considerando apenas as áreas revegetadas.

Foram gerados para os dados considerados, 2 tipos diferentes de gráficos: os gráficos da Matriz maximizada com Temperatura da Matriz calculada e os gráficos da Temperatura da Matriz.

Em relação ao gráfico da Temperatura da Matriz, quanto mais próximo de 0° mais espécies seriam dependentes umas das outras, ou seja, apresentariam um padrão agregado de distribuição, e quanto mais próximo de 100° mais aleatória seria essa distribuição (Atmar e Patterson, 1993).

A simulação de Monte Carlo é usada para estimar a probabilidade que a estrutura de aninhamento em um modelo de distribuição possa ser produzido aleatoriamente. Para cada análise de Temperatura da Matriz, a simulação de Monte Carlo foi feita 500 vezes.

Os gráficos a seguir foram gerados pelo programa NESTED (Atmar e Patterson, 1993).

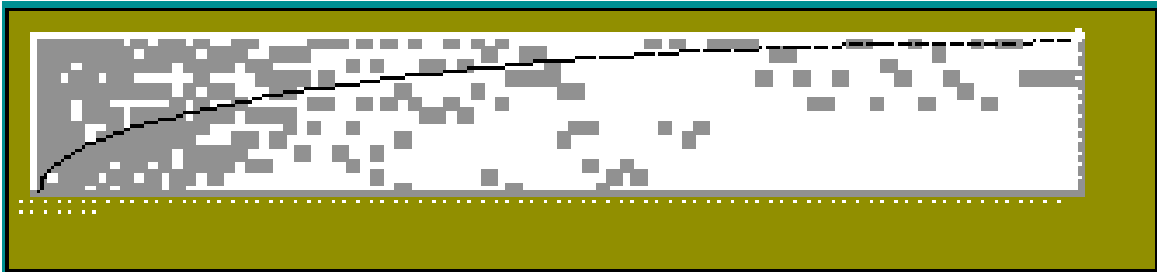


Figura 106- Matriz maximizada com temperatura da matriz calculada. Dados de 1991 - considerando todas as áreas.

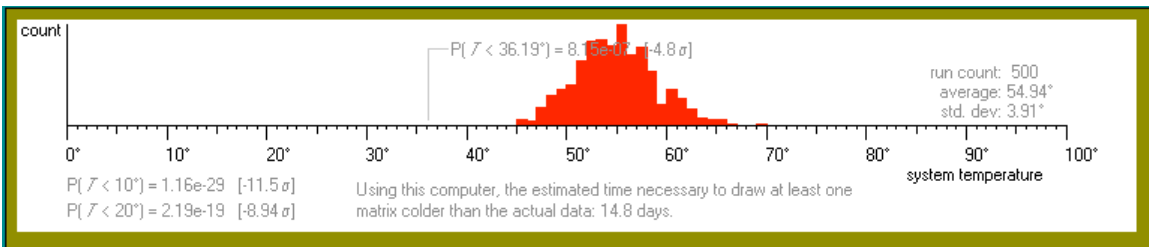


Figura 107 – gráfico da temperatura da matriz para os dados de 1991 - considerando todas as áreas. Temperatura do sistema = 36,19°; Temperatura média = 54,94°, desvio padrão = 3,91°.

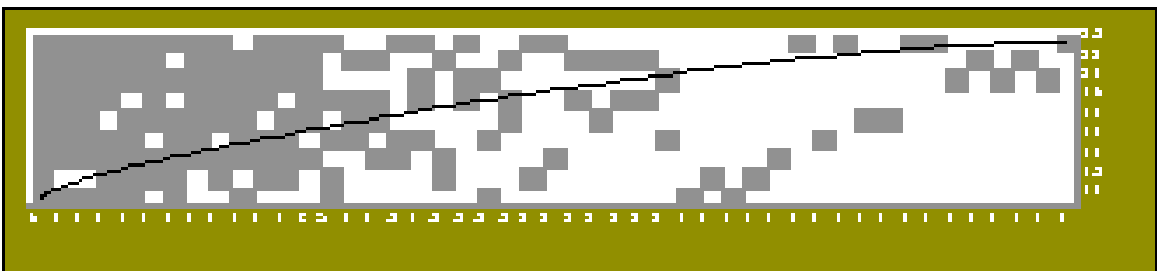


Figura 108- Matriz maximizada com temperatura da matriz calculada. Dados de 1991 - considerando apenas áreas revegetadas.

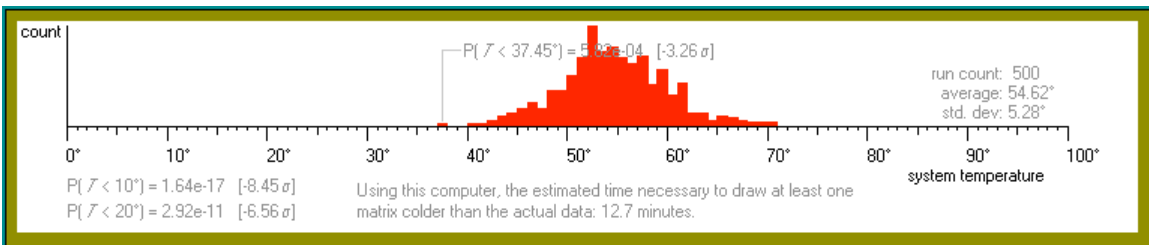


Figura 109 – Gráfico da temperatura da matriz para os dados de 1991 - considerando apenas áreas revegetadas. Temperatura do sistema = 37,45°; Temperatura média = 54,62°, desvio padrão = 5,28°.



Figura 110- Matriz maximizada com temperatura da matriz calculada. Dados de 2002 - considerando todas as áreas.

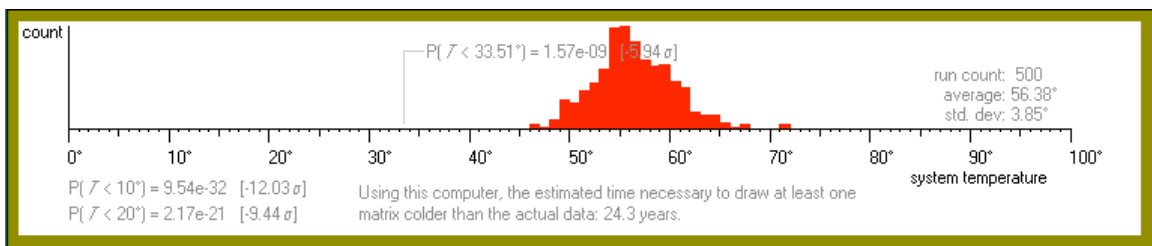


Figura 111 – Gráfico da temperatura da matriz para os dados de 2002 - considerando todas as áreas. Temperatura do sistema = 33,51°; Temperatura média = 56,38°, desvio padrão = 3,85°.

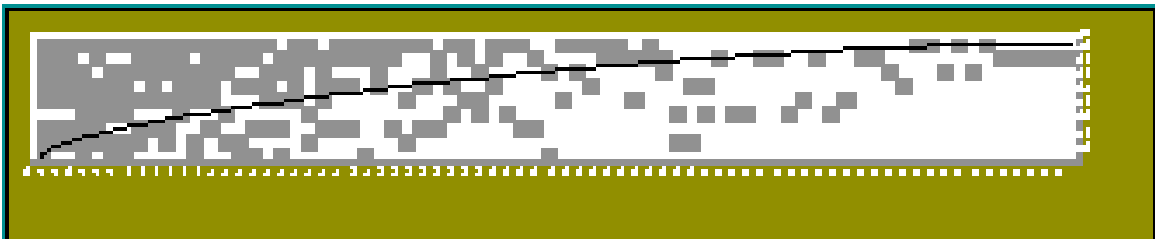


Figura 112 - Matriz maximizada com temperatura da matriz calculada. Dados de 2002 - considerando apenas áreas revegetadas.

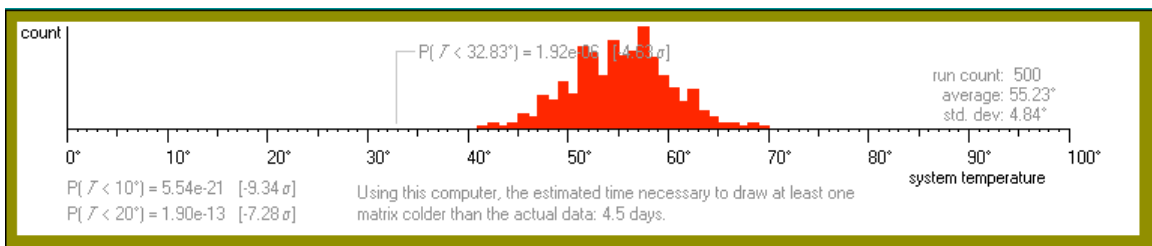


Figura 113 – Gráfico da temperatura da matriz para os dados de 2002 - considerando apenas áreas revegetadas. Temperatura do sistema = 32,83°; Temperatura média = 55,23°; desvio padrão = 4,84°.

Dados de 1991 e 2002 considerando Áreas Controle

Considerando as análises de Temperatura da Matriz para os dados de 1991 e 2002, incluindo as Áreas Controle, nota-se que:

A temperatura do sistema para 1991 foi de $36,19^{\circ}$ e para 2002 de $33,51^{\circ}$, o que mostra que as espécies são dependentes entre si.

A temperatura média de $54,94^{\circ}$ com desvio padrão de $3,91^{\circ}$ em 1991, e $56,38^{\circ}$ com desvio padrão de $3,85^{\circ}$, em 2002.

Os gráficos que incluem as Áreas Controle não diferem muito dos gráficos apenas das áreas revegetadas.

Dados de 1991 e 2002 considerando apenas áreas revegetadas

De acordo com as análises de Temperatura da matriz, para os dados de 1991 e 2002, apenas para as áreas revegetadas, nota-se que:

A temperatura do sistema para 1991 foi de $37,45^{\circ}$ enquanto para 2002 foi de $32,83^{\circ}$. Desse modo, em ambos os casos, as espécies são dependentes umas das outras, já que a temperatura está mais próxima de 0° que de 100° . Essa dependência representa uma menor aleatoriedade das extinções.

A temperatura média das duas matrizes também não foi muito diferente, sendo $54,62^{\circ}$ com desvio padrão de $5,28^{\circ}$ para 1991, e $55,23^{\circ}$ com desvio padrão de $4,84^{\circ}$ para 2002.

Avaliando os gráficos da matriz maximizada, nota-se uma pequena diferença entre 1991 e 2002. Em 2002 a quantidade de espécies menos estáveis em áreas menos hospitaleiras é menor, enquanto o número de espécies mais estáveis em áreas mais hospitaleiras é um pouco maior (maior preenchimento no topo do gráfico) (Figura 112).

Discussão

Não houve diferenças significativas nas Temperaturas do sistema e médias para os dois anos. Em ambas as análises, ocorre a dependência das espécies, sugerindo uma menor aleatoriedade das extinções, ou seja, que a ordem de extinções das espécies pode ser determinada. Pelos gráficos da

Matriz maximizada, em 2002 ocorrem áreas mais hospitaleiras, com mais espécies estáveis que em 1991.

De acordo com Atmar e Patterson (1993), quando a ordem de extinção das espécies for determinada ao máximo, o hábitat será conveniente. Então, quanto mais dependentes essas espécies forem, mais hospitaleiro o habitat será.

7 - Conclusões

Validação das formigas como bioindicadores

Importantes relações nas colônias de formigas dizem respeito a estrutura da vegetação (Andersen, 1991). Desse modo, paralelos entre as formigas e o substrato em que se encontram têm favorecido a utilização da mesmas como grupos funcionais (Andersen, 1995). Segundo King et al (1998), o modelo de grupos funcionais de comunidades de formigas tem sido muito utilizado para analisar as respostas destas comunidades às perturbações ambientais. De acordo com os resultados obtidos, pôde-se concluir que as formigas são bons bioindicadores, uma vez que respondem as mudanças do ambiente, e a composição faunística caracteriza a paisagem, como confirmado pelas análises de grupos funcionais em 1991 e 2002. Dessa forma, foi possível validar o uso de formigas como bioindicadores, uma vez que a classificação em grupos funcionais indica, através de associações da distribuição, do habitat, do microhabitat e da biologia de certas espécies, informações sobre o ambiente, podendo caracterizá-lo.

Estágio de recuperação das áreas revegetadas

A partir das análises estatísticas e dos grupos funcionais conclui-se que ocorreu uma melhora ambiental nas áreas revegetadas.

Tanto em 1991 quanto em 2002, a maioria das espécies de formigas está concentrada em 3 grupos funcionais, que são: Generalistas Myrmicinae (GM), Especialistas de Clima Tropical (TCS) e Subordinadas Camponotini (SC). Isso foi observado nas Áreas Controle nas áreas revegetadas.

A Diversidade Beta (β) foi mais elevada em 1991, indicando que as áreas contribuíram com menos espécies nesta época. As análises de

Afinidade e Similaridade, e a Diversidade de Mosaico (m), detectaram variações na composição de espécies, e uma alta complexidade ambiental, que aumentou de 1991 para 2002. Essa alta complexidade ($m > 3$) é característica de áreas de mata, indicando que as áreas revegetadas estão se aproximando das condições naturais.

Os resultados das análises de Temperatura da Matriz sugeriram uma dependência entre as espécies amostradas, tanto em 1991 quanto em 2002, representando uma menor aleatoriedade das extinções (ordem de extinções das espécies pode ser determinada), além de uma maior distribuição de áreas hospitaleiras e espécies estáveis em 2002. Quanto maior o número de áreas hospitaleiras e espécies estáveis, mais o modelo se aproxima do habitat conveniente, sugerido por Atmar e Patterson (1993). Existem ainda muitas espécies instáveis e áreas não hospitaleiras, mas a quantidade de espécies estáveis em áreas hospitaleiras é grande, sugerindo uma melhora ambiental.

Em relação a Recuperação (quando o local é trabalhado de modo que as condições ambientais acabem se situando próximas às condições anteriores à intervenção – ABNT, 1989), acredita-se que as áreas estão caminhando para isso, uma vez que estão conseguindo se aproximar das condições das Áreas Controle (pelo menos em relação as análises consideradas neste trabalho).

Sugere-se um acompanhamento contínuo do desenvolvimento das espécies plantadas, das condições de solo e da composição da fauna local, para que essas áreas alcancem um estado “ecologicamente satisfatório”, evitando, por exemplo, a dominância de espécies como Eucaliptos e Bracatingas (não nativas).

No futuro, para um melhor entendimento das condições ambientais das áreas revegetadas, novas coletas de formigas deverão ser feitas, acompanhadas de um estudo da vegetação e das condições do solo (como análises químicas de fertilidade). Assim o manejo poderá ser bem direcionado.

Referências

- ABREU, S. F. 1973. *Recursos Minerais do Brasil*. Editora Blücher Ltda. São Paulo, SP, Brasil. et al
- ALMEIDA, F.F.M., 1967. Origem e evolução da plataforma brasileira. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do rio de Janeiro. v.241, p.1-36.
- ANDERSEN, A. N. 1990. The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: A review and a recipe. Proceedings of the Ecological Society of Australia. v.16, p.347-357.
- ANDERSEN, A. N. 1991. Responses to ground-foraging Ant communities to three experimental fire regimes in a savana Forest of tropical Australia. *Biotropica*. v.23(4b), p.575-585.
- ANDERSEN, A. N. 1992. Regulation of “momentary” diversity by dominant species in exceptionally rich ant communities of the Australian seasonal tropics. *American Naturalist*. v.140, p.401-420.
- ANDERSEN, A. N. 2000. Global ecology of rainforest ants. In AGOSTI, D. MAJER, J. D., ALONSO, L. E. & SCHULTZ, T. R. (ed.) *Ants – Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington & London, Smithsonian Institution Press, p.25-34.
- ATMAR, W., PATTERSON, B.D. 1993. The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitat. *Oecologia*. v. 96, p.373-382.
- BARCELOS, J. H.; MAURO, C.A.; SILVA, C.M.S; MARINHO, V.L.F., THOMAZIELLO, S.A. 1996. Degradação ambiental na extração de areias: estudos de casos e propostas de soluções. *Geociências*. São Paulo, V.15(1):129-146.
- BELLOTTI, N. M. 1987. Efeito do alumínio na germinação e desenvolvimento do gergilim (*Sesamum indicum*, L.). Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista-UNESP, Rio Claro, SP, trabalho de formatura, 33p.
- BESTELMEYER, B.T. & WIENS, J.A. The effects of land use on the structure of ground-foraging ant communities in the Argentine Chaco. *Ecological Applications*, v.6, n.4, p.1225-1240, 1996.
- BRANDÃO, C.R.F. 1992. Adendos ao catálogo das formigas da região neotropical (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Brasileira de Entomologia*. v.35. p.319-412.
- BROWN, J. H. 1995. *Macroecology*. Chicago, Illinois, USA: University of Chicago Press.

BROWN, W. L., Jr. 2000. Diversity of ants. In In AGOSTI, D. MAJER, J. D., ALONSO, L. E. & SCHULTZ, T. R. (ed.) *Ants – Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington & London, Smithsonian Institution Press, 45-79

DISNEY, R. H. L. 1986. Assessments using invertebrates: posing the problem. *Wildlife Conservation Evaluation*. Chapman and Hall, London, England: M. B. Usher, editor, p.271-293.

DNPM, 2000. MÁRTIRES, R. A. Aluminum. *Mineral summary*, Brasília, vol. 20, p.23-24.

DNPM, 2000. *Anuário Mineral Brasileiro 2000*, Brasília, vol. 29, p. 163-168.

DUTILLEUL, P. 1993. Spacial heterogeneity and the design of ecological field experiments. v.74. p.1646-1658.

FERREIRA, G.C. 1993. Impactos ambientais na mineração de carvão na região de Criciúma, SC. *Geociências*. São Paulo, v.12(2):541-550.

FOWLER, H.G. 1996. *Biodiversidade em assembléias locais e regionais de formigas neotrópicas arbóreas e epigaéicas (Hymenoptera :FORMICIDAE)*. Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista-UNESP, Rio Claro, SP, Tese de Livre Docência em Ecologia, 256p.

FOWLER, H. G. 1998. Provas de melhoria ambiental. *Ciência Hoje*. v.24, no 142, p.69-71.

GATTO, L.C.S.; RAMOS, V.L.S.; NUNES, B.T.A.; MAMEDE, L.; GÊES, M.H.B.; ALVARENGA, S.M.; FRANCO, E.M.S.; QUIRINO, A.F.; NEVES, L.B. 1983. Geomorfologia. *RADAMBRASIL*. V.32, P.351-352.

GISLER, L.E. 1995. O uso da serapilheira na recomposição da cobertura vegetal em áreas mineradas de bauxita, Poços de Caldas, MG. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de mestrado em Ecologia, 146p.

GREENSLADE, P. 1973. Sampling ants with pitfall traps: digging-in effects. *Insects Societx*. v.20. p.343-353.

GREENSLADE, P. J. M., GREENSLADE, P. 1984. Invertebrates and enviromental assessment. *Enviromental and Planning*. v.3, p.13-15. (Hylty & Merenlender, 2000)

<http://www.abal.br> - site consultado em maio de 2002.

http://www.hightech.com.br/eng_pri1.html - site consultado em abril de 2001.

INFORME SETORIAL MINERAÇÃO E METALURGIA Nº 25 - Abril/1999

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). 1992. Mineração e Meio Ambiente. Brasília, 111p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). 1990. Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação. Brasília.

JAMES, A., EVISON, L. 1979. Biological indicators of water quality. John Wiley, Chichester, England.

KEMPF, W.W. 1972. Catálogo abreviado das formigas da região neotropical (Hymenoptera: Formicidae). *Studia Ent.* v.15, p. 3-344.

KING, J.R., ANDERSEN, A.N., CUTTER, A.D. 1998. Ants as bioindicators of disturbance: validaion of the funcional group model for Australia's humid tropics. *Biodiversity and Conservation.* v.7, p.1627-1638.

KOTSCHOUBEY, B. 1988. Geologia do Alumínio. In: *Principais Depósitos Minerais do Brasil.* DNPM, Brasília. V. 3, p.599-620.

LYNCH, J. F. Seasonal, successional, and vertical segregation in a Maryland ant community. *Oikos.* v.37, 183-198p, 1981.

LORENZO, J.S. 1991. Regeneração natural de uma área minerada de bauxita em Poços de Caldas, MG. Tese apresentada ao curso de Ciência Florestal da Universidade Federal de Viçosa para obtenção do título de "Magister Scientiae". Viçosa, MG, 151p.

MAJER, J. D. 1983. Ants: Bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. *Environmental Management.* v.7, p375-383.

MAJER, J. D. 1989. Animals in primary succession: the role of fauna in reclaimed lands. Cambridge, England: Cambridge University Press.

MAJER, J.D. 1992. Ant recolonisation of rehabilitated bauxite mines of Poços de Caldas, Brazil. *Journal of Tropical Ecology.* v.8.p.97-108.

MARTOS, H.L. & MAIA, N.B. (eds) 1997. Indicadores ambientais. Ed. PUCC/SHELL. Brasil, Sorocaba, SP.

MASCARENHAS, G.R. 1987. Aspectos ambientais na elaboração de um plano de aproveitamento econômico. *Engenharia.* v.461, p.54-57.

MELLO, F.A.F.; SOBRINHO, M.O.C.B.; ARZOLA, S.; NETTO, A.C.; KIEHL, J.C. 1983. Fertilidade do solo. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP- Piracicaba- São Paulo: Nobel. 400p.

MORAES, F.T. 2000. Borboletas (Lepdoptera) como indicadores de sucesso de reabilitação de áreas degradadas por mineração de Bauxita em Poços de Caldas, MG. Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista- UNESP, Rio Claro, SP, Trabalho de Formatura do curso de Ecologia, 73p.
Oliveira et al (2001)

PARISI, C. A. 1988. Jazidas de Bauxita da Região de Poços de Caldas, Minas Gerais-São Paulo. In: *Principais Depósitos Minerais do Brasil*. DNPM, Brasília. V. 3, 661-666p.

PEA, 2000. Relatório do Programa de Expansão do Alumínio.

PRIMAVESI, A. 1985. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. 6 ed. São Paulo: Nobel.543p.

OLIVEIRA, A.J.; GARRIDO, W.E.; ARAUJO, J.D.; LOURENÇO, S. (Coord).1991. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: EMBRAPA – SEA. 392p.

OLIVEIRA, R.R.; SOZA, B.I.; MARTIN, C.W.; TOFOLLI, D.G.; SODRÉ, D.O; DELAMONICA, P. 1987. Evolução de estruturas de ciclagem em cinco estágios sucessionais na R.B. Praia do Sul, R.J. Anais do XLV Congresso Nacional de Botânica - Resumos - São Leopoldo do Sul, R.S. p.79-84.

RAMOS, C. R. 1982. Perfil analítico do alumínio. *Departamento Nacional da Produção Mineral*, boletim 55.
Relatório do Programa de Expansão de Alumínio – PEA (2000)

ROCHA, P. S. 1999. Recuperação de áreas degradadas - utilização de formigas como bioindicadores. Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista- UNESP, Rio Claro, SP, Trabalho de Formatura do curso de Ecologia, 55p.

ROSENBERG, D. M., DANKS, H.V., LEHMKUHL, D. M. 1986.Importance of insects in environmental impact assessment. *Environmental Management*. v.10, p.773-783.

SCHEINER, S. M. 1992. Measuring pattern diversity. *Ecology*. v.73, 1860-1867p.

SOUTHWOOD, T.R.E.1978. *Ecological methods*. London, Chapman & Hall. 2end.ed. 524p.

ULBRICH, H.H. G. J., ULBRICH, M. N.C. 1992. O maciço alcalino de Poços de Caldas, MG – SP: características petrográficas e estruturas. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 37, Anais... Roteiro de excursão, Impressão DNPM, São Paulo.

URURAHY, J. C., COLLARES, J. E. R, SANTOS, M. M., BARRETO, R.A. A. 1983. Vegetação – As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. In: RADAM BRASIL, v.32, p.588-589.

WILSON, M.V; SCHMIDA, A. 1991. Measure beta diversity with presence-absence data. Ecology. v.72. p.1055-1064.

WIENS , J.A. & MILNE, B.T. 1989 Scaling of “landscapes” in landscape ecology, or landscape ecology from a beetle’s perspective. Landscape Ecology, 3:87-96.

WILLIANSO, N. A., JOHNSON, M. S., BRADSHAW, A.D. 1982. Mine wastes reclamation. The establishment of vegetation on mine wastes. Mining Journal Books, Liverpool, 103p.

ANEXO 1

Pontos marcados no GPS (Global System Position), definindo os locais de coleta (armadilhas para cada área, em 2002. Coordenadas UTM e coordenadas locais (definidas e utilizadas pela Alcoa Alumínio S/A, para as áreas de Poços de Caldas). C1, C2 (campos) e M1, M2 (matas) são as Áreas Controle, as demais são as áreas revegetadas.

Ponto	Ponto	UTM		Local		Cota
		E	N	E	N	
Alto Selado	10	343763.03	7590996.73	6812.07	6523.25	1495
Alto Selado	15	343754.90	7590946.83	6803.94	6473.35	1480
Alto Selado	20	343807.64	7591017.47	6856.68	6543.99	1479
Colina	1	343395.12	7590900.86	6444.16	6427.38	1499
Colina	5	343395.77	7590834.43	6444.81	6360.95	1492
Colina	10	343405.06	7590766.24	6454.10	6292.76	1493
Córrego do Meio	1	347040.62	7588732.88	10089.66	4259.40	1472
Córrego do Meio	5	347052.75	7588725.62	10101.79	4252.14	1402
Campo do Saco AM	10	331355.54	7586646.17	-5595.42	2172.69	1268
Campo do Saco AM	15	331270.37	7586715.40	-5680.60	2241.92	1262
Campo do Saco C2	10	331666.02	7586944.73	-5284.94	2471.25	1323
Campo do Saco C2	15	331750.43	7586947.47	-5200.53	2473.99	1309
Campo do Saco C2	20	331845.74	7586896.80	-5105.22	2423.32	1304
Galinha	10	344079.85	7587152.25	7128.89	2678.77	1371
Galinha	15	343988.17	7587188.26	7037.21	2714.78	1365
Galinha	20	343894.47	7587253.78	6943.51	2780.30	1357
Retiro Branco C1	1	342146.50	7590102.43	5195.54	5628.95	1436
Retiro Branco C1	5	342147.75	7590150.42	5196.79	5676.94	1460
Retiro Branco C1	10	342119.47	7590222.11	5168.51	5748.63	1516
Retiro Branco C1	15	342113.91	7590260.81	5162.95	5787.33	1519
Retiro Branco C1	20	342085.24	7590197.78	5134.28	5724.30	1502
Retiro Branco F	10	343399.77	7589372.94	6448.81	4899.46	1442
Retiro Branco F	12	343413.22	7589408.14	6462.26	4934.66	1435
Retiro Branco F	20	343432.41	7589559.64	6481.45	5086.16	1436
Retiro Branco J	5	342549.69	7589940.33	5598.72	5466.85	1485
Retiro Branco J	10	342628.60	7589978.01	5677.63	5504.53	1490
Retiro Branco J	15	342724.81	7590008.49	5773.85	5535.01	1505
Retiro Branco M1	10	343992.37	7589576.20	7041.41	5102.72	1405
Retiro Branco M1	15	344078.47	7589584.43	7127.51	5110.95	1400
Retiro Branco M1	20	344195.88	7589561.58	7244.92	5088.10	1400
Retiro Branco M	10	343325.77	7589538.30	6374.80	5064.82	1470
Retiro Branco M	15	343354.17	7589629.00	6403.21	5155.52	1466
Retiro Branco M	16	343328.34	7589626.90	6377.38	5153.42	1473
Retiro Branco M	20	343303.20	7589554.69	6352.24	5081.20	1475
Santa Rosália D	10	340502.78	7591601.14	3551.82	7127.66	1614

ANEXO 1

Pontos marcados no GPS (Global System Position), definindo os locais de coleta (armadilhas para cada área, em 2002. Coordenadas UTM e coordenadas locais (definidas e utilizadas pela Alcoa Alumínio S/A, para as áreas de Poços de Caldas). C1, C2 (campos) e M1, M2 (matas) são as Áreas Controle, as demais são as áreas revegetadas.

Santa Rosália D	12	340485.18	7591637.88	3534.22	7164.39	1627
Santa Rosália D	13	340500.54	7591652.79	3549.58	7179.31	1634
Santa Rosália D	14	340507.38	7591658.40	3556.42	7184.92	1636
Santa Rosália D	15	340526.18	7591675.19	3575.21	7201.71	1643
Santa Rosália D	20	340610.98	7591640.98	3660.02	7167.50	1631
Santa Rosália E	10	340615.03	7591580.12	3664.07	7106.64	1618
Santa Rosália E	20	340655.08	7591539.92	3704.12	7066.44	1605
Santa Rosália M2	10	340487.79	7591204.24	3536.83	6730.75	1578
Santa Rosália M2	15	340519.42	7591143.65	3568.46	6670.17	1553
Santa Rosália M2	20	340520.14	7591071.69	3569.18	6598.21	1528

ANEXO 2

Tabela contendo os gêneros amostrados nas áreas de estudo, com sub-família, tribo, distribuição habitat, microhabitat, biologia e grupos funcionais. Informações retiradas de Brown (2000), Fowler, 1996, coletas de 1991 e coletas de 2002.

Gêneros	Sub Família	Tribo	Distribuição	Habitat	Microhabitat	Biologia	G. F
<i>Pheidole</i>	Myrmicinae	Pheidolini	Ampla nos trópicos e temperaturas quentes	Floresta úmida	A maioria nidifica no solo, algumas em troncos podres	Muitas coletoras de sementes, outras onívoras	GM
<i>Solenopsis</i>	Myrmicinae	Solenopsidini	Ampla nos trópicos e temperaturas quentes	Floresta úmida	Nidificam no solo, em montes de areia e serrapilheira	Forrageadoras generalistas e oportunistas	C, TCS
<i>Pogonomyrmex</i>	Myrmicinae	Myrmicini	Regiões Neotropical e Neártica	Floresta úmida	Nidificam no solo	Forrageadoras generalistas e coletoras de sementes	HCS
<i>Crematogaster</i>	Myrmicinae	Crematogastrini	Regiões tropicais e temperadas	Estepes e desertos	Arbóreas, nidificam em troncos e galhos ociosos	Forrageadoras generalistas	GM
<i>Acromyrmex</i>	Myrmicinae	Attini	Regiões Neotropical e Sul Neártica	Floresta úmida, Savana	Nidificam no solo	Cultivadoras de fungos	TCS
<i>Cyphomyrmex</i>	Myrmicinae	Attini	Regiões Neotropical e Sul Neártica	Estepes e desertos	Nidificam no solo,	Cultivadoras de fungos	TCS
<i>Camponotus</i>	Formicinae	Camponotini	Ampla distribuição no mundo	Regiões áridas a úmidas	Nidificam no solo, em árvores mortas e dentro das árvores	Cultivadoras de fungos	SC
<i>Brachymyrmex</i>	Formicinae	<i>Brachymyrmecini</i>	Regiões Neotropical e Neártica e às vezes outros locais	Mata	Forrageiam em sementes, árvores e frutas caídas	Forrageiras generalistas	TCS
<i>Linepithema</i>	Dolichoderinae	Dolichoderini	Neotropical, às vezes em áreas quentes ou temperadas	Epigaeicas, arbóreas	Forrageiam no solo, embaixo de pedras, em madeiras e nas árvores	Forrageiras generalistas	DD
<i>Dorymyrmex</i>	Dolichoderinae	Dolichoderini	Regiões Neotropical e Neártica	Mata, savana	Arbórea	Forrageadoras generalistas	DD/O
<i>Gnaptogenys</i>	Ponerinae	Ectatommini	Regiões Neotropical, Sul Neártica, Oriental	Mata, savana	Forrageiam no solo e troncos podres	Predadoras e necrófagas	TCS
<i>Heteroponera</i>	Ponerinae	Ectatommini	Região Neotropical, Austrália e Nova Zelândia	Floresta úmida	Nidificam em troncos	Predadoras	CCS
<i>Pachycondyla</i>	Ponerinae	Ponerini	Ampla distribuição nos trópicos e alguma ocorrência em temperaturas quentes	Floresta úmida	Nidificam na serrapilheira	Predadoras	SP
<i>Wasmannia</i>	Myrmicinae	Blepharidattini	Região Neotropical, chegando a África Ocidental, Nova Caledônia, Galápagos	Mata	Arbórea forrageando no solo em galhos podres	Generalistas forrageadoras	TCS
<i>Oxyopocus</i>	Myrmicinae	Solenopsidini	Região Neotropical	Floresta úmida	Nidificam em folhas	Algumas spp. em ninhos de <i>Pheidole</i> spp.	TCS
<i>Apterostigma</i>	Myrmicinae	Attini	Região Neotropical	Floresta úmida	Nidificam no solo	Cultivadoras de fungos	TCS
<i>Trachymyrmex</i>	Myrmicinae	Attini	Regiões Neotropical e Sul Neártica	Mata, savana	Nidificam no solo	Cultivadoras de fungos	TCS
<i>Strumigenys</i>	Myrmicinae	Dacetini	Ampla distribuição nos trópicos e em áreas de temperaturas quentes, exceto na Região Oeste Paleártica	Nidificam na serrapilheira	Nidificam no solo	Predadoras de Colembolos	C
<i>Procryptocerus</i>	Myrmicinae	Cephalotini	Região Neotropical	Mata	Nidifica e forrageia nas árvores	Algumas são comedoras de pólen	TCS
<i>Pseudomyrmex</i>	Pseudomyrmecinae	Pseudomyrmecini	Regiões Neotropical e Sul Neártica	Floresta subtropical e floresta úmida	Majoria arbórea (ninho e forrageio), poucas epigaeicas	Generalistas predadoras	TCS
<i>Megalomyrmex</i>	Myrmicinae	Solenopsidini	Região Neotropical	Mata, savana (campo)	Nidificam no solo ou sob folhas e pedras	Generalistas forrageadoras	TCS
<i>Paratrechina</i>	Formicinae	Lassini	Ampla distribuição nos trópicos e temperados	Floresta úmida	Nidificam no solo, forrageiam nas árvores	Forrageadoras generalistas	O
<i>Hypoponera</i>	Ponerinae	Ponerini	Ampla distribuição tropical, em altas temperaturas	Mata, savana	Nidificam na serrapilheira	Forrageadoras generalistas	C

ANEXO 2

Tabela contendo os gêneros amostrados nas áreas de estudo, com sub-família, tribo, distribuição habitat, microhabitat, biologia e grupos funcionais. Informações retiradas de Brown (2000), Fowler, 1996, coletas de 1991 e coletas de 2002.

<u>Gêneros</u>	<u>Sub Família</u>	<u>Tribo</u>	<u>Distribuição</u>	<u>Habitat</u>	<u>Microhabitat</u>	<u>Biologia</u>	<u>G. F</u>
<i>Baciseros</i>	Myrmicinae	Bacicerotini	Região Neotropical	Mata	Substrato das matas	Predadoras de cupins	C
<i>Ectatomma</i>	Ponerinae	Ectatommini	Região Neotropical	Mata, savana (campo)	Nidificam no solo e em troncos ocos	Predadoras	O
<i>Monomorium</i>	Myrmicinae	Solenopsidini	Ampla distribuição nos trópicos e e em temperaturas quentes	A maioria habita ambientes secos	Nidificam em ramos ocos e cavidades de outras plantas	Forrageadoras e coletoras generalistas	GM HCS CCS TCS
<i>Labidus</i>	Dorylinae	Ecitonini	Regiões Neotropical a Sul Neártica	Mata, savana (campo)	Epigaeica	Atacam outras formigas	TCS
<i>Trachymyrmex</i>	Myrmicinae	Attini	Regiões Neotropical e Sul Neártica	Mata, savana (campo)	Nidificam no solo	Cultivadoras de fungo	TCS
<i>Neivamyrmex</i>	Ecitoninae	Ecitonini	Regiões Neotropical e Sul Neártica	Floresta úmida	Hypogaeicas	Atacam outras formigas	TCS

ANEXO 3

Porcentagem de espécies encontradas nos grupos funcionais amostrados nas áreas de estudo em 1991. C1:Retiro Branco; C2: Campo do Saco; M1: Santa Rosália; M2: Retiro Branco, essas quatro são áreas controle. F: Retiro Branco; M: Retiro Branco; Co: Colina; G: Galinha; AS: Alto do Selado; J: Retiro Branco; D: Santa Rosália; E: Santa Rosália; AM: Campo do Saco, essas nove são áreas revegetadas.

Grupos funcionais	Áreas (1991) - PORCENTAGENS												
	C1	C2	M1	M2	F	M	Co	G	AS	J	D	E	AM
GM	44.44	37.93	40.62	31.57	35	39.13	33.33	45.83	40	41.17	44.44	41.66	49.99
TCS	16.66	24.13	28.12	21.05	15	13.04	11.11	16.66	10	5.88	16.66	8.33	7.14
HCS	0	3.44	3.12	0	0	4.34	5.55	4.16	5	5.88	5.55	8.33	7.14
CCS	0	0	0	5.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	11.11	3.44	9.37	21.05	20	13.04	16.66	12.5	15	11.76	5.55	8.33	14.28
O	5.55	6.89	0	0	0	0	0	0	0	5.88	0	0	0
DD	5.55	6.89	6.25	5.26	15	8.69	5.55	8.33	10	0	11.11	8.33	0
SP	5.55	6.89	3.12	5.26	5	4.34	5.55	0	0	5.88	0	8.33	0
C	0	0	3.12	5.26	0	0	0	0	5	0	5.55	0	0
C/TCS	11.11	3.44	6.25	5.26	5	8.69	16.66	8.33	10	11.76	11.11	16.66	7.14
DD/O	0	3.44	0	0	5	8.69	5.55	4.16	5	11.76	0	0	14.28
GM/HCS/TCS/CCS	0	3.44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO 3

Porcentagem de espécies encontradas nos grupos funcionais amostrados nas áreas de estudo em 2002. C1:Retiro Branco; C2: Campo do Saco; M1: Santa Rosália; M2: Retiro Branco, essas quatro são áreas controle. F: Retiro Branco; M: Retiro Branco; Co: Colina; G: Galinha; AS: Alto do Selado; J: Retiro Branco; D: Santa Rosália; E: Santa Rosália; AM: Campo do Saco, essas nove são áreas revegetadas.

Grupos funcionais	Áreas (2002) - PORCENTAGENS												
	C1	C2	M1	M2	F	M	Co	G	AS	J	D	E	AM
GM	37.1	42.8	40.62	30	47.6	50	31.25	54.5	40	39.1	37.5	50	38
TCS	20	3.6	28.12	35	14.3	15.4	12.5	11.4	10	4.3	18.75	3.8	4.8
HCS	0	3.6	3.12	0	2.3	3.8	6.25	2.3	0	4.3	6.25	3.8	4.8
CCS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	11.5	17.8	9.37	5	11.9	15.4	18.75	15.9	20	17.4	6.25	19.2	28.6
O	2.8	7.1	0	5	0	0	0	2.3	0	4.3	0	0	0
DD	8.6	10.7	6.25	10	7.1	0	6.25	4.5	0	17.4	6.25	3.8	4.8
SP	2.8	7.1	3.12	5	2.3	3.8	6.25	0	10	4.3	12.5	7.7	0
C	2.8	0	3.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C/TCS	8.6	7.1	6.25	10	9.5	7.7	18.75	6.8	10	8.7	12.5	11.5	9.5
DD/O	5.7	0	0	0	4.8	3.8	0	2.3	10	0	0	0	9.5
GM/HCS/TCS/CCS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0