

DÉBORA CRISTINA MACHADO GAIAD

**EFEITOS DE DESBASTES EM POVOAMENTOS DE *Pinus taeda* NA
OCORRÊNCIA DA VESPA-DA-MADEIRA,
Sirex noctilio F., 1792**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - Área de Concentração Manejo Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho

**CURITIBA
2001**

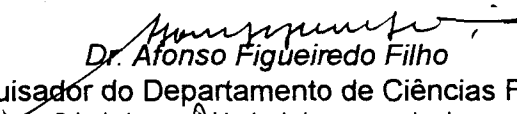


Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias – Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Av. Lothário Meissner, 3400 - Jardim Botânico - CAMPUS III
80210-170 - CURITIBA - Paraná
Tel. (41) 360.4212 - Fax (41) 360.4211 - <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao>
e-mail: pinheiro@floresta.ufpr.br

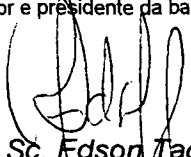
PARECER

Defesa nº 437

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após argüir a mestrand *DÉBORA CRISTINA MACHADO GAIAD* em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "EFEITOS DE DESBASTES EM POVOAMENTOS DE *Pinus taeda* NA OCORRÊNCIA DA VESPA-DA-MADEIRA, *Sirex noctilio* F., 1792", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** da acadêmica, habilitando-a ao título de *Mestre em Ciências Florestais*, na área de concentração em *Manejo Florestal*.


Dr. Afonso Figueiredo Filho

Professor e pesquisador do Departamento de Ciências Florestais da UFPR
Orientador e presidente da banca examinadora

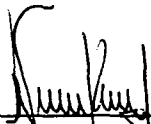

M. Sc. Edson Tadeu Iede

Pesquisador da EMBRAPA-Floresta
Primeiro examinador


Dr. Julio Eduardo Arce

Professor e pesquisador do Departamento de Ciências Florestais da UFPR
Segundo examinador

Curitiba, 22 de junho de 2001.


Nivaldo Eduardo Rizzi

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Franklin Galvão

Vice-coordenador

**Ao Sérgio, Pedro e João, minha família
que me acompanhou neste processo.**

**Aos Meus Pais, pois sem eles eu não
seria eu.**

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A autora expressa seus agradecimentos a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente,

- ao Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho, Prof. Sênior do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, pela orientação, acompanhamento e revisão do estudo e amizade;
- ao co-orientador Pesquisador Prof. Dr. Edilson Baptista de Oliveira e pela valorosas sugestões, apoio, incentivo e amizade;
- à Pesquisadora MSc. Susete do Rocio Chiarello Penteado pela co-orientação segura e amizade.
- ao Técnico Florestal Ivan Jorge da Silva, pelo auxílio na pesquisa de campo;
- às empresas Klabin-Celucat e Embrapa Florestas pela permissão da utilização dos dados;
- à colega Alba Valéria Rezende pela amizade, apoio e colaboração na revisão deste trabalho;
- aos funcionários da Secretaria da Pós-Graduação, especialmente ao Reinaldo, pelo auxílio, paciência e carinho com que sempre me atenderam;
- às funcionárias da Biblioteca do Setor de Ciências Agrárias em especial à Simone, pela normalização das referências;
- em especial ao meu marido Sergio, pela ajuda na revisão deste trabalho e principalmente pelo carinho e atenção nos momentos difíceis;
- à CAPES pela concessão de bolsa de estudos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE GRÁFICOS	vii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE QUADROS	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1 Gerais	3
1.1.2 Específicos	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 CARACTERÍSTICAS, COMPORTAMENTO E CONTROLE DE <i>Sirex noctilio</i> ...	4
2.2 MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS FLORESTAIS	10
2.3 SUSCETIBILIDADE DAS ÁRVORES	14
2.4 TRATAMENTOS SILVICULTURAIS	15
2.5 DESBASTES	19
2.6 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA	23
2.6.1 Valor Presente Líquido (VPL)	25
2.6.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)	26
2.6.3 Análise de Sensibilidade	26
3 METODOLOGIA	28
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO EXPERIMENTO	28

3.2	COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS COM O ATAQUE DE <i>Sirex noctilio</i>	33
3.2.1	Número de Árvores por Hectare	33
3.2.2	Diâmetro à Altura do Peito (DAP)	33
3.2.3	Área Basal	34
3.2.4	Volume	34
3.2.5	Simulação e Análise Econômica	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1	RELAÇÃO ENTRE A DENSIDADE DE PLANTAS E O NÍVEL DE INFESTAÇÃO DE <i>Sirex noctilio</i>	38
4.2	A PERCENTAGEM DE ATAQUE DE <i>Sirex noctilio</i> EM RELAÇÃO AO DIÂMETRO DE PLANTAS DE <i>Pinus taeda</i>	48
4.3	RELAÇÃO ENTRE A ÁREA BASAL E A INFESTAÇÃO DE <i>Sirex noctilio</i>	54
4.4	RELAÇÃO DO VOLUME COM O ATAQUE DE <i>Sirex noctilio</i>	64
4.5	SIMULAÇÃO E ANÁLISE ECONÔMICA	74
4.5.1	Análise Econômica do Prejuízo pelo Ataque de <i>Sirex noctilio</i>	76
4.5.1	Análise Econômica das Rotações 19, 21, 23 e 25 anos, Após o Ataque de <i>Sirex noctilio</i>	77
5	CONSIDERAÇÕES GERAIS	89
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	90
	REFERÊNCIAS	91

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	ESTRUTURA DE UM MODELO GENERALIZADO DE UM SISTEMA DE MANEJO DE PRAGAS FLORESTAIS	13
FIGURA 2	TÉCNICAS SILVICULTURAIS PARA REDUZIR PERDAS POR <i>Dendroctonus frontalis</i>	18
FIGURA 3	CROQUI DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO DA FAZENDA CERRO PELADO	30
FIGURA 4	CROQUI DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO DA FAZENDA GOIABEIRA	31
FIGURA 5	CROQUI DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO DA FAZENDA MARCO	32

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	EVOLUÇÃO DO ATAQUE DE <i>Sirex noctilio</i> , EM RELAÇÃO A VARIÁVEL DENSIDADE, NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA	42
GRÁFICO 2	REGRESSÃO POLINOMIAL DA VARIÁVEL DENSIDADE, PARA OS DIFERENTES NÍVEIS DE TRATAMENTO DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO (SANTA CATARINA), NOS ANOS DE 1995, 1996 E 1999 (TUKEY $\alpha = 0,05$)	44
GRÁFICO 3	REGRESSÃO POLINOMIAL NA VARIÁVEL DENSIDADE DE PLANTAS, PARA OS TRATAMENTOS DESBASTADOS EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1, DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO (SANTA CATARINA), NOS ANOS DE 1995, 1996 E 1999 (TUKEY $\alpha = 0,05$)	47
GRÁFICO 4	EVOLUÇÃO DO DAP MÉDIO NOS DIFERENTES TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA	50
GRÁFICO 5	DISTRIBUIÇÃO DAS ÁRVORES ATACADAS POR <i>Sirex noctilio</i> , POR TRATAMENTO E CLASSE DE DAP, NA FAZENDA CERRO PELADO (SANTA CATARINA)	51
GRÁFICO 6	DISTRIBUIÇÃO DAS ÁRVORES ATACADAS POR <i>Sirex noctilio</i> , POR TRATAMENTO E CLASSE DE DAP, NA FAZENDA GOIABEIRA (SANTA CATARINA)	52
GRÁFICO 7	DISTRIBUIÇÃO DAS ÁRVORES ATACADAS POR <i>Sirex noctilio</i> , POR TRATAMENTO E CLASSE DE DAP, NA FAZENDA MARCO (SANTA CATARINA)	53
GRÁFICO 8	EVOLUÇÃO DA ÁREA BASAL MÉDIA ($G_{MÉDIA}$), NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, (SANTA CATARINA)	56
GRÁFICO 9	EVOLUÇÃO DO ATAQUE DE <i>Sirex noctilio</i> , EM RELAÇÃO A VARIÁVEL ÁREA BASAL, NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA	57
GRÁFICO 10	REGRESSÃO POLINOMIAL DA VARIÁVEL ÁREA BASAL, PARA OS DIFERENTES NÍVEIS DE TRATAMENTO DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO (SANTA CATARINA), NOS ANOS DE 1995, 1996 E 1999 (TUKEY $\alpha = 0,05$)	60

GRÁFICO 11	REGRESSÃO POLINOMIAL DA VARIÁVEL ÁREA BASAL PARA OS TRATAMENTOS DESBASTADOS, EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1, DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO (SANTA CATARINA), NOS ANOS DE 1995, 1996, E 1999, (TUKEY $\alpha = 0,05$)	63
GRÁFICO 12	EVOLUÇÃO DO VOLUME MÉDIO (m ³ /ha), NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA	65
GRÁFICO 13	ANÁLISE DA PERCENTAGEM DE ATAQUE DE <i>Sirex noctilio</i> EM RELAÇÃO À VARIÁVEL VOLUME, NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA	69
GRÁFICO 14	REGRESSÃO POLINOMIAL DO VOLUME PARA OS DIFERENTES NÍVEIS DE TRATAMENTO DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO (SANTA CATARINA NOS ANOS DE 1995, 1996 E 1999, (TUKEY $\alpha = 0,05$)	70
GRÁFICO 15	REGRESSÃO POLINOMIAL DA VARIÁVEL VOLUME, PARA OS TRATAMENTOS DESBASTADOS EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1 (BASE 100), DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO (SANTA CATARINA NOS ANOS DE 1995, 1996 E 1999, (TUKEY $\alpha = 0,05$)	73
GRÁFICO 16	RENTABILIDADE DE PLANTIOS DE <i>Pinus taeda</i> AOS 19 ANOS, COM E SEM ATAQUE DE <i>Sirex noctilio</i> NOS TRATAMENTOS DA FEZENDA CERRO PELADO, SANTA CATARINA	78
GRÁFICO 17	RENTABILIDADE DE PLANTIOS DE <i>Pinus taeda</i> AOS 19 ANOS, COM E SEM ATAQUE DE <i>Sirex noctilio</i> NOS TRATAMENTOS DA FEZENDA GOIABEIRA, SANTA CATARINA	79
GRÁFICO 18	RENTABILIDADE DE PLANTIOS DE <i>Pinus taeda</i> AOS 19 ANOS, COM E SEM ATAQUE DE <i>Sirex noctilio</i> NOS TRATAMENTOS DA FEZENDA MARCO, SANTA CATARINA	80
GRÁFICO 19	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DAS SIMULAÇÕES DE PRODUÇÃO, PARA DIFERENTES TRATAMENTOS E ROTAÇÕES NA FAZENDA CERRO PELADO, SANTA CATARINA	82
GRÁFICO 20	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DAS SIMULAÇÕES DE PRODUÇÃO, PARA DIFERENTES TRATAMENTOS E ROTAÇÕES NA FAZENDA GOIABEIRA, SANTA CATARINA	83

GRÁFICO 21 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DAS SIMULAÇÕES DE PRODUÇÃO, PARA DIFERENTES TRATAMENTOS E ROTAÇÕES NA FAZENDA MARCO, SANTA CATARINA	84
GRÁFICO 22 RENTABILIDADE EM FUNÇÃO DA TAXA DE ATRATIVIDADE NOS DIFERENTES TRATAMENTOS E ROTAÇÕES DA FAZENDA CERRO PELADO, SANTA CATARINA	85
GRÁFICO 23 RENTABILIDADE EM FUNÇÃO DA TAXA DE ATRATIVIDADE NOS DIFERENTES TRATAMENTOS E ROTAÇÕES DA FAZENDA GOIABEIRA, SANTA CATARINA	86
GRÁFICO 24 RENTABILIDADE EM FUNÇÃO DA TAXA DE ATRATIVIDADE NOS DIFERENTES TRATAMENTOS E ROTAÇÕES DA FAZENDA GOIABEIRA, SANTA CATARINA	87

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PERCENTAGEM DE ATAQUE DE <i>Sirex noctilio</i> , EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTAS, NAS FAZENDAS CERRO PELADO (L1), GOIABEIRA (L2) E MARCO (L3) , SANTA CATARINA	43
TABELA 2	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PROPORCIONALIDADE DE DE <i>Sirex noctilio</i> , NA VARIÁVEL DENSIDADE DE PLANTAS, EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1 (BASE 100), NAS FAZENDAS CERRO PELADO (L1), GOIABEIRA (L2) E MARCO (L3), SANTA CATARINA	46
TABELA 3	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PERCENTAGEM DE ATAQUE DE <i>Sirex noctilio</i> , EM FUNÇÃO ÁREA BASAL, NAS FAZENDAS CERRO PELADO (L1), GOIABEIRA (L2) E MARCO (L3), SANTA CATARINA	58
TABELA 4	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PROPORCIONALIDADE DE ATAQUE DE <i>Sirex noctilio</i> , NA VARIÁVEL ÁREA BASAL, EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1 (BASE 100), NAS FAZENDAS CERRO PELADO (L1), GOIABEIRA (L2) E MARCO (L3), SANTA CATARINA	62
TABELA 5	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PERCENTAGEM DE ATAQUE DE <i>Sirex noctilio</i> , EM FUNÇÃO DO VOLUME NAS FAZENDAS CERRO PELADO (L1), GOIABEIRA (L2) E MARCO (L3), SANTA CATARINA	68
TABELA 6	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PROPORCIONALIDADE DE ATAQUE DE <i>Sirex noctilio</i> , EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1 (BASE 100), PARA A VARIÁVEL VOLUME, NAS FAZENDAS CERRO PELADO (L1), GOIABEIRA (L2) E MARCO (L3), SANTA CATARINA	72

LISTA DE QUADROS

- QUADRO 1 EVOLUÇÃO DA DENSIDADE (NÚMERO DE ÁRVORES/HA), NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA 39
- QUADRO 2 DIFERENÇAS NAS PERCENTAGENS DE DESBASTE DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA 39
- QUADRO 3 PERCENTAGENS DE ATAQUE DE *Sirex noctilio* NA VARIÁVEL DENSIDADE DE PLANTAS NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA 40
- QUADRO 4 PROPORCIONALIDADE DE ATAQUE DE *Sirex noctilio* NA VARIÁVEL DENSIDADE DE PLANTAS NOS DIFERENTES NÍVEIS DE DESBASTE EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1 BASE (100), NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA 45
- QUADRO 5 EVOLUÇÃO DO DAP MÉDIO, NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA 49
- QUADRO 6 EVOLUÇÃO DA ÁREAS BASAIS MÉDIAS (m^2/ha) NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA 55
- QUADRO 7 PERCENTAGENS DE ATAQUE DE *Sirex noctilio*, NA VARIÁVEL ÁREA BASAL, NOS DIFERENTES TRATAMENTOS E ANOS DE MEDIÇÃO, NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA 55
- QUADRO 8 PROPORCIONALIDADE DE ATAQUE DE *Sirex noctilio*, NA VARIÁVEL ÁREA BASAL, NOS DIFERENTES NÍVEIS DE DESBASTE EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1 (BASE 100), NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA 61
- QUADRO 9 EVOLUÇÃO DO VOLUME MÉDIO (m^3/ha) NOS TRATAMENTOS NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA 66
- QUADRO 10 EVOLUÇÃO DA PERCENTAGEM DE ATAQUE DE *Sirex noctilio*, NA VARIÁVEL VOLUME, NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA 67

QUADRO 11 PROPORCIONALIDADE DE ATAQUE DE <i>Sirex noctilio</i> , NA VARIÁVEL VOLUME NOS DIFERENTES NÍVEIS DE DESBASTE EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1 (BASE 100), NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA	71
QUADRO 12 REGIMES DE MANEJO DE <i>Pinus taeda</i> UTILIZADOS NO ESTUDO	75
QUADRO 13 CUSTOS CONSIDERADOS PARA A PRODUÇÃO DE MADEIRA DE <i>Pinus</i> NA REGIÃO SUL, EM MARÇO/2001	75
QUADRO 14 VALOR PRESENTE LÍQUIDO E TAXA INTERNA DE RETORNO OBTIDOS NA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE, PARA AS SIMULAÇÕES DE PRODUÇÃO AOS 19 ANOS, COM E SEM ATAQUE DE <i>Sirex noctilio</i> , NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA	76
QUADRO 15 VALOR PRESENTE LÍQUIDO E TAXA INTERNA DE RETORNO OBTIDOS NA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE, PARA AS SIMULAÇÕES DE PRODUÇÃO DOS TRATAMENTOS, NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA	81

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo geral verificar a eficiência da utilização de desbastes em povoamentos de *Pinus taeda* na ocorrência da vespa-da-madeira e como objetivos específicos: (a) avaliar a influência das classes diamétricas na percentagem de ataque de *Sirex noctilio*; (b) analisar a influência da intensidade de ataque da vespa-da-madeira, nas variáveis diâmetro, densidade, área basal e volume; (c) estudar a evolução dos percentuais de ataque de *S. noctilio* em anos subsequentes ao desbaste; (d) analisar economicamente o prejuízo resultante do ataque da vespa-da-madeira e (e) avaliar o retorno econômico em função de diferentes intensidades de desbastes, nos povoamentos atacados. Os tratamentos foram aplicados em sub-áreas de 3600 m² e parcelas amostrais de 400 m² (20 x 20) foram instaladas no centro de cada sub-área em um delineamento experimental de blocos ao acaso. Foram testados os seguintes tratamentos: (a) T1 – testemunha (sem desbaste); (b) T2 - 25% desbaste sistemático (4ª linha) e 10% seletivo nas remanescentes; (c) T3 - 25% sistemático e 20% seletivo; (d) T4 - 25% sistemático e 30% seletivo; (e) T5 - 25% sistemático e 40% seletivo. No desbaste seletivo, foram retiradas, preferencialmente, árvores atacadas, bifurcadas e dominadas. Foram coletadas informações sobre DAP (diâmetro à altura do peito), h (altura total) e condição fitossanitária (sadia ou atacada) das árvores de cada parcela antes e depois da aplicação do tratamento. Neste estudo conclui-se que: (a) o desbaste retarda o ritmo de ataque da vespa-da-madeira e pode ser utilizado como medida adicional de controle em um programa de manejo integrado de pragas; (b) o manejo do povoamento utilizando operações de desbaste não dispensa medidas de controle biológico, pois não é efetivo como única medida de controle; (c) existe uma relação diretamente proporcional entre a densidade do povoamento e a percentagem de ataque de *S. noctilio*, quanto maior a densidade, maior o ataque; (d) o ataque da vespa-da-madeira inicia-se pelas árvores de menor diâmetro e atinge as de maior diâmetro com o aumento da infestação, ocorrendo um deslocamento ascendente do pico de ataque das classe de menor para as de maior diâmetro; (e) a redução da área basal e do volume através do desbaste, auxilia no controle da vespa-da-madeira, pois diminui a intensidade da infestação em relação a povoamentos não desbastados; (f) o prejuízo econômico gerado pelo ataque de *S. noctilio* é altamente significativo, visto que a madeira atacada, independente do seu diâmetro, é geralmente destinada a energia que apresenta um baixo valor de mercado; (g) o desbaste se justifica em povoamentos atacados nas idades de 12 e 13 anos, pois auxilia no controle da infestação, propiciando um crescimento em volume de madeira para laminação, que interfere positivamente na rentabilidade final, gerando valores que podem chegar ao dobro da rentabilidade de povoamentos não desbastados e (h) o trabalho mostra que a tendência de muitas empresas em implantar povoamentos com menores densidades e realizar desbastes tardios, pode ser mantida se o nível de infestação pela vespa-da-madeira na área não for alto.

Palavras-chave: Manejo Florestal; Controle de Pragas; Manejo Integrado de Pragas Florestais; Análise Econômica.

ABSTRACT

The aim of the thesis was to verify the efficiency of thinning in *Pinus taeda* stands on the woodwasp (*Sirex noctilio*) control by: (a) evaluating the influence of diameter class on *S. noctilio* attack; (b) analyzing the influence of woodwasp intensity attack on diameter, stand density, basal area and stand volume; (c) studying the evolution of *S. noctilio* attack after thinning; (d) economical analyze loss from woodwasp attack; and (e) evaluating the economic return according different thinning intensities in attacked stands. The treatments were set up in the 3600 m² with a 400 m² (20m x 20m) subplots at the centre of each sub-plot. Experimental design was randomized blocks with following treatments: (a) T1 – control (no thinning); (b) T2 - 25% systematic thinning (4th line) plus a 10% selective thinning; (c) T3 - 25% systematic thinning plus a 20% selective thinning; (d) T4 - 25% systematic thinning plus a 30% selective thinning; (e) T5 - 25% systematic thinning plus a 40% selective thinning. For selective thinning attacked, forked and dominated trees were removed. It were collected data on DBH (diameter at breast height), h (total height) and health condition (attacked or not attacked) of the trees before and after treatments. It was concluded that: (a) thinning operations delay the rhythm of woodwasp attack and can be used as an additional control measure on an integrated pest management program; (b) stand management through thinning operations do not excluded measures of biological control because it is not effective by it self; (c) there is a direct relationship between stand density and percentage of *S. noctilio* attack, the higher the density, the higher the attack; (d) woodwasp attack starts on the trees with smaller diameters and spread the trees with bigger diameter as the infestation level rises; it means that the peak of attack moving up from smaller classes of diameter towards the higher classes; (e) basal area and volume reduction through thinning helps the woodwasp control because it decreases the intensity of the infestation in relation to non thinning stands; (f) the economical loss due to *S. noctilio* attack is highly significant because the damaged wood is used only which has lower market price; (g) it is worth thinning at 12 and 13 years of age because it control the infestation and may double price due use of wood for veneer; and (h) the data show that the policy of many forest companies in set up stands with lower densities and make late thinning, it can be done only if woodwasp infestation is low.

Key-words: Forest Management; Pest Control; Integrated Pest Forest Management; Economical Analysis.

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da colonização até os dias de hoje, a madeira tem representado um papel importante na economia do país. Por muito tempo imperou uma mentalidade meramente extrativista, responsável pela enorme redução da área florestal em todo o território nacional.

Na década de 60, com a lei de incentivos fiscais para reflorestamentos, instituída pelo Governo Federal, o setor florestal teve um grande impulso. Os recursos liberados por cerca de 20 anos, proporcionaram a implantação de seis milhões de hectares de áreas reflorestadas com espécies exóticas, principalmente *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. Estas espécies passaram a ser uma fonte alternativa de matéria prima tanto para indústrias de papel e celulose, quanto para indústrias de processamento mecânico, sendo também, responsáveis pela diminuição da pressão sofrida pelas florestas nativas.

Nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul foram plantados mais de 1,3 milhões de hectares com o gênero *Pinus*, principalmente as espécies *P. taeda* e *P. elliottii*, originários das regiões frias dos Estados Unidos.

A formação de povoamentos puros com altas densidades e sem a realização de tratamentos silviculturais adequados, ocasionou um declínio no vigor das árvores e, conseqüentemente, nas condições fitossanitárias do povoamento, tornando-os suscetíveis ao ataque de pragas.

Em 1988, foi detectada em plantios de *P. taeda* nas cidades de Canela e Gramado (RS) a presença de *Sirex noctilio* (vespa-da-madeira). Este inseto, endêmico nos países de origem, se tornou epidêmico em nosso país, acarretando as maiores perdas nos plantios de *Pinus* registradas até hoje.

S. noctilio é atraída, a princípio, por árvores debilitadas, pertencentes à classe das dominadas, e gradativamente se dispersa para as árvores de maiores diâmetros (co-dominantes e dominantes), levando-as à morte e acarretando uma perda significativa dos recursos aplicados.

O manejo florestal é uma ferramenta importante nos programas de prevenção e controle de *Sirex noctilio*. Através dele é possível melhorar as

condições fitossanitárias do povoamento, tornando as árvores mais vigorosas e resistentes ao ataque.

A demanda para o uso dos recursos florestais continua a aumentar. Para proteger este recurso, é necessário um melhor entendimento das inter-relações entre objetivos de manejo florestal, práticas florestais, população de pragas e seus inimigos naturais.

O manejo integrado de pragas florestais tem como objetivo reduzir a população de pragas e seus efeitos (mortalidade, defeitos, perda de crescimento, etc.) abaixo de níveis previamente estabelecidos, sejam eles econômicos, sócio-políticos ou critérios estéticos, e mantê-los em equilíbrio ou a níveis aceitáveis.

O desenvolvimento de metas de manejo florestal, a longo prazo, deve considerar o impacto potencial do inseto na produtividade. Programas silviculturais e de melhoramento das árvores, podem ser delineados para reunir estas metas, devendo incluir aspectos relacionados a praga, que minimizem as perdas na produtividade.

O presente trabalho considera o desbaste como uma importante ferramenta do manejo integrado de pragas, tentando esclarecer se sua utilização, atua positivamente no controle de *S. noctilio*, para, desta forma, contribuir para a “tomada de decisão” no planejamento das empresas que têm no *Pinus* sua fonte de matéria prima.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho baseou-se em dados de experimento implantado em três municípios do estado de Santa Catarina, em uma parceria entre a Embrapa-Florestas e a Klabin-Celucat, e teve os seguintes objetivos:

1.1.1 Geral

- Verificar a eficiência da utilização de desbastes em povoamentos de *Pinus* na ocorrência de *Sirex noctilio*.

1.1.2 Específicos

- Avaliar a influência das classes diamétricas na percentagem de ataque de *S. noctilio*;
- Analisar a influência da intensidade de ataque de *S. noctilio*, nas variáveis diâmetro, densidade, área basal e volume;
- Estudar a evolução dos percentuais de ataque de *S. noctilio* em anos subsequentes ao desbaste;
- Analisar economicamente o prejuízo resultante do ataque de *S. noctilio*;
- Avaliar o retorno econômico em função de diferentes intensidades de desbastes, nos povoamentos atacados;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Insetos são parte integrante de ecossistemas florestais e podem provocar impactos econômicos e sociais negativos, bem como, efeitos na produtividade florestal. Estes impactos adversos, devem ser prevenidos ou mantidos a níveis toleráveis, por meios ecológicos que sejam compatíveis com os objetivos e práticas do manejo florestal. Práticas de manejo têm alguma influência nas probabilidades de surtos e na redução de danos nos povoamentos (WATERS & STARK, 1980).

A incidência e o impacto das pragas, segundo MATTHEWS (1989), são afetados por diversos fatores, incluindo:

- a) história do povoamento;
- b) resíduos de colheita;
- c) eventos climáticos e outros, que causam mudanças no estado fisiológico das árvores;
- d) máquinas e veículos usados na exploração, transportadas de um local vizinho, nos quais permanecem resíduos florestais, que são refúgio de pragas;
- e) decisões de manejo e operações florestais.

2.1 CARACTERÍSTICAS, COMPORTAMENTO E CONTROLE DE *Sirex noctilio*,

Sirex noctilio ou vespa-da-madeira (“woodwasps”) pertence à Ordem Hymenoptera, Sub-ordem Symphyta e Família Siricidae. É originária da Europa, Ásia e Norte da África onde é endêmica, tendo como hospedeiros diversas coníferas (GILBERT & MILLER, 1952; MORGAN & STEWART, 1966; TAYLOR, 1981; NEUMANN et al., 1987).

SPRADBERY & KIRK (1978) relatam que *S. noctilio* ocorre quase que exclusivamente em espécies de *Pinus* spp. e REBUFO (1990) cita onze delas como hospedeiros deste inseto. Entre os siricideos europeus *S. noctilio* é a única espécie capaz de atacar árvores sadias (SPRADBERY & KIRK, 1978).

As fêmeas são de coloração azul metálica, exceto nas asas e pernas onde são âmbar. Têm um ovipositor protegido por uma bainha, projetado cerca de 2 a 3 mm para fora do abdômen. Possuem pernas delgadas e antenas maiores que a dos machos (NEUMANN et al., 1987).

O macho apresenta tórax azul metálico com segmentos abdominais marrom alaranjados. As pernas anteriores e médias são delgadas e as posteriores são robustas para facilitar a cópula (NEUMANN et al., 1987).

A emergência de adultos no Brasil, se dá de novembro a abril com picos nos meses de novembro e dezembro (CARVALHO, 1993; IEDE et al., 1993). MORGAN (1968) relata que os machos emergem uma semana antes das fêmeas e que a razão sexual entre eles é de 10 machos : 1 fêmea. TAYLOR (1981) cita que a proporção sexual macho: fêmea varia de 1,5 : 1 a 16,5 : 1.

Após a emergência os machos se aglomeram ao redor da copa, no topo das árvores. As fêmeas dirigem-se à estas aglomerações e o acasalamento ocorre nos galhos superiores. A reprodução em *S. noctilio* pode ser sexuada ou assexuada, sendo que da última só originam-se machos (partenogênese arrenótoca) (MORGAN, 1968; TAYLOR, 1981).

Segundo NEUMANN et al. (1987) a oviposição depende do estado fisiológico da árvore e ocorre próximo a sua base. No Brasil o maior número de posturas ocorre em dois pontos: (a) no terço médio da árvore, e (b) na metade inferior do terço superior da árvore (PENTEADO, 1995). A pressão osmótica do floema determina o número de orifícios, que a fêmea fará durante a oviposição. Nas árvores onde a pressão osmótica é alta, é produzido um único orifício onde é depositada uma muco-secreção e esporos de um fungo simbiote de *S. noctilio*, que tem como objetivo estressar a árvore e facilitar futuras oviposições. Àquelas em que a pressão osmótica é baixa a fêmea faz até cinco orifícios, sendo que nos três primeiros são colocados ovos e nos dois últimos o fungo e o muco (MADDEN, 1974; NEUMANN et al., 1987).

O fungo simbiote *Amylostereum areolatum* (Fr.) Boidin e a secreção mucosa introduzida pela fêmea, nas árvores, além de causarem toxicidade às plantas geralmente acarretam em sua morte (COUTTS, 1969).

O tamanho da fêmea determina a quantidade de ovos que esta poderá colocar, sendo que as maiores chegam a ovipositar de 300 a 500 ovos em dez dias (MORGAN, 1968). No Brasil, CARVALHO (1992) verificou que as fêmeas continham em média de 226 ovos por fêmea.

O número médio de ovos encontrados em cada galeria de oviposição pode chegar a 2,2 (MADDEN, 1974). Estes são brancos, frágeis e lisos, e seu tamanho varia com o tamanho da fêmea (NEUMANN et al., 1987). O período de incubação varia de 14 a 28 dias (MORGAN, 1968).

As larvas são esbranquiçadas cilíndricas e segmentadas. Possuem três pares de pernas torácicas vestigiais, mandíbulas e espinho dorsal esclerosados de coloração marrom. Após a eclosão iniciam a construção de galerias, pois se alimentam do fungo, colocado pela fêmea, que se desenvolve na árvore. Neste processo as larvas destroem o micélio, para a retirada de nutrientes e jogam para trás a madeira, formando uma serragem compactada ("frass"). Acredita-se que o espinho dorsal seja usado para comprimir a serragem ou para proporcionar sustentação terminal (NEUMANN et al., 1987; MORGAN, 1968).

Na Europa cerca de 75% das larvas completam seu desenvolvimento em um ano, 20% no segundo ano, o restante permanece no interior da madeira e aparentemente não sobrevivem (MORGAN, 1968). No Brasil observou-se além do ciclo de um ano, um ciclo curto ou de verão, com duração de três a quatro meses (CARVALHO et al., 1993; IEDE et al., 1993).

A pupa é de coloração creme e, gradualmente, assume a coloração do adulto (NEUMANN et al., 1987), sendo que esta fase dura de 3 a 5 semanas (MORGAN, 1968). Pesquisa desenvolvida no Brasil, por CARVALHO (1992), determinou que a duração do período pupal varia de 16 a 20 dias.

Os plantios mais suscetíveis ao ataque de *S. noctilio* estão entre 10 e 25 anos de idade, que não sofreram desbastes e se encontram estressados. A injeção do fungo *A. areolatum* e do muco fitotóxico no alburno, durante a oviposição, aumentam a debilidade das árvores. Além disso o fungo causa seca e podridão da madeira (IEDE et al. 1993). Estes mesmos autores citam que a qualidade da madeira se deteriora, pela construção das galerias e também pela entrada de agentes

secundários, causando uma limitação no seu uso ou tomando-a imprópria ao mercado. A madeira se degrada rapidamente, após a morte da árvore, e sua utilização deve ser feita no máximo até seis meses após ter sido atacada.

Os sintomas de ataque iniciam logo após os picos populacionais (novembro e dezembro), mas tornam-se mais visíveis a partir de maio (IEDE et al.1993). NEUMANN et al., 1987 relatam os seguintes sintomas de ataque:

a) Externos

- amarelecimento progressivo e irreversível das acículas até chegar a coloração marrom avermelhado;
- murcha súbita da folhagem;
- queda de acículas;
- morte e deterioração da árvore;
- numerosas gotas de resina e um pequeno fluxo de resina, são visíveis na casca do tronco;
- presença de orifícios de emergência de insetos adultos.

b) Internos

- manchas de coloração marrom, no exterior do alburno, ao longo das fibras, devido ao fungo *A. areolatum* ;
- presença de galerias, feitas pelas larvas;
- presença de serragem compactada ("frass") no interior das galerias.

Nos países onde *S. noctilio* foi introduzido e se estabeleceu, foram constatados danos severos em plantios de *Pinus* spp. Isto praticamente obrigou à injeção de altos investimentos em pesquisas para seu controle (IEDE et al.1993).

A Nova Zelândia iniciou um trabalho de controle em 1920, sendo que *S. noctilio* atingiu níveis epidêmicos, apenas em 1947 (GILMOUR, 1965). A Austrália iniciou trabalhos de pesquisa logo após a detecção de *S. noctilio* na Tasmânia, em 1952, incrementando-o em 1962, após a detecção do inseto no continente. Este país desenvolveu um dos maiores programas de controle biológico que se tem notícia (IEDE et al.1993).

O Uruguai detectou a presença de *S. noctilio* em 1980 e, apesar da pequena área reflorestada com *Pinus*, cerca de 30 mil hectares, implementou um programa

de controle para evitar maiores perdas. Foram utilizadas medidas silviculturais, tais como, desbastes e queima do material atacado, aliadas a medidas preventivas de manejo florestal (REBUFFO, 1990).

No Brasil após a detecção de *S. noctilio*, governo e iniciativa privada se aliaram e desenvolveram o “Programa Nacional de Controle a Vespa-da-Madeira”, tendo como enfoque principal o controle biológico (IEDE et al., 1989).

IEDE et al. (1988) relatam que o primeiro registro de *S. noctilio* no Brasil, aconteceu em fevereiro de 1988, nos municípios de Canela e Gramado no Rio Grande do Sul, em povoamentos de *P. taeda* com 17 anos de idade, espaçamento 2 x 2m (2500 plantas/ha), não desbastados. A mortalidade, a princípio, foi atribuída ao esgotamento do solo, pela excessiva competição das plantas por nutrientes, em decorrência do atraso no desbaste. O estresse causado pela competição certamente favoreceu o desenvolvimento do inseto. RAWLINGS & WILSON (1949) sugeriram que desbastes em *P. radiata*, na Nova Zelândia, poderiam ter prevenido ou reduzido a severidade dos danos por *S. noctilio*.

Sítios de boa qualidade e com manejo adequado, mantêm o vigor das árvores, reduzindo a mortalidade nos estágios iniciais de ataque (TAYLOR, 1981).

NEUMANN et al. (1987) citam que o monitoramento dos plantios e práticas silviculturais que incluam desbastes seletivos, com remoção de árvores danificadas, doentes e bifurcadas, são medidas preventivas importantes para o controle de *S. noctilio*. Esses autores relatam que as árvores que resistem ao ataque deste inseto, são aquelas sem nenhum tipo de dano físico e que cresceram em condições adequadas.

Estudos realizados na Austrália, em povoamentos de 17 anos de idade, infestados e não desbastados, indicaram que o nível de mortalidade das árvores é inversamente proporcional aos seus diâmetros. Desta forma, árvores com DAP < 23cm apresentaram um índice de mortalidade significativamente maior que às com DAP > 29 cm. Árvores com DAP > 35 cm, permaneceram livres de ataque e árvores bifurcadas foram as mais suscetíveis (NEUMANN et al., 1987).

O ataque de *S. noctilio* na Nova Zelândia, Tasmânia e Continente Australiano, resultou na morte, principalmente, das árvores dominadas. O

sombreamento pareceu ser a causa mais importante da morte de árvores, pois árvores sombreadas artificialmente morreram mais rapidamente que às não sombreadas (COUTTS, 1968).

Devido ao fato de *S. noctilio* ser atraída por árvores estressadas ou recentemente mortas, a prevenção e o controle deste inseto através da utilização de práticas silviculturais, tem sido amplamente recomendada (MADDEN, 1975; NEUMANN, 1979; TAYLOR, 1981; NEUMANN et al., 1987). NEUMANN et al., 1987 recomendam as seguintes medidas silviculturais:

- realização de desbastes nas épocas certas, reduzindo a competição de árvores e permitindo a remoção de árvores dominadas, bifurcadas, deformadas e danificadas;
- evitar a realização de desbastes e poda alta em períodos que antecedam a época de revoada de insetos adultos;
- plantios em terrenos íngremes, que dificultam a realização de práticas silviculturais devem ser evitados;
- lesões as árvores durante a realização de práticas silviculturais devem ser minimizadas.

Durante a década de 70, foi implementado na Austrália um Programa de Manejo Integrado de *S. noctilio*, aliando medidas de controle biológico a medidas de controle silvicultural (BEDDING, 1993).

O principal agente de controle de *S. noctilio* é o nematóide *Deladenus siricidicola* Bedding. Este apresenta dois ciclos de vida: (a) livre: onde se alimenta do fungo simbiote de *S. noctilio* e (b) parasitária (infectiva): dentro de larvas, pupas e adultos de *S. noctilio* (BEDDING, 1972).

O fato de apresentarem ciclo de vida livre facilita sua criação em laboratório e a liberação no campo, através de sua inoculação em árvores atacadas por *S. noctilio*. O nível de parasitismo pode chegar próximo de 100% (BEDDING, 1972).

A forma infectiva não mata *S. noctilio* e sim esteriliza as fêmeas ainda na fase de larva. Quando adultas estas fêmeas fazem oviposições, mas estes ovos não contêm embriões de *S. noctilio* e sim uma grande quantidade de nematóides

(ZONDAG, 1962; BEDDING & AKHURST, 1974; TAYLOR 1976, 1978, 1980; NUTTAL, 1980).

Outros parasitóides são utilizados no controle de *S. noctilio*: *Ibalia leucospoides* (parasitóide de ovos e larvas jovens); *Rhyssa persuósia* e *Megarhyssa nortoni* (parasitóides de larvas maduras), sendo que estes são letais a *S. noctilio* (IEDE et al., 1993). A ação conjunta destes parasitóides pode eliminar até 70% da população de *S. noctilio* (NUTTAL, 1980).

A introdução do nematóide no Brasil foi feita pela Embrapa Florestas no ano de 1989, sendo que as primeiras liberações em campo ocorreram em agosto do mesmo ano. Os parasitóides *M. nortoni* e *R. persuasoria* foram introduzidos nos anos de 1996 e 1997, respectivamente (IEDE et al., 1998). *I. leucospoides* foi introduzida naturalmente no Brasil, e seu primeiro registro aconteceu em dezembro de 1990, em povoamentos de *Pinus* atacados por *S. noctilio*, no município de São Francisco de Paula, RS (CARVALHO, 1993).

2.2 MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS FLORESTAIS

Florestas apresentam uma gama maior de variáveis ecológicas, econômicas e sociais que sistemas agrícolas. Embora os componentes básicos de um sistema de manejo integrado de pragas florestais (MIPF) sejam os mesmos que de sistemas agrícolas, as interações são mais numerosas e complexas. A variedade de tipos de coberturas florestais e sua diversidade de estágios sucessionais, necessitam de um profundo entendimento ecológico. Cada tipo florestal, com ou sem intervenção humana, atravessa diferentes mudanças no crescimento, composição, estrutura e função com o passar do tempo (WATERS & STARK, 1980).

O horizonte de planejamento de recursos de manejo florestal, é mais amplo e mais longo que sistemas agrícolas e seus objetivos variam de acordo com: a capacidade dos solo; uso pretendido e obrigações de natureza legal, econômica,

social, política e organizacional (WATERS, 1973¹ citado por STARK & WATERS, 1985).

O MIPF é parte de um sistema de produção, que utiliza táticas supressivas, preventivas e regulatórias, eficientes econômica e ecologicamente, e socialmente aceitáveis, visando a manutenção da população de agentes destrutivos a níveis economicamente toleráveis. Esta abordagem é focada no uso de técnicas e métodos, baseados em dados biológicos e ecológicos, para assim explorar o controle natural existente, e organizar "inputs" de informação, modelos de prognose e "outputs" de tomada de decisão. Portanto, está implícito que as ações tomadas são completamente integradas ao processo de manejo, tanto a nível de planejamento quanto de operações (BARBOSA & WAGNER, 1989).

O manejo integrado de pragas é um processo de síntese onde todos os aspectos do sistema hospedeiro/praga/inimigos naturais são estudados e avaliados, para proporcionar ao manejador informações base, para tomada de decisão. Estes aspectos incluem componentes ecológicos e sócio-econômicos, sua inter-relação com outros recursos, táticas de tratamentos a serem utilizadas e seus efeitos na praga/inimigos naturais e em outros componentes do ecossistema. A avaliação das decisões implementadas é o fim de um processo e o início de um novo onde se torna possível refinar os vários componentes do sistema, e melhorar a base de suporte para futuras tomadas de decisão (STARK, 1977).

Através do MIPF se deseja diminuir a confiança no uso de inseticidas e, em seu lugar, usar um conjunto de métodos integrados, incluindo controle biológico, conhecimento da dinâmica da população, silvicultura e manejo florestal a fim de manter a população de pragas abaixo de um nível econômico de prejuízo (MAC LEAN, 1996).

A maioria dos sistemas de manejo de pragas, segundo BARBOSA & WAGNER (1989) incluem muitos componentes críticos, tais como:

- dinâmica da população de pragas;

¹ WATERS, W.E. Legal, social and economic constrains on past, present and future pest management practices. In *Pest Management for the 21st Century* eds R.W.STARK; A.R. GITTINS p. 9-22, Idaho res Found. Nat. Resource Service. 102pp, 1973.

- dinâmica do povoamento,
- níveis econômicos de danos;
- monitoramento da abundância de controle natural e abundância da praga em relação ao limiar econômico e níveis de danos econômicos;
- avaliação de opções de tratamento.

O monitoramento em seu mais amplo sentido, proporciona a base para sucessivas fases do manejo de pragas e “inputs” para modelos de prognose que são parte de todo o processo de manejo (STARK & WATERS, 1985).

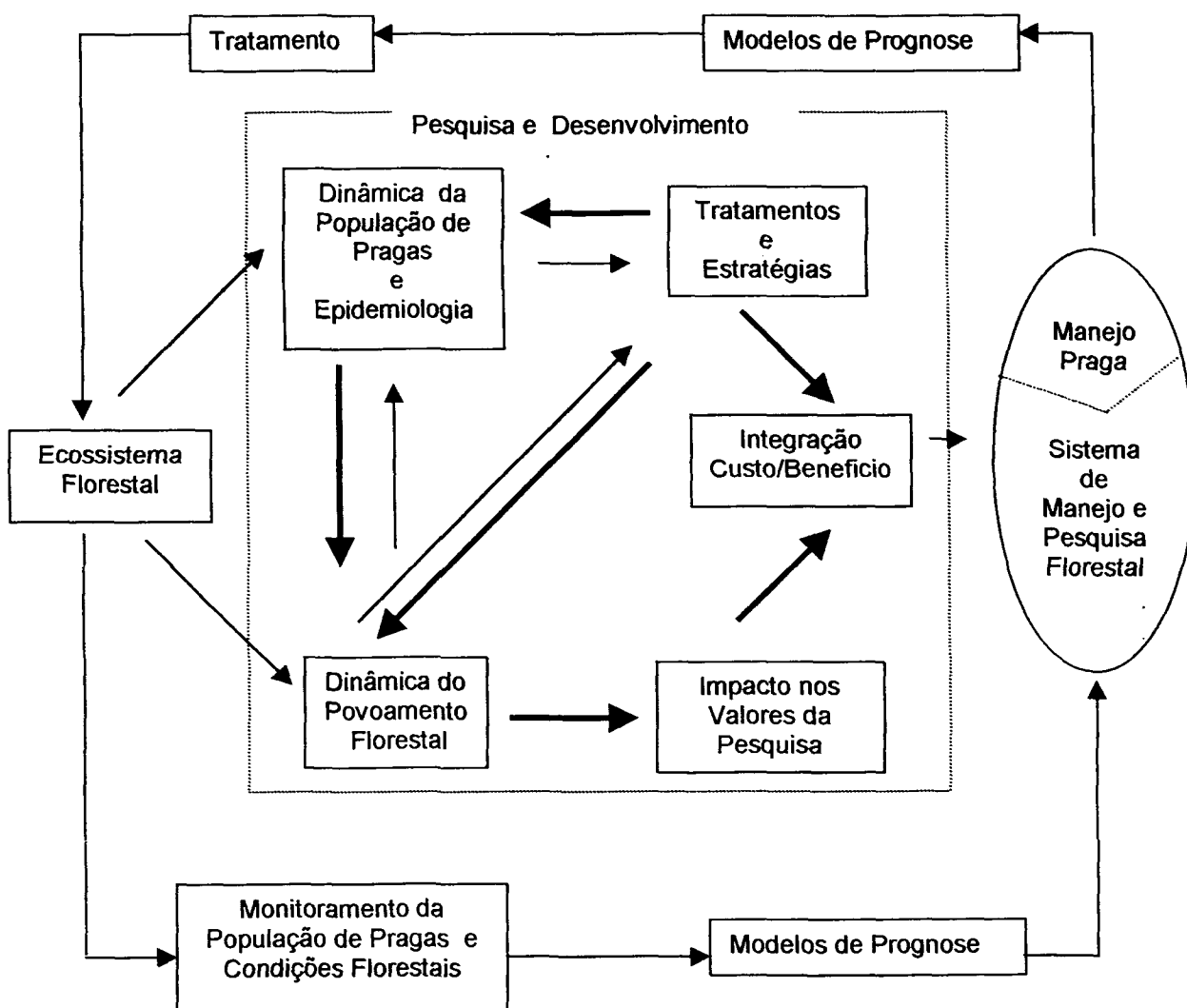
O foco do sistema de manejo de pragas florestais é a dinâmica do povoamento e não o componente população da praga em si. Planejamento, decisão, período de espera para verificação dos danos físicos e ecológicos causados pela praga no crescimento e desenvolvimento da floresta e os valores afetados, são julgados pelo manejador florestal (STARK & WATERS, 1985).

A estrutura de um Sistema de Manejo de Pragas Florestais propõe que cada um dos componentes básicos é um sistema complexo em si mesmo (Figura 1). As inter-relações entre os componentes e as ligações dos sub-modelos no sistema são indicadas pelas setas finas. As setas mais espessas, indicam a direção do fluxo de informações para planejamento e decisão no sistema operacional.

Modelos de dinâmica do povoamento florestal são utilizados como ferramentas, pelos manejadores, em todos os aspectos do processo de manejo florestal. Dados de inventário são o “input” dos modelos, para atualizar condições do povoamento florestal e projetar crescimento e produtividade futuras. Tratamentos silviculturais, programas de colheita e outras atividades de manejo florestal são avaliadas por estes meios (STARK & WATERS, 1980).

Os manejadores precisam conhecer o potencial dos resultados das várias alternativas de ações de manejo florestal. Os componentes do sistema que podem ser afetados com o manejo florestal, devem estar representados nos procedimentos usados para prognose. A integração destes componentes, utilizando modelos de prognose aliados a experiência e bom senso dos manejadores, resultam em decisões mais corretas ou menos incertas (CROOKSTON & STARK, 1985).

FIGURA 1. ESTRUTURA DE UM MODELO GENERALIZADO DE UM SISTEMA DE MANEJO DE PRAGAS FLORESTAIS.



Fonte: WATERS & COWLING, 19762 citado por STARK & WATERS, 1985

Em geral tratamentos de controle de pragas que causam danos em plantios florestais, são utilizados tardiamente, prejudicando a implementação de um programa efetivo de manejo integrado de pragas (ELLIOTT et al.,1998). Portanto, torna-se essencial que o planejamento florestal já preveja e contemple a ocorrência de pragas, com suas diversas possibilidades de monitoramento e controle.

² WATERS, W.E.; COWLING, E.B. Integrated forest pest management: a silvicultural necessity. In: *Integrated Pest Management* eds. J.L. APPLE; R.F. SMITH pp 149-177. New York, 200p. 1976.

2.3 SUSCETIBILIDADE DAS ÁRVORES

A suscetibilidade das árvores ao ataque de insetos, varia com a composição da floresta, idade, densidade, sítio e vigor. Grandes povoamentos homogêneos e equiâneos são particularmente mais suscetíveis ao ataque de insetos destrutivos, que povoamentos de idades ou espécies diferentes (DAVIS, 1966).

Espécies nocivas às plantas sempre estão presentes, em pequeno número, mas a combinação de determinadas circunstâncias e condições podem conduzir a um rápido aumento de sua população a níveis desastrosos (GRAHAM, 1959).

ALFARO (1996) afirma que as monoculturas propiciam condições ótimas para o desenvolvimento de insetos, devido a grande proporção de árvores disponíveis ao ataque e a ampla oferta de alimento.

Manejadores florestais acreditam que uma floresta vigorosa e saudável, é menos suscetível a danos por insetos e doenças que outras florestas. O termo vigor, geralmente, descreve uma variedade de estados fisiológicos, que aumentam ou inibem a atração, influenciam no desenvolvimento, comportamento e sobrevivência de um inseto (BARBOSA & WAGNER, 1989).

Quando a árvore é livre de competição a copa pode se tornar fotossinteticamente mais eficiente. Um povoamento de *Pinus contorta* desbastado, amplamente espaçado, logo se aproximará de seu potencial de crescimento e se tornará mais resistente ao ataque do besouro de casca, *Dendroctonus ponderosae* (MITCHELL et al., 1983).

Toda árvore torna-se estressada em algum momento de seu desenvolvimento (KOZLOWSKI, 1985³ citado por BARBOSA & WAGNER, 1989). Fatores bióticos e abióticos quando se encontram acima e abaixo do grau ótimo, para uma determinada espécie, podem induzir o estresse. A relação estresse/suscetibilidade, pode se tornar um pouco confusa, quando considera-se que o dano de um inseto pode ser, em diferentes situações, causa ou efeito do estresse da árvore (BARBOSA & WAGNER, 1989).

³ KOZLOWSKI, T.T. Tree growth in response to environmental stress. *Journal of Arboriculture*, Urbana, v.11, n.4, p. 97-111, 1985.

As razões pelas quais árvores não estressadas são mais resistentes a insetos, não são bem conhecidas, mas muitos mecanismos têm sido sugeridos. O mais comum é que árvores vigorosas têm mais energia disponível para despendê-la em estratégias defensivas. Por exemplo, uma árvore vigorosa de *Pinus* spp., atacada por um besouro de casca, produz grande quantidade de resina que interfere fisicamente no ataque do inseto, ao contrário da árvore estressada, que não é capaz de produzir resina suficiente para resistir ao ataque do inseto (BARBOSA & WAGNER, 1989).

O ataque de uma praga em um grande número de árvores, em povoamentos naturais, geralmente, deve-se a povoamentos super-estocados e a árvores individuais enfraquecidas que crescem menos que o ambiente permite (MITCHELL et al., 1983).

A idade também é um fator importante na predisposição de árvores ao ataque de pragas. Segundo DAVIS (1966), quanto mais velhas ficam as árvores, maior o declínio do vigor geral e, conseqüentemente, mais suscetíveis a um ataque fatal por parte das pragas. Plantios mais suscetíveis ao ataque de *Sirex noctilio*, geralmente, possuem mais de doze anos e encontram-se sob condições de estresse (NEUMANN et al., 1987).

Os riscos de ataque de insetos em florestas, aumentam em plantios de espécies exóticas, implantadas no limite de sua distribuição geográfica. Estas florestas, geralmente, têm extensas áreas, a mesma idade e sofrem de estagnação e supressão devido a tratamentos silviculturais inadequados, vindo a ser um perigo real na introdução de insetos destrutivos (RAWLINGS, 1948).

2.4 TRATAMENTOS SILVICULTURAIS

Florestas podem ser protegidas, de maneira mais efetiva e econômica, com a aplicação de tratamentos silviculturais, sendo este um método preventivo, baseado no entendimento das causas dos surtos (GRAHAM, 1959).

Uma variedade de procedimentos silviculturais pode ser usada conjuntamente com métodos diretos e indiretos. Qualquer modificação do método de crescimento ou colheita pode evitar condições favoráveis ao inseto, reduzindo o dano causado pelo mesmo (BARBOSA & WAGNER, 1989).

O sucesso do controle silvicultural, segundo estes autores, é limitado por:

- a) precisão de dados dos fatores que afetam a sobrevivência e o aumento numérico de pragas;
- b) possibilidade de execução das manipulações ambientais necessárias;
- c) custo dos procedimentos sugeridos;
- d) grau que as manipulações sugeridas interferem ou afetam os objetivos do manejo florestal.
- e) período de tempo necessário, antes que os efeitos dos procedimentos sejam manifestados.

Procedimentos silviculturais tendem a maximizar a disponibilidade de hospedeiros e sua resistência, bem como a efetividade de inimigos naturais e/ou assegurar condições microclimáticas sub-ótimas para o inseto (BARBOSA & WAGNER, 1989).

Métodos de controle silviculturais ou culturais, envolvem a manipulação do crescimento do povoamento ou das condições do sítio, para reduzir futuros impactos de ataque de insetos. Estes métodos incluem: seleção da espécie que melhor se adapta a um determinado sítio; redução do estresse ocasionado pela competição, através do desbaste de um pequeno número de árvores/ha; controle de espécies daninhas; realização de operações de poda e desbaste para reduzir infestações de pragas; manutenção das condições do solo e da estrutura do povoamento que maximizem o vigor da planta (ELLIOTT et al., 1998).

Recomendações de controle silvicultural, embora efetivas na prevenção de condições que conduzem ao dano, podem ser inaceitáveis por: conflitar, a curto prazo, com objetivos de interesse comercial; não ser de valor efetivo; reduzir a efetividade das técnicas de colheita ou resultar em efeitos indesejáveis (BARBOSA & WAGNER, 1989).

As práticas de manejo, direcionam a atenção para a composição, estrutura, idade e vigor da floresta estimulando as condições de desenvolvimento, evitando assim, sérios ataques de insetos. Um controle mais efetivo de pragas pode ser obtido, a longo prazo, pela aplicação de técnicas silviculturais, criando uma certa resistência floresta-inseto. O controle completo nunca poderá ser obtido, entretanto, podem ser reduzidos os custos das atividades de controle (DAVIS, 1966).

O desenvolvimento de sistemas silviculturais, que obtenham sucesso na redução de riscos de surtos, devem estar baseados no entendimento do comportamento de insetos, em condições naturais (ALFARO, 1996).

Práticas que regulam a densidade de árvores são o método chave para aumentar o vigor e reduzir problemas com pragas (BARBOSA & WAGNER, 1989). Dentre as práticas silviculturais existentes, o desbaste é uma das mais importantes (SHEPHERD, 1986) e tem sido vista pelos manejadores, como uma das poucas técnicas silviculturais disponíveis, para redução dos riscos de infestação por besouros de casca (LARSON et al., 1983).

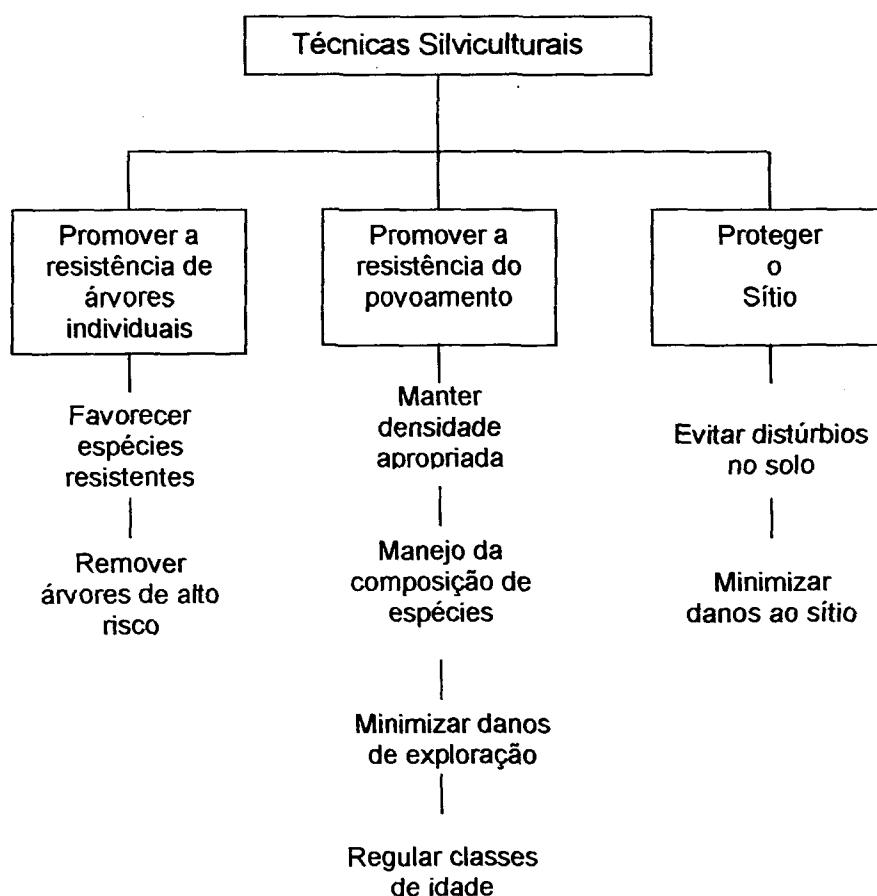
Controle silvicultural tem sido usado efetivamente contra o besouro de casca *Ips grandicollis*, em povoamentos de *P. radiata*, *P. elliotii* e *P. caribaea*. Estes incluem a retirada de árvores mortas ou danificadas, ajuste do tempo e localização das operações de colheita para minimizar o risco de infestação de povoamentos jovens adjacentes (NEUMAN et al., 1987).

Tratos silviculturais têm se tornado essenciais no desenvolvimento de estratégias para supressão, a longo prazo, do besouro *Dendroctonus frontalis* o "Southern Pine Beetle – SPB". Cortes intermediários e métodos de regeneração proporcionam condições ambientais e biológicas desfavoráveis ao ataque e dispersão da praga. Já práticas silviculturais são fundamentais no planejamento, pois promovem a resistência do povoamento ao dano pelo inseto. As práticas silviculturais devem, sempre, estar de acordo com os fatores econômicos e com os objetivos do manejo (BELANGER, 1982).

Linhas gerais para proteção de um povoamento contra SPB (Figura 2) são baseadas em três aspectos: resistência de árvores individuais, resistência do povoamento e proteção do sítio.

A resistência de árvores individuais ao SPB pode ser promovida: (a) pelo favorecimento de espécies mais resistentes, através de cortes intermediários e sistemas de regeneração, que restrinjam a composição de espécies àquelas mais compatíveis com o sítio e mais resistentes ao ataque de SPB; (b) pela remoção de árvores de alto risco, danificadas por raio, vento, gelo e outros agentes destrutivos (BELANGER, 1982).

FIGURA 2. TÉCNICAS SILVICULTURAIS PARA REDUZIR PERDAS POR *Dendroctonus frontalis*.



Fonte: BELANGER, 1982

A resistência do povoamento pode ser aumentada através da: (1) manutenção da densidade apropriada, pela retirada das árvores suprimidas e intermediárias favorecendo o vigor do povoamento; (2) manejo da composição de espécies, favorecendo desenvolvimento de espécies resistentes; (3) minimizando danos no corte, danos mecânicos nas árvores residuais causados por falta de

cuidados no método de exploração, podem resultar em aumento do ataque de SPB; (4) regular classes de idade, pois povoamentos super-estocados apresentam árvores em estágio avançado de declínio que raramente são capazes de responder a tratamentos (BELANGER, 1982).

A proteção do sítio é outro fator essencial e toda e qualquer atividade no povoamento deve evitar, sempre que possível, distúrbios no solo e em outras condições do sítio.

2.5 DESBASTES

Desbaste é a derrubada de árvores, em povoamentos imaturos, para acelerar o incremento em diâmetro e aumentar a média das árvores remanescentes (SHEPHERD, 1986). É conduzido para apressar ou modificar o curso da competição (SMITH, 1986) e seus objetivos variam com o local, a razão de crescimento, a disponibilidade de mão de obra, as finanças e o mercado para absorver a produção (SHEPHERD, 1986).

Os regimes de desbaste têm como principal propósito, concentrar a produção de um povoamento em um número limitado de árvores selecionadas, possibilitando o aproveitamento do volume comercial de madeira obtido antecipadamente e o aumento em valor das árvores remanescentes pelo favorecimento do crescimento em diâmetro (SMITH, 1986).

A intervenção em povoamentos, através do desbaste, contribui para melhorar a disposição das árvores remanescentes. A abertura do dossel acarreta em um maior espaço aéreo para o desenvolvimento das copas, uma maior superfície de produção fotossintética e, uma maior disponibilidade de água e nutrientes, para um menor número de indivíduos (MONTEIRO ALVES, 1982⁴ citado por MAINARDI et al., 1996).

A posição da copa, é um critério importante na decisão de quais árvores

⁴ MONTEIRO ALVES, A.A. *Técnicas de produção florestal: fundamentação, tipificação e métodos*. Lisboa. Instituto Nacional de Investigação Científica. 1982. 331 p.

cortar e quais favorecer. Árvores vigorosas, que ultrapassam as adjacentes, ocupam o dossel superior e normalmente, têm maior chance de sobreviver a competições no futuro. As menos vigorosas ocupam sucessivamente posições inferiores (SMITH, 1986).

A operação de desbaste em um povoamento reduz o número de árvores competindo por luz, umidade e nutrientes e funciona como um meio de intervir no ciclo destes povoamentos, alterando o número de árvores que o constituem e seu desenvolvimento, a fim de alcançar os objetivos pré-estabelecidos (EVANS, 1984).

A maior parte dos desbastes reduz as perdas ocasionadas por agentes daninhos, não somente pela prevenção, como também pelo aumento do vigor e resistência das árvores. Somente sob circunstâncias especiais, o desbaste aumenta a suscetibilidade ao ataque de insetos (SMITH, 1986).

Os desbastes promovem o crescimento individual de árvores fenotipicamente superiores e, dependendo da frequência e intensidade, possibilitam a produção de matéria prima para diferentes fins. Já a ausência de desbaste leva ao estresse da floresta e à obtenção de matéria-prima de baixa qualidade e menores bitolas, levando a uma menor remuneração do empreendimento e facilitando o aparecimento de pragas e/ou doenças (SCOLFORO e MAESTRI, 1997).

Cada espécie tem seu ritmo de crescimento, portanto, cada espécie terá o seu regime de desbastes próprio. Além disso, a finalidade da madeira do plantio, será responsável pela definição do número e tipo de desbastes que serão realizados.

Operações de desbaste são dispendiosas e por isso a relação custo/benefício desta operação deve ser cuidadosamente avaliada. Os desbastes que aparentemente envolvam uma perda financeira só deverão ser realizados se houver uma compensação no retorno final da rotação (SHEPHERD, 1986).

Os desbastes podem ser classificados em:

- a) Sistemático – quando o corte das árvores segue um esquema fixo de escolha, em função de sua disposição no povoamento. Neste caso são retiradas árvores em todas as classes de diâmetro;

- b) Seletivo – aquele onde as árvores a serem retiradas são previamente selecionadas. Em geral retiram-se as menores árvores do povoamento a fim de diminuir a competição com as de melhor desenvolvimento;
- c) Misto – combinam os dois sistemas anteriores, aplica-se primeiramente o desbaste sistemático e, em seguida, o seletivo nas linhas remanescentes, até chegar à percentagem de remanescentes desejada.

Uma das alternativas silviculturais mais importantes para *Pinus* spp., tem sido os desbastes, pois influenciam o crescimento e a produção por meio do tamanho, vigor e qualidade das árvores e, também pela regulação da densidade (SCOLFORO & MACHADO, 1996).

AHRENS (1985) cita que a necessidade de desbastes em *Pinus* spp. pode ser questionada, como por exemplo, quando existe o interesse de maximizar a produção sem qualquer preocupação com as dimensões das toras.

Nenhum plano de manejo de pragas florestais se concebe sem a aplicação de práticas silviculturais que tendem a eliminar das plantações árvores suprimidas, com algum tipo de dano físico, ou enfermidades, que são inicialmente mais suscetíveis ao ataque de uma praga. *Sirex noctilio* não é uma exceção e tradicionalmente é indicado como um raleador natural. O mal é que uma vez provocada a morte das árvores mais débeis, podem completar o ciclo nas árvores dominantes e assim eliminar em duas ou três temporadas 80% da plantação (LANFRANCO, 1993).

Recomendações gerais são difíceis de serem utilizadas e freqüentemente são inapropriadas, porque o tipo, a qualidade, a quantidade e o tempo de realização do desbaste depende de diversos fatores, tais como: espécie da árvore, espécie da praga, condições de sítio, idade da árvore, tamanho da área e razão custo/benefício (BARBOSA & WAGNER, 1989).

No controle silvicultural de *Dendroctonus ponderosae* em *P. ponderosa*, os efeitos benéficos do desbaste podem ser reduzidos, se a área desbastada for pequena e rodeada por florestas não manejadas, nas quais, existam infestações não identificadas. A densidade apropriada pode reduzir danos severos e podem ser

influenciadas pelo clima, sítio e tamanho da árvore e dependem, também, da espécie da árvore (BARBOSA & WAGNER, 1989).

Várias hipóteses são propostas em relação ao desbaste/dano da praga, particularmente em associações árvores/besouros de casca. Melhorias do crescimento são relacionadas com desbaste. Em adição, árvores remanescentes têm um aumento da resistência ao ataque do inseto. Outra hipótese sugere que um aumento na distância entre árvores, reduz a probabilidade do ataque massal em uma árvore resultar em ataque nas árvores próximas (GARA & COSTER, 1968⁵ citados por BARBOSA & WAGNER, 1989).

A hipótese da resistência da árvore assume que estas em povoamentos densos são mais suscetíveis à competição intensa pelo meio, limitando a alocação de recursos para mecanismos de defesa, tal como produção de resina. Associando isto a área basal, pode-se intuir que árvores em um povoamento com área basal alta, terão maiores dificuldades na captura de recursos do meio e sua capacidade defensiva será menor do que árvores em povoamentos de área basal baixa (KOLB et al., 1998).

Desbastes podem, também, resultar em um aumento ou mudança no nível de dano provocado pelo inseto (SCHENCK et al., 1957⁶ citados por BARBOSA & WAGNER, 1989). Podem, ainda, levar a mudanças no microclima, particularmente, um aumento na perda de umidade, causando um estresse que pode aumentar a suscetibilidade da árvore à pragas secundárias (BARBOSA & WAGNER, 1989). Danos físicos por corte mecânico, compactação do solo, quebra de raízes, períodos temporários de estresse resultante de uma drástica mudança ambiental, aumento do risco de dano por vento, neve e fogo (aumento do material combustível), também podem ser causados pelos desbastes, podendo acarretar um aumento no risco de infestação por besouros de casca (DAHLSTEN & ROWNEY, 1983).

⁵ GARA, R.I.; COSTER, J.R. Studies on the attack behaviour of southern pine beetle. III. Sequence of the infestation within stands. *Contrib. Boyce Thompson Institute*, v.24, p. 77-85, 1968

⁶SCHENCK, J.A.; DOSEN, R.C.; BENJAMIN, D.M. Noncommercial thinning of stagnated jack pine stands and losses attributable to bark beetles. *Journal of Forestry*, Washington, v.55, p. 838-841, 1957.

Estudos de infestações de besouros de casca, têm sido correlacionados à alta densidade do povoamento. Desbastes têm sido vistos como uma medida preventiva para aumentar a resistência do povoamento residual (aumentando o vigor) à infestações por insetos, principalmente besouros de casca, e patógenos (WOOD et al., 1985).

Desbastes baixos são recomendados para reduzir a competição e remover árvores mais sujeitas ao ataque de SPB. Em um primeiro momento são retiradas árvores pequenas e de crescimento lento, pertencentes às classes suprimida e intermediária. Outro fator importante é o momento adequado para a realização dos desbastes. A realização deste numa época imprópria poderá acarretar em uma redução da taxa de copa viva e do vigor das árvores que passarão a ser desfavoráveis para o seu desenvolvimento e favoráveis ao ataque de SPB (BELANGER, 1982).

O grau de desbaste para reduzir o risco de ataque de SPB é determinado pela: intensidade do manejo, tipo de produto desejado, disponibilidade do mercado, e condições particulares de cada local (BELANGER, 1982).

2.6 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Nos empreendimentos florestais, principalmente atividades de produção madeireira, a aplicação do capital está sujeita a retornos a longo prazo. A eficiência na aplicação deste capital está diretamente relacionada ao manejo adequado dos povoamentos, minimização dos custos e aos preços da madeira (OLIVEIRA, 1995).

Isto faz com que a análise financeira seja uma ferramenta importante no planejamento florestal, a fim de facilitar os processos de tomada de decisão que ocorrem ao longo do ciclo florestal.

ÂNGELO *et al.* (1991) dividem o planejamento florestal em:

- a) Planejamento Individual - é o planejamento e organização de cada povoamento, sítio e talhão, separadamente;

- b) Planejamento Geral - considera a empresa como um todo visando a persistência das florestas e da renda;
- c) Planejamento Financeiro – segue o fluxo de caixa da empresa, o plano de investimento e pode ser avaliado por métodos de Engenharia econômica como Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) .

A análise econômica de projetos de investimentos ou para fins de planejamento florestal no Brasil, pode ser dividida em duas etapas: a) nos anos 70 onde as avaliações econômico-financeiras eram feitas através da comparação e avaliação de programas e projetos, a fim de verificar a rentabilidade a nível de investidor e de sociedade, nas situações com e sem subsídio, e b) nos anos 80 e 90 onde os estudos dirigiram-se para técnicas de planejamento e otimização, associados a grandes empreendimentos florestais, ao lado de impactos em pequenos reflorestamentos (VEIGA FILHO & VEIGA, 1994).

O investimento de capital, usualmente, envolve uma despesa de fundos ao dia, na expectativa de um grande retorno no futuro. Tomar uma decisão financeira é, freqüentemente, confrontar-se com problemas de seleção do melhor investimento para uma série de alternativas propostas e, para isto, é necessário ranquear estas alternativas. Deve-se portanto ter em mente que qualquer critério financeiro satisfatório, deve ser baseado em dois princípios fundamentais: (1) um fluxo monetário maior é melhor que um menor e (2) um fluxo monetário precoce é preferível a um fluxo monetário tardio (CLUTTER et al., 1983).

A avaliação do melhor regime de manejo para uma floresta segue este mesmo princípio. Os critérios de avaliação do melhor regime de manejo podem ser diferenciados de acordo com o objetivo desejado, em função de pressuposições implícitas e explícitas de acessibilidade aos mercados de fatores e grau de flexibilidade do uso dos mesmos (BENTLEY & TEENGUARDEN, 1965⁷ citados por GOMES, 1999).

A determinação da idade ótima de rotação de povoamentos florestais, pode se utilizar de critérios de avaliação econômica, tais como: produção bruta, produção

⁷ BENTLEY, W.; TEENGUARDEN, D. Financial maturity: a theory review. *Forest Science*, Washington, v.11, n. 3, p. 76-87, 1965.

anual média, valor presente líquido para uma única rotação ou para uma série infinita de rotações, receita anual líquida, taxa interna de retorno, razão custo/benefício e valor esperado da terra (BERGER, 1985; NEWMAN, 1988; SCOLFORO E HOSOKAWA, 1992; OLIVEIRA, 1995; GOMES, 1999).

Os critérios de avaliação econômica da exploração florestal levam em conta a série de capitais referentes às operações financeiras, envolvendo receitas adquiridas e custos de produção da floresta (OLIVEIRA, 1995).

2.6.1 Valor Presente Líquido (VPL)

É definido como a soma do valor presente das receitas menos a soma do valor presente dos custos (DAVIS & JOHNSON, 1987).

O valor presente líquido pode ser obtido pela expressão:

$$VPL = \sum_{n=0}^t \left[\frac{FCLn}{(1+i)^n} \right]$$

onde:

t = idade de rotação;

n = número de períodos de capitalização envolvidos em cada elemento da série de Receitas ou Despesas de Fluxo de Caixa, $n = 0, 1, \dots, t$.

$FCLn$ = Fluxo de Caixa Líquido (Receitas - Custos) no período n do horizonte de planejamento.

i = taxa de juros comparativa ou taxa mínima de atratividade.

Se este valor for positivo, o retorno do investimento será suficiente para repor o capital investido. Se for negativo, a taxa de retorno do capital investido será menor que a taxa mínima.

2.6.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)

TIR é a taxa de juros que torna nulo o valor presente líquido do empreendimento, então a TIR é o valor de i^* em que:

$$\sum_{n=0}^t \left[\frac{FCLn}{(1 + i^*)^n} \right] = 0$$

O investimento é considerado financeiramente aceitável se a diferença entre a TIR (i^*) e a taxa mínima de atratividade (i) for maior ou igual a zero ($i^* - i \geq 0$) ou ($i^* \geq i$), ou seja, quando o valor presente líquido for positivo (CLUTTER et al., 1983; OLIVEIRA, 1995).

Uma pressuposição chave deste modelo é que a receita obtida do corte pode ser reinvestida em um novo projeto florestal, e que irá produzir uma taxa de retorno igual à obtida pelo projeto original. Isto implica na existência de uma quantidade infinita de terras florestais com a mesma produtividade, e contínua expansão do empreendimento (BENTLEY & TEENGUARDEN, 1965⁸ citados por GOMES, 1999).

Na comparação de projetos cujos custos de investimentos são diferentes entre si, nem sempre aquele que apresenta maior TIR será selecionado, uma vez que este método não leva em consideração a diferença entre custos de investimento dos projetos avaliados, como faz o VPL (REZENDE & OLIVEIRA, 1995⁹ citados por Gomes, 1999).

2.6.3 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade tem por finalidade estudar os efeitos que as

⁸ BENTLEY, W.; TEENGUARDEN, D. Financial maturity: a theory review. *Forest Science*. v.11, n. 3, p. 76-87, 1965.

⁹ REZENDE, J.L.P.; & OLIVEIRA, A. Avaliação de Projetos 1 e 2. UFLA. FAEPE. 1995. 65p.

variações nos parâmetros que compõem um fluxo de caixa, provocam nos valores representativos deste fluxo, exibindo diferentes resultados para uma gama de valores possíveis, possibilitando ao decisor verificar o que aconteceria se os valores fossem mudados dentro desta gama (OLIVEIRA, 1995).

O decisor deve indicar os intervalos de variação dos parâmetros considerados incertos e extrair as diversas representações numéricas ou gráficas que deseja seguir.

A análise de sensibilidade permite ao decisor ter uma idéia clara dos riscos incorridos com alterações no regime de manejo, taxa de juros, custos e preços diversos.

3 METODOLOGIA

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO EXPERIMENTO

O experimento instalado em 1992, e repetido de três áreas de *Pinus taeda* da KLABIN – CELLUCAT, com início de ataque de *S. noctilio*, localizadas no Estado de Santa Catarina. Este foi proveniente de uma parceria entre a KLABIN -CELUCAT e a Embrapa - Florestas.

Foram selecionados plantios de *P. taeda* nas Fazendas Cerro Pelado, Goiabeira e Marco, com as seguintes características:

a) Cerro Pelado :

Idade do plantio: 13 anos

Município: São José do Cerrito – SC

Coordenadas geográficas: Latitude: 27° 42' 00 " S

Longitude: 50° 27' 00 " W

Altitude: 860 metros

Solo: Cambissolo textura argilosa

b) Goiabeira

Idade do plantio: 12 anos

Município: Bocaina do Sul – SC

Coordenadas geográficas: Latitude: 27° 40' 00 " S

Longitude: 49° 55' 00 " W

Altitude: 870 metros

Solo: Cambissolo textura argilosa

c) Marco

Idade do plantio: 12 anos

Município: Curitibanos – SC

Coordenadas geográficas: Latitude: 27° 21' 00 " S

Longitude: 50° 28' 30 " W

Altitude: 810 metros

Solo: Cambissolo textura siltosa

Os povoamentos escolhidos apresentavam-se sem desbaste e com espaçamento 2,0 x 2,5 m. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com cinco tratamentos e cinco repetições (Figuras 3, 4, e 5).

Em todos os locais foram testados os seguintes tratamentos:

- T1 - testemunha (sem desbaste);
- T2 - 25% desbaste sistemático (4^a linha) e 10% seletivo nas remanescentes;
- T3 - 25% desbaste sistemático (4^a linha) e 20% seletivo nas remanescentes;
- T4 - 25% desbaste sistemático (4^a linha) e 30% seletivo nas remanescentes;
- T5 - 25% desbaste sistemático (4^a linha) e 40% seletivo nas remanescentes;

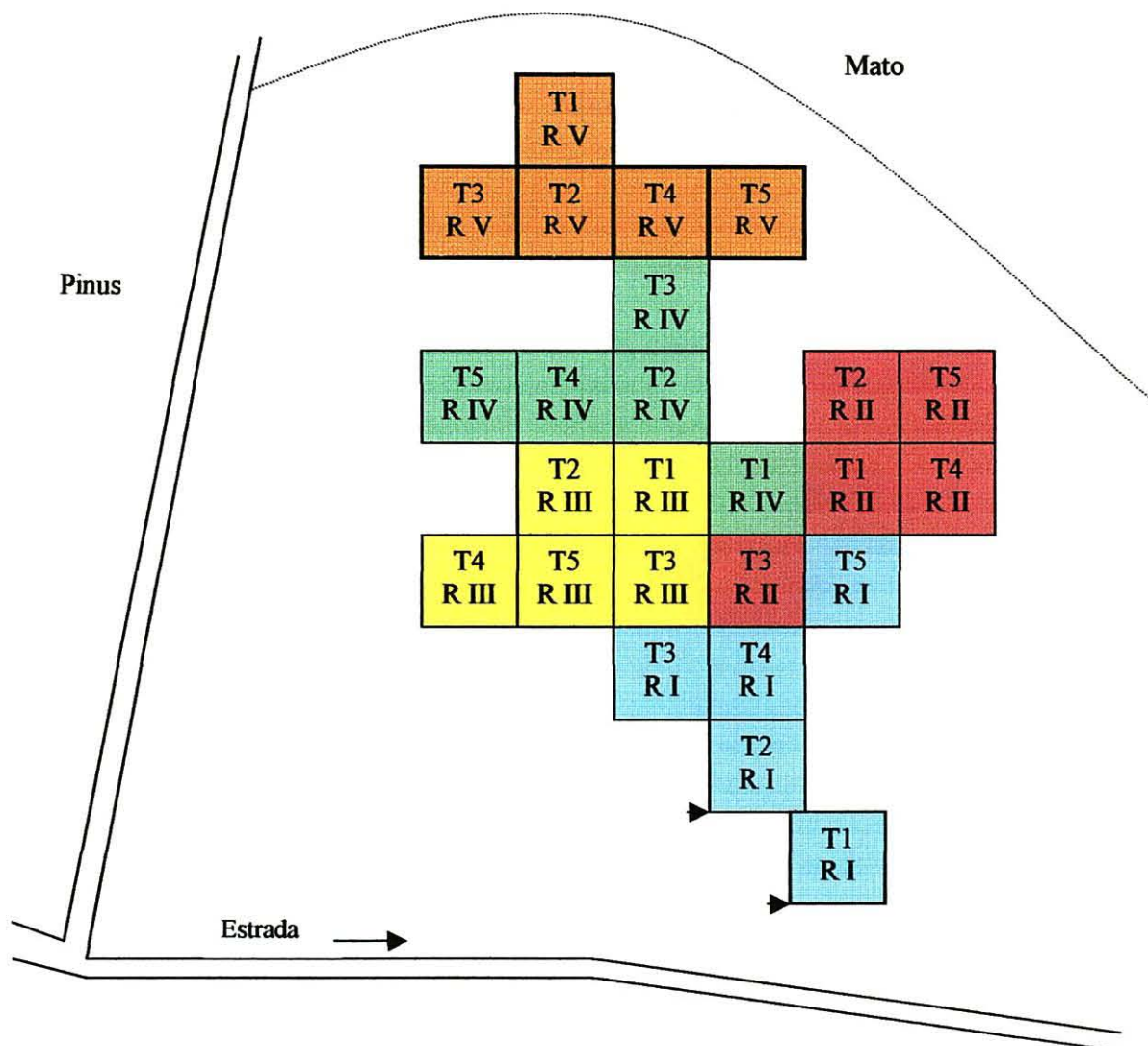
Os tratamentos foram aplicados em sub-áreas de 3600 m² e parcelas amostrais de 400 m² (20 x 20) foram instaladas no centro de cada sub-área, sendo que cada bloco totalizava 18.000 m². As diferenças de qualidade de sítio, solo e micro-clima, foram controladas, através da instalação de cada bloco com todos os tratamentos em um mesmo talhão.

No desbaste seletivo, foram retiradas, preferencialmente, as árvores atacadas, bifurcadas e dominadas.

Os tratamentos foram aplicados em 1993 mas antes disto, inclusive em 1992, foram coletadas informações sobre DAP (diâmetro à altura do peito), h (altura total) e condição fitossanitária (sadia ou atacada) das árvores de cada parcela, sendo que os dados de 1992 da Fazenda Goiabeira foram perdidos. Estas informações também foram coletadas em 1994, 1995, 1996 e 1999, a fim de relacionar a infestação por *S. noctilio* com o vigor das árvores.

Através destes dados foram avaliadas as tendências das variáveis densidade, DAP, área basal e volume de madeira com relação aos níveis de ataque do inseto.

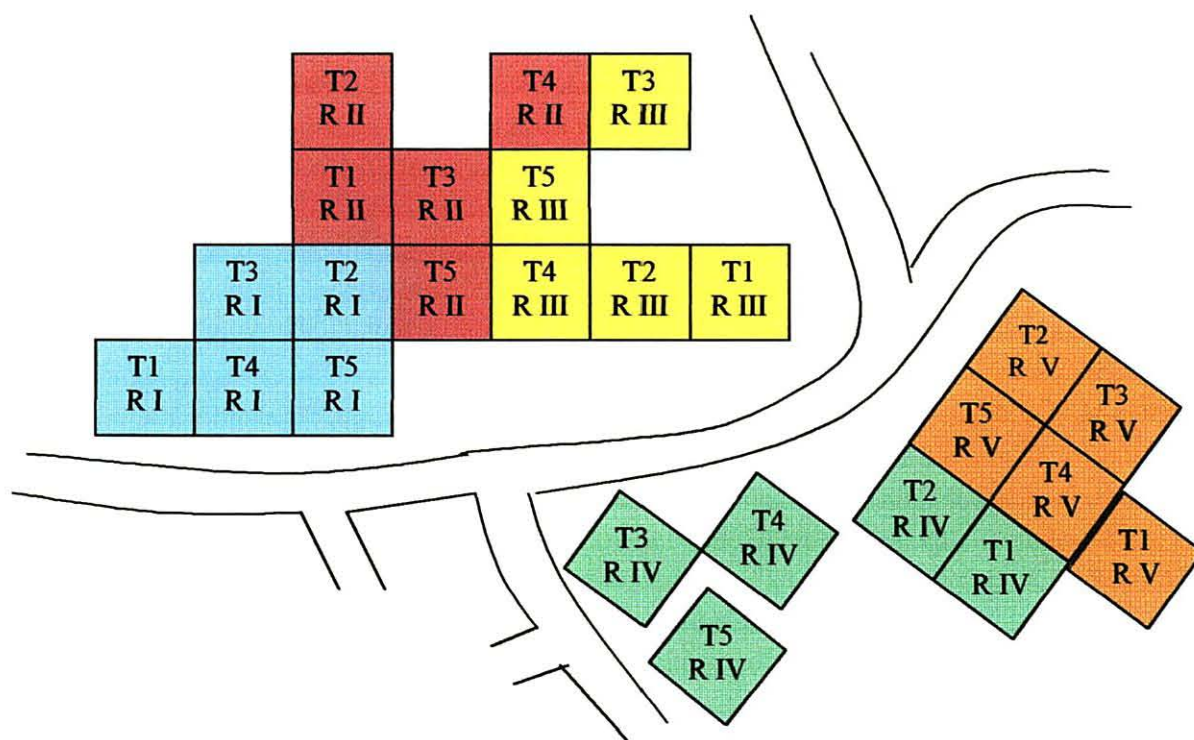
FIGURA 3. CROQUI DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO NA FAZENDA CERRO PELADO.



- T1 – Testemunha (sem desbaste)
 T2 – Desbaste na 4ª linha + 10% seletivo
 T3 – Desbaste na 4ª linha + 20% seletivo
 T4 – Desbaste na 4ª linha + 30% seletivo
 T5 – Desbaste na 4ª linha + 40% seletivo
 RI a RV – Repetições de 1 a 5 blocos

Foram realizadas, separadamente, análises para os anos de 1995, 1996 e 1999, nos quais foi possível observar um comportamento mais definido do ataque do inseto, o que não ocorreu em 1992, 1993 e 1994.

FIGURA 4. CROQUI DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO NA FAZENDA GOIABEIRA.

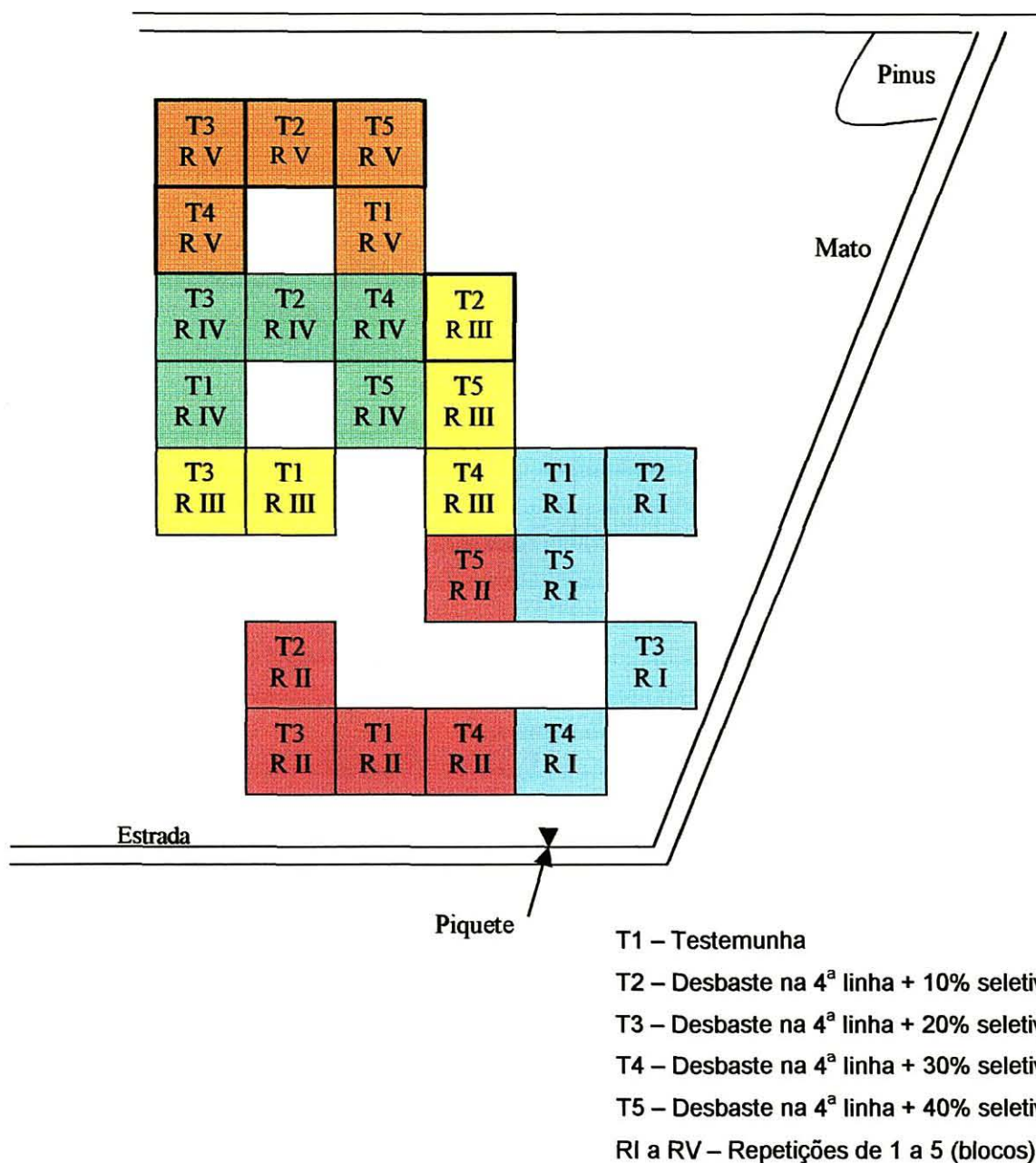


- T1 – Testemunha (sem desbaste)
 T2 – Desbaste na 4ª linha + 10% seletivo
 T3 – Desbaste na 4ª linha + 20% seletivo
 T4 – Desbaste na 4ª linha + 30% seletivo
 T5 – Desbaste na 4ª linha + 40% seletivo
 RI a RV – Repetições de 1 a 5 (blocos)

As análises de variância foram realizadas utilizando-se o software SANEST (ZONTA et. al., 1985). Para o estudo das interações Locais * Tratamentos, foram efetuadas análises conjuntas, envolvendo os três locais em cada ano de avaliação.

Foram considerados os fatores locais, blocos e tratamentos. Os tratamentos foram analisados por regressão polinomial, dentro de cada local e em termos médios. Para a comparação dos locais foi utilizado o teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

FIGURA 5. CROQUI DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO NA FAZENDA MARCO.



Os resultados obtidos da relação entre as variáveis (densidade, área basal e volume) foram transformados em percentuais, tendo-se por base o tratamento T1 considerado como 100%. O objetivo deste procedimento foi verificar a eficiência dos tratamentos com diferentes níveis de desbaste (T2, T3, T4 e T5), em relação ao tratamento sem desbaste (T1).

Foram realizadas duas análises de variância para cada variável em cada ano (1995, 1996 e 1999), sendo uma delas baseada nas percentagens de ataque de

cada uma das repetições dos tratamentos em cada Fazenda, e a outra na proporcionalidade de ataque em relação ao tratamento T1 (base 100). As análises de variância foram sempre baseadas no número de árvores atacadas dentro de cada repetição.

3.2 COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS COM O ATAQUE DE *Sirex noctilio*

3.2.1 Número de Árvores por Hectare

A densidade (frequência/ha) foi calculada, a princípio, para cada parcela de 400 m², procedendo-se, posteriormente, a extrapolação para hectare.

Esta densidade foi dividida nas seguintes fases: D1 (densidade no plantio), D2 (densidade no momento da instalação do experimento, excluindo-se as falhas e mortas), D3 (densidade após a aplicação do tratamento) e D_{AT} (densidade de árvores atacadas durante o período do experimento).

Foram calculadas para as densidades D3 e D_{AT}, as médias entre as repetições de cada tratamento em cada uma das fazendas analisadas, a fim de verificar a evolução da variável (D3), e visualizar o comportamento da infestação de *S. noctilio*, através dos percentuais de ataque, durante o período do experimento.

Para a variável densidade foram realizadas duas análises de variância. A primeira baseou-se nas percentagens de ataque em cada uma das repetições dos tratamentos para cada Fazenda. Para a segunda calculou-se a proporcionalidade de ataque em relação ao tratamento T1, sendo esta considerada como base 100. As análises de variâncias foram sempre baseadas no número de árvores atacadas dentro de cada repetição.

3.2.1 Diâmetro à Altura do Peito (DAP)

Com os dados de DAP foi possível avaliar a evolução do crescimento diamétrico do povoamento durante o período do ensaio experimental.

Para cada uma das Fazendas foram filtrados os diâmetros das árvores atacadas, em cada tratamento, nos diferentes anos de medição. Estes foram distribuídos em classes diamétricas de 5 cm. Este procedimento teve como objetivo verificar a relação existente entre a infestação de *S. noctilio* e o diâmetro das árvores atacadas, definindo quais as árvores preferidas pelo inseto, e de que maneira a infestação se desloca pelas classes diamétricas ao longo do tempo.

3.2.3 Área Basal

A soma das áreas transversais das árvores de cada repetição dos tratamentos, em cada um dos locais estudados, gerou a área basal total (G_T) e a soma das áreas transversais das árvores atacadas originou a área basal atacada (G_{AT}). A primeira teve a finalidade de verificar a evolução da variável durante o experimento e a segunda, determinar o comportamento da infestação de *S. noctilio* em relação a esta variável.

3.2.4 Volume

Para o cálculo de volume foi empregada uma equação do programa SISPINUS, utilizada pela empresa Klabin-Celucat.

$$\text{Vol} = 3,6725 * 10^{-5} * \text{DAP}^2 * \text{Hdom}$$

Foram calculados o volume total e o volume atacado e destes foram obtidos os valores médios para as repetições de cada tratamento, em cada uma das fazendas analisadas. Por meio do volume médio total (V_T) observou-se a evolução desta variável durante o período do experimento e com o volume médio atacado (V_{AT}) foram calculados os percentuais de ataque, para verificar o comportamento da infestação de *Sirex noctilio*, ao longo do ensaio experimental.

3.2.5 Simulação e Análise Econômica

Nos procedimentos para a simulação de crescimento e produção e análise econômica foram utilizados os Programas SISPINUS e PLANIN .

O SISPINUS é um simulador de desbastes, desenvolvido para plantios de *Pinus*, no qual é possível obter a prognose de crescimento e da produção anual de povoamentos estimando o sortimento de madeira por classe diamétrica, para múltiplos usos, de árvores provenientes de desbastes e do corte final (OLIVEIRA, 1995).

O PLANIN – Planejamento Florestal Integrado foi desenvolvido para dar suporte às análises econômico-financeiras de regimes de manejo de povoamentos de *Pinus* spp., possibilitando o cálculo dos parâmetros de avaliação econômico-financeira e a análise de sensibilidade da rentabilidade a diferentes taxas de atratividade (OLIVEIRA et. al., 1998a).

O ponto de partida para o início das simulações no SISPINUS foram os valores médios de número de árvores e de área basal, na idade de 12 anos para a Fazenda Cerro Pelado e, 10 anos para as Fazendas Goiabeira e Marco. Foram feitas simulações individuais para cada tratamento, em cada uma das fazendas analisadas, gerando dados de produção para diferentes rotações (19, 21, 23 e 25 anos).

A equação de sítio (SISPINUS 2000) utilizada para as simulações foi:

$$H = S * EXP \{4,6433 * [(1/A)^{0,56} - (1/15)^{0,56}]\}$$

Foram simulados desbastes em duas idades. O primeiro na idade de 14 anos para a Fazenda Cerro Pelado e de 13 anos para as Fazendas Goiabeira e Marco, representou o desbaste realizado em campo: sistemático na 4ª linha e seletivo variando em 10% (T2), 20%(T3), 30%(T4) e 40%(T5). O segundo representou o ataque de *S. noctilio* (valores reais obtidos em campo) nos diferentes tratamentos e diferentes locais e baseou-se no trabalho de OLIVEIRA et. al. 1998b que se fundamentou no fato de que *S. noctilio* ataca preferencialmente árvores de menores diâmetros e definiu um procedimento sistemático/seletivo onde 1/3 do

ataque foi distribuído pelo povoamento (sistemático) e 2/3 pelas classes de menores diâmetros (seletivo).

Devido a diferença de idade de plantio entre as fazendas, as simulações do segundo desbaste para as diferentes rotações foram feitas da seguinte maneira:

a) Fazenda Cerro Pelado:

a.1) Rotação de 19 anos – foram feitas duas simulações:

- Simulação 1 – Corte Final aos 19 anos sem o segundo desbaste;
- Simulação 2 – Corte Final aos 20 anos com segundo desbaste aos 19 anos, baseado na percentagem de ataque.

Os valores dos sortimentos de laminação, serraria e celulose provenientes do segundo desbaste da simulação 2, foram subtraídos dos sortimentos de laminação, serraria e celulose da simulação 1 e somados ao sortimento de energia desta mesma simulação. Este procedimento foi tomado para expressar a realidade pois, quando utilizada, a madeira atacada por *S. noctilio* é destinada somente para energia.

a.2) Rotações de 21, 23 e 25 anos

- Simulação 3 – Corte Final nas idades de 21, 23 e 25 anos com segundo desbaste sistemático/seletivo, aos 19 anos, baseado na percentagem de ataque e sendo acrescido ao seletivo a retirada de mais árvores a fim de deixar 400 árvores remanescentes por hectare.

Os valores dos sortimentos de laminação, serraria e celulose provenientes do segundo desbaste da simulação 2, foram subtraídos dos sortimentos de laminação, serraria e celulose da simulação 3 e somados ao sortimento de energia desta mesma simulação.

b) Fazendas Goiabeira e Marco – o fato da última medição ter sido realizada aos 17 anos facilitou a simulação, que foi feita da seguinte forma:

b.1) Rotação de 19 anos – foram feitas duas simulações:

- Simulação 4 - Corte Final aos 20 anos com segundo desbaste, aos 17 anos, baseado na percentagem de ataque.

Os valores dos sortimentos de laminação, serraria e celulose provenientes do segundo desbaste da simulação 4, foram somados ao sortimento de energia desta mesma simulação.

a.2) Rotações de 21, 23 e 25 anos

- Simulação 5 – Corte Final nas idades de 21,23 e 25 anos com segundo desbaste sistemático/seletivo, aos 17 anos, baseado na percentagem de ataque e sendo acrescido ao seletivo a retirada de mais árvores a fim de deixar 400 árvores remanescentes por hectare.

Os valores dos sortimentos de laminação, serraria e celulose provenientes do segundo desbaste da simulação 4, foram subtraídos dos sortimentos de laminação, serraria e celulose da simulação 5 e somados ao sortimento de energia desta mesma simulação.

As informações fornecidas pelo SISPINUS foram utilizadas como base de dados para a análise do PLANIN.

Os tratamentos em cada uma das fazendas foram analisados separadamente. Em cada uma das análises foram determinados os seguintes critérios econômicos: Análise de Sensibilidade, Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Taxa de Atratividade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RELAÇÃO ENTRE A DENSIDADE DE PLANTAS E O NÍVEL DE INFESTAÇÃO DE *Sirex noctilio*

Segundo a KLABIN – CELUCAT os povoamentos de *Pinus taeda* das fazendas Cerro Pelado, Goiabeira e Marco foram implantados em um espaçamento 2,0 x 2,5 m (densidade inicial de 2000 plantas/ha). Após a instalação do experimento e da realização da primeira medição foram calculadas: a taxa de mortalidade, o número de falhas e a densidade inicial para cada um dos tratamentos, nos três locais. Constatou-se que o número de árvores por hectare (densidade inicial no plantio), variou de 1790 a 2150 nos diferentes tratamentos (Quadro 1).

Observou-se no Quadro 1 que, aparentemente, existe maior homogeneidade em relação à densidade, na fazenda Goiabeira, onde as percentagens de mortalidade e falha estão abaixo dos 10%, e maior heterogeneidade na fazenda Cerro Pelado, onde ocorre uma variação de 7% a cerca de 23% na percentagem de falhas. Este quadro 1 mostra ainda a evolução da densidade de plantas, apresentando-as da seguinte maneira:

- $D_1 \rightarrow$ densidade inicial (no plantio);
- $D_2 \rightarrow D_2 = D_1 - F - M$
- $D_3 \rightarrow D_3 = D_2 - Db$

onde : F – é o número de falhas

M – número de árvores mortas

Db – número de árvores retiradas no desbaste

Quando da realização desta análise foram observadas pequenas diferenças entre as percentagens de desbaste propostas e as que foram realmente implantadas (Quadro 2), mas isto não comprometeu o experimento.

QUADRO 1 EVOLUÇÃO DA DENSIDADE (NÚMERO DE ÁRVORES/HA), NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO. SANTA CATARINA.

FAZENDA	TRAT.	D ₁	%M	%F	D ₂	D _B	D ₃
Cerro Pelado	T1	1790	0,56	22,63	1375	0	1375
	T2	1805	0,28	16,34	1505	465	1040
	T3	1815	0,55	7,16	1675	720	955
	T4	1850	0,27	10,54	1650	775	875
	T5	1900	0,79	11,84	1660	890	770
Goiabeira	T1	1965	2,54	2,29	1870	0	1870
	T2	1950	0,77	3,33	1870	660	1210
	T3	1870	0,27	8,82	1700	715	985
	T4	1945	0,26	4,88	1845	870	975
	T5	1930	0	4,92	1835	1030	805
Marco	T1	1950	3,59	12,82	1630	0	1630
	T2	2000	2,50	14,75	1655	590	1065
	T3	2150	4,65	15,35	1720	680	1040
	T4	2025	1,98	14,32	1695	870	825
	T5	2000	4,25	14,00	1635	865	770

D₁ - densidade inicial (1992)

D₂ - densidade intermediária, retirando falhas e mortas (1992)

D_B - densidade retirada pelo desbaste (1993)

D₃ - densidade final, após desbaste (1993)

%M - percentagem de mortalidade (1992)

% F - percentagem de falhas (1992)

QUADRO 2 DIFERENÇAS NAS PERCENTAGENS DE DESBASTE DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO. SANTA CATARINA.

Tratamentos	% Desbaste Planejada	% Desbaste Real		
		Cerro Pelado	Goiabeira	Marco
T2	32,5	30,9	35,1	35,6
T3	40,0	43,0	42,1	39,5
T4	47,5	47,0	47,0	51,3
T5	55,0	53,3	56,1	52,9

O ataque de *S. noctilio* iniciou em 1993 (13 anos) na Fazenda Marco e em 1994 nas Fazendas Cerro Pelado e Goiabeira (15 e 14 anos respectivamente) ocorrendo um aumento gradativo nas avaliações dos anos seguintes (Quadro 3 e Gráfico 1). O Tratamento T1 (sem desbaste) com densidades de: 1375 plantas/ha

(Cerro Pelado), 1870 plantas/ha (Goiabeira) e 1630 plantas/ha (Marco) apresentou os maiores índices de ataque. Segundo MITCHELL et al. (1983) o ataque de uma praga é relacionado com o estoque do povoamento, que por sua vez tem ligação com o vigor da árvore

QUADRO 3 PERCENTAGENS DE ATAQUE DE *S. noctilio*, NA VARIÁVEL DENSIDADE, NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO. SANTA CATARINA.

Local	Tratamentos	Ano de Medição					
		92	93	94	95	96	99
Cerro Pelado (13 anos / 92)	T1	-	-	2,2	10,5	19,3	46,9
	T2	-	-	2,9	5,3	13,0	30,8
	T3	-	-	0,0	3,7	11,5	27,2
	T4	-	-	0,6	5,7	10,9	21,7
	T5	-	-	1,3	5,2	9,1	16,2
Goiabeira (12 anos / 92)	T1	-	-	-	16,3	25,1	67,1
	T2	-	-	-	2,9	6,6	46,3
	T3	-	-	0,5	3,6	13,2	50,8
	T4	-	-	-	1,5	7,2	37,9
	T5	-	-	-	1,2	3,1	38,5
Marco (12 anos / 92)	T1	-	0,9	0,9	5,8	5,8	36,8
	T2	-	-	-	-	-	24,9
	T3	-	0,3	0,5	1,4	1,4	25,0
	T4	-	-	-	1,2	1,2	32,1
	T5	-	-	-	-	-	22,1

O desbaste reduziu as percentagens de ataque. O tratamento T1(sem desbaste) teve os maiores níveis de infestação e os demais apresentaram pequenas diferenças nos índices de ataque de *S. noctilio* (Quadro 3). Estes dados confirmam os resultados obtidos por IEDE et al. (1993), de que povoamentos suscetíveis à este inseto encontram-se na faixa de 10 e 25 anos de idade sem desbastes e por NEUMAN et al. (1987), que citaram como habitat favorável a *S. noctilio*, povoamentos de 10 a 15 anos, com densidade de 1700 plantas/ha e desbastes atrasados.

Para classificar os índices de ataque encontrados no Quadro 3, foi utilizada a recomendação da EMBRAPA/Florestas (PENTEADO comunicação pessoal) que divide os níveis de ataque em: (a) Baixo – percentagem de ataque é menor ou igual

a 1%; (b) Médio – percentagem de ataque é maior que 1% e menor que 10% e (c) Alto – percentagem de ataque é igual ou superior a 10%.

Esta divisão baseou-se no desenvolvimento de métodos de amostragem para *S. noctilio*, realizada por PENTEADO (1995), que encontrou uma média de 800 insetos/árvore, sendo que 40% destes eram fêmeas. Como cada fêmea coloca em média 226 ovos (CARVALHO, 1992), o ataque em uma árvore em um determinado ano sugere que no ano seguinte um número muito maior de árvores esteja atacada.

Por esta classificação níveis baixos de ataque foram encontrados nos tratamentos T4 da Fazenda Cerro Pelado (1994), T3 da Fazenda Goiabeira (1994) e T1 e T3 da Fazenda Marco (1993 e 1994). Níveis altos estiveram presentes apenas no ano de 1999, nas Fazendas Cerro Pelado (T1) e Goiabeira (T1, T2 e T3).

A análise de variância realizada para verificar o efeito do ataque da vespa-da-madeira na variável densidade (Tabela 1) indicou que:

- a) As fazendas Cerro Pelado, Goiabeira e Marco apresentaram comportamentos diferentes ao ataque do inseto;
- b) Os blocos só passam a ter importância para níveis de ataque com significância mais elevada. Na fazenda Marco, que apresenta o menor ataque, os blocos não apresentaram diferenças significativas;
- c) Os tratamentos apresentaram diferenças significativas, indicando que o nível de ataque em relação a densidade está relacionado com o tipo de desbaste aplicado;
- d) As variações nas intensidades dos desbastes resultam em níveis de ataque de *S. noctilio* diferenciados, em função das condições do local estudado.

As equações e linhas de regressão, e o resultado do teste de comparação de médias, para cada tratamento entre locais, podem ser observados no Gráfico 2. Este se divide em três gráficos, um para cada ano de análise, onde é possível se observar o comportamento do número de árvores atacadas em relação ao tratamento aplicado em cada um dos locais.

GRÁFICO 1 EVOLUÇÃO DO ATAQUE DE *Sirex noctilio* EM RELAÇÃO A VARIÁVEL DENSIDADE DE PLANTAS, NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO. SANTA CATARINA.

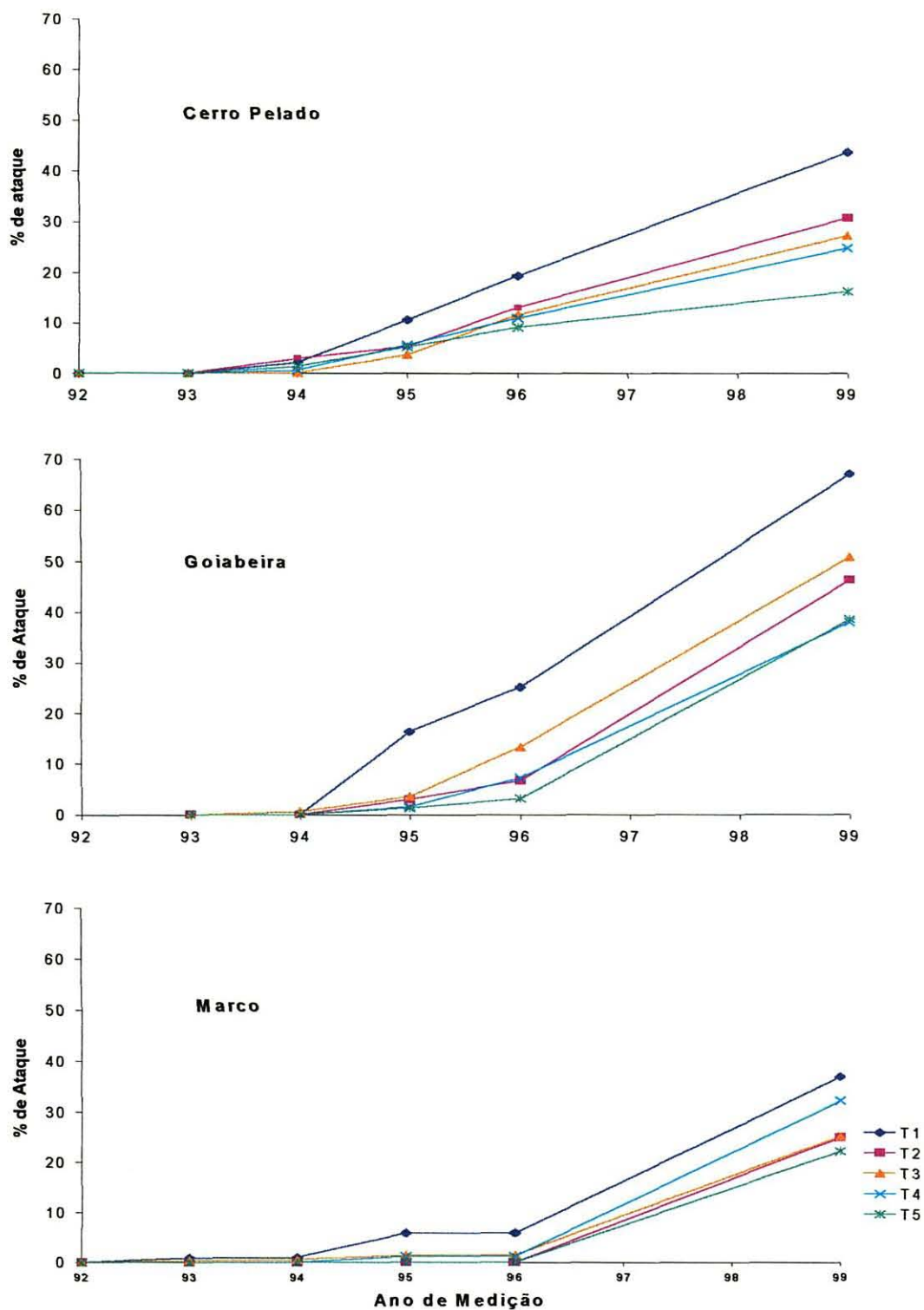


TABELA 1 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PERCENTAGEM DE ATAQUE DE *Sirex noctilio*, NA VARIÁVEL DENSIDADE DE PLANTAS, NAS FAZENDAS CERRO PELADO (L1), GOIABEIRA (L2) E MARCO (L3). SANTA CATARINA.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		1995	1996	1999
Local	2	22433,3 **	84158,3 **	643488,3 **
Blocos : L1	4	4000,0 ns	9537,5 ns	27996,3 *
Blocos : L2	4	8087,5 *	32065,5 **	86187,5 **
Blocos : L3	4	412,5 ns	1062,8 ns	17787,5 ns
Bloco(Local)	(12)	4166,7 ns	14220,8 *	43990,4 **
Tratamentos	4	71987,5 **	149595,8 **	901993,1 **
Local * Tratamentos	8	12225,0 **	26658,3 **	69300,3 **
Resíduo	48	2984,4	5590,6	11229,0
Total	74			

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

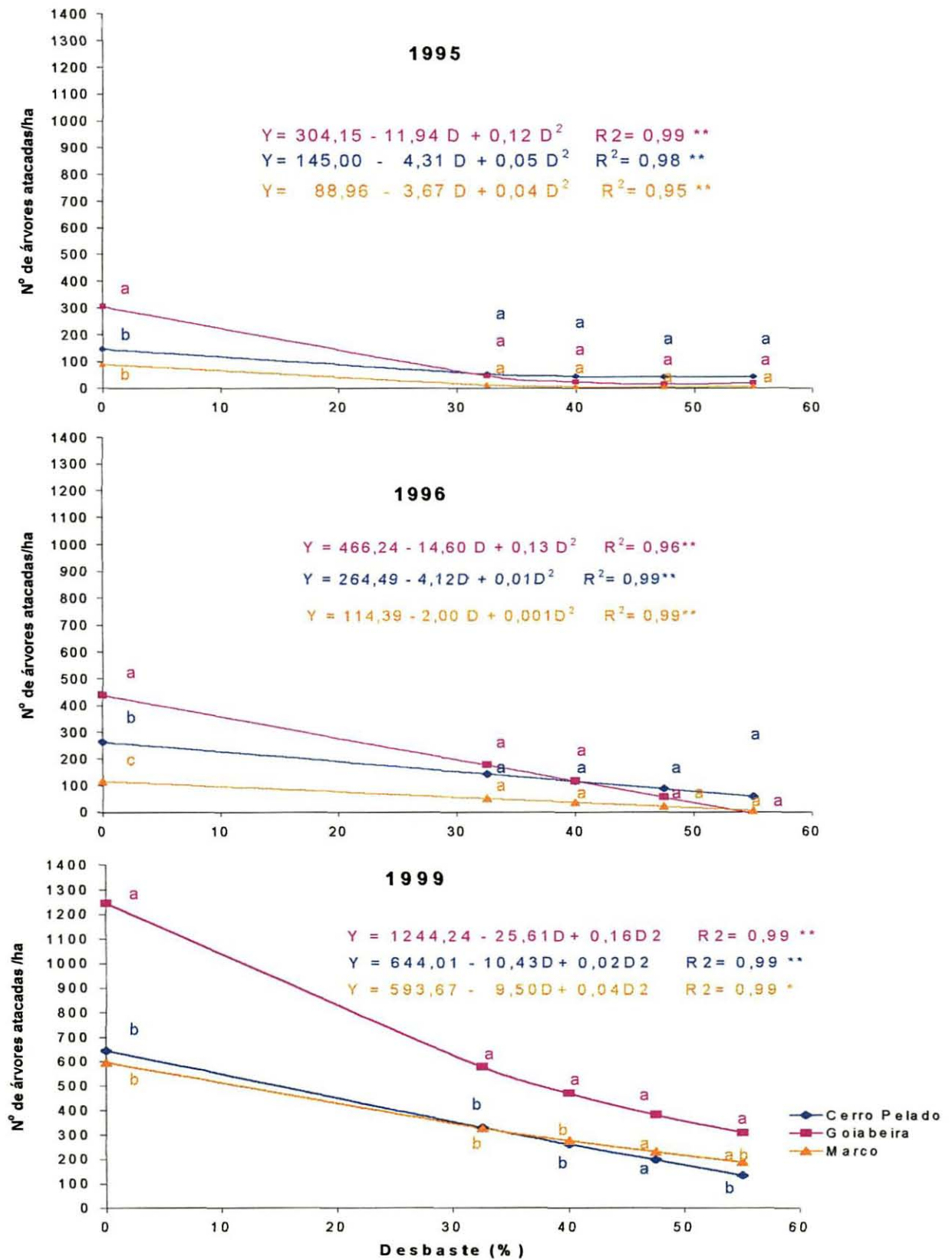
ns não significativo

Analisando as linhas do Gráfico 2, percebe-se que as Fazendas Cerro Pelado e Marco apresentaram tendência semelhante em todos os tratamentos, sendo que a primeira apresentou valores quase sempre superiores a segunda. A Fazenda Goiabeira sempre apresentou maior declínio de T1 para os demais tratamentos, demonstrando queda do ataque com a realização dos desbastes. Através do teste de Tukey, verificou-se que quando a percentagem de ataque é menor ou igual a 25% (anos de 1995 e 1996), o efeito dos tratamentos com desbaste é o mesmo para as três fazendas.

No ano de 1999 ocorreu uma diferença mais acentuada entre os locais e entre os tratamentos de um mesmo local. As Fazendas Cerro Pelado e Marco apresentaram um comportamento semelhante aos tratamentos aplicados, isto provavelmente está relacionado as densidades finais, que após a aplicação dos tratamentos ficaram muito próximas (Quadro 1).

A evolução da infestação nos tratamentos desbastados toma-se clara no Quadro 4. Nota-se que há uma inversão de posições, no ano de 1999, entre as Fazendas Goiabeira e Cerro Pelado, sendo que em valores absolutos (Quadro 3) a primeira sempre apresentou um maior nível de ataque, e em valores proporcionais o maior ataque ocorre na Cerro Pelado.

GRÁFICO 2 REGRESSÃO POLINOMIAL DA VARIÁVEL DENSIDADE DE PLANTAS, PARA OS DIFERENTES NÍVEIS DE TRATAMENTO DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, NOS ANOS DE 1995, 1996 E 1999 (TUKEY, $\alpha = 0,05$).



Na Fazenda Cerro Pelado (IS=20m) a redução da densidade do povoamento, através das diferentes taxas de desbaste em T2, T3, T4 e T5 apresentou resultados diferentes na redução do ataque em relação ao tratamento T1(sem desbaste). Observa-se que quanto maior a percentagem de desbaste e melhor o índice de sítio, melhores serão as respostas dos tratamentos em relação ao tratamento T1 (Quadro 4).

Na Fazenda Goiabeira (IS=19m) o desbaste do povoamento original em 32% ou 40% resultou em uma redução de ataque em relação ao tratamento T1 muito semelhante, o mesmo ocorreu quando se considerou as proporções de desbaste de 47,5% ou 50%, significando que os tratamentos T2 / T3 e T4 / T5 apresentam praticamente o mesmo ganho na redução do ataque proporcional (Quadro 4).

Na Fazenda Marco (IS=18m) a redução do povoamento original através dos tratamentos T2, T3 e T4 apresentou uma redução do ataque de 44% em relação ao tratamento T1 (Quadro 4).

QUADRO 4 PROPORCIONALIDADE DE ATAQUE DE *S. nocotilio*, NA VARIÁVEL DENSIDADE DE PLANTAS, NOS DIFERENTES NÍVEIS DE DESBASTE EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1 (BASE 100), NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO. SANTA CATARINA.

Local	Trat	1993		1994		1995		1996		1999	
		D _{AT}	%	D _{AT}	%	D _{AT}	%	D _{AT}	%	D _{AT}	%
Cerro Pelado	T1	-	-	30	100	145	100	265	100	644	100
	T2	-	-	30	100	55	37,9	135	50,9	320	49,7
	T3	-	-	-	-	35	24,1	110	41,5	260	40,4
	T4	-	-	5	16,7	50	34,5	95	35,8	213	33,0
	T5	-	-	10	33,3	40	27,6	70	26,4	125	19,4
Goiabeira	T1	-	-	-	-	305	100	470	100	1255	100
	T2	-	-	-	-	35	11,5	80	17,0	560	44,6
	T3	-	-	5	-	35	11,5	130	27,7	500	39,8
	T4	-	-	-	-	15	4,9	70	14,9	370	29,5
	T5	-	-	-	-	10	3,3	25	5,3	310	24,7
Marco	T1	15	100	15	100	95	100	95	100	600	100
	T2	-	-	-	-	-	-	-	-	265	44,2
	T3	5	33,3	5	33,3	15	15,8	15	15,8	260	43,3
	T4	-	-	-	-	10	10,5	10	10,5	265	44,2
	T5	-	-	-	-	-	-	-	-	170	28,3

D_{AT} – número de árvores atacadas / hectare

Comparando as três fazendas, percebeu-se menor incidência de árvores atacadas na Fazenda Marco, isto pode ter ocorrido pelos seguintes motivos (a) Distância dos focos de ataque: as outras fazendas se encontravam mais próximas de focos de infestação; (b) Parasitismo natural: as fêmeas de *S. noctilio* que se instalaram nesta fazenda estariam parasitadas pelo nematóide, o que diminuiria a oviposição de ovos férteis; (c) *S. noctilio* ter se instalado no ano em que se realizou o desbaste, acarretando uma supressão da população da praga.

A análise de variância da proporcionalidade de ataque (Tabela 2) aponta que:

- a) O inseto comportou-se de modo diferente em cada uma das fazendas.
- b) Os tratamentos sendo significativos, indicam que o nível de desbaste aplicado reduziu o ataque de *S. noctilio*, em relação ao tratamento T1.
- c) A interação Local * Tratamento demonstra que às condições do local interferem no resultado dos tratamentos aplicados.

TABELA 2 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PROPORCIONALIDADE DE ATAQUE DE *Sirex noctilio*, NA VARIÁVEL DENSIDADE DE PLANTAS, EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1 (BASE 100), NAS FAZENDAS CERRO PELADO (L1), GOIABEIRA (L2) E MARCO (L3). SANTA CATARINA.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		1995	1996	1999
Local	2	20740,3 **	35058,2 **	435,4 ns
Blocos : L1	4	24717,3 **	2681,0 **	265,1 ns
Blocos : L2	4	23,3 ns	75,8 ns	209,7 ns
Blocos : L3	4	50,4 ns	169,3 ns	512,1 ns
Bloco(Local)	(12)	8263,7 ns	975,4 ns	329,0 ns
Tratamentos	4	15415,9 **	17575,4 **	12773,1 **
Local * Tratamentos	8	1865,6 **	535,2 **	114,7 **
Resíduo	48	1299,8	692,5	286,6
Total	74			

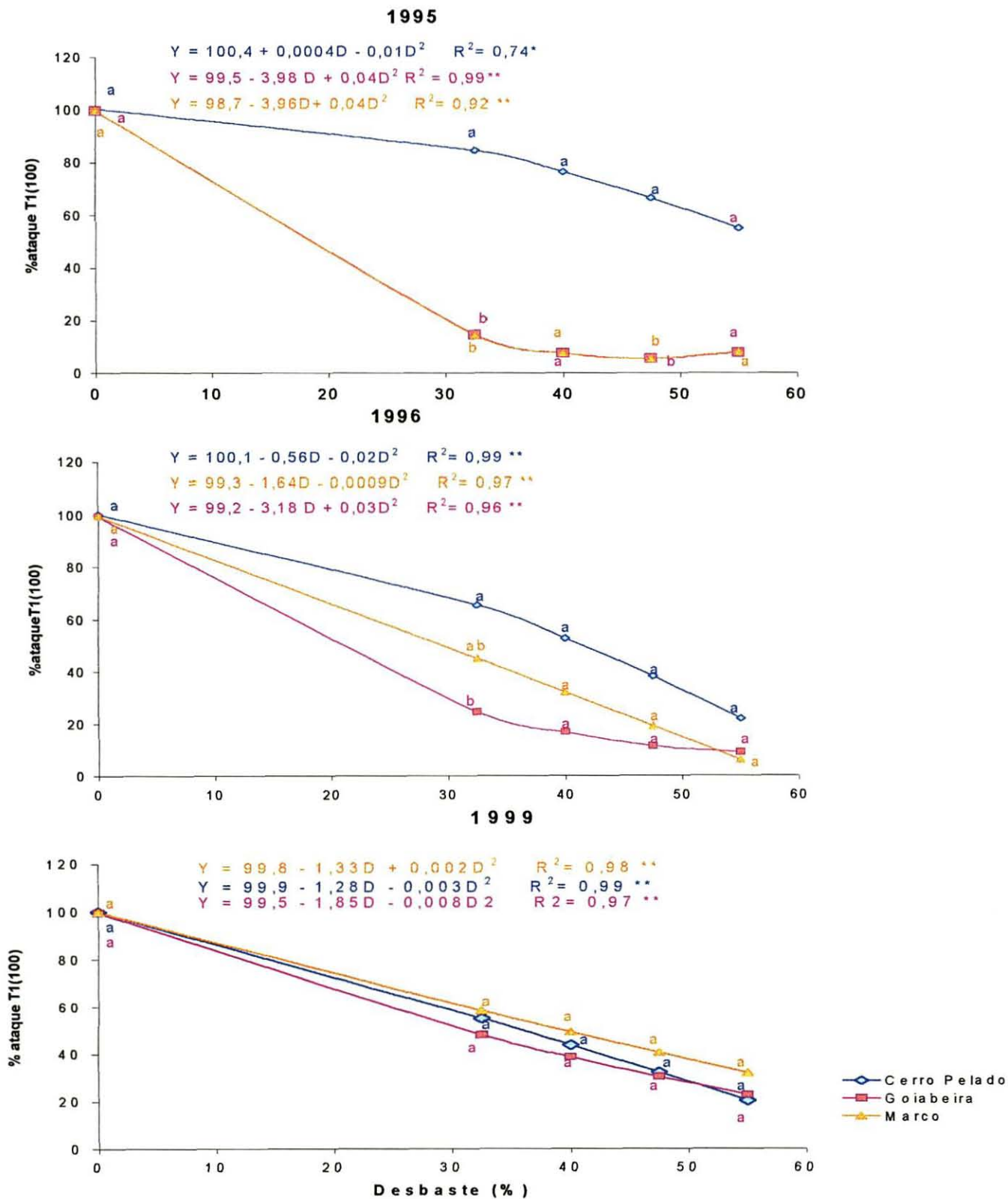
* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

ns não significativo

O desdobramento por regressão polinomial foi utilizado para estudar a interação Local * Tratamentos (Gráfico 3), no intervalo de dados deste experimento. As tendências das linhas de regressão comprovam que os desbastes diminuem a intensidade de ataque em relação a uma área não desbastada.

GRÁFICO 3 REGRESSÃO POLINOMIAL NA VARIÁVEL DENSIDADE DE PLANTAS, PARA OS TRATAMENTOS DESBASTADOS EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1, DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO (SANTA CATARINA), NOS ANOS DE 1995, 1996 E 1999 (TUKEY $\alpha = 0,05$).



Através do Teste de Tukey verificou-se que o efeito dos tratamentos T2 e T4 (1995) nas Fazendas Goiabeira e Marco apresentaram resultados diferentes da Fazenda Cerro Pelado, e o tratamento T2 (1996) da Fazenda Marco se comportou de maneira semelhante as duas outras fazendas, sendo que estas diferiram entre si. Os demais tratamentos neste ano foram semelhantes. No ano de 1999 todos os tratamentos se comportaram de maneira semelhante nos três locais analisados (Gráfico 3).

4.2 PERCENTAGEM DE ATAQUE DE *Sirex noctilio* EM RELAÇÃO AO DIÂMETRO DE PLANTAS DE *Pinus taeda*

A variável DAP foi medida desde a instalação do experimento (1992) até a última coleta de dados (1999), com o objetivo de observar sua evolução dentro dos diferentes tratamentos e, posteriormente, correlacioná-las com o ataque da vespa-da-madeira. Assim tornou-se possível verificar o comportamento do inseto, em relação às classes diamétricas.

O Tratamento T1 (sem desbaste) apresentou os menores valores diamétricos médios (aritméticos). Em relação aos outros tratamentos observou-se que conforme aumentam as intensidades do desbaste, aumentam os diâmetros médios, em uma relação diretamente proporcional (Quadro 5 e Gráfico 4).

Árvores, em povoamentos super-estocados, crescem abaixo do permitido pelo ambiente (MITCHELL et al., 1983). O desbaste melhora a condição das árvores remanescentes, acarretando em uma maior disponibilidade de água e nutrientes (MAINARDI et al., 1996) e favorecendo o seu crescimento diamétrico (SMITH, 1986).

Procedeu-se a análise dos diâmetros das árvores atacadas, em relação as classes diamétricas, a fim de verificar o comportamento do inseto em relação a esta variável. Os resultados desta análise são apresentados para as três fazendas, Cerro Pelado (Gráfico 5), Goiabeira (Gráfico 6) e Marco (Gráfico 7). Observou-se que o ataque inicia pelas árvores de menor diâmetro e com o aumento da infestação

passa para as árvores maiores, ocorrendo um deslocamento ascendente no pico de ataque da vespa-da-madeira das classes de menor para as de maior diâmetro.

QUADRO 5 EVOLUÇÃO DO DAP MÉDIO, NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA.

Local	Tratamento	DAP médio (cm)					
		92	93	94	95	96	99
Cerro Pelado (13 anos / 92)	T1	22,4	23,1	23,4	23,8	24,4	24,5
	T2	22	22,4	23,6	23,9	24,3	25,5
	T3	21,4	21,9	23,6	24,1	24,8	26,1
	T4	21,4	21,9	23,6	24,1	24,9	26,3
	T5	21,4	21,8	24,5	25,0	26,0	27,6
Goiabeira (12 anos / 92)	T1		20,5	21,2	21,5	22,1	22,6
	T2		21,3	23,0	23,6	24,7	25,5
	T3		20,9	22,5	23,2	24,3	25,2
	T4		21,1	23,6	24,3	25,7	27,1
	T5		21,3	24,1	25,0	26,5	27,9
Marco (12 anos / 92)	T1	20,5	21,1	21,9	22,3	23,2	23,9
	T2	19,9	20,7	21,8	22,7	24,0	25,2
	T3	20,0	20,7	23,0	23,7	24,9	26,1
	T4	20,5	21,1	23,7	24,5	25,8	27,1
	T5	20,9	21,5	24,2	25,2	26,6	28,1

A maior incidência de ataque de *S. noctilio* no tratamento T1 em 1999 (19 anos para a Fazenda Cerro Pelado e 17 anos para as Fazendas Goiabeira e Marco), foi encontrada em árvores com $DAP \leq 25$, sendo detectadas poucas árvores atacadas com $DAP > 35$ cm.

Estes dados confirmam os resultados de MADDEN (1975) que destaca que o ataque de *S. noctilio*, em povoamentos de *Pinus spp.*, inicia-se pelas árvores de menor diâmetro (dominadas) e conforme o ocorre o estabelecimento da praga atinge árvores co-dominantes e dominantes. NEUMMAN et al. (1987), verificaram em povoamentos de *P. radiata*, não desbastados, com 17 anos, que as árvores com os maiores níveis de ataque apresentavam DAP abaixo de 23 cm, árvores acima de 26 cm se encontravam menos atacadas e, árvores com DAP acima dos 35 cm não foram atacadas. Constataram, ainda, que quando o ataque de *S. noctilio* é mantido por vários anos no mesmo povoamento, a média do tamanho de árvores suscetíveis aumenta progressivamente.

GRÁFICO 4 EVOLUÇÃO DO DAP MÉDIO NOS DIFERENTES TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA.

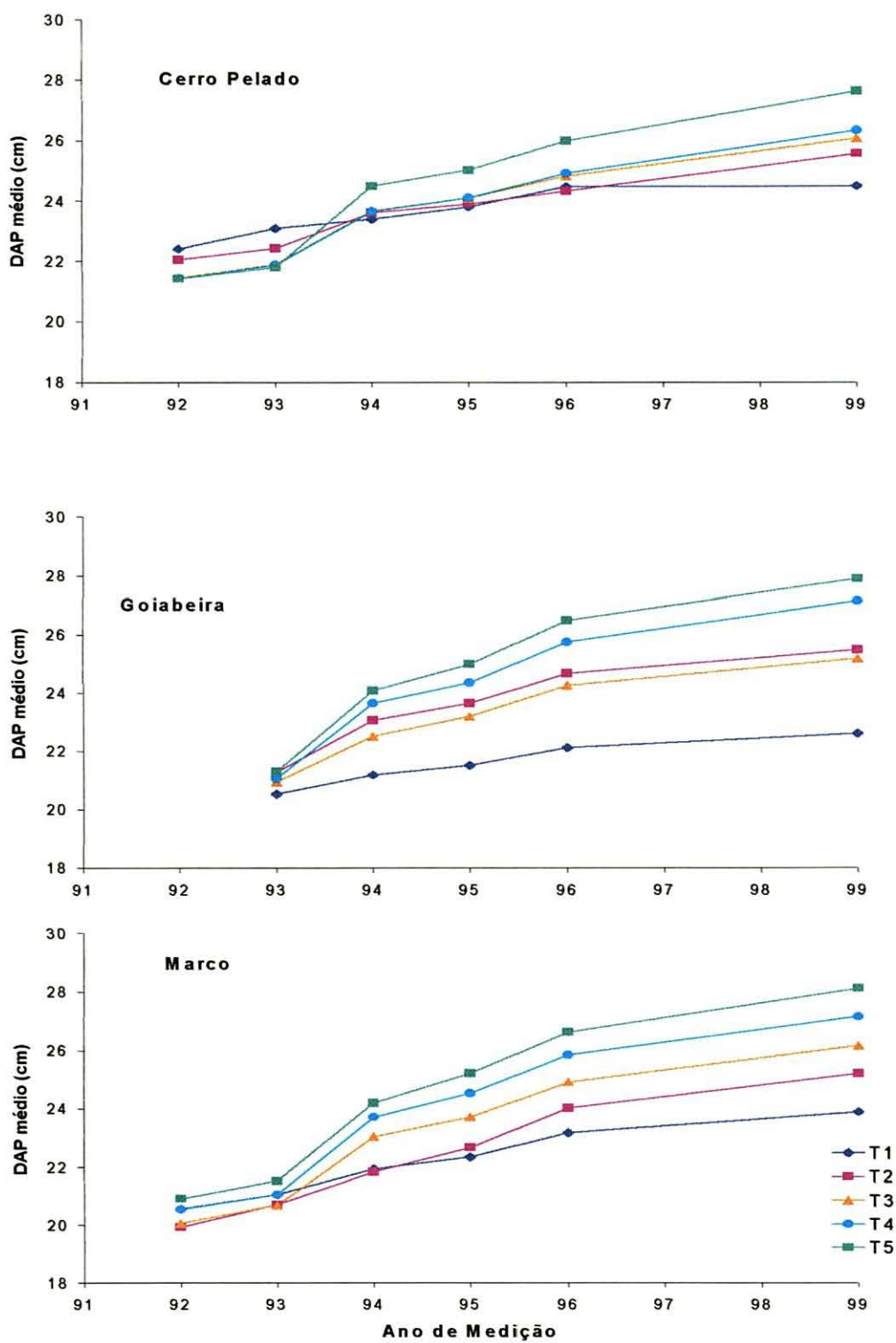


GRÁFICO 5 DISTRIBUIÇÃO DAS ÁRVORES ATACADAS POR *Sirex noctilio*, POR TRATAMENTO E CLASSE DE DAP, NA FAZENDA CERRO PELADO, SANTA CATARINA.

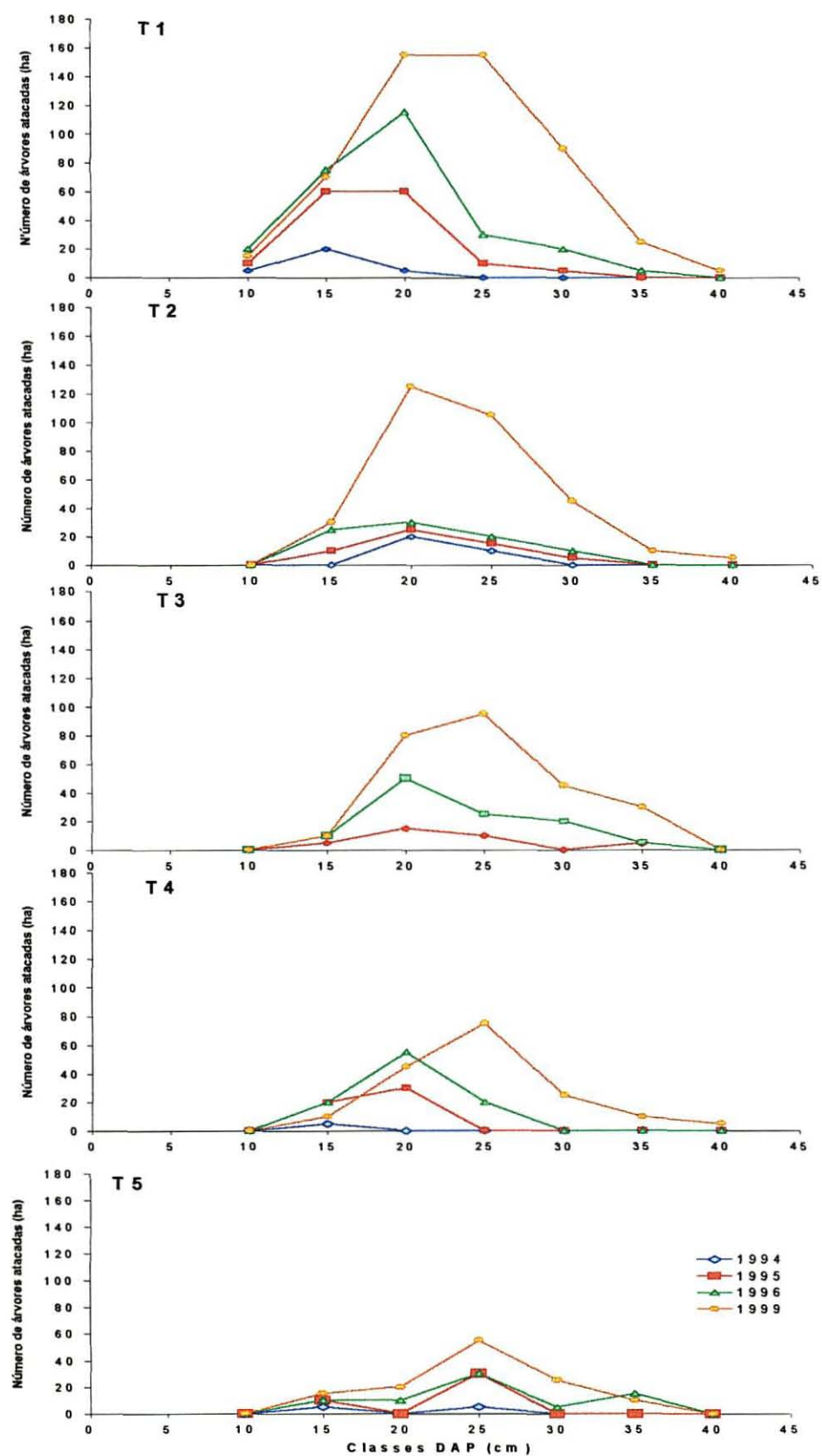


GRÁFICO 6 DISTRIBUIÇÃO DAS ÁRVORES ATACADAS POR *Sirex noctilio*, POR TRATAMENTO E CLASSE DAP, NA FAZENDA GOIABEIRA, SANTA CATARINA.

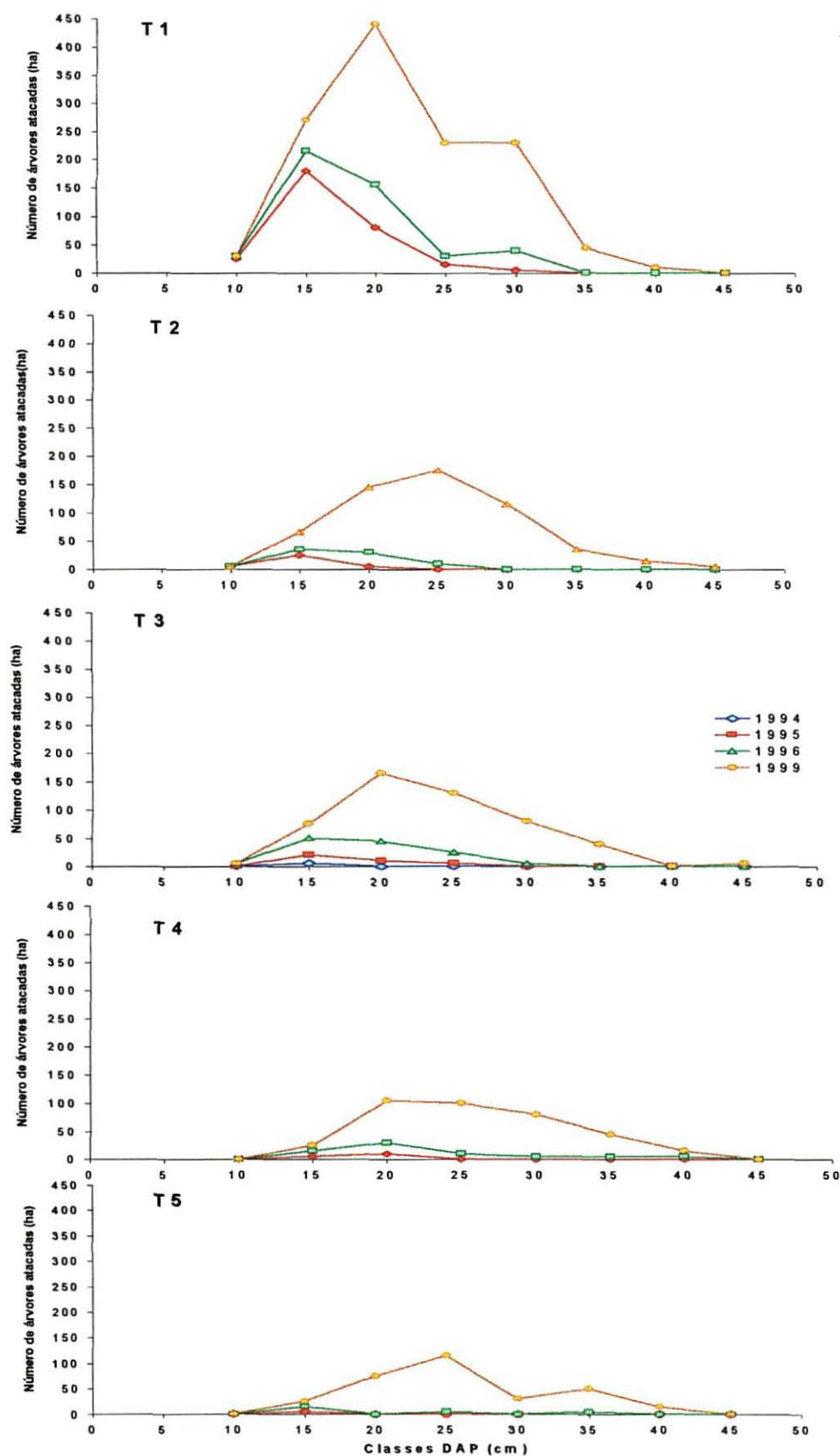
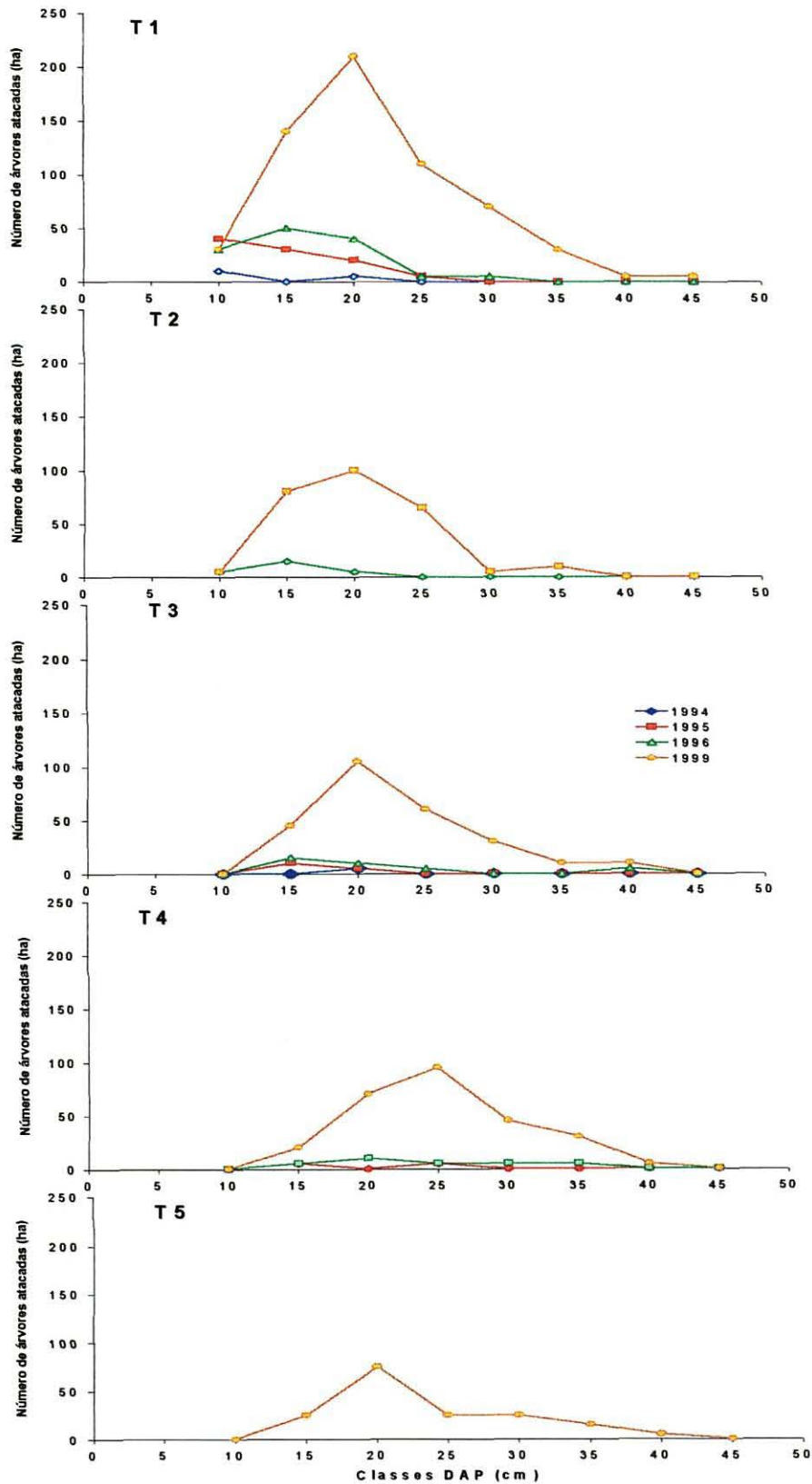


GRÁFICO 7 DISTRIBUIÇÃO DAS ÁRVORES ATACADAS POR *SIREX noctilio*, POR TRATAMENTO E CLASSE DAP, NA FAZENDA MARCO, SANTA CARTARINA.



No tratamento T1 notou-se que a infestação iniciou, na classe de 10 cm e nos demais tratamentos, com exceção do T2 da fazenda Goiabeira, o início se dá na classe de 15 cm. Isto ocorreu porque nos tratamentos T2, T3, T4 e T5, o desbaste foi progressivamente mais pesado, acarretando em um número inferior de árvores remanescentes com diâmetros menores.

4.3 RELAÇÃO ENTRE A ÁREA BASAL E A INFESTAÇÃO DE *Sirex noctilio*

A área basal apresentou um desenvolvimento crescente durante o período de duração do experimento. Em 1994 ocorreu uma diminuição de seus valores numéricos nos tratamentos T2, T3, T4 e T5, em relação aos anos anteriores, por esta ser a primeira medição após o desbaste (Quadro 6 e Gráfico 8).

Os índices de ataque de *S. noctilio*, para esta variável, foram calculados, separadamente, para cada um dos tratamentos em cada uma das fazendas estudadas (Quadro 7). Isto teve como objetivo determinar se existia uma relação entre área basal do povoamento e a infestação da vespa-da-madeira.

A partir de 1995 percebeu-se a influência da redução da área basal, no controle de *S. noctilio*, pois o tratamento T1 (sem desbaste), apresentou as maiores percentagens de ataque de *S. noctilio* (exceto na Fazenda Cerro Pelado, onde, no tratamento T3, as árvores atacadas apresentaram DAP maior que T1), demonstrando que o desbaste pode auxiliar no controle da vespa-da-madeira (Gráfico 9).

A Fazenda Goiabeira apresentou no ano de 1999, as maiores áreas basais e os maiores índices de ataque. Este resultado concorda com a afirmação de KOLB et al. (1998) que diz que árvores situadas em povoamentos com área basal alta são mais estressadas e têm uma menor capacidade defensiva a ataque de insetos que árvores de povoamentos com área basal baixa. Isto ocorre devido a intensa competição pelo meio, a que são submetidas árvores de povoamentos densos, tornando limitada a alocação de recursos para seus mecanismos de defesa.

QUADRO 6 EVOLUÇÃO DAS ÁREAS BASAIS MÉDIAS (m²/ha), NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA

Local	Trat	Ano de Medição											
		1992		1993		1994		1995		1996		1999	
		G _T	G _{AT}	G _T	G _{AT}	G _T	G _{AT}	G _T	G _{AT}	G _T	G _{AT}	G _T	G _{AT}
Cerro Pelado	T1	54,87	-	59,73	-	61,46	0,79	63,37	3,46	67,11	6,86	72,66	24,23
	T2	52,05	-	53,93	-	44,86	1,17	46,09	1,82	48,82	3,85	53,37	12,09
	T3	49,26	-	51,42	-	43,21	-	44,91	3,42	47,77	3,92	53,06	8,83
	T4	61,94	-	64,52	-	39,29	0,38	40,94	1,42	43,96	2,58	48,39	8,46
	T5	62,83	-	64,96	-	37,09	1,34	38,81	1,67	42,05	2,35	47,64	5,11
Goiabeira	T1			68,30	-	71,17	-	72,95	5,55	77,73	10,21	81,89	43,77
	T2			70,43	-	53,09	-	55,32	0,56	60,51	1,72	64,99	24,48
	T3			60,93	-	41,23	0,07	43,83	0,70	48,54	3,16	52,93	19,80
	T4			69,29	-	44,97	-	47,84	0,30	53,48	2,54	60,00	17,00
	T5			68,71	-	38,00	-	41,14	-	46,54	0,85	52,09	11,28
Marco	T1	57,89	-	60,97	0,19	65,60	0,19	68,17	1,46	73,64	2,43	78,56	20,14
	T2	54,71	-	57,19	-	41,03	-	44,36	-	49,99	0,36	55,50	7,38
	T3	54,72	-	61,58	0,03	44,61	0,16	47,20	0,28	52,42	1,16	58,22	8,07
	T4	59,97	-	63,16	-	37,64	-	40,42	0,30	44,94	1,21	49,92	11,51
	T5	60,03	-	63,35	-	36,22	-	39,34	-	44,05	-	49,29	6,64

G_T – área basal média total

G_{AT} – área basal média das árvores atacadas

QUADRO 7 PERCENTAGENS DE ATAQUE DE *Sirex noctilio*, NA VARIÁVEL ÁREA BASAL, NOS DIFERENTES TRATAMENTOS E ANOS DE MEDIÇÃO, NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA.

Local	Trat	Ano de Medição					
		92	93	94	95	96	99
Cerro Pelado (13 anos / 92)	T1	-	-	1,3	5,5	10,2	33,3
	T2	-	-	2,6	3,9	7,9	22,7
	T3	-	-	-	7,6	8,2	16,6
	T4	-	-	1,0	3,5	5,9	17,5
	T5	-	-	3,6	4,3	5,6	10,7
Goiabeira (12 anos / 92)	T1		-	-	7,6	13,1	53,5
	T2		-	-	1,0	2,8	37,7
	T3		-	0,2	1,6	6,5	37,4
	T4		-	-	0,6	4,8	28,3
	T5		-	-	-	1,8	21,7
Marco (12 anos / 92)	T1	-	0,3	0,3	2,1	3,3	25,6
	T2	-	-	-	-	0,7	13,3
	T3	-	0,1	0,4	0,6	2,2	13,9
	T4	-	-	-	0,8	2,7	23,1
	T5	-	-	-	-	-	13,5

GRÁFICO 8 EVOLUÇÃO DA ÁREA BASAL MÉDIA ($G_{MÉDIA}$), NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA.

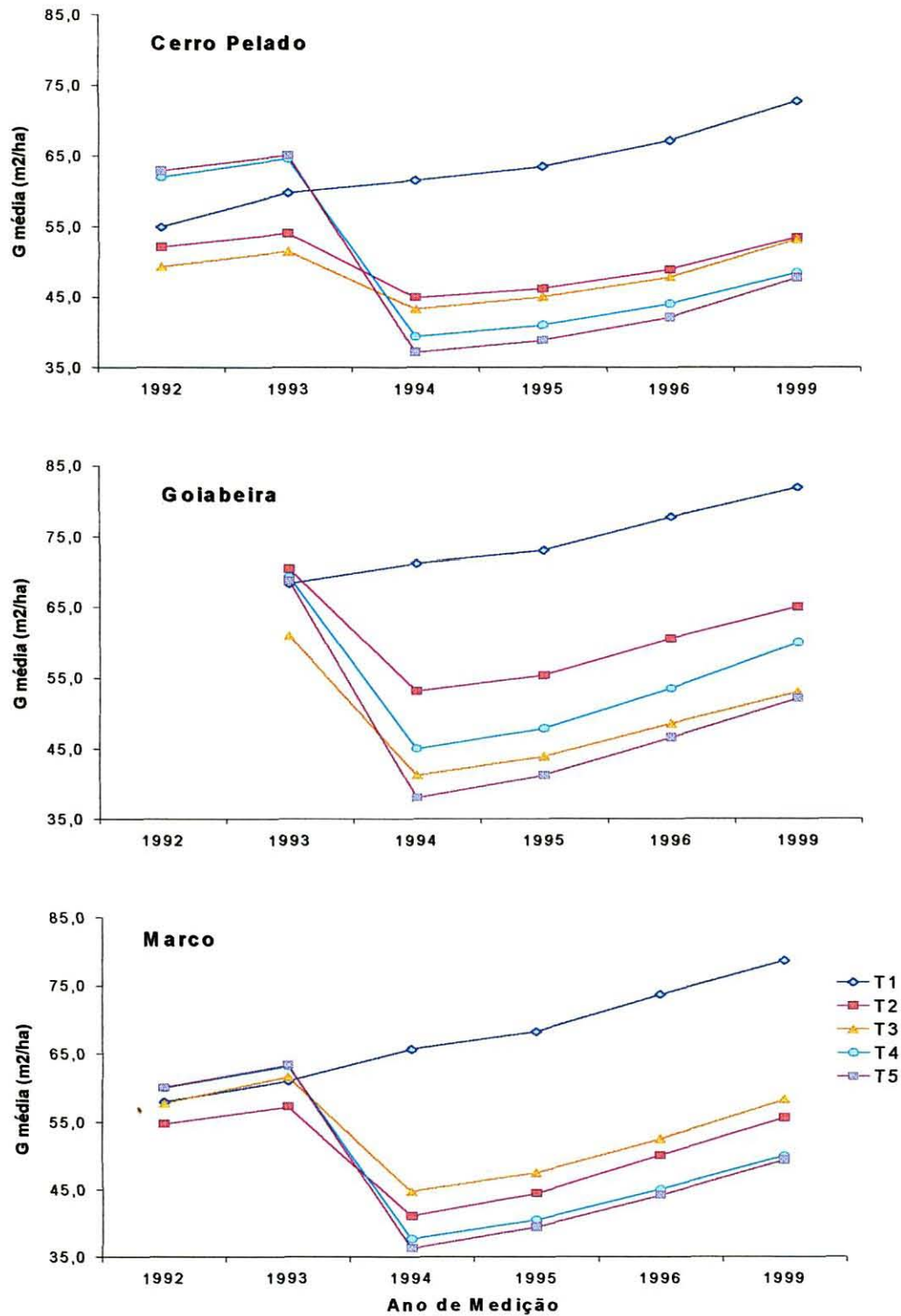
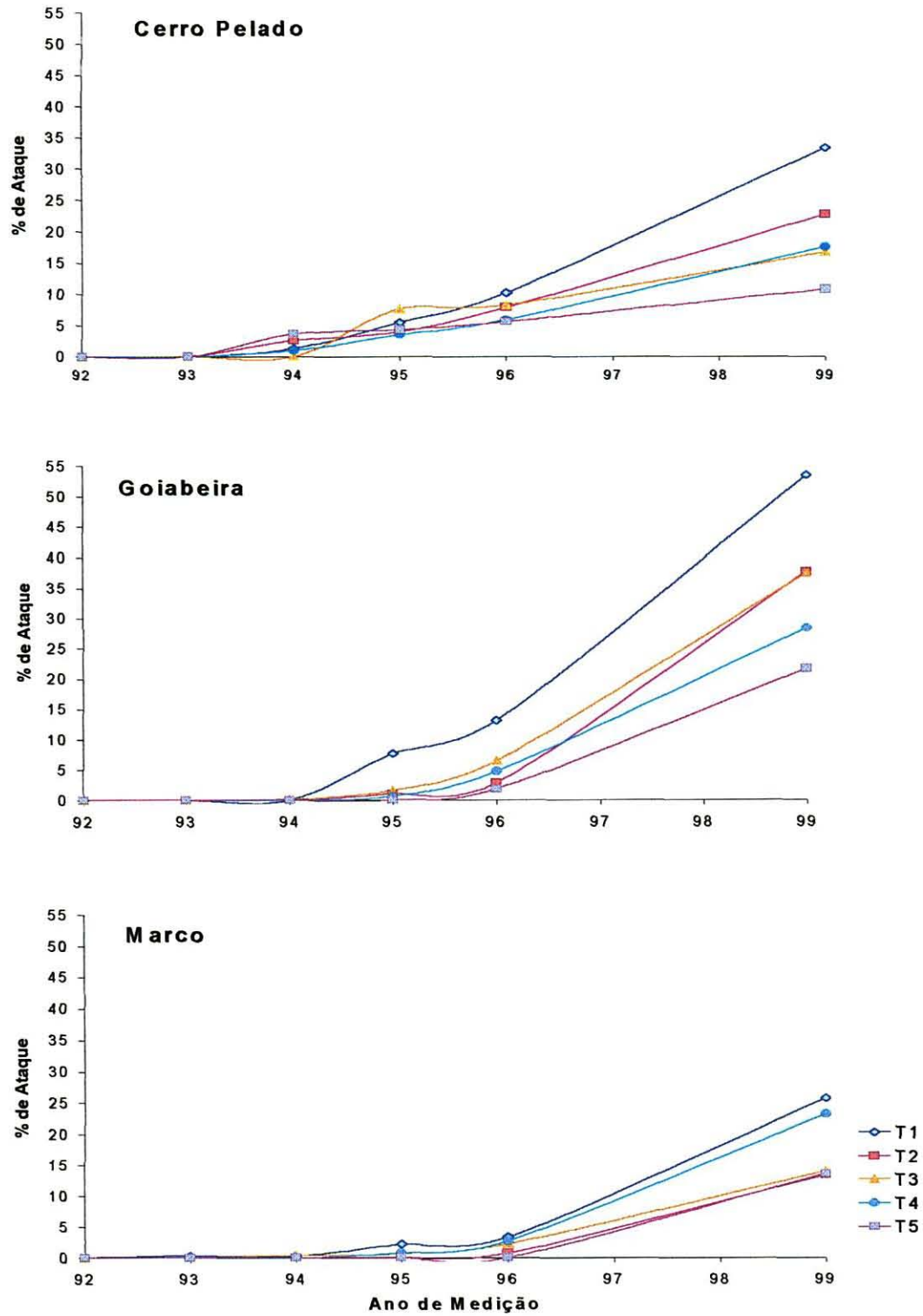


GRÁFICO 9 EVOLUÇÃO DO ATAQUE DE *Sirex noctilio*, EM RELAÇÃO A VARIÁVEL ÁREA BASAL, NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA.



Com relação à área basal, os resultados da análise de variância (Tabela 3) indicam que:

- a) O ataque do inseto ocorreu de forma diferenciada nos três locais analisados (Cerro Pelado, Goiabeira e Marco);
- b) Quando se considera a variável área basal, os blocos tornaram-se significativos mais precocemente, se comparado a variável densidade. As condições de crescimento das árvores, em um mesmo local, podem diferir, resultando em intensidades distintas de ataque;
- c) Os tratamentos apresentaram diferenças significativas a partir de 1996, indicando que o nível de ataque em relação a área basal está relacionado ao desbaste;
- d) A interação Local * Tratamentos passou a ser significativa a partir do ano de 1996. A eficácia do desbaste para prevenção e controle de *S. noctilio*, nesta variável, pode ser detectada apenas quando a infestação na maioria dos tratamentos se encontra acima de 2%.

TABELA 3 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PERCENTAGEM DE ATAQUE DE *Sirex noctilio*, EM FUNÇÃO DA ÁREA BASAL, NAS FAZENDAS CERRO PELADO (L1), GOIABEIRA (L2) E MARCO (L3), SANTA CATARINA.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		1995	1996	1999
Local	2	17,35 **	61,95 **	1181,30 **
Blocos : L1	4	6,04 ns	18,11 **	274,06 **
Blocos : L2	4	22,69 **	70,05 **	770,99 **
Blocos : L3	4	1,85 ns	4,39 ns	148,72 *
Bloco(Local)	(12)	10,19**	30,85**	397,92 **
Tratamentos	4	1,29 ns	8,54*	119,82 **
Local * Tratamentos	8	1,89 ns	11,83*	129,01 **
Resíduo	48	2,50	3,40	35,48
Total	74			

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

ns não significativo

A Fazenda Cerro Pelado apresentou a maior mudança de tendência da curva ao longo do tempo (Gráfico 10). Em 1995 a linha de regressão era ligeiramente ascendente, do tratamento T1 para os demais, demonstrando que o

ataque se apresentava menor no tratamento sem desbaste. Em 1996 este comportamento se modifica, existindo uma leve ascendência do tratamento T1 para T2 e uma descendência de T2 para T5. Em 1999 a curva torna-se mais suave, mas mantém o padrão do ano anterior.

Na Fazenda Goiabeira as curvas apresentaram a mesma tendência nos três períodos de tempo analisados. Ocorre uma queda brusca do tratamento T1 para os demais, e uma ascendência de T2 para T5, demonstrando que os desbastes apresentam um bom resultado para o controle de *S. noctilio*.

A curva na fazenda Marco apresenta-se com uma pequena ascendência de T1 para T2, e uma descendência de T2 para T5, mantendo-se o mesmo comportamento e aumentando sua inclinação com o passar do tempo.

O teste de Tukey (Gráfico 10) revela comportamentos distintos quando a área basal atacada é inferior a 8 m²/ha (1996) e superior a 10 m²/ha (1999).

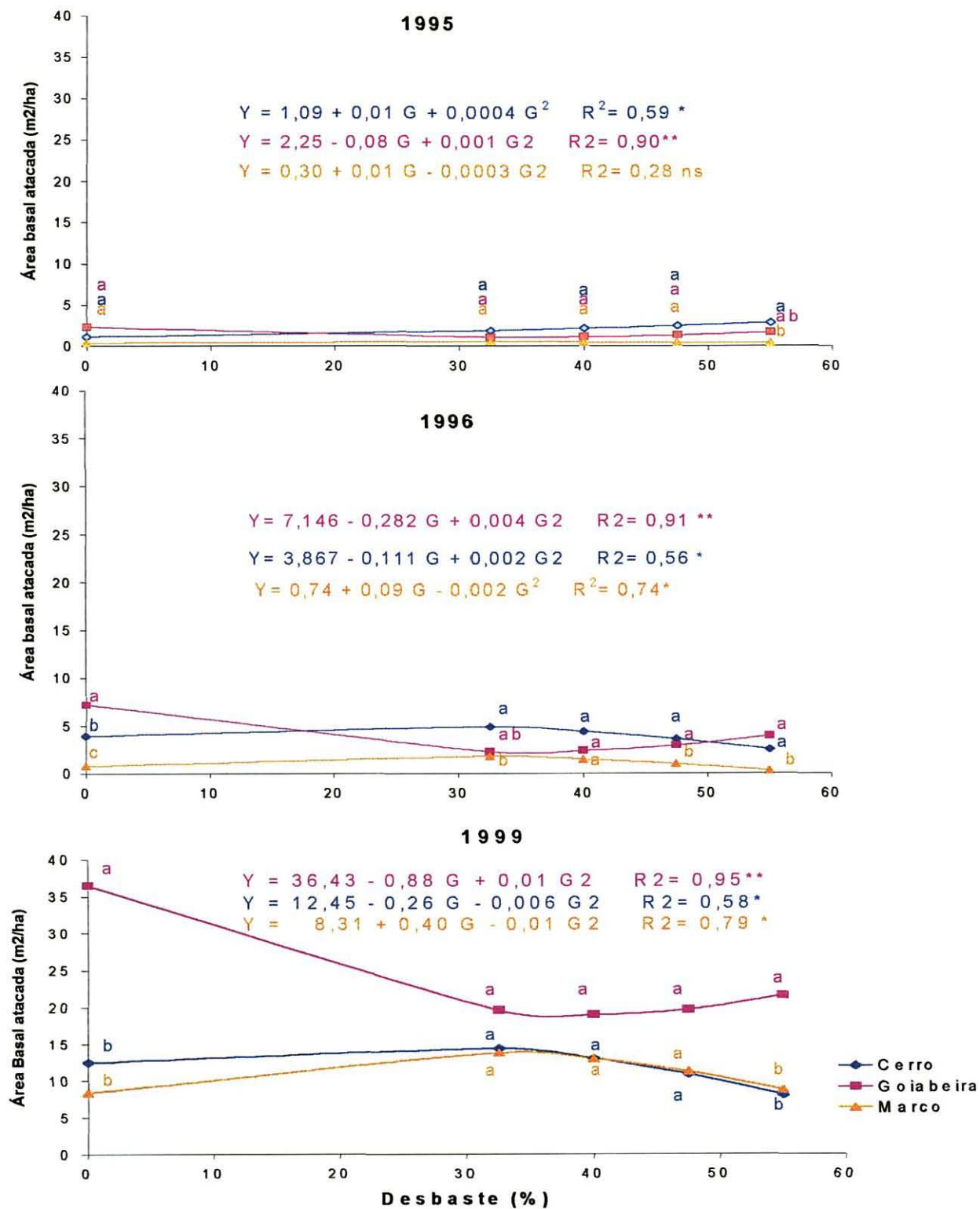
No primeiro caso as fazendas Cerro Pelado, Marco e Goiabeira se comportam de maneira diferente no tratamento T1(sem desbaste) e semelhante no tratamento T3. Nos demais tratamentos, ora a Fazenda Cerro Pelado se assemelha à Goiabeira e difere da Marco, ora se assemelha às duas.

Na análise de 1999, observa-se que as Fazendas Marco e Cerro Pelado têm comportamentos muito semelhantes entre si e diferem da Goiabeira no Tratamento T1 e T5.

Nos dois casos percebe-se que o fator que influencia na área basal é a quantidade de árvores pertencentes a classes de diâmetros maiores, que foram atacadas em cada fazenda (Gráficos 5, 6 e 7).

No Quadro 8 verifica-se que em relação a área basal, ocorreu na Fazenda Cerro Pelado uma maior incidência de ataque que nos demais locais, nos anos de 1995 e 1996. Observou-se que T2, T3, T4 e T5 apresentaram resultados muito semelhantes no ano de 1995. Em 1996 fica visível que T2 e T3 não apresentam diferenças, acontecendo o mesmo com T4 e T5. Já em 1999, a incidência de ataque diminuiu com o aumento da intensidade de desbaste.

GRÁFICO 10 REGRESSÃO POLINOMIAL DA VARIÁVEL ÁREA BASAL, PARA OS DIFERENTES NÍVEIS DE TRATAMENTO DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO (SANTA CATARINA), NOS ANOS DE 1995, 1996 E 1999 (TUKEY $\alpha = 0,05$).



A Fazenda Goiabeira é o local onde o ataque em relação a área basal foi mais uniforme, aumentando com o passar do tempo. Em 1995 o ataque é semelhante nos tratamentos T2, T3 e T4, em 1996 formam-se dois grupos com comportamento semelhantes T2 / T5 e T3 / T4 e em 1999 o ataque, em relação ao tratamento T1 foi maior no tratamento com menor intensidade de desbaste e vai diminuindo com o aumento do peso do desbaste (Quadro 8).

O ataque foi menor na Fazenda Marco. Em 1995 surgiu ataque em apenas dois tratamentos (T3 e T4), com resultados semelhantes. Em 1996 o tratamento T2 apresentou menor intensidade de ataque em relação aos tratamentos T3 e T4, sendo que os últimos são iguais. Em 1999, T2 e T5 apresentaram valores semelhantes a T3 e T4 (Quadro 8).

QUADRO 8 PROPORCIONALIDADE DE ATAQUE DE *Sirex noctilio*, NA VARIÁVEL ÁREA BASAL, NOS DIFERENTES NÍVEIS DE DESBASTE EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1 (BASE 100), NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA.

Fazenda	Trat	1993		1994		1995		1996		1999	
		GAT	%	GAT	%	GAT	%	GAT	%	GAT	%
Cerro Pelado	T1	-	-	0,391	100	3,055	100	6,855	100	24,228	100
	T2	-	-	0,704	180,0	1,454	47,6	3,850	56,2	12,094	49,9
	T3	-	-	-	-	1,388	45,4	4,139	60,4	11,343	46,8
	T4	-	-	0,077	19,7	1,138	37,3	2,577	37,6	8,456	34,9
	T5	-	-	0,267	68,3	1,338	43,8	1,878	27,4	5,114	21,1
Goiabeira	T1	-	-	-	-	5,260	100	10,208	100	43,770	100
	T2	-	-	-	-	0,563	10,7	1,716	16,8	24,475	55,9
	T3	-	-	0,066	-	0,698	13,3	3,156	30,9	19,801	45,2
	T4	-	-	-	-	0,303	5,8	2,545	24,9	17,002	38,8
	T5	-	-	-	-	-	-	0,851	8,3	11,280	25,8
Marco	T1	0,192	100	0,152	100	1,464	100	2,428	100	20,141	100
	T2	-	-	-	-	-	-	0,358	14,8	7,38	36,6
	T3	0,032	16,67	0,157	103,3	0,282	19,2	1,157	47,7	9,36	46,5
	T4	-	-	-	-	0,303	20,7	1,210	49,9	11,51	57,2
	T5	-	-	-	-	-	-	-	-	6,60	32,8

GAT – área basal média das árvores atacadas

Baseado nos dados de proporcionalidade dos tratamentos desbastados em relação ao sem desbaste, foi efetuada uma análise de variância (Tabela 4).

Os resultados, em relação à área basal, indicam que:

- a) O local teve influência no ataque de *S. noctilio* apenas em 1995, quando este ainda estava no estágio inicial. Nos demais anos ele não foi significativo;
- b) Os tratamentos foram significativos a partir de 1996, indicando que os tratamentos desbastados apresentaram diferenças em relação ao tratamento T1;
- c) A interação Local * Tratamentos passou a ser significativa a partir do ano de 1996, indicando que os tratamentos passam a ser influenciados pelo local quando o ataque foi superior a 8%.

TABELA 4 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PROPORCIONALIDADE DE ATAQUE DE *Sirex noctilio*, NA VARIÁVEL ÁREA BASAL, DE EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1 (BASE 100), NAS FAZENDAS CERRO PELADO (L1), GOIABEIRA (L2) E MARCO (L3), SANTA CATARINA

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		1995	1996	1999
Local	2	67977,2 **	3262,1 ns	280,3 ns
Blocos : L1	4	108521,7 **	767,9 ns	1717,6 *
Blocos : L2	4	154,8 ns	84,5 ns	766,2 ns
Blocos : L3	4	1453,6 ns	5023,2 *	1099,3 ns
Bloco(Local)	(12)	36710,0**	1958,5 ns	1194,4 ns
Tratamentos	4	11038,2 ns	15658,1 **	10322,3 **
Local * Tratamentos	8	7035,3 ns	2279,2**	930,1 **
Resíduo	56	4842,9	1835,5	657,5
Total	74			

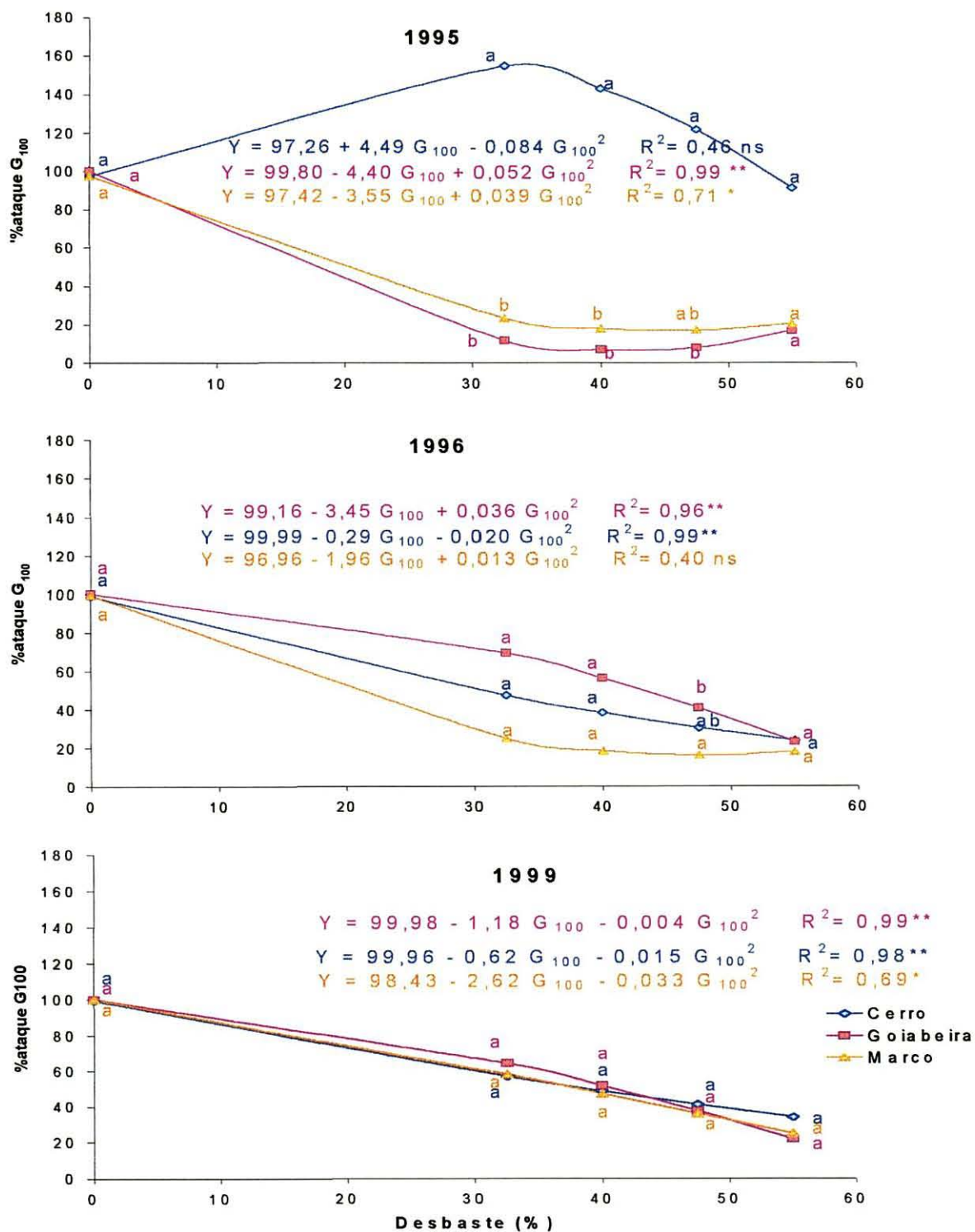
* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

ns não significativo

Analisando as linhas de regressão para ano 1995 (Gráfico 11) verificou-se um comportamento distinto entre a Fazenda Cerro Pelado e os outros locais estudados. Nesta fazenda a curva é ascendente do tratamento T1 para T2 e descendente de T2 para os demais, indicando que em 1995 o desbaste não teve o efeito esperado. Nas Fazendas Goiabeira e Marco observou-se, uma queda no nível de ataque da vespa-da-madeira em função do desbaste, com linhas descendentes de T1 para T2 e para os demais tratamentos. Na Fazenda Marco o ataque foi ligeiramente superior ao da Fazenda Goiabeira.

GRÁFICO 11 REGRESSÃO POLINOMIAL DA VARIÁVEL ÁREA BASAL, PARA OS TRATAMENTOS DESBASTADOS EM RELAÇÃO T1 (BASE 100), DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO (SANTA CATARINA), NOS ANOS DE 1995, 1996, E 1999, (TUKEY $\alpha=0,05$).



No ano de 1996 as três curvas apresentam a mesma tendência descendente de T1 para T5, sendo que a fazenda Goiabeira apresentou os maiores valores e a Marco os menores. Em 1999 as tendências das linhas de regressão permanecem descendentes de T1 para T5, tornando-se muito próximas. A curva da Fazenda Marco quase se sobrepõe em T2 e T3 com a da Fazenda Cerro Pelado, e em T4 e T5 com a da fazenda Goiabeira (Gráfico 11).

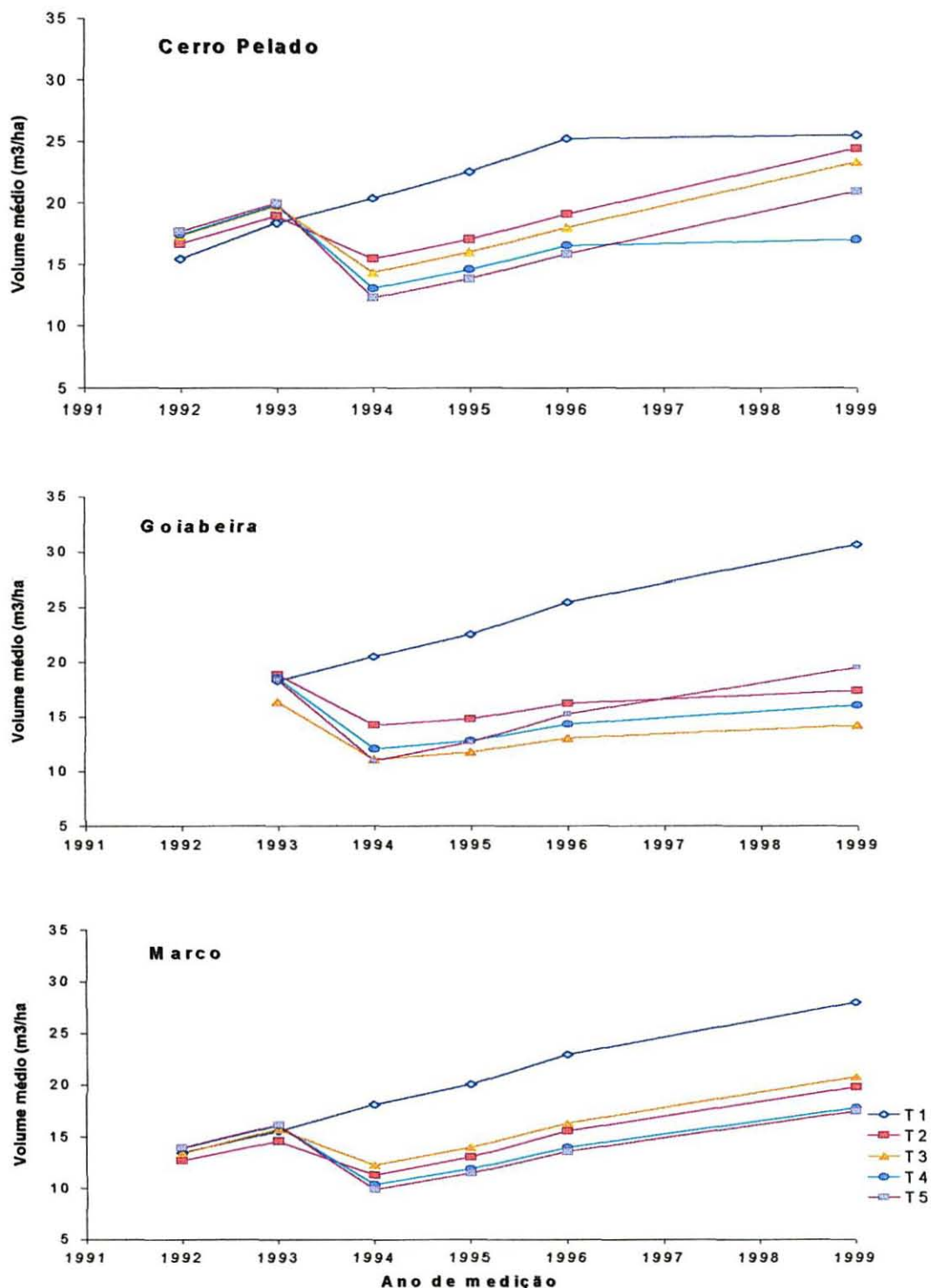
Pelo Teste de de Tukey (Gráfico 11) observa-se que em 1995, os tratamentos T2 e T3 das Fazendas Goiabeira e Marco foram semelhantes entre si, que o tratamento T4 da Fazenda Marco apresentou médias semelhantes as outras duas fazendas, sendo que estas diferiram entre si. Em 1996 os tratamentos se comportaram da mesma forma nos três locais, com exceção do tratamento T4, onde as médias das Fazendas Goiabeira e Marco eram diferentes entre si e semelhantes a média da Fazenda Cerro Pelado. No ano de 1999 não houve variação dos resultados dos tratamentos nas três fazendas.

4.4 RELAÇÃO DO VOLUME COM O ATAQUE DE *Sirex noctilio*

Para analisar a evolução da variável volume foram obtidas as médias por tratamento e por fazenda, verificando-se um desenvolvimento crescente durante o período do experimento (Quadro 9). Observa-se uma queda nos valores dos tratamentos T2, T3, T4 e T5 em 1994, em relação ao ano anterior, isto ocorreu devido a realização dos desbastes em 1993 (Gráfico 12).

O ataque iniciou em 1993 na Fazenda Marco, apesar disto, este, foi o local com menor ataque durante o período analisado. Outros fatores poderiam ter contribuído para a ocorrência de uma menor infestação, tais como sua distância dos focos de ataque ou parasitismo natural (Quadro 10).

GRÁFICO 12 EVOLUÇÃO DO VOLUME MÉDIO (m³/ha), NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA.



Comparando-se as Fazendas Cerro Pelado e Goiabeira, percebe-se um comportamento distinto entre o tratamento T1 e os demais tratamentos. No período de 1995 a 1996, onde os volumes totais em T1 são muito parecidos (Quadro 9), a Fazenda Cerro Pelado apresenta um menor índice de ataque (Quadro 10). Nos demais tratamentos o volume total é menor na Fazenda Goiabeira o que acarretou em menores taxas de volume atacado.

Aparentemente na Fazenda Goiabeira houve uma melhor resposta, em relação aos níveis de ataque da praga, nos três anos seguintes a realização do desbaste, do que na Fazenda Cerro Pelado. Em 1999, seis anos após o desbaste, a Cerro Pelado apresentou menores índices de ataque, quando comparado a Fazenda Goiabeira.

QUADRO 9 EVOLUÇÃO DO VOLUME MÉDIO (m^3/ha), NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA.

Local	Trat	Ano de Medição											
		1992		1993		1994		1995		1996		1999	
		V_T	V_{AT}	V_T	V_{AT}	V_T	V_{AT}	V_T	V_{AT}	V_T	V_{AT}	V_T	V_{AT}
Cerro Pelado	T1	15,40	-	18,32	-	20,35	0,22	22,52	1,09	25,23	2,60	25,55	10,77
	T2	16,65	-	18,89	-	15,34	0,39	17,01	0,65	19,07	1,45	24,44	5,32
	T3	17,28	-	19,72	-	14,30	-	15,96	0,49	17,96	1,56	23,32	4,99
	T4	17,38	-	19,79	-	13,01	0,13	14,55	0,51	16,53	0,97	17,02	2,97
	T5	17,63	-	19,93	-	12,28	0,44	13,79	0,60	15,81	0,88	20,94	2,25
Goiabeira	T1			18,27	-	20,50	-	22,51	1,62	25,44	3,34	30,63	16,37
	T2			18,84	-	14,21	-	14,80	0,25	16,18	0,57	17,38	6,55
	T3			16,30	-	11,05	0,09	11,75	0,31	13,01	0,84	14,18	5,30
	T4			18,53	-	12,03	-	12,80	0,20	14,30	0,85	16,05	4,66
	T5			18,38	-	10,95	-	12,70	0,36	15,23	0,34	19,48	5,60
Marco	T1	13,43	-	15,51	0,24	18,04	0,26	20,02	0,43	22,87	0,75	27,90	7,15
	T2	12,69	-	14,55	-	11,28	-	13,03	-	15,52	0,19	19,73	2,62
	T3	13,39	-	15,67	0,04	12,26	0,22	13,92	0,14	16,28	0,45	20,69	3,35
	T4	13,91	-	16,04	-	10,35	-	11,87	0,22	13,95	0,94	17,74	4,10
	T5	13,92	-	16,11	-	9,89	-	11,48	-	13,58	-	17,39	3,48

V_T – volume médio do total das árvores

V_{AT} – volume médio das árvores atacadas

No Quadro 10 e o Gráfico 13, observa-se que o comportamento de ataque de *Sirex noctilio* em relação ao volume é o mesmo que em relação a densidade e área basal.

QUADRO 10 EVOLUÇÃO DA PERCENTAGEM DE ATAQUE DE *Sirex noctilio*, NA VARIÁVEL VOLUME, NOS TRATAMENTOS DAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA.

Local	Tratamento	Anos de Medição					
		92	93	94	95	96	99
Cerro Pelado (13 anos / 92)	1	-	-	1,1	4,8	10,3	42,1
	2	-	-	2,5	3,8	7,6	21,8
	3	-	-	-	3,1	8,7	21,4
	4	-	-	1,0	3,5	5,9	17,5
	5	-	-	3,6	4,3	5,6	10,7
Goiabeira (12 anos / 92)	1	-	-	-	7,2	13,1	53,4
	2	-	-	-	1,7	3,5	37,7
	3	-	-	0,8	2,6	6,5	37,3
	4	-	-	-	1,6	5,9	29,1
	5	-	-	-	2,8	2,3	28,8
Marco (12 anos / 92)	1	-	1,6	1,5	2,1	3,3	25,6
	2	-	-	-	-	1,2	13,3
	3	-	0,3	1,8	1,0	2,8	16,2
	4	-	-	-	1,9	6,7	23,1
	5	-	-	-	-	-	20,0

Os resultados da análise de variância (Tabela 5) indicam que:

- Os três locais analisados (Cerro Pelado, Goiabeira e Marco) apresentam comportamentos diferentes ao ataque do inseto em relação ao volume;
- Os tratamentos apresentaram diferenças significativas, indicando que o desbaste afeta o volume residual e está relacionado com o ataque de *S. noctilio*;
- A interação Local * Tratamentos passou a ser significativa a partir do ano de 1996, demonstrando que o resultado do tratamento aplicado está relacionado às condições do local quando o ataque atinge um determinado nível. A eficácia do desbaste para prevenção e controle de *S. noctilio* só pode ser detectada nesta variável, quando a infestação aumenta.

Analisando as linhas de regressão (Gráfico 14) ao longo do tempo, torna-se possível verificar diferentes comportamentos nos três locais estudados.

A fazenda Cerro Pelado apresentou uma característica de ascendência do tratamento T1 para T2 e de descendência do T2 para T5. Isto é bem acentuado em 1995 e suavizado nos anos seguintes. Observou-se, ainda, que os tratamentos

desbastados apresentaram valores superiores aos do tratamento T1, portanto, o desbaste não surtiu o efeito desejado no ano de 1995.

TABELA 5 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PERCENTAGEM DE ATAQUE DE *Sirex ncostilio*, EM FUNÇÃO DO VOLUME, NAS FAZENDAS CERRO PELADO (L1), GOIABEIRA (L2) E MARCO (L3), SANTA CATARINA.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		1995	1996	1999
Local	2	1,05 **	6,45 **	145,80 **
Blocos : L1	4	0,27 *	1,85 **	34,86 **
Blocos : L2	4	1,73 **	6,04 **	76,39 **
Blocos : L3	4	0,13 ns	0,34 ns	14,99 **
Bloco(Local)	(12)	0,71**	2,74 **	42,08 **
Tratamentos	4	0,01 **	0,75 *	13,58 **
Local * Tratamentos	8	0,11 ns	1,04 *	13,74 **
Resíduo	48	2,50	3,40	3,52
Total	74			

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

ns não significativo

As linhas de regressão da fazenda Goiabeira tiveram um comportamento descendente do tratamento T1 para T2 e ascendente de T2 para T5, sendo que esta ascendência tornou-se mais suave ao longo do tempo. Os tratamentos desbastados apresentaram menores volumes atacados que o tratamento sem desbaste à partir de 1995.

Na fazenda Marco percebeu-se uma leve ascendência do tratamento T1 para T2 e uma descendência de T2 para T5, sendo que em 1996 a descendência torna-se mais acentuada.

Pelo Teste de Tukey (Gráfico 14) verificou-se que em 1995 apenas os tratamentos T1 e T2 apresentaram comportamentos diferentes entre os três locais estudados. No tratamento T1 a Fazenda Cerro Pelado tem médias semelhantes às das Fazendas Goiabeira e Marco e as médias destas últimas diferem entre si. No tratamento T2 as Fazendas Marco e Cerro Pelado apresentam médias distintas e a Fazenda Goiabeira se assemelha às duas.

GRÁFICO 13 ANÁLISE DA PERCENTAGEM DE ATAQUE DE *Sirex noctilio*, EM RELAÇÃO À VARIÁVEL VOLUME, NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA FELICIDADE.

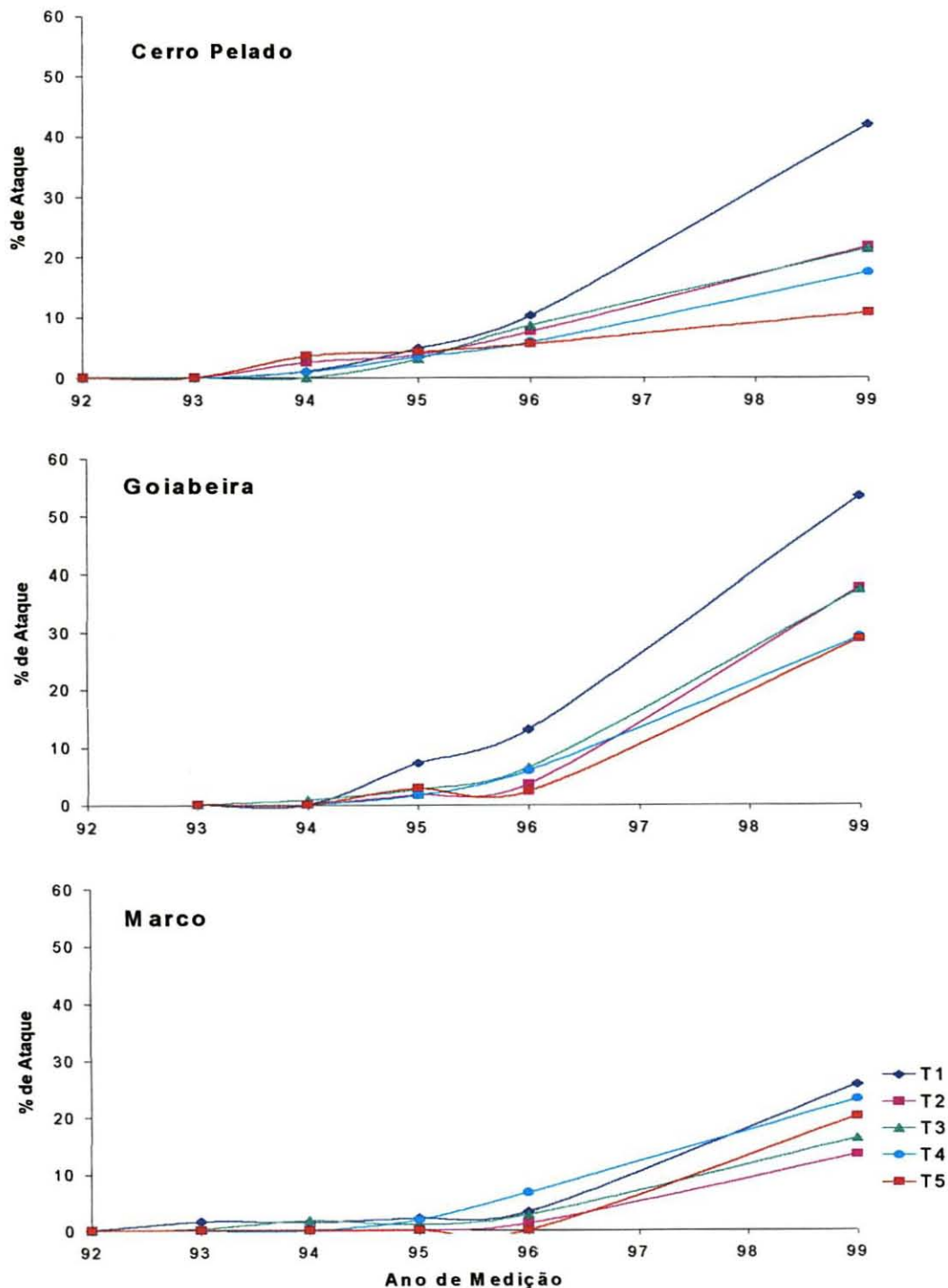
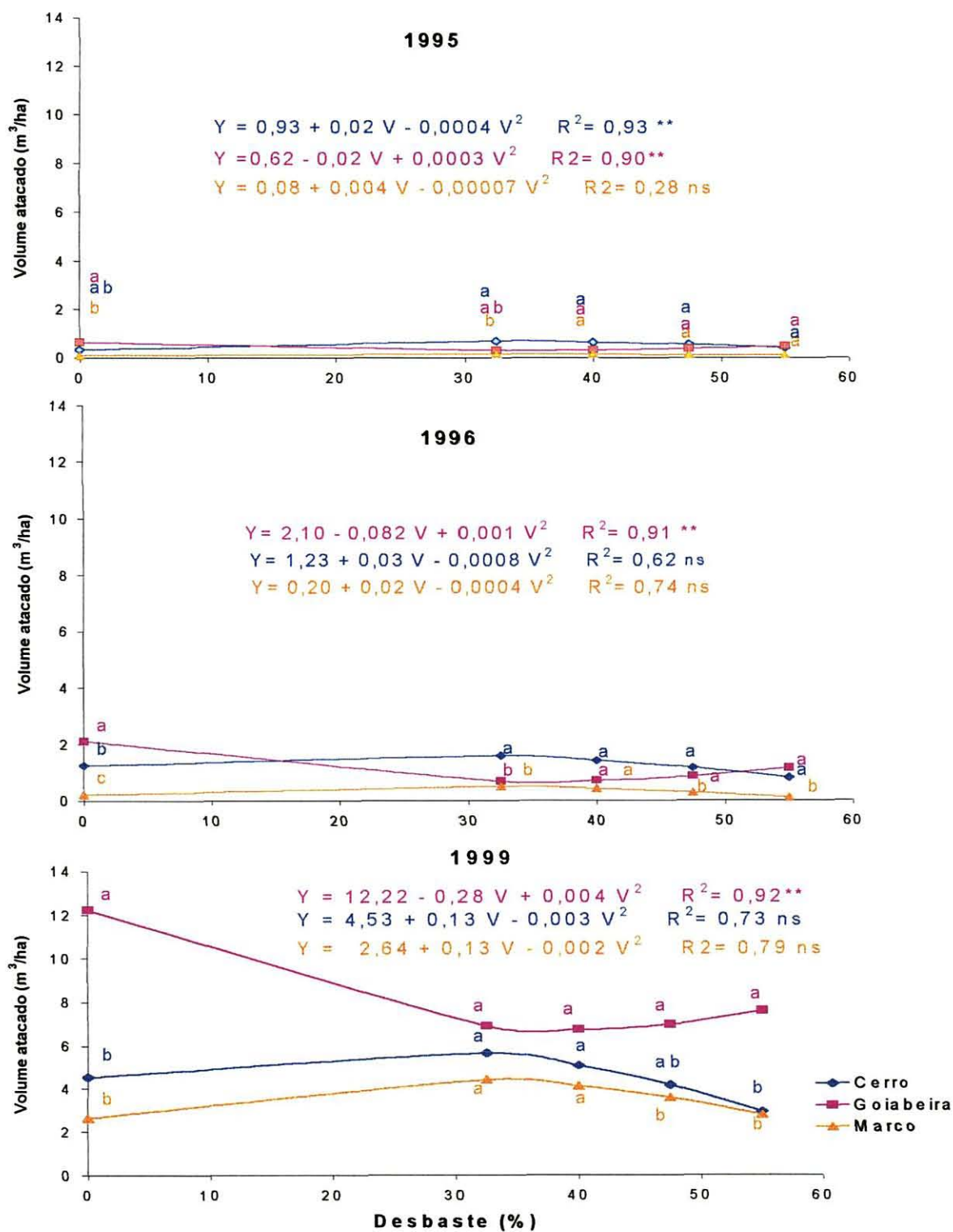


GRÁFICO 14 REGRESSÃO POLINOMIAL DO VOLUME PARA OS DIFERENTES NÍVEIS DE TRATAMENTO NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO (SANTA CATARINA), NOS ANOS DE 1995, 1996 E 1999 (TUKEY $\alpha = 0,05$).



Em 1996 os tratamentos se comportaram da seguinte forma: tratamento T1 apresentou um comportamento diferente em cada local; tratamento T2 nas Fazendas Goiabeira e Marco foram semelhantes entre si e diferentes da Fazenda Cerro Pelado; tratamento T3 todos os locais tiveram o mesmo comportamento; tratamentos T4 e T5 as Fazendas Goiabeira e Cerro Pelado tiveram médias semelhantes entre si e diferentes da Fazenda Marco (Gráfico 14).

Em 1999 os tratamentos T2 e T3 foram semelhantes nos três locais; nos tratamentos T1 e T5 as médias das Fazendas Cerro Pelado e Marco foram semelhantes entre si e diferentes da média da Fazenda Goiabeira e no tratamento T4 as Fazendas Goiabeira e Marco apresentaram comportamentos diferentes e Cerro Pelado teve médias médias semelhantes às duas.

A fim de verificar o comportamento dos tratamentos desbastados em relação ao sem desbaste, foi realizada uma análise de variância com os tratamentos T2, T3, T4 e T5 sendo levados à base 100, tendo por referência T1 (Quadro 11).

QUADRO 11 PROPORCIONALIDADE DE ATAQUE DE *Sirex noctilio*, NA VARIÁVEL VOLUME NOS DIFERENTES NÍVEIS DE DESBASTE, EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1 (BASE 100), NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA.

Fazenda	Trat	1993		1994		1995		1996		1999	
		V _{AT}	%	V _{AT}	%	V _{AT}	%	V _{AT}	%	V _{AT}	%
Cerro Pelado	T1			0,110	100	0,914	100	2,180	100	8,836	100
	T2			0,198	180,0	0,435	47,6	1,224	56,2	4,411	49,9
	T3					0,415	45,4	1,316	60,4	4,137	46,8
	T4			0,022	19,7	0,340	37,2	0,820	37,6	3,084	34,9
	T5			0,075	68,3	0,401	43,8	0,597	27,4	1,865	21,1
Goiabeira	T1					1,456	100	2,998	100	14,736	100
	T2					0,156	10,7	0,504	16,8	8,240	55,9
	T3			0,086		0,193	13,3	0,927	30,9	6,666	45,2
	T4					0,084	5,8	0,747	24,9	5,724	38,8
	T5					0,129	8,9	0,250	8,3	5,042	34,2
Marco	T1	0,217	100	0,235	100	0,383	100	0,672	100	6,404	100
	T2							0,099	15	2,346	37
	T3	0,007	3,3	0,038	16,4	0,074	19,2	0,320	47,7	2,977	46,5
	T4					0,079	20,7	0,335	49,9	3,661	57,2
	T5									2,112	33

V_{AT} – Volume médio das árvores atacadas

Comparando os Quadros 09 e 11, percebe-se que a Fazenda Cerro Pelado apresentou os maiores níveis de ataque em volume, nos anos de 1995 e 1996, e a

Fazenda Goiabeira em 1999. A Fazenda Marco apresentou os menores índices em todos os anos. Em 1995 todos os tratamentos desbastados apresentaram o mesmo resultado em relação a T1, em todos os locais.

Em 1996 são formados dois grupos de tratamentos com valores próximos. Na Fazenda Cerro Pelado tem-se T2/T3 e T4/T5, na Fazenda Goiabeira T2/T3 e T4/T5 e na Marco T2 e T3/T4.

Em 1999, novamente, observa-se a formação de grupos com resultados semelhantes, nas Fazenda Cerro Pelado e Goiabeira os grupos se mantêm como no anos anterior e na Marco T2 e T5 formam um grupo e T3/T4 outro.

A análise de variância da proporcionalidade de ataque de *S. noctilio* (Tabela 6) aponta que:

- a) O local só foi significativo quando o ataque do inseto esteve no início;
- b) Os tratamentos passaram a ser significativos em 1996, indicando que o nível de desbaste aplicado influenciou na redução do ataque em relação ao tratamento T1;
- c) A interação Local * Tratamento demonstrou que às condições do local interferiram no resultado dos tratamentos aplicados.

TABELA 6 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PROPORCIONALIDADE DE ATAQUE DE *Sirex noctilio*, EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1 (BASE 100), PARA A VARIÁVEL VOLUME, NAS FAZENDAS CERRO PELADO (L1), GOIABEIRA (L2) E MARCO (L3), SANTA CATARINA.

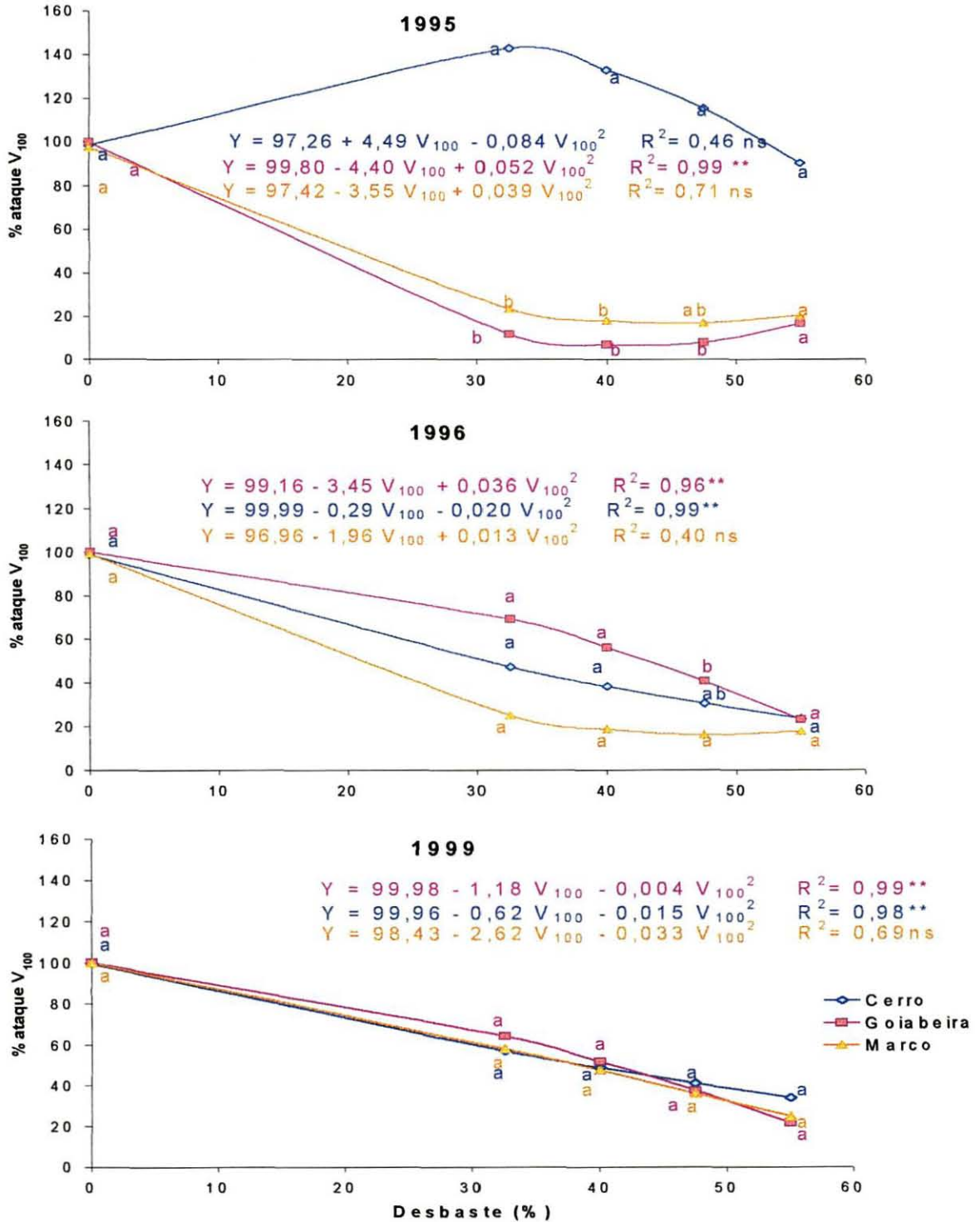
Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		1995	1996	1999
Local	2	59571,6 **	3420,9 ns	135,6 ns
Blocos : L1	4	11150,6 **	674,1 ns	1660,5 *
Blocos : L2	4	154,1 ns	84,5 ns	730,1 ns
Blocos : L3	4	1453,6 ns	5023,2 *	1104,8 ns
Bloco(Local)	(12)	37716,1 **	1927,3 ns	1165,1 ns
Tratamentos	4	10209,3 ns	15604,6**	9587,3 **
Local * Tratamentos	8	5356,6 ns	2317,9 **	1070,8 **
Resíduo	48	4905,0	1820,2	569,1
Total	74			

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

ns não significativo

GRÁFICO 15 REGRESSÃO POLINOMIAL DA VARIÁVEL VOLUME, PARA OS TRATAMENTOS DESBASTADOS EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO T1 (BASE 100), NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO (SANTA CATARINA), NOS ANOS DE 1995, 1996 E 1999 (TUKEY $\alpha = 0,05$).



Na fazenda Cerro Pelado observou-se uma modificação na tendência da linha de regressão de 1995 para os anos seguintes, ocorrendo um comportamento ascendente entre T1/T2 e descendente de T2 a T5. Nos anos de 1996 e 1999 verificou-se, através da queda da linha do tratamento T1 para T5, o efeito do desbaste sobre o ataque de *S. noctilio* (Gráfico 15).

As fazendas Goiabeira e Marco apresentaram a mesma tendência, decrescente do tratamento T1 ao T5. A linha de regressão da fazenda Marco esteve superior a da fazenda Goiabeira, exceto nos tratamentos T4 e T5 do ano de 1999 (Gráfico 15).

4.5 SIMULAÇÃO E ANÁLISE ECONÔMICA

Para a análise econômica foram realizadas, através do programa SISPINUS, as simulações de produção para as seguintes rotações finais: 19, 21, 23 e 25 anos. A rotação de 19 anos foi dividida em: (a) sem ataque da vespa-da-madeira e (b) com ataque da vespa-da-madeira, para que fosse possível relacionar qual o prejuízo gerado pelo inseto.

Os regimes de manejo foram distribuídos (Quadro 12) da seguinte forma:

- a) Fazenda Cerro Pelado: R1a, R1b, R2, R3, e R4 representam o tratamento T1 e R5a, R5b, R6, R7 e R8 os demais tratamentos;
- b) Fazendas Goiabeira e Marco: os regimes R9a, R9b, R10, R11 e R12 representam o tratamento T1 e R13a, R13b, R14, R15, e R16 os demais.

Com os dados de sortimento foi realizada a análise econômica, através do programa PLANIN, tomando por base uma Taxa de Atratividade de 8% e os custos e preços especificados no Quadro 13.

QUADRO 12 REGIMES DE MANEJO DE *Pinus taeda* UTILIZADOS NO ESTUDO.

Regimes de Manejo	Idade (anos)													
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
R1 a								19						
R1 b								19						
R2								D1		21				
R3								D1				23		
R4								D1						25
R5 a		D1						19						
R5 b		D1						19						
R6		D1						D2		21				
R7		D1						D2				23		
R8		D1						D2						25
R9 a								19						
R9 b								19						
R10								D1		21				
R11								D1				23		
R12								D1						25
R13 a	D1							19						
R13 b	D1							19						
R14	D1							D2		21				
R15	D1							D2				23		
R16	D1							D2						25

D1 – Primeiro desbaste

D2 – Segundo desbaste

QUADRO 13 CUSTOS DE PRODUÇÃO E PREÇOS DE MADEIRA DE *Pinus* NA REGIÃO SUL EM MARÇO/2001.

Custos	R\$
Implantação (ha)	600,00
Corte (m ³)	0,98
Desgalhamento (m ³)	0,18
Extração (m ³)	1,00
Traçamento (m ³)	0,16
Carregamento (m ³)	0,71
Transporte (m ³)	2,30
Descarregamento (m ³)	0,67
Administração (ha)	20,00
Preços	R\$
Laminação (m ³)	41,22
Serraria (m ³)	24,71
Celulose (m ³)	16,69
Energia (m ³)	10,42

Obs.: Os custos fixos de manutenção estão incorporados aos custos de manutenção

Fonte STCP (comunicação pessoal)

4.5.1 Análise Econômica do Prejuízo pelo Ataque de *Sirex noctilio*

Com os dados gerados pela simulação do Sispinus na rotação de 19 anos com e sem ataque de *S. noctilio*, foi realizada uma análise econômica, pelo software PLANIN, a fim de verificar qual o prejuízo gerado pela infestação deste inseto, nos povoamentos analisados.

O Quadro 14 mostra o resultado da análise de sensibilidade, sendo possível verificar a rentabilidade e observar a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (VPL) para os diferentes tratamentos, em cada um dos locais estudados.

Como era esperado a maior perda financeira ocorreu na Fazenda Goiabeira, pois esta apresentava a maior percentagem de ataque por *Sirex noctilio* (Quadro 14 e Gráfico 17). O tratamento T1 por ter o maior volume e também o maior nível de ataque, mostrou o maior prejuízo (Quadro 14).

QUADRO 14 VALOR PRESENTE LÍQUIDO E TAXA INTERNA DE RETORNO OBTIDOS NA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE, PARA AS SIMULAÇÕES DE PRODUÇÃO AOS 19 ANOS, COM E SEM ATAQUE DE *Sirex noctilio*, NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA.

Fazenda	Trat	19 anos (sem ataque)		19 anos (com ataque)		% Prejuízo
		VPL (R\$)	TIR (%)	VPL (R\$)	TIR (%)	
Cerro Pelado	T1	18093,45	27,3	12074,08	24,7	33,3
	T2	19985,43	31,6	17275,97	30,8	13,6
	T3	19849,71	31,9	17453,91	31,3	12,1
	T4	22713,13	34,0	20710,38	33,6	8,8
	T5	22955,93	34,7	21541,39	34,5	6,2
Goiabeira	T1	23375,54	30,6	10047,92	23,6	57,0
	T2	22124,78	35,6	16499,00	33,9	25,4
	T3	16823,98	32,5	11862,70	30,3	29,5
	T4	21897,41	36,8	17813,33	35,7	18,7
	T5	17866,51	34,8	14359,48	33,6	19,6
Marco	T1	18499,74	28,2	13397,54	25,4	27,6
	T2	17767,26	32,9	15549,38	32,1	12,5
	T3	21253,08	36,0	18499,65	35,2	13,0
	T4	21750,49	38,3	18181,20	37,5	16,4
	T5	21195,47	38,4	18966,48	37,9	10,5

VPL – Valor Presente Líquido

TIR – Taxa Interna de Retorno

Na Fazenda Cerro Pelado (Quadro 14 e Gráfico 16) e Goiabeira (Quadro 14 e Gráfico 17) ocorre um comportamento descendente do tratamento T1 ao T5, em relação ao prejuízo.

Este fato apresenta uma lógica, quanto maior a intensidade de desbaste, menor o nível de infestação menor e maior a produção de madeira para laminação e serraria, portanto, menor prejuízo.

Na Fazenda Marco ocorre um comportamento diferenciado entre os tratamentos desbastados (Quadro 14 e Gráfico 18). O tratamento T4 apresenta um maior prejuízo, seguido pelos tratamentos T3, T2 e T5. Isto está de acordo com os valores de percentagem de ataque em volume neste local.

Os maiores prejuízos, em reais, ocorridos nos tratamentos desbastados (Quadro 14) foram de R\$ 5.625,78/ha no tratamento T2 da Fazenda Goiabeira, R\$ 3.569,29/ha no T4 da Fazenda Marco e R\$ 2.709,46/ha no T2 da Fazenda Cerro Pelado. E os menores foram nos tratamentos T5 da Fazenda Cerro Pelado (R\$1.414,54/ha), T2 da Fazenda Marco (R\$ 2.217,88) e T5 da Fazenda Goiabeira (R\$ 3.507,03).

4.5.2 Análise Econômica das Rotações 19, 21, 23 e 25 anos Após o Ataque da Vespa-da-Madeira

Com os dados de sortimento gerados para as rotações finais de 19, 21, 23 e 25 anos, foi realizada a análise econômica, através do programa PLANIN, tomando por base uma taxa de atratividade de 8% e os custos e preços especificados na Quadro 13. Esta análise pressupõe que toda a madeira atacada é retirada pelos desbastes, e que não ocorre reinfestação no povoamento residual.

Através da análise de sensibilidade foi possível verificar a rentabilidade e observar a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (Quadro 15) para os tratamentos nas diferentes rotações em um dos locais estudados.

GRÁFICO 16 RENTABILIDADE DE PLANTIOS DE *Pinus taeda*, AOS 19 ANOS DE IDADE, COM E SEM ATAQUE DE *Sirex noctilio*, NOS TRATAMENTOS DA FAZENDA CERRO PELADO, SANTA CATARINA.

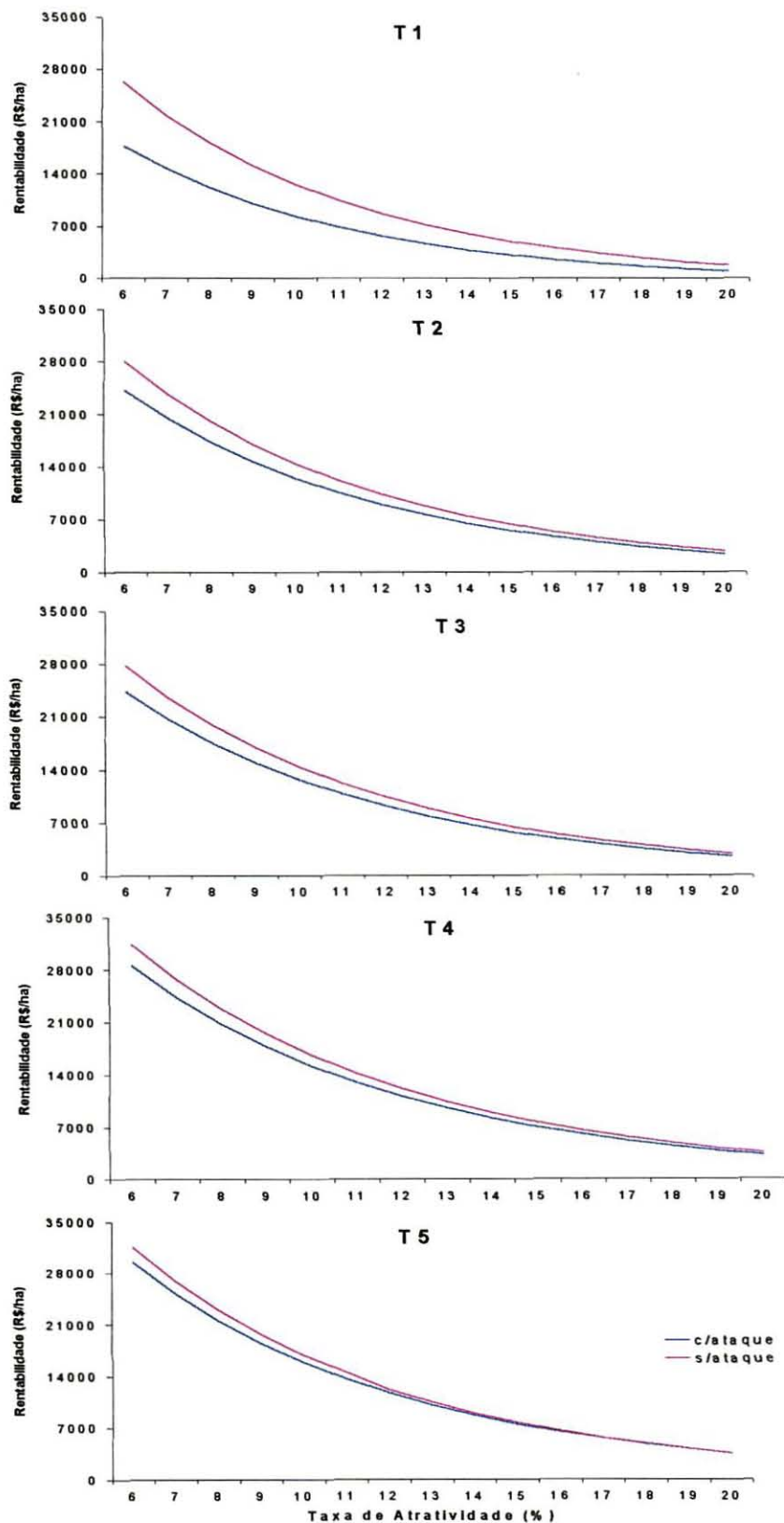


GRÁFICO 17 RENTABILIDADE DE PLANTIOS DE *Pinus taeda*, AOS 19 ANOS DE IDADE, COM E SEM ATAQUE DE *Sirex noctilio*, NOS TRATAMENTOS DA FAZENDA GOIABEIRA, SANTA CATARINA..

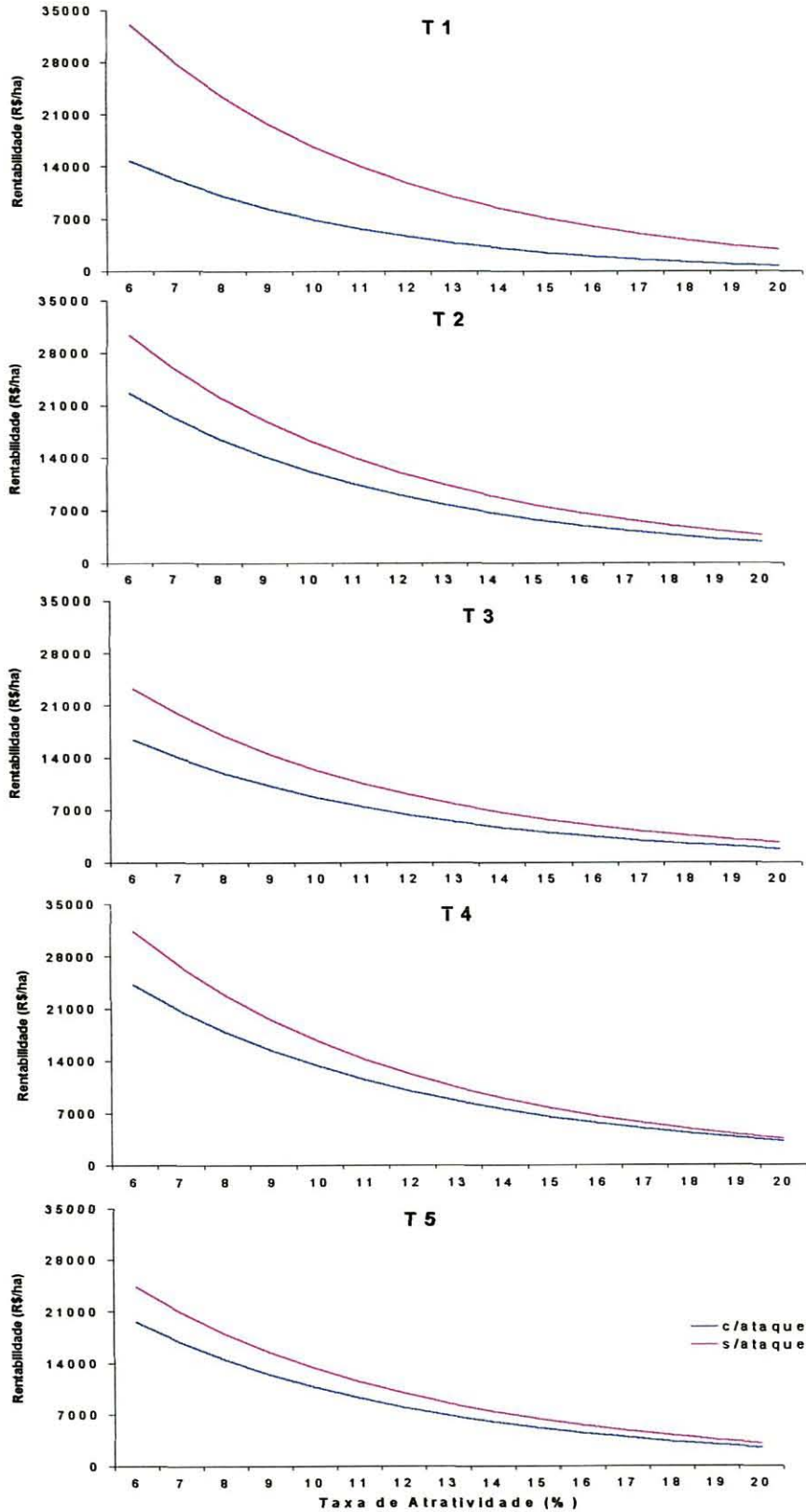
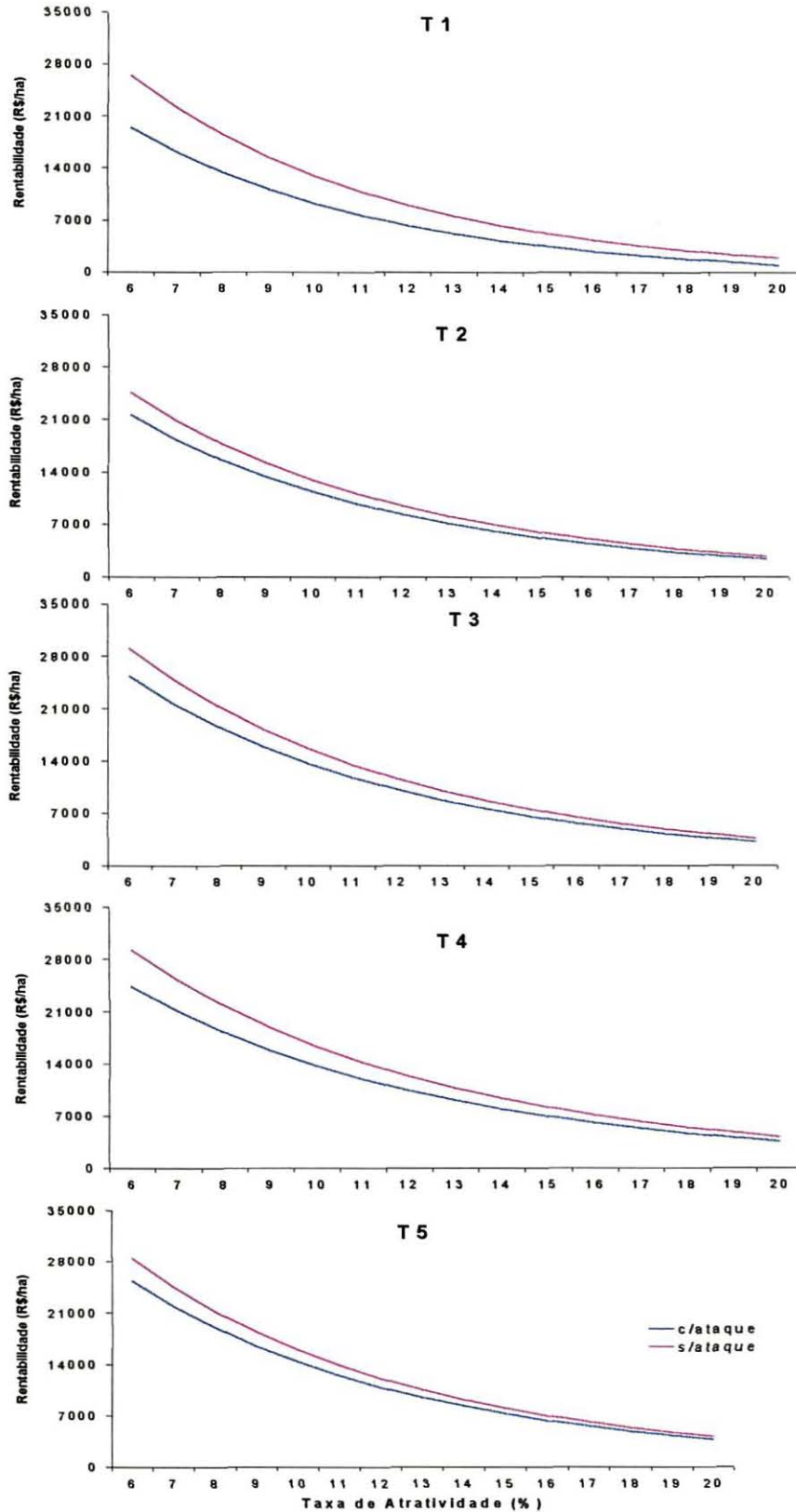


GRÁFICO 18 RENTABILIDADE DE PLANTIOS DE *Pinus taeda*, AOS 19 ANOS DE IDADE, COM E SEM ATAQUE DE *Sirex noctilio*, NOS TRATAMENTOS DA FAZENDA MARCO, SANTA CATARINA..



QUADRO 15 VALOR PRESENTE LÍQUIDO E TAXA INTERNA DE RETORNO OBTIDOS NA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE, PARA AS SIMULAÇÕES DE PRODUÇÃO DOS TRATAMENTOS NAS FAZENDAS CERRO PELADO, GOIABEIRA E MARCO, SANTA CATARINA.

Fazenda	Tratamento	19 anos		21 anos		23 anos		25 anos	
		VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR
Cerro Pelado	T1	12074,08	24,7	10958,29	23,0	10204,75	21,8	9372,05	20,9
	T2	17275,97	30,8	16209,79	29,8	15483,05	19,1	14589,19	28,6
	T3	17453,91	31,3	16742,29	30,4	16053,82	29,8	15000,94	29,3
	T4	20710,38	33,6	19738,01	32,8	18978,08	32,3	18053,63	32,0
	T5	21541,39	34,5	20536,41	33,7	19803,16	33,3	18887,30	33,0
Goiabeira	T1	10047,92	23,6	9731,98	22,9	8678,58	21,5	8043,00	20,5
	T2	16499,00	33,9	15794,03	33,5	15162,86	33,0	14534,62	32,7
	T3	11862,70	30,3	11306,62	29,4	10714,08	28,7	10125,86	28,1
	T4	17813,33	35,7	17235,62	35,4	16272,58	35,0	15347,19	34,7
	T5	14359,48	33,6	13639,75	32,9	13013,93	32,4	12412,41	32,0
Marco	T1	13397,54	25,4	14340,33	26,3	13761,88	25,6	12772,61	24,9
	T2	15549,38	32,1	15187,40	31,9	14589,75	31,4	13762,66	31,0
	T3	18499,65	35,2	18310,56	35,2	17734,61	34,9	16772,78	34,6
	T4	18181,20	37,5	17696,39	37,1	17124,56	36,8	16172,63	36,6
	T5	18966,48	37,9	18690,83	37,7	18085,44	37,4	17116,65	37,2

Na Fazenda Cerro Pelado (Gráficos 19 e 22) os tratamentos T5 e T4, apresentaram as maiores rentabilidades, seguidos por T3 e T2 independente da taxa de juros adotada. Na rotação de 19 anos as linhas praticamente se sobrepõem. A comparação entre os tratamentos T5 e T1, maior e menor rentabilidade, respectivamente, demonstrou em uma rotação de 19 anos, que para uma taxa de atratividade de 8% tem-se uma rentabilidade de 78%, se a taxa de atratividade sobe para 10% a rentabilidade sobe para 91%. Para as demais rotações esta mudança apresenta um ganho de 17% (21 anos), 22% (23 anos) e 27% (25 anos).

Para as rotações de 19 anos, 21 anos e 25 anos, na Fazenda Goiabeira, o tratamento de maior rentabilidade é o T4 seguido do T2, independente da taxa de juros adotada. Para a rotação de 25 anos esta posição se inverte até uma taxa de juros de 15%, neste ponto estes passam a ter a mesma rentabilidade (Gráficos 20 e 23).

A maior rentabilidade na fazenda Marco (Gráficos 21 e 24), para todas as rotações dos tratamentos T5 seguido pelos tratamentos T3 e T4, sendo que muitas vezes suas linhas se sobrepõem.

GRÁFICO 19 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DAS SIMULAÇÕES DE PRODUÇÃO PARA DIFERENTES TRATAMENTOS E ROTAÇÕES NA FAZENDA CERRO PELADO, SANTA CATARINA.

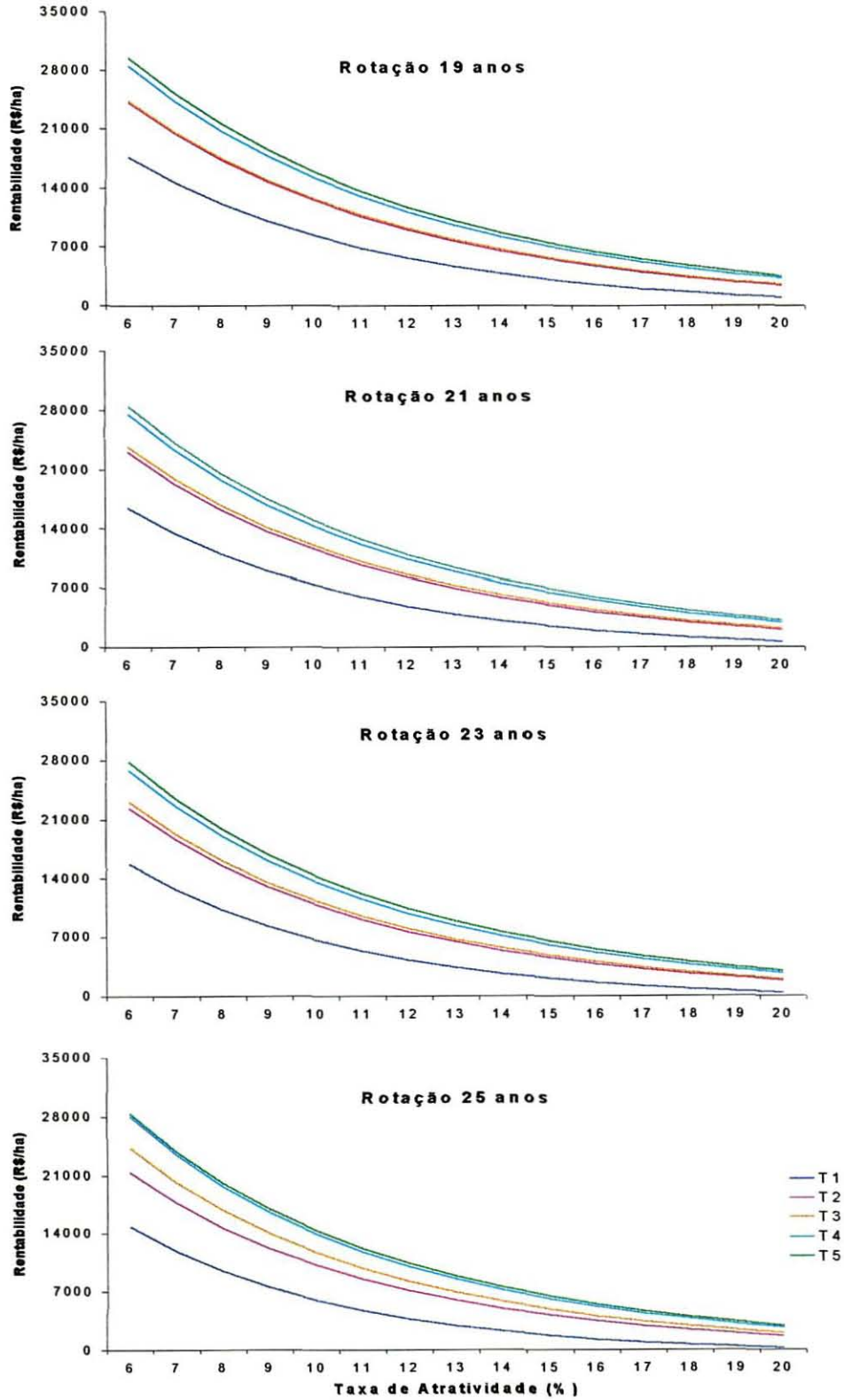


GRÁFICO 20 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DAS SIMULAÇÕES DE PRODUÇÃO PARA DIFERENTES TRATAMENTOS E ROTAÇÕES N A FAZENDA GOIABEIRA., SANTA CATARINA

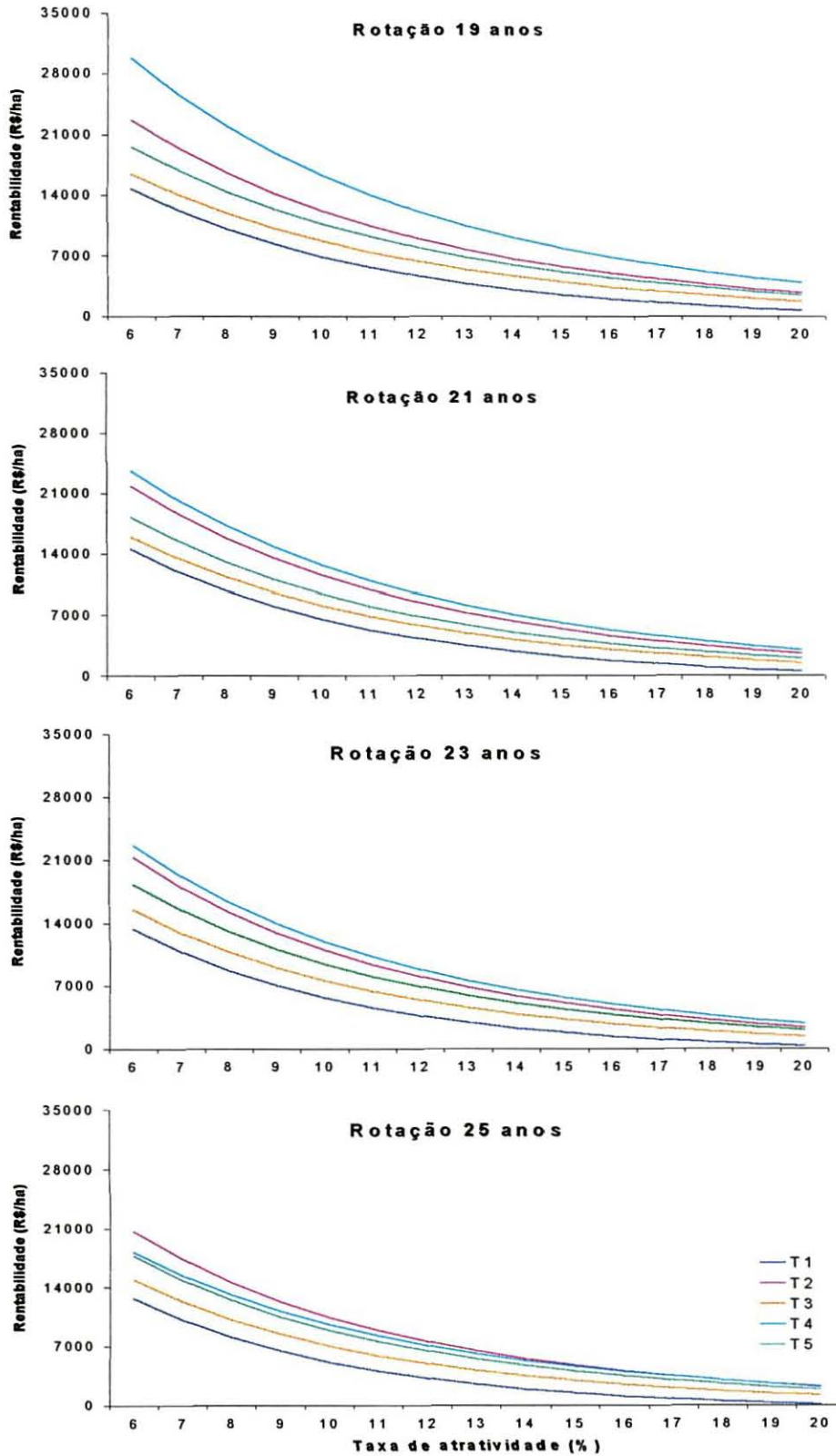


GRÁFICO 21 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DAS SIMULAÇÕES DE PRODUÇÃO PARA DIFERENTES TRATAMENTOS E ROTAÇÕES N A FAZENDA MARCO, SANTA CATARINA.

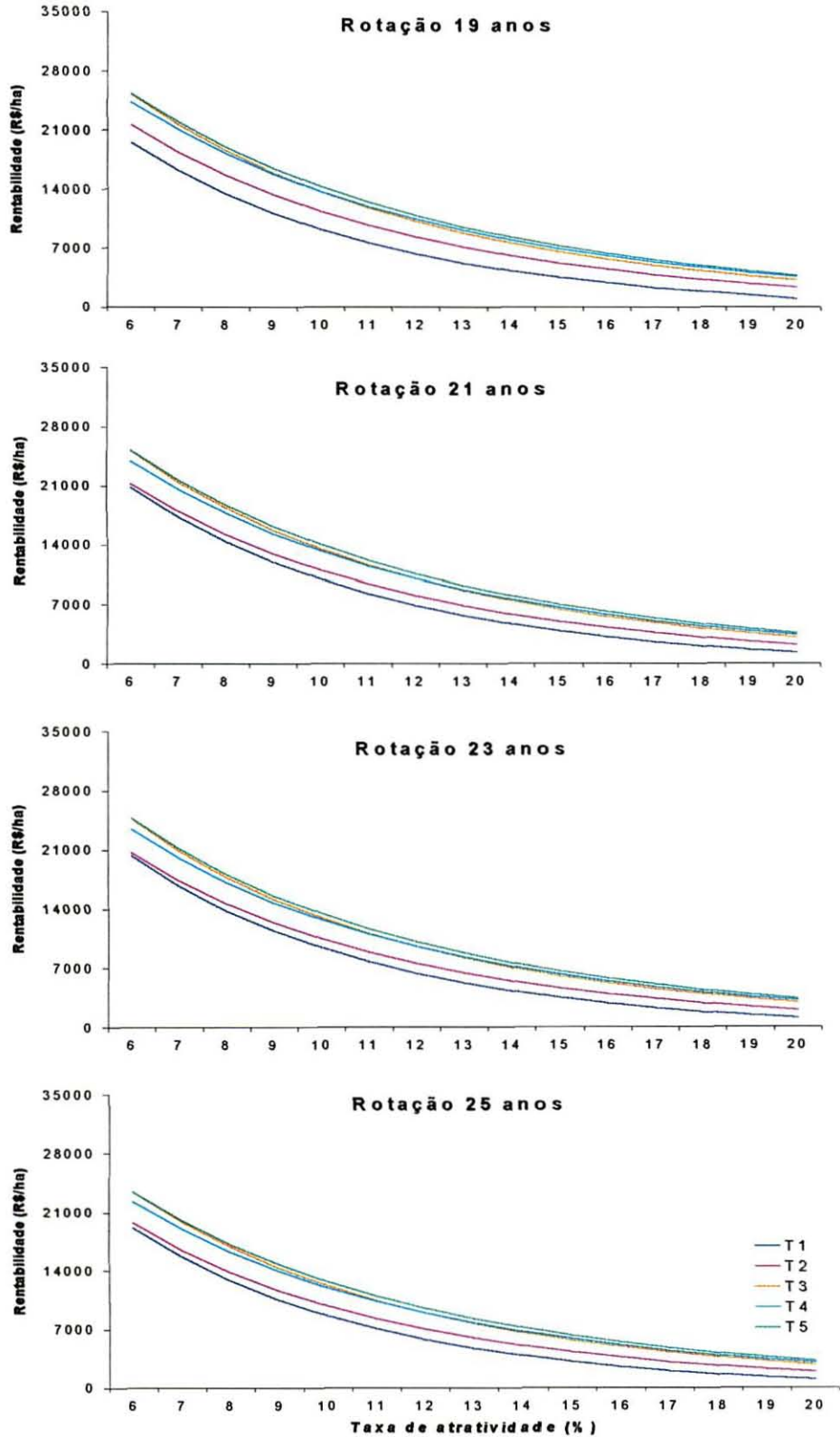


GRÁFICO 22 RENTABILIDADE EM FUNÇÃO DA TAXA DE ATRATIVIDADE NOS DIFERENTES TRATAMENTOS E ROTAÇÕES DA FAZENDA CERRO PELADO, SANTA CATARINA.

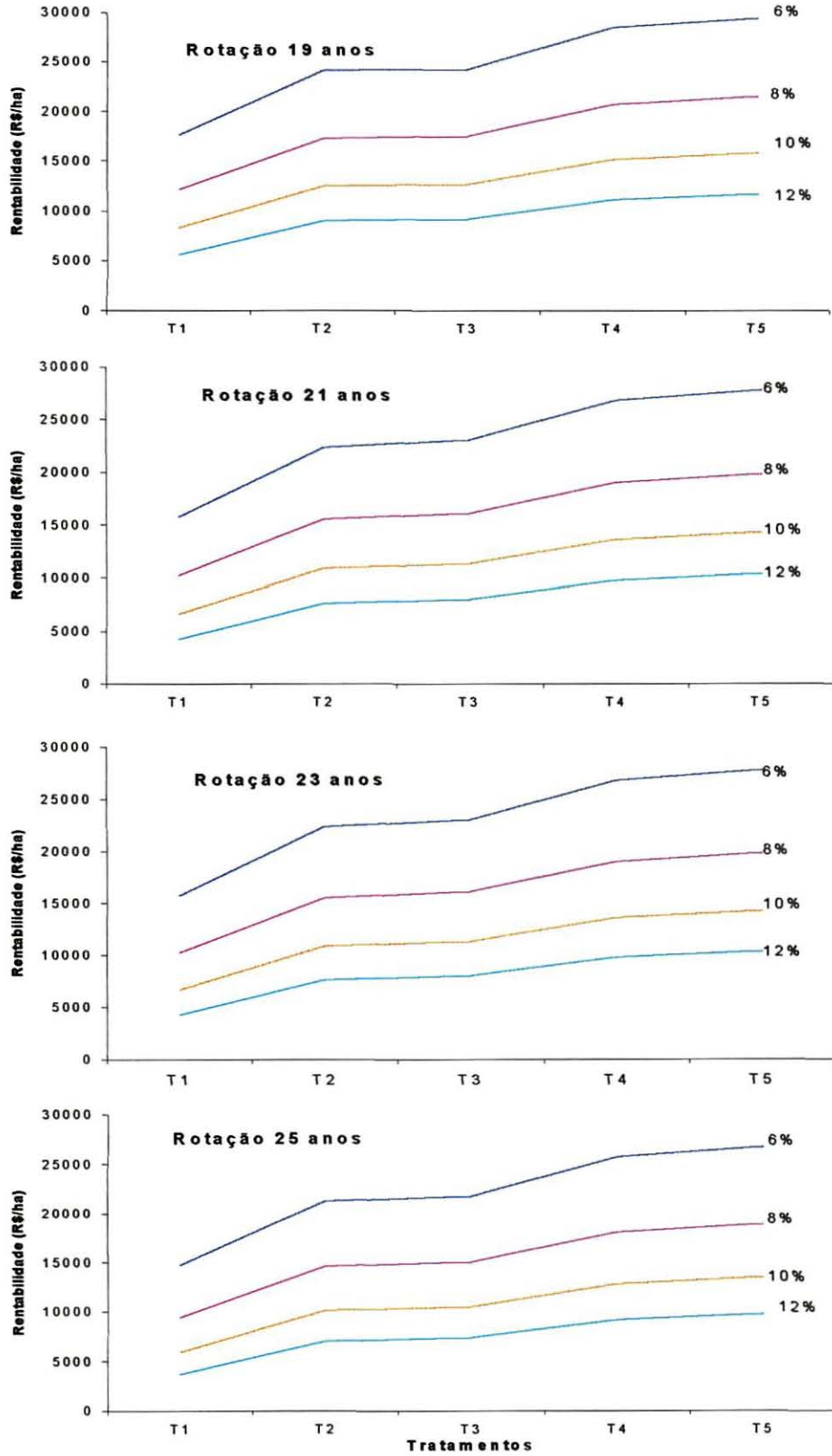


GRÁFICO 23 RENTABILIDADE EM FUNÇÃO DA TAXA DE ATRATIVIDADE NOS DIFERENTES TRATAMENTOS E ROTAÇÕES DA FAZENDA GOIABEIRA, SANTA CATARINA.

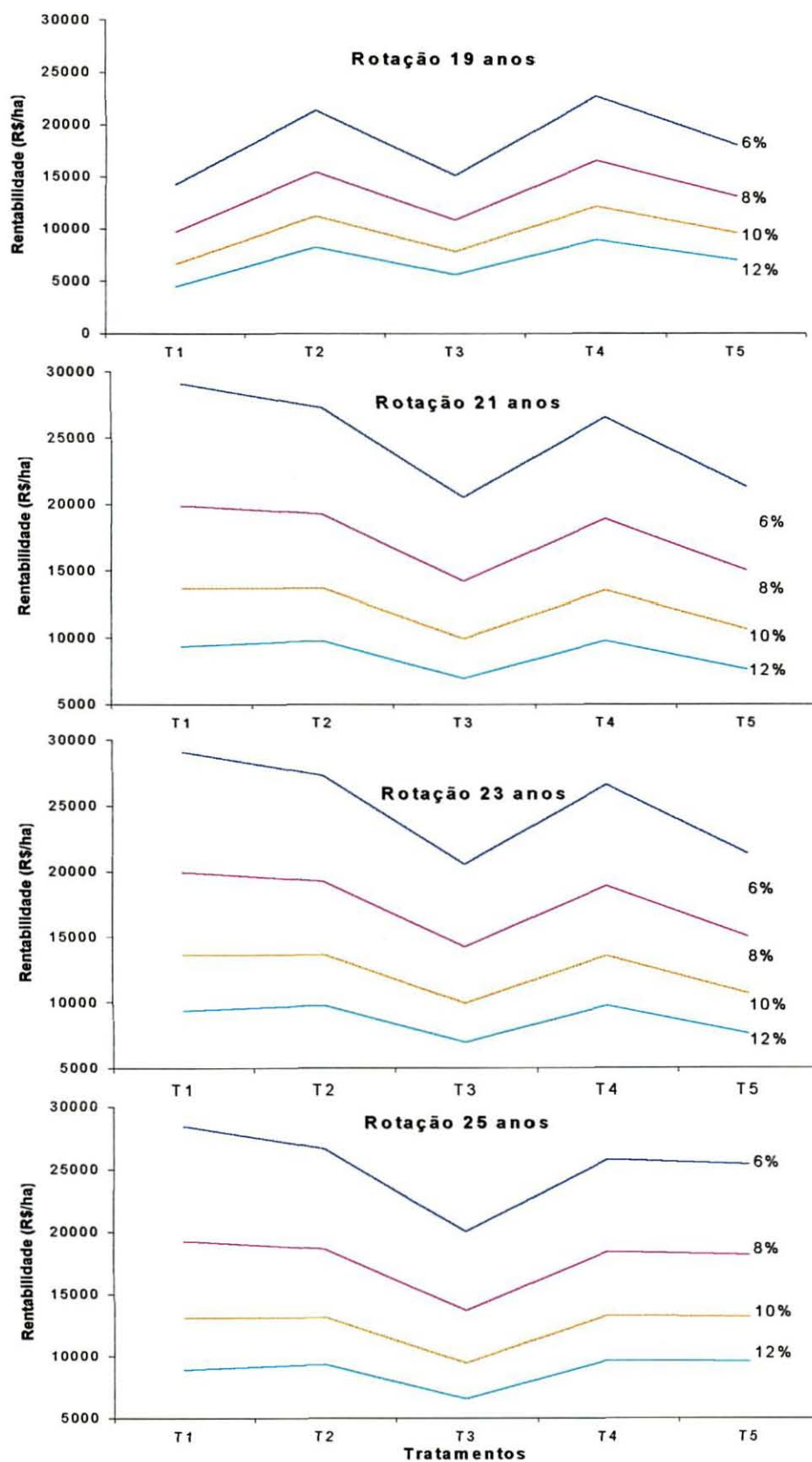
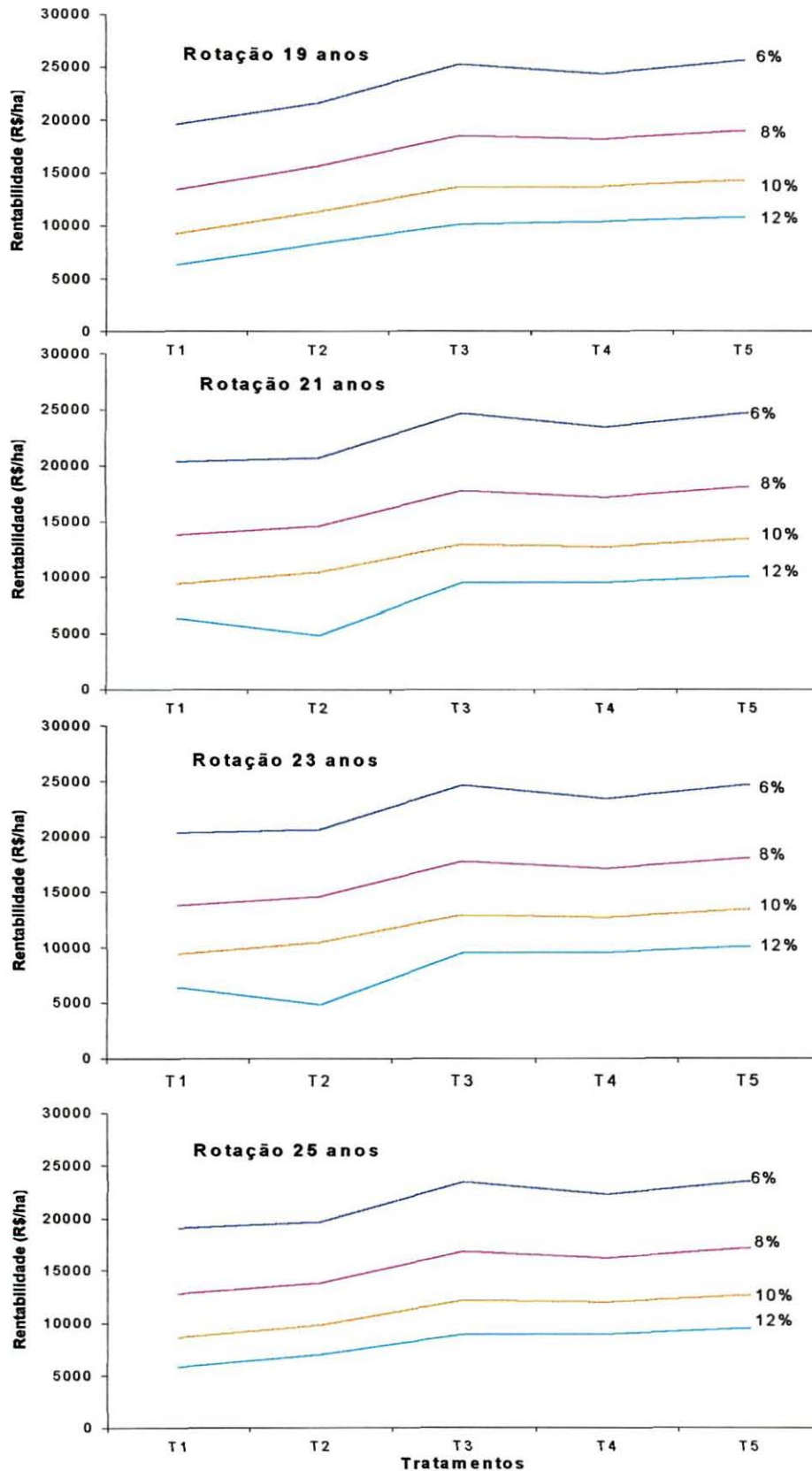


GRÁFICO 24 RENTABILIDADE EM FUNÇÃO DA TAXA DE ATRATIVIDADE NOS DIFERENTES TRATAMENTOS E ROTAÇÕES DA FAZENDA MARCO, SANTA CATARINA.



Quanto maior a quantidade de madeira para laminação produzida no povoamento florestal maior sua rentabilidade. No tratamentos T3 da Fazenda Goiabeira observa-se uma queda da rentabilidade, em função da pouca produção de madeira para laminação (Gráfico 23).

Nos tratamentos sem desbaste a queda na renda pode não ser tão significativa, em indústrias verticalizadas com enfoque à produção de celulose, devido a existência de um valor agregado no qual apenas o controle biológico seja satisfatório em termos econômicos.

Os resultados obtidos nas análises de sensibilidade para os tratamentos desbastados, devem-se ao uso de manejo adequado, que procurou contemplar a produção de madeira para laminação, não se relacionando a redução da percentagem de ataque da vespa-da-madeira.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES

Nas áreas estudadas neste estudo pode-se verificar que o desbaste reduziu o ataque da vespa-da-madeira, principalmente nos anos iniciais de infestação, e retardou sua evolução.

Geralmente, quando um inseto se instala em um plantio ocorre um período de adaptação da praga ao ambiente. Quando a adaptação se efetiva o nível de infestação tende a subir, quando não existem mecanismos de defesa no ambiente. O desbaste retardou a adaptação do inseto ao meio, mas não controlou a infestação da praga. Para um controle efetivo é necessário a utilização conjunta de tratamentos silviculturais e medidas de controle biológico disponíveis.

Para que o combate a *Sirex noctilio* tenha um efeito positivo, é necessário a elaboração de um programa de manejo integrado de pragas com a realização de desbastes aliados a inoculação do nematóide *Deladenus siricidicola* e liberação de parasitóides.

Desde o aparecimento de *Sirex noctilio* em plantios de *Pinus taeda*, varias medidas vem sendo tomadas pelas empresas florestais, a fim de minimizar os danos aos seus povoamentos. Uma destas medidas foi a mudança no espaçamento de plantio que passou para 2,0m x 3,0m que resulta em 1667 árvores/ha. Isto favorece o crescimento individual das plantas e retarda a competição pelo meio, aumentando o vigor das mesmas.

Pelo estudo não se pode definir qual tipo de desbaste teve maior influência na diminuição da intensidade de ataque, o sistemático ou o seletivo como sugere a bibliografia internacional. Devido a isto recomenda-se um estudo que analise o comportamento da infestação através de desbaste sistemático, desbaste sistemático-seletivo e desbaste seletivo.

6 CONCLUSÕES

Esta pesquisa, possibilitou as seguintes conclusões:

- O desbaste retarda o ritmo de ataque da vespa-da-madeira e pode ser utilizado como medida adicional de controle em um programa de manejo integrado de pragas.
- O manejo do povoamento utilizando operações de desbaste não dispensa medidas de controle biológico, pois não é efetivo como única medida de controle.
- Existe uma relação diretamente proporcional entre a densidade do povoamento e a percentagem de ataque de *Sirex noctilio*, quanto maior a densidade, maior o ataque.
- O ataque da vespa-da-madeira inicia-se pelas árvores de menor diâmetro e atinge as de maior diâmetro com o aumento da infestação, ocorrendo um deslocamento ascendente do pico de ataque das classe de menor para as de maior diâmetro.
- A redução da área basal e do volume através do desbaste, auxilia no controle da vespa-da-madeira, pois diminui a intensidade da infestação em relação a povoamentos não desbastados.
- O prejuízo econômico gerado pelo ataque de *Sirex noctilio* é altamente significativo, visto que a madeira atacada, independente do seu diâmetro, é geralmente destinada a energia que apresenta um baixo valor de mercado.
- O desbaste se justifica em povoamentos atacados nas idades de 12 e 13 anos, pois auxilia no controle da infestação, propiciando um crescimento em volume de madeira para laminação, que interfere positivamente na rentabilidade final, gerando valores que podem chegar ao dobro da rentabilidade de povoamentos não desbastados.
- O trabalho mostra que a tendência de muitas empresas em implantar povoamentos com menores densidades e realizar desbastes tardios, pode ser mantida se o nível de infestação pela vespa-da-madeira na área não for alto.

REFERÊNCIAS

- AHRENS, S. **A concepção dos regimes de manejo para plantações de *Pinus* sp. no Brasil.** Curitiba: EMBRAPA-CNPFFlorestas, 1985. 23p. (Circular técnica).
- ALFARO, R. I. Role of genetic resistance in management ecosystems susceptible to white pine weevil. **Forestry Chronicle**, Quebec, v.72, n.4, p. 374-380, 1996.
- ANGELO, H.; ENCINAS, J.I.; HOZOKAWA, R. **Elementos para o planejamento florestal.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1991.
- BARBOSA, P.; WAGNER, M.R. **Introduction to forest and shade tree insects.** San Diego: Academic Press, 1989. 639p.
- BEDDING, R.A. Biological control of the woodwasp *Sirex noctilio* in Australia. In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA DA MADEIRA, *Sirex noctilio* NA AMÉRICA DO SUL, 1992, Florianópolis. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1993. p. 127 – 139.
- BEDDING, R.A. Biology of *Deladenus siricidicola* (Neotylenchidae) na entomophagous nematode parasitic in siricidae woodwasps. **Nematologica**, Leiden, v.10, p. 482-493, 1972.
- BEDDING, R.A.; AKHURST, R.J. Use of nematode *Deladenus siricidicola* in the biological control of *Sirex noctilio* in Australia. **Journal Australian Entomological Society**, Brisbane, v.13, p.129-135, 1974.
- BELANGER, R.P. Silvicultural guidelines for reducing losses to the southern pine beetle. In Tatcher, R.C (Ed.) et al. **The southern Pine Beetle.** US Department of Agriculture. Forest Service Science and Education Administration, 1982. (Technical Bulletin, 1631). 266 p.
- BERGER, R. **Aplicação de critérios econômicos para determinação da maturidade financeira de povoamentos de eucaliptos.** Curitiba, 1985. Tese (Professor Titular). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- CARVALHO, A.G. **Bioecologia de *Sirex noctilio* Fabricius, 1793 (Hymenoptera, Siricidae) em povoamentos de *Pinus taeda* L.** Curitiba, 1992.

127 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

CARVALHO, A.G. **Parasitismo de *Ibalia* sp. (Hymenoptera: Ibalidae) em *Sirex noctilio* Fabricius, 1793 (Hymenoptera, Siricidae) em São Francisco de Paula, RS.** Curitiba: EMBRAPA/CNPF, 1993 (Boletim de Pesquisa Florestal).

CARVALHO, A.G.; MACEDO, J.H.P.; SANTOS, H.R. Bioecologia de *Sirex noctilio* Fabricius, 1793 (Hymenoptera, Siricidae) em povoamentos de *Pinus taeda* L. . In CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA DA MADEIRA, *Sirex noctilio* NA AMÉRICA DO SUL, 1992, Florianópolis. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1993. p. 85 - 96.

CLUTTER, J.L.; FORTSON, J.C.; PIENAAR, L.V.; BRISTER, G.H.; BAILEY R.L. **Timber Management: a quantitative approach.** New York: John Willey; Sons, 1983. 333p.

COUTTS, M.P. Rapid physiological change in *Pinus radiata* following attack by *Sirex noctilio* and its associated fungus *Amylostereum* spp. **Australian Journal of Biological Science**, Victoria, v.30, n.7, p. 274-276, 1968.

COUTTS, M.P. The mechanism of pathogenicity of *Sirex noctilio* on *Pinus radiata*. I. Effects of the symbiotic fungus *Amylostereum* (Thelophoraceae). **Australian Journal of Biological Science**, Victoria, v.22, p. 915-924, 1969.

CROOKSTON, N.L.; STARK, R.W. Forest-bark beetle interactions: stand dynamics and prognoses. In WATERS, W.E.; STARK, R.W.; WOOD, D.L. **Integrated Pest Management in Pine-Bark Beetles Ecosystems.** New York. John Wiley & Sons, 1985. p. 81-103.

DAHLSTEN, D.L.; ROWNEY, D.L. Insect pest management in forest ecosystems. **Environmental Management**, New York, v.7, p. 65-72, 1983.

DAVIS, K.P. **Forest management: regulation and valuation.** New York. Mc Graw-Hill Book Company. 1966. 519p.

DAVIS, L.S.; JOHNSON, K.N. **Timber management.** 3. ed. New York. McGraw-Hill Book Company. 1987. 790p.

ELLIOTT, H.J.; OHMART, C.P.; WYLIE, F.R. **Insect Pests of Australian Forests: Ecology and Management.** Melbourne. Inkata Press, 1998. 214p.

EVANS, I. **Plantation forestry in the tropics**. Oxford. Oxford University Press. 1984. 42p.

GILBERT, J.M.; MILLER, L. W. An outbreak of *Sirex noctilio* (F.) in Tasmania. **Australian Forestry**, Canberra, v.16, p. 63-69. 1952.

GILMOUR, J.M. The life cycle of the fungal symbiotic of *Sirex noctilio* (F.) **New Zealand Journal of Forestry**, New Zealand, v.10, n.1, p. 80-89. 1965.

GOMES, F.S. **A seleção de regimes de manejo mais rentáveis em *Pinus taeda* L. na produção de madeira para papel e celulose**. Curitiba, 1999. 174f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

GRAHAM, S.A. Control of insects through silvicultural practices. **Journal of Forestry**, Washington, v. 57, n.4, p.281-283. 1959.

IEDE, E.T.; BEDDING, R.A.; PENTEADO, S.R.C.; MACHADO, D.C. **Programa Nacional de Controle à Vespa-da-madeira – PNCVM**. Curitiba: EMBRAPA–CNPf, 1989. 10p.

IEDE, E.T.; PENTEADO, S.R.C.; BISOL, J.C. **Primeiro registro de ataque de *Sirex noctilio* em *Pinus taeda* no Brasil**. Curitiba: EMBRAPA–CNPf, 1988. 12p. (Circular Técnica).

IEDE, E.T.; PENTEADO, S.R.C.; GAIAD, D.C.M.; SILVA, S.M.S. Panorama a nível mundial da ocorrência de *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae). In CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA DA MADEIRA, *Sirex noctilio* NA AMÉRICA DO SUL, 1992, Florianópolis. **Anais...** Colombo: EMBRAPA–CNPf, 1993. p. 23 - 33.

IEDE, E.T.; PENTEADO, S.R.C.; SCHAITZA, E. Programa Nacional de Controle à Vespa-da-madeira no Brasil. In: IEDE, E.T. (Coord.) **Proceedings of a Conference: training in the control of by use the natural enemies**. Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1998. p.43-49.

KOLB, T.E.; HOLMBERG, K.M.; WAGNER, M.R.; STONE, J.E. Regulation of ponderosa pine foliar physiology and insect resistance mechanisms by basal area treatments. **Tree Physiology**, Victoria, v.18, p. 375-381. 1998.

LANFRANCO, D.M. Opciones biológicas en el control de *Sirex noctilio*: valoraciones para una proposta a la situación brasileira. In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA DA MADEIRA, *Sirex noctilio* NA AMÉRICA DO SUL, 1992, Florianópolis. **Anais...** Colombo: EMBRAPA – CNPF, 1993. p. 141 - 147.

LARSON, S.; OREN, R.; WARING, R.H.; BARRET, J.W. Attack of mountain pine beetle as related to tree vigour of ponderosae pine. **Forest Science**, Washington, v.29, p.395-402, 1983.

MAC LEAN, D.A. Silvicultural approaches to integrated insect management: The Green Plan Silvicultural Insect Management. **Forestry Chronicle**, Quebec, v. 72, n.4, p.367-369, 1996.

MADDEN, J.L. An analysis of an outbreak of the woodwasp *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae), in *Pinus radiata*. **Bulletin of Entomological Research**, London, v.65, p. 491-500, 1975.

MADDEN, J.L. Oviposition behavior of the woodwasp, *Sirex noctilio* F. **Australian Journal of Zoology**, Victoria, v.22, p. 341-51, 1974.

MAINARDI, G.L.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. Produção de *Pinus taeda* na região de Cambará do Sul, RS. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p 39-52. nov., 1996.

MATTHEW, S.D. **Silvicultural systems**. Clarendon Press Oxford, 1989.284p.

MITCHELL, R.G.; WARNING, R.H.; PITMAN, G.B. Thinnings lodgepole pine increases tree vigour and resistance to mountain pine beetle. **Forest Science**, Washington, v.29, p.204-211, 1983.

MORGAN, D.F. Bionomics of Siricidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 13, p. 239-256, 1968.

MORGAN, D.F.; STEWART, N.C. The biology of the woodwasp *Sirex noctilio* F. in New Zealand. **Transactions of the Royal Society of New Zealand**, New Zealand, v.7, n.14, p. 195-204, 1966.

NEUMANN, F.G. Insect pest management in Australian radiata pine plantations. **Australian Forestry**, Canberra, v.42, p. 30-38, 1979.

NEUMANN, F.G. Introduced bark beetles in Australia with partial reference to infestations of *Ips grandicollis* in pine plantations. **Australian Forestry**, Canberra, v.50, p. 166-178, 1987.

NEUMANN, F.G.; MOREY, J.L.; McKIMM, R.J. The *Sirex* wasp in Victoria. **Land and Forest Division Bulletin**, Victoria, v. 29, p. 1-41, 1987.

NEWMAN, D.H. **The optimal forest rotation: a discussion and annotated bibliography**. 1988. (General Technical Report SE, 48).

NUTTAL, M.J. *Deladenus siricidicola* Bedding (Nematode: Neotylenchidae) nematode parasite of *Sirex*. **Forest and Timber Insects in New Zealand**, New Zealand, v.48. p-1-8, 1980.

OLIVEIRA, E.B. **Um sistema computadorizados de prognose de crescimento e produção de *Pinus taeda* L., com critérios quantitativos para a avaliação técnica e econômica de regimes de manejo**. Curitiba, 1995. 134f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná.

OLIVEIRA, E.B.; MACHADO, S. do A.; HOEFLICH, V.A.(a) **Análise econômica de regimes de manejo para florestas de *Pinus* e os softwares Planin e Replan**. Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1998. 41p.

OLIVEIRA, E.B.; PENTEADO, S.R.C.; IEDE, E.T. (b) Manejo Florestal para prevenção e controle de *Sirex noctilio* em *Pinus taeda*. In: IEDE, E.T (Coord.) **Proceedings of a Conference: training in the control of by use the natural enemies**. Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1998. p.69-77.

PENTEADO, S.R.C. **Métodos de amostragem para avaliação populacional de *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera, Siricidae) e de seus inimigos naturais, em *Pinus taeda* L. e aspectos de controle biológico**. Curitiba, 1995. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Setor de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná.

RAWLINGS, G.B. Recent observations on the *Sirex noctilio* population in *Pinus radiata* forests in New Zealand. **The New Zealand Journal of Forestry**, New Zealand, v.5, n.5, p. 1-11, 1948.

RAWLINGS, G.B.; WILSON, N.M. *Sirex noctilio* as a beneficial and destructive insect to *Pinus radiata*. **New Zealand Journal of Forestry**, New Zealand, v. 6, p. 1-11, 1949.

REBUFFO, S. La "Avispa de la madera *Sirex noctilio* F. en el Uruguay. Montevideo: Dir. For., 1990. 17p.

SCOLFORO, J.R.; HOSOKAWA, R.T. Avaliação da rotação econômica para *Pinus caribea* var. *hondurensis* sujeito a desbastes. **Revista Árvore**, Viçosa, v.16, n.1, p. 43-58, 1992.

SCOLFORO, J.R.S.; MACHADO, S.A. Um sistema de crescimento e produção com simulação de desbaste. **Scientia Forestales**, Piracicaba, n.50, p. 51-64, 1996.

SCOLFORO, J.R.S.; MAESTRI, R. O manejo de florestas plantadas. In: SCOLFORO, J.R.S. **Manejo Florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. p.315-380.

SHEPHERD, K.R. **Plantation Silviculture**. Dordrecht. Martinus Nijhoff Publishers, 1986. 322p.

SMITH, D.M. **The practice of silviculture**. 8 Ed. New York. John Wiley & Sons, 1986. 527p.

SPRADBERY, J.P.; KIRK, A.A. Aspects of the ecology of siricid woodwasps (Hymenoptera: Siricidae) in Europe, North Africa and Turkey with special reference to the biological control of *Sirex noctilio* in Australia. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 68, p. 341-359, 1978.

STARK, R.W. Integrated pest management in forest practice. **Journal Forestry**, Washington, v.75, p.251-254, 1977.

STARK, R.W.; WATERS, W.E. Concept and structure of a forest pest management system. In WATERS, W.E.; STARK, R.W.; WOOD, D.L. **Integrated Pest Management in Pine-Bark Beetles Ecosystems**. New York. John Wiley & Sons, 1985. p. 49-60.

TAYLOR, K.L. The introduction and establishment of insect parasitoids to control *Sirex noctilio* in Australia. **Entomophaga**, Paris, v. 21, p 429-444, 1976.

TAYLOR, K.L. Evaluation of the insect parasitoids to control *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) in Tasmania. **Oecologia**, Berlin, v. 32, p 1-10, 1978.

TAYLOR, K.L. The *Sirex* woodwasp: ecology and control of introduced forest insect. In: **The Ecology of Pests. Some Australian case histories**. CSIRO Australia: 1981. p 231-248.

TAYLOR, K.L. Studies with *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) and its parasites that illustrate the importance of evaluating biological control attempts. **Oecologica/Oecologia Aplicata**, Paris, v. 1, p 181-187, 1980.

VEIGA FILHO, A.A.; VEIGA J.E.R. Comparação dos retornos econômicos entre produção periódica e programada de eucalipto em regime de talhadia simples. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.41, n.1, p. 71-84, 1994.

WATERS, W.E.; STARK, R.W. Forest Pest Management: Concept and Reality. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v.25, p.479-509, 1980.

WOOD, D.L.; SATRK, R.W.; WATERS, W.E., BEDARD, W.D. COBB Jr., F.W. Treatment tactics and strategies. In WATERS, W.E.; STARK, R.W.; WOOD, D.L. **Integrated Pest Management in Pine-Bark Beetles Ecosystems**. New York. John Wiley & Sons , 1985. p. 105-139.

ZONDAG, R. A nematode disease of *Sirex noctilio* (F.). **Interim. Res. Rep.**; New Zealand Forest Service, 1962. p 1-16.

ZONTA, E.P; MACHADO, A.A.; SILVEIRA, JR. P. Sistema para análise estatística (SANEST) para microcomputadores (versão 1.0). In: **SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA A EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA**, Piracicaba, p 74-90. 1985.