

NEI SEBASTIÃO BRAGA GOMES

**ARMILARIOSE EM *Pinus elliottii* E *Pinus taeda* NA
REGIÃO SUL DO BRASIL**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Celso Garcia Auer

CURITIBA

2005

NEI SEBASTIÃO BRAGA GOMES

**ARMILARIOSE EM *Pinus elliottii* E *Pinus taeda* NA
REGIÃO SUL DO BRASIL**

Tese elaborada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração Silvicultura, da Universidade Federal do Paraná, com a Comissão de orientação formada por:

Prof. Dr. Celso Garcia Auer - **Orientador**
EMBRAPA FLORESTAS

Prof. Dr. Albino Grigoletti Júnior - **Co-orientador**
EMBRAPA FLORESTAS

Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann - **Co-orientador**
Setor de Ciências Agrárias, UFPR

DEDICATÓRIA

À

DEUS pela saúde, pela oportunidade que me concedeu, pela comissão de orientação e por tudo mais que possibilitou a realização deste trabalho...

À minha esposa **Cláudia**, pelo amor, compreensão, incentivo e, principalmente, por se manter sempre forte e zelar pela saúde e bem-estar de nossos filhos, nos momentos em que estive ausente.

Aos meus filhos, **Daniel, Ana Cláudia e Rafael**, que alegam minha vida dando-me motivos e estímulos para progredir.

AGRADECIMENTOS

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração Silvicultura, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, por possibilitar a realização deste trabalho.

Aos pesquisadores Dr. Celso Garcia Auer e Dr. Albino Grigoletti Júnior, da Embrapa Florestas, pela orientação, amizade, confiança e incentivo para a execução deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann, pela co-orientação, incentivo e amizade.

À pesquisadora Dra. Rosa Maria Valdebenito Sanhueza, da Embrapa Uva e Vinho, pela cessão dos isolados e também pelas valiosas sugestões e incentivo.

À Prof^a. Dra. Lilian Amorim, do Departamento de Fitopatologia ESALQ/USP, pela valiosa colaboração.

À empresa Dissenha S. A., pelo apoio recebido e, de maneira especial à Diretoria e demais funcionários.

À empresa Ambiental Paraná Florestas S. A., pelo apoio recebido, e de maneira especial ao Eng. Florestal Antônio José Pizani, e demais funcionários.

À empresa Ibema Empreendimentos Florestais Ltda, pelo apoio recebido e, de maneira especial à Diretoria e demais funcionários.

À Chefia Geral e funcionários da Embrapa Florestas pelo apoio e atenção recebidos durante este tempo de convívio.

Aos pesquisadores Dr. Álvaro Figueredo dos Santos, Dr. Osmir José Lavoranti, Dr. Honorino Roque Rodigheri, Dra. Yeda Maria Malheiros de Oliveira, Dra. Maria Augusta Doetzer Rosot pelo apoio e colaboração recebidos.

Aos professores do Curso pelos ensinamentos e colaboração.

Ao CNPq pela concessão da bolsa e apoio financeiro concedido

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	viii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1 - ETIOLOGIA E DISTRIBUIÇÃO DE FOCOS DA ARMILARIOSE NA REGIÃO SUL DO BRASIL	3
1 INTRODUÇÃO	4
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 TAXONOMIA DO GÊNERO <i>Armillaria</i>	4
2.2 SINTOMATOLOGIA E FAIXA DE HOSPEDEIROS	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 REGISTRO DE FOCOS E COLETA DE MATERIAL PARA ISOLAMENTO....	10
3.2 MÉTODO DE ISOLAMENTO DO PATÓGENO.....	12
3.3 CONSERVAÇÃO E ENVIO DE ISOLADOS PARA IDENTIFICAÇÃO.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 LOCALIZAÇÃO E FAIXA DE HOSPEDEIROS.....	15
4.2 IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE DE <i>Armillaria</i>	22
5 CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS	25
CAPÍTULO 2 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA ARMILARIOSE E AVALIAÇÃO DE DANOS E PERDAS	28
1 INTRODUÇÃO	29
2 REVISÃO DE LITERATURA	31
2.1 FATORES QUE AFETAM A DISPERSÃO DA ARMILARIOSE.....	31
2.2 A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA DOENÇA.....	32
2.3 ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS COM A ARMILARIOSE.....	37
2.4 IMPACTOS ECONÔMICOS CAUSADOS PELA ARMILARIOSE.....	38

3 MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1 DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA ÓTIMA DE CRESCIMENTO.....	39
3.2 DETERMINAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA ARMILARIOSE NOS FOCOS.....	41
3.2.1. Seleção das Áreas para Avaliação.....	41
3.2.2 Avaliação da Doença.....	41
3.2.3 Divisão das Áreas e Cálculo de p	45
3.2.4 Cálculo de Variâncias.....	46
3.2.5 Índice de Dispersão ($I\beta$) e Incidência.....	46
3.3 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS ECONÔMICOS CAUSADOS PELA ARMILARIOSE.....	48
3.3.1 Coleta de Dados.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1 TEMPERATURA ÓTIMA DE ISOLADOS DE <i>Armillaria</i> sp.	49
4.2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA ARMILARIOSE NOS FOCOS.....	50
4.2.1 Sítio Castro - 1ª rotação (CS1).....	50
4.2.2 Sítio Castro - 2ª rotação (CS2).....	52
4.2.3 Sítio União da Vitória - 1ª rotação (UV).....	54
4.2.4 Sítio Calmon - 1ª rotação (CL).....	56
4.2.5 Comparação entre os Sítios Avaliados.....	57
4.3 DANOS E PERDAS ECONÔMICOS DECORRENTES DA ARMILARIOSE...59	
5 CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS	62
CAPÍTULO 3 – CONTROLE BIOLÓGICO DA ARMILARIOSE COM <i>Trichoderma viride</i>	67
1 INTRODUÇÃO	68
2 REVISÃO DE LITERATURA	69
2.1 CONTROLE BIOLÓGICO DA ARMILARIOSE.....	71
3 MATERIAL E MÉTODOS	76
3.1 PRODUÇÃO DE INOCULANTE DE <i>Trichoderma</i>	76
3.1.1 TRIGO REAPROVEITADO (RECICLADO).....	76

3.1.2 TRIGO FRESCO.....	77
3.2 ENSAIOS EM CAMPO.....	77
3.2.1 Ensaio 1.....	78
3.2.2 Ensaio 2.....	78
3.2.3 Ensaio 3.....	79
3.2.4 Ensaio 4.....	79
3.2.5 Ensaio 5.....	79
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	80
4.1 ENSAIOS COM TRIGO REAPROVEITADO (RECICLADO).....	80
4.1.1 Ensaio 1.....	80
4.1.2 Ensaio 2.....	81
4.2 ENSAIOS COM TRIGO FRESCO.....	82
4.2.1 Ensaio 3.....	82
4.2.2 Ensaio 4.....	83
4.2.3 Ensaio 5.....	84
5 CONCLUSÕES.....	86
REFERÊNCIAS.....	87
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	91
ANEXOS.....	92

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	BASIDIOCARPOS DE <i>Armillaria</i> sp FORMADO EM ÁRVORE DE <i>Pinus elliottii</i> var. <i>elliottii</i> MORTA.....	7
FIGURA 2 -	RIZOMORFAS DE <i>Armillaria</i> sp. A. INTERNAS, SOB A CASCA DE ÁRVORE JOVEM DE <i>Pinus elliottii</i> var. <i>elliottii</i> . B. EXTERNAS, A PARTIR DA CASCA EM DIREÇÃO AO SOLO.....	7
FIGURA 3 -	TOCO DE ÁRVORE NATIVA COLONIZADA POR <i>Armillaria</i> sp. E SERVINDO COMO FONTE DE INÓCULO PARA ÁRVORE JOVEM DE PÍNUS.....	9
FIGURA 4 -	SINTOMAS DA DOENÇA EM COPA DE PÍNUS DECORRENTE DO ATAQUE DE <i>Armillaria</i> sp. A. AMARELECIMENTO B. SECA.....	12
FIGURA 5 -	MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS FOCOS DE ARMILARIOSE POR ESPÉCIE DE <i>Pinus</i> NA REGIÃO SUL DO BRASIL.....	19
FIGURA 6 -	ASPECTO DO CRESCIMENTO MICELIAL DE <i>Armillaria</i> sp. EM CALDO NUTRITIVO.....	40
FIGURA 7 -	INCIDÊNCIA DE ÁRVORE DOENTES NO SÍTIO CS1, ENTRE 2002 E 2004.....	52
FIGURA 8 -	INCIDÊNCIA DE ÁRVORES DOENTES NO SÍTIO CS2, ENTRE 2002 E 2004.....	54
FIGURA 9 -	INCIDÊNCIA DE ÁRVORES DOENTES NO SÍTIO UV, ENTRE 2002 E 2004.....	56
FIGURA 10 -	INCIDÊNCIA DE ÁRVORES DOENTES NO SÍTIO CL, ENTRE 2002 E 2004.....	57

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	LOCALIZAÇÃO DOS FOCOS DE ARMILARIOSE ENTRE 1990 E 2000 EM <i>Pinus elliottii</i> var. <i>elliottii</i> EM FUNÇÃO DO MUNICÍPIO/ESTADO, CLASSE ETÁRIA, ROTAÇÃO E COORDENADAS GEOGRÁFICAS.....	16
TABELA 2 -	LOCALIZAÇÃO DOS FOCOS DE ARMILARIOSE ENTRE 1990 E 2000 EM <i>Pinus taeda</i> EM FUNÇÃO DO MUNICÍPIO/ESTADO, CLASSE ETÁRIA, ROTAÇÃO E COORDENADAS GEOGRÁFICAS.....	16
TABELA 3 -	LOCALIZAÇÃO DOS FOCOS DE ARMILARIOSE ENTRE 2001 E 2004 EM <i>Pinus elliottii</i> var. <i>elliottii</i> EM FUNÇÃO DO MUNICÍPIO/ESTADO, CLASSE ETÁRIA, ROTAÇÃO E COORDENADAS GEOGRÁFICAS.....	17
TABELA 4 -	LOCALIZAÇÃO DOS FOCOS DE ARMILARIOSE ENTRE 2001 E 2004 EM <i>Pinus taeda</i> EM FUNÇÃO DO MUNICÍPIO/ESTADO, CLASSE ETÁRIA, ROTAÇÃO E COORDENADAS GEOGRÁFICAS.....	18
TABELA 5 -	RELAÇÃO DE ISOLADOS DE <i>Armillaria</i> sp. POR MUNICÍPIO/ESTADO DE ORIGEM E RESPECTIVAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS.....	22
TABELA 6 -	DADOS DE ORIGEM DOS ISOLADOS A-1, A-2 E A-3.....	40
TABELA 7 -	LOCALIZAÇÃO, ESPÉCIE, ANO DE PLANTIO, ROTAÇÃO, COBERTURA VEGETAL ANTERIOR, PREPARO DE SOLO E COORDENADAS GEOGRÁFICAS DAS PARCELAS PERMANENTES.....	43
TABELA 8 -	CARACTERÍSTICAS DO SOLO (0 - 20 CM) DAS PARCELAS PERMANENTES – QUÍMICA E FERTILIDADE PARA MACRONUTRIENTES, C E AI E GRANULOMETRIA.....	44
TABELA 9 -	CARACTERÍSTICAS DO SOLO (0 – 20 CM) DAS PARCELAS PERMANENTES – MICRONUTRIENTES.....	45
TABELA 10 -	BIOMASSA SECA DIÁRIA PRODUZIDA POR ISOLADOS DE <i>Armillaria</i> sp. SOB DIFERENTES TEMPERATURAS.....	49
TABELA 11 -	ÍNDICES DE DISPERSÃO MÉDIO DA ARMILARIOSE NO SÍTIO CS1.....	52
TABELA 12 -	ÍNDICES DE DISPERSÃO MÉDIO DA ARMILARIOSE NO SÍTIO CS2.....	54
TABELA 13 -	DIFERENÇAS ENTRE ÍNDICES DE DISPERSÃO DA ARMILARIOSE NO SÍTIO UV.....	55

TABELA 14 -	ÍNDICES DE DISPERSÃO MÉDIO DA ARMILARIOSE NO SÍTIO CL.....	57
TABELA 15 -	COMPARAÇÃO DOS ÍNDICES DE DISPERSÃO MÉDIOS DA ARMILARIOSE ENTRE OS SÍTIOS CS1; CS2; UV E CL.....	59
TABELA 16 -	INCIDÊNCIA MÉDIA FINAL E ÍNDICE DE DISPERSÃO MÉDIO DA ARMILARIOSE SEGUNDO OS SÍTIOS ESTUDADOS.....	59
TABELA 17 -	INDICADORES DE IMPACTOS CAUSADOS PELA ARMILARIOSE, CONSIDERANDO-SE 5,0 % AOS 5 ANOS E 21 % DE INCIDÊNCIA AO FINAL DA ROTAÇÃO, EM 227,28 HECTARES.....	60
TABELA 18 -	ENSAIO 1: RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS CONTRASTES DAS MÉDIAS DOS TRATAMENTOS PARA O MODELO DE POISSON.....	80
TABELA 19 -	ENSAIO 2: RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS CONTRASTES DAS MÉDIAS DOS TRATAMENTOS PARA O MODELO DE POISSON.....	81
TABELA 20 -	ENSAIO 3: RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS CONTRASTES DAS MÉDIAS DOS TRATAMENTOS PARA O MODELO DE POISSON.....	82
TABELA 21 -	ENSAIO 4: RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS CONTRASTES DAS MÉDIAS DOS TRATAMENTOS PARA O MODELO DE POISSON.....	83
TABELA 22 -	ENSAIO 5: RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS CONTRASTES DAS MÉDIAS DOS TRATAMENTOS PARA O MODELO DE POISSON.....	84

RESUMO

A podridão de raízes denominada armilariose é uma doença causada por fungos do gênero *Armillaria*, encontrada em plantios de pínus na região Sul do Brasil e, apresenta sintomas de amarelecimento de acículas, declínio, exsudação de resina e morte. Poucos estudos foram desenvolvidos com a etiologia e as medidas de controle em condições brasileiras. A incidência da doença em plantios jovens (1 a 7 anos) pode chegar a 8,5% e em plantios com até 25 anos de idade pode atingir 20% de mortalidade, em média, mostrando a sua importância para o setor florestal, o que fez necessário o desenvolvimento deste trabalho. Os objetivos foram (1) a etiologia, (2) epidemiologia, danos e perdas econômicas e, (3) delinear um método de controle para a armilariose. Os levantamentos de incidência foram realizados em plantios comerciais nos municípios de Castro e União da Vitória (estado do Paraná) e Calmon (estado de Santa Catarina), na forma de parcelas permanentes. A identificação da espécie de *Armillaria* foi feita através de pareamento de isolados e biologia molecular. Foi possível descartar a possibilidade de *Armillaria mellea* (Vahl: Fr.) P. Kumm., estar presente na região Sul do Brasil e o agente causal foi identificado como *Armillaria luteobubalina* (Kile e Watling). A temperatura ótima verificada entre os isolados estudados foi de 22 °C. A distribuição espacial da armilariose ocorreu de forma agregada nas parcelas. A incidência em *P. elliotii* var. *elliotii* manteve-se progressiva, enquanto que em *P. taeda* o ataque foi maior na fase inicial, confirmando a maior suscetibilidade de *P. elliotii* var. *elliotii*. A redução na produção de madeira variou entre 5 e 21 %, impactando negativamente a renda dos silvicultores. O controle biológico (formaldeído mais *Trichoderma viride*) em grãos de trigo em fase inicial de ataque nos plantios jovens foi considerado eficiente.

Palavras-chave: raízes, doença, etiologia, epidemiologia, controle.

Título: ARMILARIOSE EM *Pinus elliotii* E *Pinus taeda* NA REGIÃO SUL DO BRASIL

ABSTRACT

Armillaria root rot is a disease caused by fungi of the genus *Armillaria*, and its occurs in Southern Brazil and it has showing symptoms of yellowing, decline, basal resinosis and death. Few studies were developed about this disease, concerning correct ethiology and the control measures in brazilian conditions. The incidence of disease in young pine plantations (1 to 7 years old) reach to 8,5 % and in plantation with 25 years old reached to 20 % average mortality, showing how this disease is becoming very important to forest sector, stimulating this work. The objectives were (1) ethiology, (2) epidemiology, the losses and economic damages and to development a effective control method to *Armillaria* root rot. The incidence was assessed on commercial pine plantations at Castro and União da Vitória (Parana State) and Calmon (Santa Catarina State) in permanent plots. The identification of the *Armillaria* species was done by interfertility tests between isolates and molecular approaches. It was possible to confirm that *Armillaria mellea* (Vahl: Fr.) P. Kumm. is absent in Southern Brazil and that disease is caused by *Armillaria luteobubalina* (Kile e Watling). The best growth temperature verified with the isolates was 22 °C. The spatial distribution of the disease was in aggregated pattern. The incidence on *P. elliotii* var. *elliotii* occurred a continuous pattern in relation to *P. taeda* showing the susceptibility of the former. The reducing the wood production was between 5 and 21 %, impacting negatively on profit of foresters. The biological control (formalin with *Trichoderma viride*) on wheat grains to control *Armillaria* root rot was efficient during the initial stages of the disease on young pine plantations.

Key Words: root, disease, ethiology, epidemiology , control.

Title: ARMILLARIA ROOT ROT ON *Pinus elliotii* AND *Pinus taeda* IN SOUTHERN BRAZIL