

# Mapeamento de Focos de Armilariose em Plantações Florestais na Região Sul do Brasil

---

*Maria Augusta Doetzer Rosot*

*Yeda Maria Malheiros de Oliveira*

*Celso Garcia Auer*

## Resumo

Focos de ocorrência de *Armillaria* sp. observados em plantações florestais na região Sul do Brasil foram espacializados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Estes dados foram associados a atributos alfa-numéricos relativos à espécie, idade e rotação dos povoamentos afetados, além do município e Estado onde ocorreu a doença. Observou-se que os focos de armilariose concentram-se em regiões do Paraná consideradas pólos florestais, como o sul e o centro-leste. A maioria dos povoamentos afetados está em sua primeira rotação, e o *Pinus elliottii* foi a espécie mais atacada. Cerca de 63% dos focos ocorreram em povoamentos jovens, com menos de cinco anos de idade. Concluiu-se que as ferramentas disponibilizadas pelo SIG mostraram-se adequadas ao mapeamento e monitoramento da *Armillaria* sp na região estudada.

**Palavras-chave:** *Armillaria* sp., banco de dados, *Pinus* sp., Sistema de Informações Geográficas.

# Mapping Armillariosis in Southern Brazil Forest Plantations

## Abstract

A Geographical Information System (GIS) was built to map and analyze the occurrence of *Armillaria* root rot spots in southern Brazil forest plantations. Tabular data as the stand species, age and rotation, as well as their geographical location in terms of State and municipality where the disease was observed, were associated as attributes in the database. The results showed a concentration of *Armillaria* sp. foci over the southern and east-central regions of Paraná State, which are considered forest districts. Most of the stands affected by disease are still in their first rotation and slash pine is the species most strongly attacked. About 63% of the observed spots occurred in young stands (five years old or less). The GIS tools used in this study proved to be adequate in mapping and monitoring *Armillaria* sp.

**Keywords:** Geographical Information Systems, *Armillaria* sp, *Pinus* sp, data base

## Introdução

A podridão de raízes causada pelo fungo *Armillaria* sp. é, atualmente, a principal doença em plantios de *Pinus* na região Sul do Brasil. O ataque tem sido verificado em diferentes locais e em árvores com idade variada, entre 1 e 25 anos. A expansão da base florestal com espécies de *Pinus* parece ser o principal fator para o aumento no número de ocorrências da doença, nos últimos anos (AUER et al., 2003).

Determinações preliminares da incidência da doença revelaram que o número total de árvores mortas em plantios jovens pode chegar a 8,5 % (AUER et al., 2003). Os autores também relataram que a incidência de árvores doentes em plantios com até 25 anos de idade é de 20 %, em média.

Os estudos desenvolvidos com a armilariose têm sido restritos à quantificação de número de registros/focos. De forma qualitativa, a espacialização dos focos da doença e a agregação de maiores informações sobre as condições presentes nos focos merecem ser desenvolvidas para facilitar a caracterização ecológica e silvicultural das áreas de maior incidência. Áreas com futura destinação florestal, com características similares àquelas com a presença do patógeno, podem ser verificadas para confirmar o seu potencial como áreas naturalmente infestadas por *Armillaria* sp. Esta informação será bastante útil para a elaboração de medidas visando a erradicação do patógeno, previamente ao plantio de pinus.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) são ferramentas que possibilitam a armazenagem, recuperação, análise e visualização de dados espaciais, utilizando *software* específicos para esse fim. As feições que representam a ocorrência de um determinado objeto no terreno são compostas por primitivas gráficas, tais como pontos, linhas, polígonos e textos correspondentes à toponímia. Conjuntos de feições similares, agrupadas segundo um padrão lógico definido pelo usuário, constituem as camadas, *layers* ou temas do SIG, referenciados por um sistema de coordenadas geográficas ou planas conhecido. Os temas podem ser criados, editados e visualizados no SIG, e operações espaciais envolvendo um ou mais temas podem gerar novas *layers*. Dados tabulares armazenados em tabelas ou bancos de dados podem estar associados às feições espaciais, possibilitando a realização de consultas por atributos de interesse.

No âmbito da proteção florestal, os SIG's representam a possibilidade de se mapear a distribuição de pragas e doenças, associando os focos de ocorrência a informações adicionais relativas ao agente patógeno, ao povoamento afetado e às condições ambientais. A combinação dessas informações (às quais podem ser atribuídos diferentes pesos, de acordo com a sua importância e influência) permite a elaboração de mapas de risco e a construção de cenários referentes à disseminação e futuras ocorrências da praga ou doença em questão.

Outra importante característica dos SIG's é a sua capacidade de incorporar à base de dados espacial e alfa-numérica alterações e novas informações adquiridas ao longo do tempo, estabelecendo, assim, um sistema de monitoramento contínuo das condições fitossanitárias para uma determinada região.

Mapas podem ser considerados como uma ferramenta muito útil para identificar o padrão espacial de doenças. Câmara & Medeiros (1998) e Freier (2003) mencionam que um dos exemplos mais contundentes do uso da espacialização da informação foi a demonstração, através de mapa desenhado pelo médico Dr. Snow, da associação espacial entre a ocorrência de casos de cólera e um poço que supria água em Broad Street, Londres, já em 1854.

Vale ressaltar, entretanto, que o mapeamento, seja ele qual for, não pode ser confundido com SIG (FREIER, 2003), nem com sistemas CAD (CÂMARA & MEDEIROS, 1998). O primeiro pode ser definido como a interpretação visual de dados espaciais usando métodos cartográficos, e o sistema CAD é uma ferramenta para capturar desenhos em algum formato legível por uma máquina. Os SIGs tem, como característica mais marcante, o fato de que os dados são sempre geo-referenciados, ou seja, localizados na superfície terrestre (CÂMARA & MEDEIROS, 1998), e podem estar associados a bancos de dados enquanto os CAD apenas armazenam informações sobre cor, espessura de linha e toponímia dos elementos do desenho.

Mesmo que mapas possam ser criados através de dados armazenados em diferentes formatos, isto pode dificultar a interpretação da associação entre fatores ambientais de algum modo conectados à transmissão da doença e a conseqüente e eventual mudança da doença em função de fatores ambientais. Assim, vistas interativas pertencentes a um SIG poderão potencializar a análise e busca de soluções para o problema (FREIER, 2003).

Com relação às doenças, a ferramenta de SIG tem sido primeiramente usada para mapear doenças em humanos, no âmbito da saúde pública. Para a Organização Mundial de Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2003), SIG's em saúde pública podem ser ferramentas poderosas para:

- a) Determinar a distribuição geográfica das doenças;
- b) Analisar tendências espaciais e temporais;
- c) Elaborar mapas de risco;
- d) Estratificar fatores de risco;



- e) Alocar o acesso dos recursos para o combate ao problema;
- f) Planejar e organizar intervenções;
- g) Monitorar as intervenções e a doença propriamente dita, ao longo do tempo.

O uso do SIG para a espacialização e análise de doenças em animais e plantas, em última análise, torna-se igualmente importante, e pelos mesmos motivos. Inúmeros trabalhos têm sido apresentados detalhando a aplicação do SIG para o acompanhamento de pragas e doenças florestais, em nível mundial. No Brasil, entretanto, as investigações têm sido mais numerosas quando do uso do sensoriamento remoto, eventualmente associado a alguma forma de mapeamento, envolvendo tanto pragas como doenças florestais. Um exemplo de uso das ferramentas SIG foi o mapeamento e análise de características de diferentes espécies de erva-de-passarinho (gênero *Struthantus* e outros da família Lorentaceae) infectando diferentes espécies florestais em um parque urbano, reportado por Rotta (2001). O Laboratório de Monitoramento Ambiental (LabMon) da Embrapa Florestas tem adotado como estratégia desenvolver SIG's para o monitoramento e avaliação de danos causados pela vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*), macaco-prego (*Cebus apella*) e outros problemas em reflorestamentos de *Pinus* spp. no sul do Brasil (inclusive a armilariose) através do levantamento aéreo expedito. Este método está sendo introduzido no Brasil através de um programa de intercâmbio técnico entre a Embrapa e o Serviço Florestal Norte-Americano e consiste, basicamente, na anotação do dano em vôo (avião de asa alta) sobre carta-imagem previamente preparada. Posteriormente, estas informações são transferidas para ambiente SIG, de forma que estudos temporais poderão ser realizados para o monitoramento dos danos.

Este trabalho objetivou a espacialização de focos de *Armillaria* sp. observados em plantações florestais, notadamente de algumas espécies de *Pinus*, nos Estados do Sul do Brasil, associando-os a informações armazenadas em banco de dados. Adicionalmente, procurou-se avaliar a adequabilidade da metodologia empregada para o mapeamento e monitoramento das áreas afetadas pela doença.

## Material e Métodos

Os dados para essa pesquisa são oriundos de um levantamento de campo efetuado pela equipe do Laboratório de Fitopatologia, da Embrapa Florestas. Foram visitadas e contatadas as empresas florestais onde se reportou a presença de *Armillaria* sp. e, constatados os focos, adquiriram-se informações adicionais, tais como espécie florestal atacada, rotação e idade do povoamento, para compor o banco de dados. Também foram anexados à base de dados os nomes dos municípios onde ocorreram os focos e a data de observação.

A base cartográfica utilizada foi a malha municipal do Brasil, região Sul, situação 2001, produzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2003. O formato selecionado foi "shapefile", compatível com o software ArcView (ESRI), em projeção policônica.

A tabela com as informações sobre os focos de *Armillaria* sp foi importada para o Banco de Dados Access (Microsoft), prevendo-se que novos dados serão incorporados a essa base no futuro. No software ArcView, versão 3.2, foi estabelecida uma conexão do tipo SQL com o Banco de Dados Access, o que permitiu a vinculação com a tabela de interesse.

Para associar os municípios (feições que possuem uma localização no espaço) às informações sobre os focos de *Armillaria* sp. (atributos não-espaciais ou alfa-numéricos) foi necessário estabelecer uma ligação entre as respectivas tabelas com base em um campo comum ("municípios") através dos comandos "join" (unir) e "link" (ligar). Dessa forma, os resultados de toda seleção ou consulta efetuada com base nos atributos alfa-numéricos puderam ser visualizados no mapa de municípios da região Sul.

Além da associação de tabelas, foi, também, criado um novo tema de pontos, para representar individualmente cada foco encontrado no levantamento de campo. Nessa fase da pesquisa, as localizações espaciais das áreas afetadas utilizaram as coordenadas das sedes municipais. Pretende-se, ao longo do tempo, refinar essas informações com a coleta das coordenadas dos focos observados diretamente no campo, utilizando equipamento GPS.

O ambiente de SIG possibilitou a geração de consultas e a elaboração de *layouts*. Além disso, operações tabulares permitiram o cálculo do número de focos por município, por espécie afetada, por idade e rotação.

## Resultados e Discussão

Os municípios onde foram observados os focos de armilariose concentram-se, em sua maioria, nas porções centro-leste e sul do Paraná Figura 1. Tal fato já era esperado, uma vez que essas regiões são consideradas pólos florestais, apresentando, portanto, maiores probabilidades de incidência da doença.

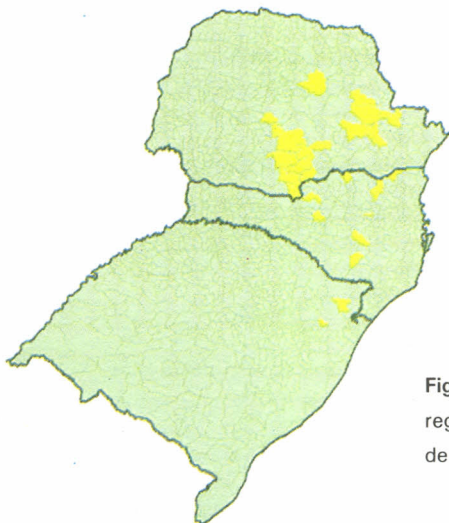


Figura 1. Distribuição geral dos municípios da região Sul (realçados em amarelo) com focos de *Armillaria* sp.

No total, foram reportados 43 focos da doença afetando plantações florestais de *P. taeda* e *P. elliotii* distribuídos em 27 municípios nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Tabela 1 e Figura 2). Os municípios de União da Vitória (PR), Rio Negrinho (SC), Porto Vitória (PR), Guarapuava (PR) e Calmon (SC) apresentaram o maior número de ocorrências. Observando-se a distribuição espacial da doença, na região Sul, pode-se notar que os registros estão localizados em áreas da região do planalto, onde as temperaturas são amenas e adequadas ao plantio de *P. elliotii* e *P. taeda*. Estes atributos

climáticos necessários para as espécies florestais também poderiam ser os mesmos para o crescimento de *Armillaria* sp. Estudos em laboratório mostraram que este fungo se desenvolve em temperaturas acima de 5 °C, com um ótimo crescimento micelial em 22 °C e sem crescimento acima de 30 °C (GOMES et al., 2002).

Outros fatores condicionantes das áreas atacadas seriam as propriedades do solo e a presença de inóculo. Quanto a este último, a maioria dos focos situou-se em locais em que o preparo de pré-plantio foi feito apenas com a retirada da floresta anterior ou simples roçada, sem destoca e queima de tocos das árvores. Neste esquema de plantio direto nos resíduos, o patógeno pode ter saído da fase saprofítica, tornando-se um parasita para as árvores jovens plantadas na área infestada (GILMOUR, 1954; IVORY, 1987). A coleta de dados acerca do tipo de preparo para plantio, dos atributos climáticos e das propriedades dos solos permitiria a espacialização e possibilitaria o estudo da relação das características do sítio com a ocorrência da doença.

**Tabela 1.** Distribuição de focos de armilariose por municípios da região Sul.

MUNICÍPIO	Num. de focos
Bituruna / PR	1
Calmon / SC	3
Campina do Simão/PR	1
Campo Alegre/SC	1
Campo Largo/PR	1
Canela/RS	1
Castro/PR	2
Cerro Azul/PR	2
Cruz Machado/PR	2
Dona Emma/SC	1
Fraiburgo/SC	1
General Carneiro/PR	2
Guarapuava/PR	3
Inácio Martins/PR	1

continua ...



Tabela 1. Continuação

MUNICÍPIO	Num. de focos
Irati/PR	1
Jaquirana/RS	2
Ortigueira/PR	1
Otacílio Costa/SC	1
Painel/SC	1
Pinhão/PR	1
Piraí do Su/PR	1
Ponta Grossa/PR	1
Porto Vitória/PR	3
Rio Negrinho/SC	3
Santa Maria do Oeste/PR	1
Três Barras/SC	1
União da Vitória/PR	4
<b>Total</b>	<b>43</b>

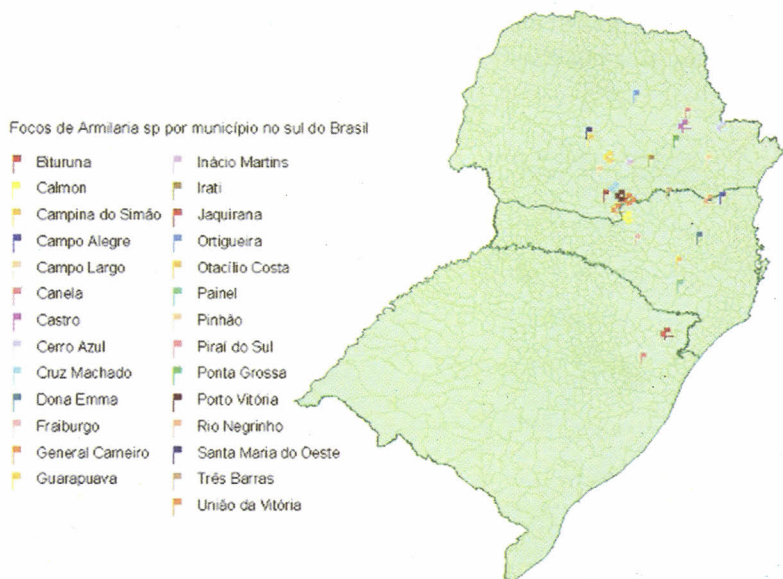


Figura 2. Focos de armilariose distribuídos por municípios da região Sul

A maioria dos focos observados encontra-se em plantações de *P. elliotii* (31 focos) e *P. taeda* (12 focos). A Figura 3 mostra a distribuição dos focos por espécie atacada dentro da região Sul. O maior número de registros em *P. elliotii* pode decorrer do fato desta espécie ser considerada mais suscetível em relação à *P. taeda* e do incremento do plantio de *P. elliotii*, registrado durante a década de 1990 (AUER et al., 2003).

Cerca de 74 % dos focos foram observados em povoamentos de primeira rotação, confirmando que o ataque da doença concentra-se em novos plantios de pinus (KRUGNER & AUER, 1997) e de outras coníferas hospedeiras de *Armillaria* (SINGH & RICHARDSON, 1973; WHITNEY, 1988; LIVINGSTON, 1990). A ocorrência da doença em plantios de segunda rotação revela que o patógeno estava estabelecido na área, o que permitiu a sobrevivência no solo, após as operações de exploração e plantio, fato já observado por Gilmour (1954), quando do ataque de *A. mellea* em *P. radiata*. Assim, a quantidade de inóculo presente no solo foi suficiente para manter a armilariose da primeira para a segunda rotação.

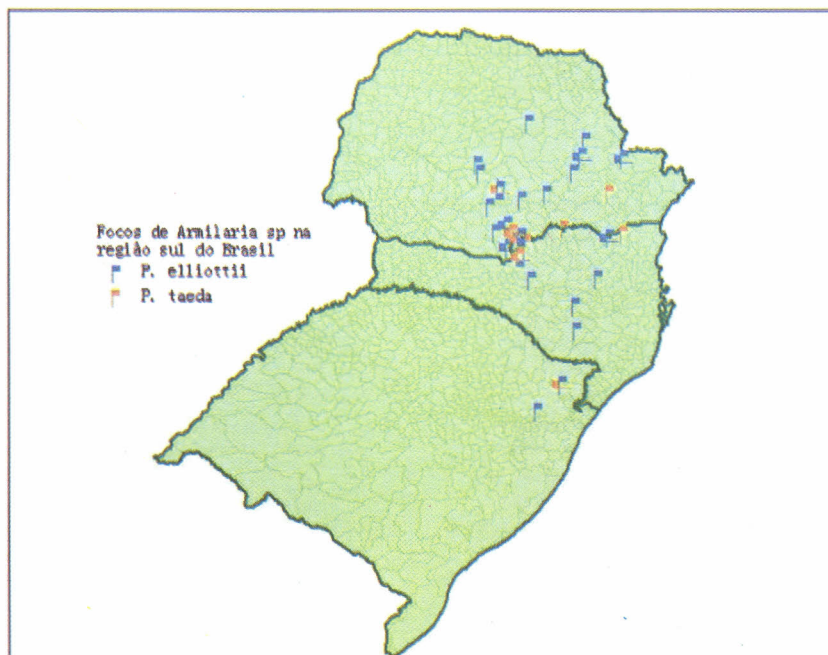
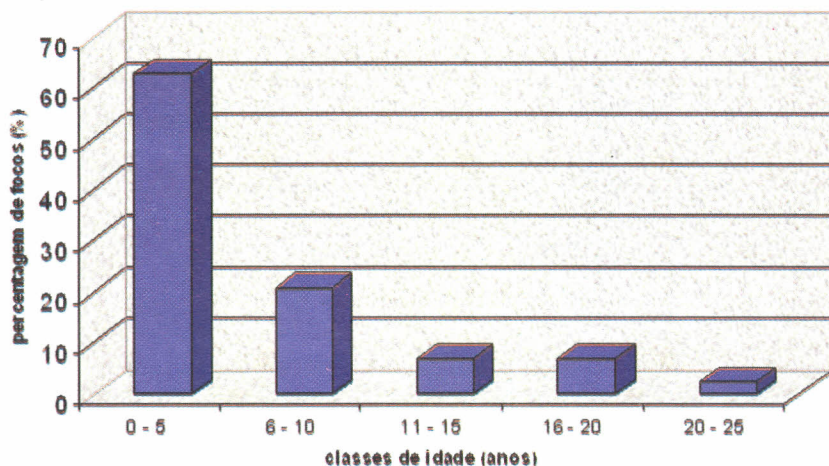


Figura 3. Focos de *Armillaria* sp. por espécie atacada na região Sul

Constatou-se que os povoamentos até cinco anos de idade foram os mais atacados pela armilariose (Figura 4). Observa-se uma tendência de diminuição da incidência da doença com o aumento da idade até a rotação final. A diminuição do número de focos da doença, em função do aumento da idade das árvores, pode estar refletindo alguns aspectos da cultura. O primeiro deles seria que, com o avanço da doença, existem cada vez menos árvores para serem atacadas em decorrência da retirada de árvores por ocasião dos desbastes nos plantios, diminuindo-se a chance do ataque. Contrariamente a esta idéia, Morrison et al. (2001) relataram que o corte seletivo pode aumentar a incidência da armilariose em coníferas no Canadá, pela possibilidade de os tocos se tornarem novas fontes de inóculo.

Outro aspecto seria a maior suscetibilidade das árvores nos primeiros anos da cultura, diminuindo com a maturidade da floresta (GILMOUR, 1954). Haveria um último aspecto relacionado com a incidência visual e a real. Normalmente, a incidência visual é a de árvores amarelando ou mortas, e a real seria aquela que ocorre sob o solo, nas raízes, que somente se expressará mais tarde (MORRISON et al., 2000). Esta é uma possibilidade concreta, pela falta de acompanhamento das empresas que estão com o problema da armilariose em seus plantios, necessitando-se de um trabalho mais minucioso para o diagnóstico completo. Nesse caso, torna-se prioritário identificar métodos de levantamento e de diagnóstico para a armilariose, comparando-se a incidência visual e a real, de modo a confirmar esta diminuição da ocorrência da doença com o tempo.



## Conclusões

A espacialização dos 43 focos de armilariose observados em municípios da região sul do Brasil foi efetuada com sucesso em ambiente de geoprocessamento e proporcionou uma visão da distribuição dessa doença em plantações florestais. O estudo permitiu concluir que:

- A maioria dos focos ocorreu nas regiões centro-leste e sul do Paraná;
- Os municípios com o maior número de ocorrências foram União da Vitória (PR), Rio Negrinho (SC), Porto Vitória (PR), Guarapuava (PR) e Calmon (SC);
- A espécie mais afetada foi *Pinus elliottii*;
- A grande maioria dos povoamentos afetados está em sua primeira rotação;
- A análise das ocorrências de *Armillaria* sp. revelou que 63% dos registros foram observados em povoamentos com menos de 5 anos de idade;
- Existe a necessidade de se identificar ou desenvolver métodos de levantamento/diagnóstico com base na incidência visual e real da doença.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão de recursos financeiros para suporte ao projeto nº 478133/01-4 e a *Embrapa Florestas*, cujo apoio foi imprescindível para a realização destas pesquisas.

## Referências

AUER, C. G.; GOMES, N. S. B.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. Novas ocorrências da armilariose em *Pinus* no Brasil. *Summa Phytopathologica*, v. 29, n. 2, p. 205-207, 2003.



CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. Mapas e suas representações computacionais. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.) **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Brasília, DF: Planaltina: EMBRAPA-CPAC 1998. p. 13-29.

FREIER, J. E. **Mapping outbreaks using GIS**. Disponível em: <<http://www.aphis.usda.gov/vs/ep/avma/freier.html>>. Acesso em: 5 out. 2003.

GILMOUR, J. W. *Armillaria mellea* (Vahl) Sacc. in New Zealand forests: part 1 in stands of *Pinus radiata* D. Don in Kaingaroa State Forest. **Forest Research Notes**, Wellington, v. 1, n. 9, p. 1-40, Apr. 1954.

GOMES, N. S. B.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. Temperaturas para desenvolvimento de *Armillaria* sp. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 69, p. 278-279, 2002.

IVORY, M. H. **Diseases and disorders of pines in the tropics: a field and laboratory manual**. Oxford: Oxford Forest Institute, 1987. 92 p. (Overseas research publication, n. 31).

KRUGNER, T. L.; AUER, C. G. Doenças dos pinheiros. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2, p. 584-593.

LIVINGSTON, W. H. *Armillaria ostoyae* in young spruce plantations. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 20, p. 1773-1778, 1990.

MORRISON, D. J.; PELLOW, K. W.; NORRIS, D. J.; NEMEC, A. F. L. Visible versus actual incidence of *Armillaria* root disease in juvenile coniferous stands in the southern interior of British Columbia. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 30, p. 405-414, 2000.

MORRISON, D. J.; PELLOW, K. W.; NEMEC, A. F. L.; NORRIS, D. J.; SEMENOFF, P. Effects of selective cutting on the epidemiology of *armillaria* rot disease in the southern interior of British Columbia. **Canadian Journal of**

**Forest Research**, v. 31, n. 5, p. 59-70, 2001.

ROTTA, E. **Erva-de-passarinho (Loranthaceae) na arborização urbana: Passeio Público de Curitiba, um estudo de caso.** 2001. 135 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SINGH, P.; RICHARDSON, J. Armillaria root rot in seeded and planted areas in Newfoundland. **Forest Chronicle**, v. 49, p. 180-182, 1973.

WHITNEY, R. D. Armillaria root rot damage in softwood plantations in Ontario. **Forest Chronicle**, v. 64, p. 345-351, 1988.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Geographical information systems.**

Disponível em: <[http://www.who.int/health\\_topics/](http://www.who.int/health_topics/geographic_information_systems/en/)

[geographic\\_information\\_systems/en/](http://www.who.int/health_topics/geographic_information_systems/en/)>. Acesso em: 5 out. 2003.