

## EFICIÊNCIA DE UM COMPOSTO DE IODO ORGÂNICO CONTRA FUNGOS APODRECEDORES DE MADEIRAS E TÉRMITAS

### EFFECTIVENESS OF A ORGANIC IODINE COMPOUND AGAINST WOOD DECAYING FUNGI AND TERMITES

Alexandre Florian da Costa<sup>1</sup> Joaquim Carlos Gonzalez<sup>1</sup> Ailton Teixeira do Vale<sup>1</sup>

#### RESUMO

Foi avaliada a eficiência de um composto de iodo orgânico de baixa toxidez como fungicida e inseticida por meio de ensaio acelerado em laboratório de acordo com a normalização japonesa. O composto foi avaliado nas concentrações de 0,5, 0,75 e 1,0% utilizando etanol como solvente. Para a avaliação inseticida, foram utilizados térmitas subterrâneos da espécie *Coptotermes formosanus* Shiraki, e para a fungicida os fungos apodrecedores *Coriolus versicolor* (podridão branca) e *Tyromyces palustris* (podridão parda). Corpos de prova, nas dimensões de 40 x 20 x 5mm, foram impregnados pelo método de pincelamento a uma taxa de retenção de  $110 \pm 10 \text{g/m}^2$ . Foram avaliados o índice de perda de peso das amostras de madeira e a mortalidade de térmitas (ação inseticida), assim como a perda de peso das amostras de madeira antes e após o ataque dos fungos (ação fungicida). A eficiência das formulações foi avaliada de acordo com o Valor de Eficiência. Os resultados mostraram que o composto foi pouco ou não-eficiente como inseticida no controle do ataque de *Coptotermes formosanus* nos três níveis de concentração. Como fungicida, o composto apresentou um bom desempenho no controle do ataque dos fungos *Coriolus versicolor* e *Tyromyces palustris*, atingindo um Valor de Eficiência superior a 90 nas três concentrações. Os melhores resultados com o produto foram obtidos a 1,0% de concentração nas amostras de madeira tratadas e não-lixiviadas. Foi observado um ataque mais severo do fungo *Tyromyces palustris* em relação ao fungo *Coriolus versicolor*. Por apresentar uma baixa capacidade de fixação na madeira, o produto não é indicado para o tratamento de madeiras que entrarão em contato direto com o solo ou que forem expostas às intempéries.

**Palavras-chave:** composto de iodo orgânico, fungicida, inseticida, ensaio acelerado em laboratório.

#### ABSTRACT

The effectiveness of a low toxicity organic compound as fungicide and insecticide was studied by a accelerated laboratory bioassay according to the japanese standard. The compound was evaluated at concentrations of 0,5, 0,75 and 1,0% using ethanol as solvent. The subterranean termites *Coptotermes formosanus* Shiraki and the decay fungi *Coriolus versicolor* (white rot) and *Tyromyces palustris* (brown rot) were used in the trials to evaluate the insecticide and fungicide action respectively. The wood specimens with dimensions of 40 x 20 x 5mm were treated by surface coating (brushing) method at a rate of  $110 \pm 10 \text{g/m}^2$ . The percentage weight loss of the wood blocks and the termite mortality (insecticide action) and the weight loss of the wood blocks before and after the fungi attack (fungicide action) were determined. The efficiency of the formulations were evaluated according to the Value of Efficiency. Results showed that the compound was of little or no efficient as insecticide against *Coptotermes formosanus* in the three concentrations analysed. The compound showed a good performance as fungicide against *Coriolus versicolor* and *Tyromyces palustris* with a Value of Efficiency higher than 90 in the three concentrations analysed. The best results were obtained with the product at 1,0% concentration in the treated and unleached wood specimens. *Tyromyces palustris* caused a larger damage in the wood blocks than *Coriolus versicolor*. The product showed a low capacity of fixation in the wood; therefore, it is not indicated for treating wood that will be in direct contact with the soil or under outdoor conditions.

**Key words:** organic iodine compound, fungicide, insecticide, accelerated laboratory test.

#### INTRODUÇÃO

A madeira quando exposta a condições adversas de temperatura e umidade relativa está sujeita à

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Caixa Postal 04357, CEP 70910-900, Brasília (DF). [ducate@unb.br](mailto:ducate@unb.br)

Recebido para publicação em 22/11/2001 e aceito em 18/11/2002.

decomposição por diferentes tipos de agentes, sejam estes mecânicos, químicos, físicos ou biológicos. Entre os principais agentes, responsáveis pelas maiores perdas em madeiras e estruturas de madeiras, estão os fungos e insetos.

A avaliação da atividade biológica de produtos químicos preservantes para madeira, objetivando não apenas controlar, mas também inibir o desenvolvimento de fungos e insetos em madeiras, tem sido objeto de vários estudos em preservação de madeiras no mundo.

Da mesma forma, o desenvolvimento de ensaios em laboratório apresenta-se como uma das principais formas de avaliação de novos ingredientes ativos e/ou formulações químicas mostrando resultados promissores no combate a fungos e insetos xilófagos (Costa, 1999).

Vários produtos químicos contendo iodo orgânico têm sido avaliados quanto à ação fungicida e inseticida (Costa, 1987; Tsunoda e Nishimoto, 1986; Hansen, 1984). Embora tenha sido observado que formulações contendo tetraiodoetileno, nitroiodoetileno e dinitroiodoetileno tenham apresentado atividade fungicida, a presença do iodo na composição química não mostrou ser necessariamente um requisito (Morisawa *et al.*, 1984). Entretanto, alguns compostos de iodo têm sido usados como preservantes para madeiras, com resultados promissores em termos de baixa toxidez e alto efeito inibitório (Takahashi *et al.*, 1985; Tsunoda e Nishimoto, 1986; Costa, 1987).

No presente trabalho foi avaliada a eficiência de uma nova formulação, constituída de um composto de iodo orgânico, de baixa toxidez, na inibição e/ou controle do ataque de fungos apodrecedores de madeiras e térmitas, no Instituto de Pesquisas da Madeira da Universidade de Kyoto, Japão e complementado na Universidade de Brasília, Distrito Federal.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Produto químico

O produto químico utilizado é um composto de iodo orgânico comercialmente conhecido como IF-1000, de nome químico p-clorofenil-3-iodo propargil formol, cuja fórmula estrutural é apresentada na Figura 1.

Partindo do seu ingrediente ativo, foram preparadas concentrações de 0,5; 0,75 e 1,0% utilizando o etanol como solvente. Para a avaliação inseticida, foram utilizados térmitas subterrâneos da espécie *Coptotermes formosanus* Shiraki. Para a avaliação fungicida, foram utilizados os fungos *Tyromyces palustris* (Berk. ex. Curt.) Murr de podridão parda e *Coriolus versicolor* (L. ex. Fr.) Quel. de podridão branca.

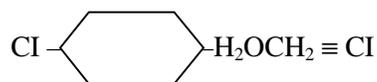


FIGURA 1: Fórmula estrutural do iodo orgânico IF-1000.

FIGURE 1: Chemical structure of organic iodine IF-1000.

### Corpos de prova

Para o teste contra o ataque de térmitas, foram utilizadas amostras medindo 10mm (r) x 10mm (t) x 20mm (l), confeccionadas com base na madeira de *Pinus densiflora* de acordo com a norma japonesa (JWPA, 1981). Foram selecionados corpos de prova isentos de defeitos ou manchas, contendo entre 3 a 5 anéis de crescimento para cada seção de 10mm, com cinco repetições para cada concentração testada.

No ensaio contra fungos, foram utilizadas amostras de madeira de diferentes espécies, de acordo com o fungo testado, conforme sugestão apresentada por TSUNODA (1981). Para o fungo *Tyromyces palustris* (TYP), foi utilizada a espécie *Cryptomeria japonica* e para o fungo *Coriolus versicolor*, a espécie *Fagus crenata*. Os corpos de prova foram previamente selecionados, estando isentos de defeitos ou manchas, nas dimensões de 40mm x 20mm x 5mm, com nove repetições para cada fungo/concentração.

Para ambos os testes, foram utilizadas amostras testemunhas, que não receberam tratamento químico, servindo de comparação em relação às amostras tratadas.

### Impregnação dos corpos de prova

O método de pincelamento (brushing) foi utilizado para a impregnação dos corpos de prova, a partindo de soluções alcoólicas nas concentrações anteriormente mencionadas. No ensaio contra térmitas, para cada combinação produto/concentração, foram impregnados cinco corpos de prova, com uma taxa de retenção de  $110 \pm 10 \text{ g/m}^2$ .

No ensaio contra fungos, para a mesma combinação produto/concentração, foram impregnados nove corpos de prova a uma mesma taxa de retenção. Após o tratamento químico, os corpos de prova foram mantidos à temperatura ambiente por um período de três semanas, com a finalidade de proporcionar a secagem e fixação do produto na madeira.

### Lixiviação dos corpos de prova

Após a impregnação dos corpos de prova e o período de fixação do produto na madeira, estes foram submetidos a um processo de lixiviação. Nesse processo, as amostras foram submetidas a um ciclo úmido e um ciclo seco. No primeiro, as amostras foram imersas em água não-corrente de torneira durante 30 segundos e em seguida colocadas em um dessecador por 4 horas a uma temperatura de  $26 \pm 2^\circ\text{C}$ . No segundo ciclo, as amostras foram transferidas do dessecador para uma estufa a  $40 \pm 2^\circ\text{C}$  onde permaneceram por 24 horas. Esses ciclos foram então repetidos mais nove vezes, conforme sugestão da Japan Wood Preserving Association (1979).

### Resistência ao ataque de térmitas

Cada amostra de madeira tratada e não-tratada, foi colocada, individualmente, em um recipiente cilíndrico de acrílico medindo 8cm de diâmetro interno por 5cm de altura, tendo o seu fundo formado por uma camada de 5mm de gesso.

Em cada cilindro foi colocada uma quantidade pré-determinada de térmitas, dividida entre 15 soldados e 150 trabalhadores, obtidos com base em colônias mantidas em laboratório.

Cada série de dez cilindros foi então colocada em uma caixa plástica (container), tendo ao fundo uma camada de algodão umedecido em água, para evitar a evasão dos térmitas. Esse conjunto foi levado para uma sala de incubação à temperatura de  $28 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 5\%$  de umidade relativa, sendo mantido no escuro por um período de 21 dias. A cada 7 dias foram realizadas observações, com a eliminação dos térmitas mortos.

Ao final do período de teste, todos os fragmentos e materiais aderentes à superfície dos corpos de prova foram removidos. Após essa etapa, todas as amostras foram secas em estufa a  $60 \pm 2^\circ\text{C}$  durante 48 horas e a sua percentagem de perda de peso, juntamente com a percentagem de mortalidade dos térmitas foi determinada de acordo com as seguintes expressões:

$$\text{Perda de Peso (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

$$\text{Mortalidade de Térmitas (\%)} = \frac{\text{Térmitas Mortos}}{150} \times 100$$

$$\text{V.E.} = \frac{\text{Média P.P. Testemunha} - \text{Média P.P. Tratadas}}{\text{Média P.P. Testemunha}} \times 100$$

Em que:  $W_1$  = peso seco do corpo de prova antes do ensaio (g);  $W_2$  = peso seco do corpo de prova após o ensaio (g); V.E. = Valor de Eficiência do produto testado (%); P.P. Testemunha = perda de peso das amostras testemunhas (não-tratadas) (%); P.P. Tratadas = perda de peso das amostras tratadas (%).

### Resistência ao ataque de fungos apodrecedores

Para este ensaio foram utilizados recipientes cilíndricos de vidro com tampa rosqueável e volume aproximado de 800 ml, contendo 250 g de areia de quartzo branca, umedecida com uma solução nutriente à base de 25 g de glucose, 5 g de peptone, 10 g de extrato de malte, 3 g de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  e 2 g de  $\text{MgSO}_4$  diluída em 1000 ml de água destilada. Os recipientes foram esterilizados em autoclave a  $120^\circ\text{C}$  por 45 minutos, sendo

posteriormente feita a inoculação dos fungos.

Para cada fungo, foram tratadas 54 amostras de madeira, sendo a metade submetida ao ciclo de lixiviação. Todas as amostras foram previamente esterilizadas a gás com óxido de etileno por 4 a 5 horas e secas em estufa a  $60\pm 2^\circ\text{C}$  durante 48 horas, obtendo-se, dessa forma, o peso seco ( $W_1$ ) das amostras.

Após esse procedimento, um conjunto de três amostras, da mesma espécie, foi colocado nos recipientes de vidros, e levadas para sala de incubaao a uma temperatura de  $28\pm 2^\circ\text{C}$  e  $70\pm 5\%$  de umidade relativa onde permaneceram por um período de oito semanas. Após esse período, as amostras foram retiradas dos vidros e lavadas, procurando-se remover os fragmentos de micélio do fungo aderentes  sua superfície. Posteriormente, elas foram secas em estufa a  $60\pm 2^\circ\text{C}$  durante 48 horas obtendo-se seu peso seco ( $W_2$ ), a partir do qual foi determinada a percentagem de perda de peso das amostras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da perda de peso das amostras submetidas ao ataque de *Coptotermes formosanus* e o respectivo valor de eficiência (V.E.) das soluções são apresentados na Tabela 1. A Tabela 2 mostra o ndice de mortalidade de térmitas.

Os resultados das Tabelas 1 e 2 mostram que o aumento da concentrao de IF-1000 reduziu a perda de peso médio das amostras de *Pinus densiflora* e elevou o ndice de mortalidade médio de térmitas, tanto das amostras lixiviadas como não-lixiviadas.

TABELA 1: Perda de peso das amostras tratadas com IF-1000 expostas ao ataque de *Coptotermes formosanus* Shiraki e valor de eficiência (V.E.) das soluções.

TABLE 1: Weight loss of wood specimens treated with IF-1000 exposed to *Coptotermes formosanus* Shiraki and Value of Efficiency (V.E.) of the chemical solutions.

Concentrao da Soluo (%)	Perda de Peso das Amostras (%)							
	Lixiviadas			V.E.	Não Lixiviadas			V.E.
	Min.	Máx.	Média		Min.	Máx.	Média	
0,50	19,16	21,31	20,37	7,16	15,38	18,11	16,43	31,08
0,75	19,28	21,25	20,33	7,34	13,14	17,76	16,05	32,68
1,00	13,62	16,86	14,97	31,77	3,62	15,84	7,86	67,03
Testemunha	13,68	27,27	21,94	-	20,55	26,67	23,84	-

TABELA 2: ndice de mortalidade de *Coptotermes formosanus* Shiraki, verificado nas amostras de madeira tratadas com IF-1000.

TABLE 2: Mortality of *Coptotermes formosanus* Shiraki observed in the wood specimens treated with IF-1000.

Concentrao da Soluo (%)	ndice de Mortalidade de Térmitas (%)					
	Lixiviadas			Não Lixiviadas		
	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima	Média
0,50	5,33	8,67	7,07	16,67	18,67	17,34
0,75	4,00	10,00	7,47	14,00	25,33	18,22
1,00	10,00	17,33	12,53	34,67	100,00	86,93
Testemunha	2,00	20,00	6,00	0,00	2,67	1,33

O ensaio de ataque de térmitas mostrou que a perda de peso foi maior nas amostras lixiviadas, com exceo das amostras testemunhas (Figura 2), enquanto o ndice de mortalidade de térmitas foi mais acentuado nas não-lixiviadas, com exceo, também das amostras testemunhas (Figura 3).

Das três formulaes testadas, a concentrao de 1,0% mostrou uma ao inseticida um pouco mais acentuada em relao às demais concentraes. Entretanto, estudos desenvolvidos com esse composto químico têm avaliado apenas sua ao como fungicida, não tendo sido observado estudos relacionados  sua ao inseticida.

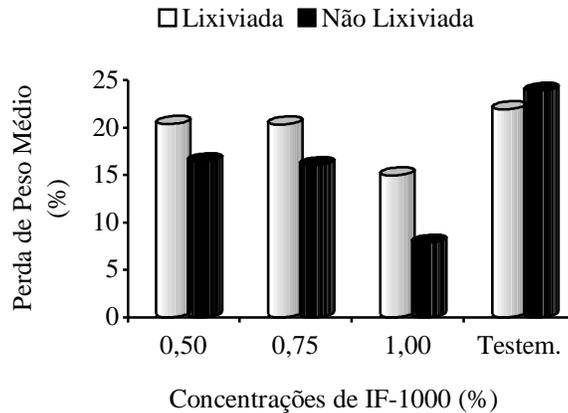


FIGURA 2: Média de perda de peso das amostras de *Pinus densiflora* expostas ao ataque de *Coptotermes formosanus*.

FIGURE 2: Mean of weight loss of *Pinus densiflora* wood specimens exposed to *Coptotermes formosanus* Shiraki.

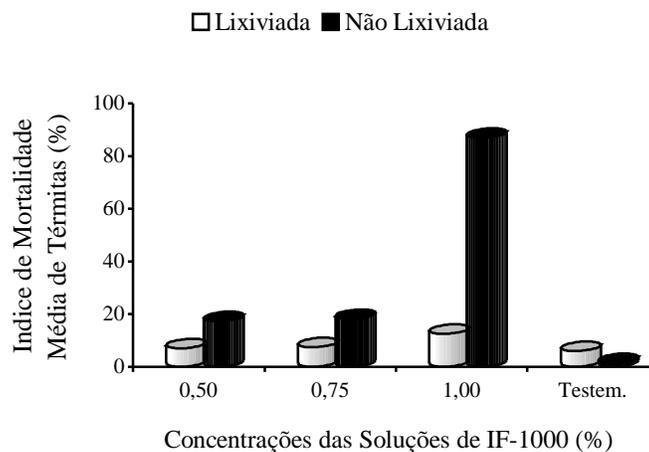


FIGURA 3: Índice de mortalidade média de *Coptotermes formosanus* Shiraki verificado nas amostras de *Pinus densiflora* tratadas com IF-1000.

FIGURE 3: Mean of mortality of *Coptotermes formosanus* Shiraki observed in wood specimens of *Pinus densiflora* treated with IF-1000.

A perda de peso das amostras submetidas ao ataque dos fungos *Tyromyces palustris* e *Corioli* *versicolor* e o valor de eficiência das formulações de IF-1000 na inibição destes fungos são apresentadas nas Tabelas 3 e 4 respectivamente.

A Figura 4 mostra que o aumento da concentração de IF-1000 reduziu a perda de peso de ambas as amostras de madeira, lixiviadas e não-lixiviadas, submetidas ao ataque dos respectivos fungos apodrecedores. Snow *et al.* (2000), trabalhando com produto semelhante, à base de iodo orgânico, observaram também que o aumento da concentração do produto ocasionou uma redução na perda de peso das amostras de madeira submetida ao ataque de fungos apodrecedores.

A perda de peso foi mais acentuada nas amostras de *Cryptomeria japonica*. Entretanto, a diferença de perda de peso entre as concentrações testadas foi pequena, especialmente nas amostras de *Cryptomeria japonica* (Tabela 3). Para essas amostras, foi observado que o aumento da concentração da solução em até 50%, em relação à menor concentração testada, resultou em uma perda de peso não-superior a 5%, independentemente do processo de lixiviação.

TABELA 3: Perda de peso das amostras de *Cryptomeria japonica* expostas ao ataque de *Tyromyces palustris* (TYP) e valor de eficiência (V.E.) do IF-1000.

TABLE 3: Weight loss of *Cryptomeria japonica* wood specimens exposed to *Tyromyces palustris* (TYP) and IF-1000 Value of Efficiency (V.E.).

Concentração da Solução (%)	Perda de Peso das Amostras (%)							
	Lixiviadas			V.E.	Não Lixiviadas			V.E.
	Min.	Máx.	Média		Min.	Máx.	Média	
0,50	1,90	2,05	1,98	93,49	1,78	1,86	1,81	94,05
0,75	1,82	1,96	1,90	93,75	1,76	1,82	1,79	94,12
1,00	1,76	1,92	1,87	93,85	1,57	1,71	1,63	94,64
Testemunha	19,89	39,16	30,42	-	-	-	-	-

Uma acentuada diferença de perda de peso, sobretudo entre as concentrações de 0,50% e 0,75%, foi observada nas amostras de *Fagus crenata* (Tabela 4). Quando a concentração passou de 0,5% para 1,0%, a redução da perda de peso das amostras foi três vezes maior, independentemente do processo de lixiviação, significando uma redução na perda de peso superior a 63%. Tsunoda e Nishimoto (1986), ao testarem um composto semelhante, também observaram um aumento na sua eficiência, ao passarem de 0,5% para 1% sua concentração, contra a ação de fungos apodrecedores.

TABELA 4: Perda de peso das amostras de *Fagus crenata* expostas ao ataque de *Coriolus versicolor* (COV) e valor de eficiência (V.E.) do IF-1000.

TABLE 4: Weight loss of wood specimens of *Fagus crenata* exposed to *Coriolus versicolor* (COV) and IF-1000 Value of Efficiency (V.E.).

Concentração da Solução (%)	Perda de Peso das Amostras (%)							
	Lixiviadas			V.E.	Não Lixiviadas			V.E.
	Min.	Máx.	Média		Min.	Máx.	Média	
0,50	0,00	11,74	1,58	92,85	0,11	8,72	1,30	94,12
0,75	0,12	3,76	0,68	96,92	0,19	1,34	0,54	97,56
1,00	0,00	3,87	0,47	97,87	0,28	0,52	0,42	98,10
Testemunha	17,40	32,70	22,11	-	-	-	-	-

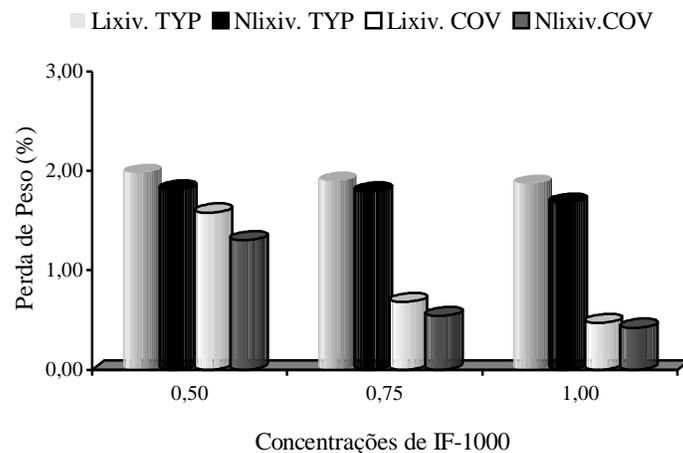


FIGURA 4: Média da perda de peso das amostras de *Cryptomeria japonica* e *Fagus crenata* lixiviadas (Lixiv.) e não-lixiviadas (Nlixiv.) expostas aos fungos *Tyromyces palustris* (TYP) e *Coriolus versicolor* (COV).

FIGURE 4: Mean of weight loss of wood specimens of *Cryptomeria japonica* and *Fagus crenata* weathered (Lixiv.) and unweathered (Nlixiv.) exposed to *Tyromyces palustris* (TYP) and *Coriolus versicolor* (COV) fungi.

De maneira geral, a maior perda de peso foi observada nas amostras tratadas e lixiviadas de ambas

as espécies, para ambos os ensaios de fungos e térmitas (Figuras 2 e 4). Este resultado sugere que a solução de IF-1000 pode não apresentar boa capacidade de fixação na madeira, não sendo indicada para o tratamento de madeiras que entrarão em contato direto com as intempéries e/ou o solo. Em situação semelhante, Costa (1999) trabalhando com produto à base de iodo orgânico, observou uma redução na sua eficiência quando o produto foi exposto às intempéries.

Costa (1987) comenta que uma perda de peso das amostras testemunhas em até 20%, em relação ao seu peso seco em estufa, pode ser considerada normal para os ensaios de fungos e insetos. Valores muito próximos aos citados por esse autor foram observados no presente trabalho utilizando a mesma metodologia.

De acordo com Tsunoda e Nishimoto (1986) e Costa (1987), para que uma nova formulação química possa ser considerada eficiente, o seu valor de eficiência deve ser superior a 80. As formulações químicas testadas no presente trabalho apresentaram valores acima dos indicados pelos citados autores apenas no ensaio de fungos. No ensaio de térmitas, os valores encontrados estão bem abaixo do preconizado. Esses valores sugerem que o produto IF-1000 apresenta boa ação apenas como fungicida, não sendo indicado como inseticida.

## CONCLUSÕES

De acordo com os índices de perda de peso e mortalidade de *Coptotermes formosanus* apresentados, o IF-1000 apresentou um valor de eficiência abaixo da média preconizada (80), mostrando-se pouco eficiente como inseticida nos três níveis de concentração testados.

O produto mostrou um bom desempenho como fungicida nas três concentrações estudadas, atingindo um valor de eficiência médio superior a 90 no controle do ataque dos fungos *Corioliolus versicolor* e *Tyromyces palustris*. Das três concentrações testadas, os melhores resultados foram obtidos a 1,0% de concentração, para as amostras tratadas e não-lixiviadas.

O fungo *Tyromyces palustris* (podridão parda) apresentou um ataque mais severo do que o fungo *Corioliolus versicolor* (podridão branca) sobre as amostras de madeira.

As amostras tratadas e não-lixiviadas apresentaram um melhor desempenho em relação às tratadas e lixiviadas, na inibição de ambos os fungos.

Os resultados sugerem que o produto não apresenta boa capacidade de fixação na madeira, não sendo indicado para o tratamento de madeiras que forem expostas às intempéries e/ou entrem em contato direto com o solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA, A.F. **Studies on the effectiveness of a trihaloallyl as a new wood preservative against wood-decaying fungi**. 1987. Dissertação (Mestrado) – Kyoto University, Japan, 1987.
- COSTA, A.F. **Utilização de interações entre produtos químicos preservantes no desenvolvimento de formulações para a prevenção de fungos manchadores e emboloradores na madeira**. 1999. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.
- HANSEN, J. IPBC – a new fungicide for wood protection. **The International Research Group on Wood Preservation**. 1984. (Doc. n. IRG/WP/3295).
- JAPAN WOOD PRESERVING ASSOCIATION (JWPA) STANDARD 11 (1). **Method for testing effectiveness of surface treatments (brushing, spraying and dipping) with termiticides against termites (1) Laboratory test**. 1981.
- MORISAWA, Y.; KATAOKA, M.; NAGAHORI, H.; SAKAMOTO, T.; NAKATA, Y.; KONISHI, K.; AIBA, T.; MIZUNO, T.; ONO, S.; MATSUNAGA, H.; NISHIMOTO, K. Synthesis and antifungal activity of trihaloallyl and trihaloacryl derivatives. **Holzforschung**, v. 38, p. 225-231, 1984.
- SNOW, J.; COBHAM, P.; RYAN, N. Effectiveness of a newly registered antisapstain preservative in preventing stain of Eucalypt timber in Australia. **The International Research Group on Wood Preservation**. 2000. (Doc. n. IRG/WP 00-30229).
- TAKAHASHI, M.; TSUNODA, K.; IMAMURA, Y.; ADACHI, A.; NISHIMOTO, K. Studies on the production of preservative-treated plywood. (1) Preservative effectiveness of glue-line treated plywood with low toxicity chemicals.

**Mokuzai Hozon (Wood Preservation)**, v. 11, n. 2, p. 11-24. 1985.

TSUNODA, K. JWPA method for testing effectiveness of surface coatings with preservatives against decaying fungi.

**The International Research Group on Wood Preservation**. 1981. (Doc. n. IRG/WP/2164).

TSUNODA, K.; NISHIMOTO, K. Evaluation of wood preservatives for surface treatments. **International Biodeterioration**, v. 22, n. 27. 1986.