



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
DEPARTAMENTO DE PRODUTOS FLORESTAIS**

RESISTÊNCIA NATURAL DA MADEIRA DE *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia
citriodora* A *Coptotermes gestroi* (Isoptera; Rhinotermitidae)

Rodrigo Bastos Rodrigues
Orientador: Prof. Edv Oliveira Brito
SEROPÉDICA, RJ
DEZEMBRO- 2008

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
DEPARTAMENTO DE PRODUTOS FLORESTAIS
Rodrigo Bastos Rodrigues

RESISTÊNCIA NATURAL DA MADEIRA DE *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia*
citriodora A *Coptotermes gestroi* (Isoptera; Rhinotermitidae)

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof. Edvã Oliveira Brito
SEROPÉDICA, RJ
DEZEMBRO- 2008

BANCA EXAMINADORA:

Aprovada em 27/11/2008:

Professor Dr. Edv Oliveira Brito
Orientador
DPF/IF

Professor Dr. Acácio Geraldo de Carvalho
Membro Titular
DPF/IF

Professora Dr^a. Rosilei Aparecida Garcia
Membro Titular
DPF/IF

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter iluminado meu caminho me dando forças para vencer mais um estágio de minha vida.

À minha mãe Iracema Teixeira Bastos Rodrigues e ao meu pai Luiz Cláudio Fernandes Rodrigues pela dedicação e incentivo nos momentos de dificuldades.

À minha tia Dalva Bastos e ao meu tio Joel pela dedicação e incentivo nos momentos de dificuldades.

À minha tia Rosilene Obrien de Carvalho e ao meu tio Carlos José Fernandes pela dedicação e incentivo nos momentos de dificuldades.

À minha namorada Arieli Altoé pelo amor, carinho, incentivo e dedicação.

Ao Prof. Dr. Edvá Oliveira Brito pela orientação e profissionalismo.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por me proporcionar ambiente de estudo.

Ao Instituto de Florestas pela informação e incentivo.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para o sucesso de meu trabalho.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resistência natural da madeira de *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* ao ataque de *Coptotermes gestroi* utilizando *Pinus elliottii* como testemunha. A avaliação da resistência a cupins foi realizada através do método de “Análise acelerada de laboratório”. Esta metodologia consistiu em adaptar o ambiente natural dos cupins em vidros de 300 gramas, utilizando areia branca lavada e água destilada como superfície para acomodação dos corpos-de-prova. Os cupins foram coletados no campo utilizando iscas de madeira perto de sua colônia de origem e adaptados em uma caixa d’água para seleção dos melhores espécimes a serem utilizados no experimento. Após a seleção dos cupins, corpos-de-prova, medindo 2,54 x 2,54 x 0,64cm, foram expostos ao ataque dos mesmos durante 30 dias. De acordo com a análise estatística, não foi encontrado diferença significativa para a perda de massa sofrida pela madeira de *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora*, sendo que ambas apresentaram diferença em relação ao *P. elliottii*. Analisando o desgaste dos corpos-de-prova de acordo com o sistema nota descrição, a madeira de pinus sofreu maior desgaste, inclusive perfurações e não somente escarificações superficiais como nos corpos-de-prova de eucalipto, demonstrando haver maior susceptibilidade do pinus ao desgaste proporcionado pelo cupim.

Palavras Chave: Resistência natural, cupins, eucalipto, pinus.

ABSTRACT

The present work had as objective to evaluate the natural resistance of *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* to the attack of *Coptotermes gestroi*. The termites resistance evaluation was realized by the accelerated laboratory test method. Then method consist of adapting the natural environment of termites in glasses of 300 grams, using white sand washed and distilled water as surface for samples. Termites had been attracted using baits wood close to its colony of origin and adapted in a water box for selection better specimens to be used in the experiment. After selection termites, samples measuring 2,54 x 2,54 x 0,64cm, were exposed to the attack during 30 days. According to statistical analysis, no significant differences were found for loss of mass of samples of *Eucalyptus urophylla* and *Corymbia citriodora*. Wood of Pinus had greater attack, also perforations and not only superficial attack as in eucalypt wood, demonstrating that pine wood is more susceptible to termites attacks.

Key Words: Natural resistance, termites, eucalypt, pinus.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 RESISTÊNCIA NATURAL	2
2.2 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES	3
2.3 CUPINS	4
3 MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 – AMOSTRAGEM.....	5
3.2 – ANÁLISE ACELERADA DE LABORATÓRIO.....	5
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
5 CONCLUSÃO.....	13
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

Lista de Figuras

Figura 1 – Soldado de *Coptotermes gestroi* – Página 5

Figura 2 – Esquema de retirada dos corpos-de-prova – Página 6

Figura 3 – Caixa d'água utilizada na armazenagem dos cupins para posterior seleção –
Página 6

Figura 4 – Unidade de repetição – Página 7

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Avaliação do desgaste provocado pelos cupins nos corpos de prova (ASTM D-3345, 1994) – Página 8

Tabela 2 – Avaliação da resistência a cupins pela porcentagem de mortalidade (ASTM D -3345, 1994) – Página 9

Tabela 3 – Número de tratamentos por espécie de madeira – Página 9

Tabela 4 – Mortalidade total dos cupins (%) após 30 dias de experimento – Página 11

Tabela 5 – Valores médios de perda de massa – Página 11

Tabela 6 – Tabela 6. Desgaste sofrido pelos corpos-de-prova a ação de *Coptotermes gestroi* (Isoptera, Rhinotermitidae), Seropédica, RJ 2008 – Página 12

1. INTRODUÇÃO

A propriedade que faz a madeira resistir ao ataque de agentes deterioradores químicos, físicos e biológicos, sem tratamento preservativo, denomina-se resistência natural (PAES, 2002).

Para BOTELHO et al. (2000), essa característica varia entre espécies e dentro da mesma árvore, podendo ser proveniente do potencial genético de cada indivíduo (SCHEFFER, 1973; PANSIN & ZEEUW, 1980).

Em algumas espécies florestais é grande a diferença de resistência natural entre o cerne interno e o externo; em quase todas elas a madeira proveniente da porção interna do cerne é menos resistente que a oriunda do cerne externo, região fronteira com o alburno; entretanto, nem todas as espécies apresentam este padrão de variação e, em algumas mais duráveis, a região próxima à medula é tão resistente quanto a região externa do cerne, enquanto a madeira de alburno é susceptível à deterioração biológica (FINDLAY, 1985).

O conhecimento da resistência natural da madeira é de suma importância para a recomendação de seu emprego mais adequado, evitando-se gastos desnecessários com a reposição de peças e reduzindo os impactos sobre as florestas remanescentes uma vez que, com o emprego da madeira mais apropriada às condições de risco de deterioração, reduz o corte de árvores (PAES et al., 2004).

A madeira devido à sua estrutura anatômica e à presença de grandes quantidades de substâncias preservativas, como a lignina, além de outros compostos do metabolismo secundário, torna-se um material de difícil decomposição. Alguns fatores bióticos ou abióticos, como as condições climáticas, a composição da comunidade decompositora, sua afinidade com o substrato e as características físicas e químicas do material a ser decomposto influenciam na capacidade da madeira em resistir à degradação.

Os agentes degradadores bióticos são os mais relevantes, por serem mais efetivos no processo de degradação. Nesse grupo encontram-se insetos, fungos, bactérias, algas e xilófagos marinhos. Já para os fatores abióticos, pode-se citar a ação das chuvas, dos ventos e da radiação solar. A madeira está sujeita ao ataque de insetos, desde a árvore viva até aquela em condições de serviço, devido aos seus constituintes serem de origem orgânica, os quais os insetos utilizam como alimento ou substrato para reprodução ou moradia, sendo as principais ordens que a atacam a Isoptera (cupins), a Coleoptera (coleobrocas) e com menor importância a Hymenoptera (vespas).

Os cupins são insetos sociais, que vivem em colônias cujos indivíduos são divididos em castas com funções definidas: reprodução, trabalho e defesa da colônia. De modo geral, as espécies que atacam a madeira podem ser divididas em subterrâneas e de madeira seca. Os cupins são, dentre os insetos, os mais severos agentes destruidores da madeira (PAES & VITAL, 2000); contudo, os de solos, ou subterrâneos, são responsáveis pelos maiores volumes de perdas de madeira no mundo (HUNT & GARRATT, 1967; RICHARDSON, 1993).

A longevidade de um produto pode e deve ser considerada como uma proposta de redução do impacto direto sobre a floresta nativa, e os esforços recentes no campo da preservação biológica demonstram claramente a viabilidade de processos que protegem a madeira contra os agentes bióticos e abióticos, que são os responsáveis diretos pelo fenômeno natural da degradação. De acordo com SANTINI (1982), a susceptibilidade da madeira, sob certas condições de uso, ao ataque de organismos biológicos de destruição, é o inconveniente mais importante que limita a utilização deste material.

Segundo FERNANDES (2001), com a preservação da madeira é possível aumentar significativamente a vida útil das peças de madeira, contribuindo assim, para a conservação ambiental, uma vez que reduz a necessidade de exploração das matas nativas.

É importante lembrar que existe uma maior tendência de resistência no cerne que no alburno das essências florestais. Porém, ainda são poucas as informações para utilização do alburno. De acordo com LIMA (1997), o alburno de eucaliptos, assim como para as demais espécies de madeiras, não é durável em contato com o solo. Quando, no entanto, ele é devidamente tratado com algum preservativo, mostra resistência comparável à do cerne.

LIMA (1997) afirma haver também variação dentro do próprio cerne, sendo que a resistência máxima ao apodrecimento, geralmente encontrada na parte externa do cerne, decresce em direção à medula.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a resistência natural de *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake, *Corymbia citriodora* (Hook) K. D. Hill & L. A. S. Johnson e *Pinus elliottii* Engelm como testemunha, a ação de *Coptotermes gestroi*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Resistência Natural

Um dos fatores que limitam a utilização da madeira para diversas finalidades é, sem dúvida, a sua baixa durabilidade natural. O conhecimento da resistência natural de madeiras ao ataque de organismos xilófagos, principalmente cupins, torna-se um requisito muito importante para a utilização correta da madeira, principalmente nas indústrias de movelaria e na construção civil.

Segundo OLIVEIRA (1997), determinada madeira terá preferência em relação às demais quanto maior for a sua durabilidade natural, pois se evitariam os inconvenientes advindos da utilização de produtos químicos, alguns bastante tóxicos, empregados no tratamento de madeiras de baixa durabilidade, a fim de lhe conferir um desempenho satisfatório em serviço. Além das restrições ambientais aos produtos que hoje dominam a indústria da preservação, são relevantes alguns aspectos técnicos, relacionados à própria madeira a ser preservada. Tais aspectos estão relacionados à resistência de impregnação da madeira de certas espécies, como é o caso do cerne de eucalipto.

Segundo OLIVEIRA et al. (1986), a madeira é degradada biologicamente, porque alguns organismos utilizam os polímeros naturais da sua parede celular como fonte de alimento e possuem sistemas enzimáticos específicos, capazes de metabolizá-los em unidades digeríveis. O alburno é a parte da madeira que apresenta material nutritivo armazenado, o que o torna mais suscetível ao ataque de agentes biológicos. O cerne normalmente apresenta maior durabilidade natural, devido à ausência de material nutritivo e, principalmente, à presença de extrativos. Segundo esses autores, os cupins, ou térmitas, são os principais insetos xilófagos, considerados hemimetábolos, eussociais e, predominantemente, tropicais. Segundo DEON (1989), os térmitas de madeira seca são ativos destruidores de madeira, mesmo formando colônias com relativamente poucos indivíduos.

Diversos são os autores que relatam à ação de substâncias químicas como terpenóides, terpenos, quinonas, polifenóis e outros extrativos como repelentes e/ou substâncias tóxicas aos cupins ou aos seus simbioses (HILLIS e YAZAKI, 1973;

TISSEVERASINGHE e JAYATILLEKE, 1973; BULTMAN e PARRISH, 1979; SCHEFFRAHN, 1991; CORNELIUS *et al.*, 1995). A mortalidade poderia ser resultante da ação direta sobre os cupins ou do desequilíbrio causado sobre seus simbioses. A quantidade desses microorganismos presentes no intestino dos cupins pode se tornar insuficiente para digerir a celulose, influenciando o hábito alimentar desses insetos, o que poderia causar-lhes a morte (Supriana, 1985, citado por ABREU e SILVA, 2000).

2.2. Descrição das espécies

Eucalyptus urophylla S. T. Blake

O *Eucalyptus urophylla* é uma espécie de boa produtividade e potencialidade para diversas regiões do Brasil. Possui como grande qualidade a tolerância ao ataque do cancro (*Cryphonectria cubensis*), muito comumente encontrado em condições ambientais sob clima tropical.

O registro mais remoto, no Brasil, parece datar de 1868, mas a sua introdução e cultura em larga escala deve-se ao Sr. Edmundo Navarro de Andrade que fez importar, para a companhia paulista de estradas de ferro, 130 espécies em cujos hortos as estudaram exaustivamente (SANTOS, 1987).

PAES E VITAL (2000), estudando a resistência natural da madeira de cinco espécies de Eucalipto a cupins subterrâneos em testes de laboratório, concluíram que *E. urophylla* foi a espécie que apresentou menor resistência, entre as avaliadas, nas posições internas do tronco.

Corymbia citriodora (Hook) K. D. Hill & L. A. S. Johnson

O *Corymbia citriodora* possui excelente madeira para serraria, no entanto, requer o uso de técnicas apropriadas de desdobro para minimizar os efeitos das tensões de crescimento.

Apresenta boas características de aplainamento, lixamento, furação e acabamento. Em geral, as madeiras de espécies de eucalipto são consideradas como difíceis de secar, podendo ocorrer defeitos como colapso, empenamentos e rachas. A secagem em estufa deve ser feita através de programas suaves, combinando, por exemplo, baixas temperaturas com altas umidades relativas. É recomendável a secagem ao ar, ou o uso de pré-secador, antes da secagem em estufa.

É suscetível à ação de xilófagos marinhos. Resistente ao apodrecimento. As informações sobre resistência ao ataque de cupins são contraditórias. O cerne é difícil de ser tratado, entretanto, o alborno é permeável.

Pinus elliottii (pinus)

Os pinus são espécies exóticas do gênero *Pinus* (Pinaceae) e que vêm sendo plantados há mais de um século no Brasil, tendo sido, inicialmente, introduzidos para fins ornamentais. Somente a partir de 1950 é que foram plantadas em escala comercial para produção de madeira (SHIMIZO & MEDRADO, 2005).

As espécies de *Pinus* que se destacaram, inicialmente, na silvicultura brasileira, foram *P. elliottii* Engel. e *P. taeda* Engel., introduzidas dos Estados Unidos, visto que as atividades com florestas plantadas eram restritas às Regiões Sul e Sudeste. A partir dos anos 60, iniciaram-se as experimentações com espécies tropicais como *P. caribaea*

Morelet, *P. oocarpa* Schiede ex Schltdl, *P. tecunumanii* (Schwd) e *P. patula* Schiede ex Schltdl possibilitando a expansão da cultura de *Pinus* em todo o Brasil, usando-se a espécie adequada para cada região ecológica (SHIMIZO & MEDRADO, 2005).

Segundo TRUGILHO (1990), a madeira de pinus é leve e apodrece rapidamente quando enterrada ou submersa. A densidade básica média da madeira de *P. elliottii* é de 0,326 g/cm³. É largamente empregada para fins comerciais no sul do Brasil e suas principais finalidades são madeira (móveis, celulose, laminação, compensados etc.) e resina (terebentina).

Para a EMBRAPA (1986), o *Pinus elliottii* Engelm, estende-se através do Sudeste dos Estados Unidos, em latitudes compreendidas entre 28° e 33° Norte em altitudes entre 0 a 2500 metros. A precipitação varia de 650 a 2500 mm e o regime de distribuição das chuvas é periódico, com 2 a 4 meses secos. A temperatura média anual situa-se entre 15 e 24°C.

2.3. Cupins

Existem cerca de 2750 espécies descritas de cupins, no mundo, sendo que estes números são subestimados. Das 553 espécies presentes nas Américas, cerca de 290 encontram-se no Brasil. No entanto, apenas 19 espécies são consideradas prejudiciais ao homem (MILL, 1991).

Coptotermes é um gênero pantropical que ocorre entre os paralelos 45° N e 45° S (WEESNER, 1965), sendo comumente encontrado em madeira morta em decomposição (BANDEIRA, 1979). São cupins de tamanho relativamente médio, cujos soldados, cegos, são facilmente reconhecidos por apresentarem, além das mandíbulas bem desenvolvidas, uma grande fontanela (abertura da glândula frontal) na cabeça. Através dessa fontanela, têm o hábito característico de expelirem, quando perturbados, uma secreção branca, viscosa, utilizada para a defesa da colônia. A glândula frontal, nos soldados de *Coptotermes*, é bem desenvolvida e geralmente se estende por grande parte do abdome. Como resultado disso, o abdome geralmente apresenta coloração branco-leitosa (QUENNEDEY & DELIGNE, 1975).

Os indivíduos do gênero *Coptotermes* fazem parte da família Rhinotermitidae. O *Coptotermes gestroi*, uma espécie muitas vezes chamada de cupim-do-cerne, ou "cupim subterrâneo", é originária do sudeste da Ásia e foi introduzida no Brasil na década de 20. Ocorre apenas em áreas urbanas, de São Paulo e Belo Horizonte até Recife. Nas cidades onde ocorre é o cupim-praga mais importante, causando danos consideráveis. Estes térmitas atacam madeira e árvores vivas. As colônias são grandes e de crescimento rápido. Os ninhos são geralmente subterrâneos e os operários procuram alimento num raio de até 50 m. Possuem operários verdadeiros, os quais são caracterizados pela presença de uma fontanela; tarsos com quatro artículos; alados quase sempre com ocelos; antenas com 14 a 22 artículos; pronoto mais ou menos achatado; asas pouco reticuladas, com o setor radial simples; mediana muito próxima da cubital ou fusionada com ela; escamas alares anteriores, mais longas que as posteriores (com exceção de Psammotermitinae); cercos com dois artículos e soldados geralmente sem olhos (GRASSÉ 1986).



FIGURA 1 – Soldado de *Coptotermes gestroi*,

Fonte: Departamento Técnico Ecolab Química Ltda, 12/02/2008

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Amostragem

Para estudo da resistência natural das madeiras, foram amostradas árvores de duas espécies de eucaliptos, provenientes de plantios existentes na Floresta Nacional Mário Xavier (FLONA), situada no km 50 do município de Seropédica, RJ. As espécies analisadas foram: *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora*, com um total de quatro árvores (2 por espécie), com diâmetro médio de 12 cm e 10,45 m de comprimento.

Uma árvore de pinus utilizada como testemunha foi obtida no Instituto de Florestas da UFRRJ e medindo 11 m de comprimento e diâmetro médio de 12,0 cm.

3.2 - Análise acelerada de laboratório

Preparação dos corpos de prova

Para confecção dos corpos de prova foi utilizada somente a base das árvores utilizadas no experimento, contendo 50 cm de comprimento. Cada base foi descascada e aplainada em serra circular. Após o aplainamento os blocos formados foram transformados em lâminas com 0,64 cm de espessura, em serra de fita e transformadas em corpos de prova de 2,54 x 2,54 x 0,64 cm. Assim, as dimensões dos corpos-de-prova, estão de acordo com a norma ASTM D 3345 (1994), que padroniza o teste de resistência de madeiras ao ataque de cupins subterrâneos, em condições de laboratório. Os corpos-de-prova utilizados no experimento continham somente cerne como recomendado pela norma ASTM D - 20017 (1994). Foi determinada a massa de cada amostra, como recomendado pela ASTM D-1413 (1994) e os valores foram utilizados no cálculo da perda de massa sofrida pelos corpos de prova submetidos aos cupins.

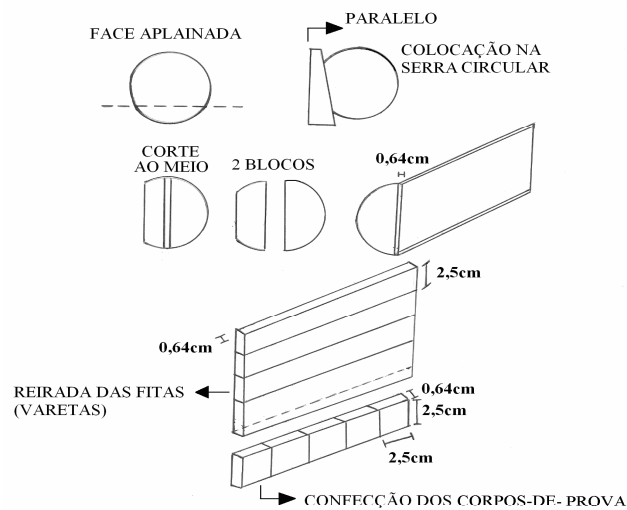


FIGURA 2 – Esquema de retirada dos corpos de prova.

Coleta de cupins:

Os cupins foram coletados de uma colônia localizada no Instituto de Florestas, utilizando iscas de madeira como atrativo. As iscas foram levadas para o laboratório e armazenadas em uma caixa d'água para seleção dos insetos mais saudáveis.



FIGURA 3 - Caixa d'água utilizada na armazenagem dos cupins para posterior seleção.

Para isso foi utilizado iscas de papelão (cortadas em formato quadrangular com cerca de 20x20cm) que foram acomodadas no fundo da caixa e umedecidas com água destilada, esperou-se um prazo de 3 dias para que os cupins saíssem da madeira e se dispusessem no papelão, após esse prazo os papelões foram desmontados sobre uma

bandeja. Feito isto os cupins foram transportados para um balde de 10 litros contendo 20 toalhas de papel, sendo 10 úmidas (com água destilada), ligeiramente amassadas e 10 secas.

Foi esperado um prazo de 6 horas para que os cupins se acomodassem por entre as toalhas, ficando os mais fracos e danificados por cima das toalhas e os mais vigorosos direcionados para as toalhas úmidas. Retiramos as toalhas secas para descarte e levamos as toalhas úmidas para o laboratório para retirada dos cupins, que foi feita sobre uma bandeja.

A montagem do experimento foi realizada da seguinte forma:

Vidros lavados e secos em estufa (100°C). Foram adicionados 200 gramas de areia e 39ml de água destilada (quantidade alcançada segundo a fórmula de saturação). Após a adição da água os vidros permaneceram em repouso durante uma noite ou 12 horas. Após as 12 horas foi colocado um corpo de prova por vidro, sendo encaixados na lateral do vidro e enterrados na areia de forma que a face do corpo de prova ficou visível para análise. Para cada espécie foram feitas cinco repetições (cinco frascos com areia, bloco de madeira e cupim), bem como utilizar cinco frascos com madeira de *Pinus* (testemunha). Além disso, foram utilizados cinco vidros sem bloco (somente com água, areia e cupim) para avaliar a vitalidade dos cupins. Os vidros foram mantidos entre 25,5 e 27 °C de temperatura durante quatro semanas. Pegou-se cinco vidros aleatoriamente para serem pesados individualmente. Os vidros foram examinados no final da primeira e da quarta semana, identificando túneis e a posição em geral dos cupins no vidro. Semanalmente os cinco vidros escolhidos foram pesados, adicionando mais água se a umidade tiver caído por volta de 2% ou mais do conteúdo original. Após uma semana os vidros sem blocos foram analisados para verificação da resistência dos cupins. Após quatro semanas os vidros foram desmontados, removendo e limpando os blocos. Na desmontagem o experimento foi analisado olhando a posição dos cupins. Dá-se nota 10, 9, 7, 4 e 0 de acordo com a posição dos cupins nos blocos.

O ensaio de resistência natural da madeira a cupins xilófagos, com as amostras obtidas dos toretes de 50 cm de espessura foi executado segundo as recomendações da norma ASTM D - 3345 (1994), com alguns dos ajustes recomendados por PAES (1997).



FIGURA 4 – Unidade de repetição

Foram pesados 0,05g \pm 1 de cupins subterrâneos do gênero *Coptotermes* e adicionado em cada frasco. Cuidou-se para que 90% dos cupins utilizados fossem operários, pois são os responsáveis pela degradação da madeira.

Após a adição dos cupins, os frascos foram tampados com tela fina como recomendado por PAES (1997). Para avaliar a resistência das madeiras foram computados a perda de massa, o desgaste (Tabela 1), a mortalidade (Tabela 2) e o número de dias para a morte dos cupins, segundo as normas da ASTM D - 3345 (1994).

A perda de massa dos corpos-de-prova foi avaliada com tomadas de peso antes do ensaio com corpos de prova a 0 % de umidade e tomadas de peso após término do ensaio. Subtraindo-se o valor obtido antes do início do experimento pelo obtido depois do experimento obtemos um valor que será dividido pelo peso antes do início do experimento e o resultado foi a perda de massa dos corpos de prova.

Tabela 1. Avaliação do desgaste provocado pelos cupins nos corpos de prova (ASTM D-3345, 1994)

Tipos de Desgaste	Nota
Sadio, permitindo escarificações superficiais.	10
Ataque superficial	9
Ataque moderado, havendo penetração	7
Ataque intensivo	4
Falha, havendo ruptura dos corpos de prova	0

Tabela 2 - Avaliação da resistência a cupins pela porcentagem de mortalidade (ASTM D -3345, 1994)

Avaliação da Resistência	Mortalidade (%)
Baixa	0-33
Moderada	34-66
Alta	67-99
Total	100

Cálculo do ponto de saturação de água na areia:

Em um béquer, posicionado sobre uma balança de precisão, foi adicionado 100 g de areia seca em estufa (100°C) e adicionado água destilada. O ponto de saturação é definido quando a adição de água resultar em sobra de água na superfície da areia.

$$\% \text{ de saturação} = (\text{peso da água/peso da areia}) \times 100$$

$$\% \text{ de água adicional} = \% \text{ de saturação} - 7$$

Quantidade de blocos

Preparar dez repetições para cada tratamento (espécie), identificando-os com o número adequado.

Tabela 3 – Número de tratamentos por espécie de madeira

Tratamento	Tipo de madeira	Nº. Repetições
<i>C. citriodora</i>	cerne	10
<i>E. urophylla</i>	cerne	10
<i>Pinus elliottii</i>	cerne	10
s/madeira		5

Análise Estatística

A análise estatística foi realizada através de análise de variância ao nível de significância de 5 %. O teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade foi utilizado para comparação de médias de perda de massa sofrido pelos corpos de prova.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando-se a resistência dos corpos de prova em relação à mortalidade dos cupins, observou-se que a madeira de eucalipto teve resistência alta à degradação, devido a presença de extrativos que segundo diversos autores agem como repelentes e/ou substâncias tóxicas aos cupins ou aos seus simbioses (HILLIS e YAZAKI, 1973; TISSEVERASINGHE e JAYATILLEKE, 1973; BULTMAN e PARRISH, 1979; SCHEFFRAHN, 1991; CORNELIUS *et al.*, 1995, SUPRIANA, 1985, citado por ABREU e SILVA, 2000), fato evidenciado pelo grande número de cupins mortos ao longo do experimento. A madeira de pinus teve resistência moderada, provavelmente por possuir menor efeito dos extrativos, o que facilitou a penetração dos cupins (Tabela 4).

Tabela 4. Mortalidade total dos cupins (%) após 30 dias de experimento

Corpo-de-prova	<i>C. citriodora</i>	<i>E. urophylla</i>	<i>P. elliotii</i>
1	90	80	50
2	80	90	50
3	100	80	60
4	100	90	53
5	80	90	57
6	90	90	60
7	90	90	60
8	90	80	80
9	90	100	
10	100	90	
Média total	81	88	58

Segundo o resultado do Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade demonstrou-se não haver diferença significativa entre os valores de perda de massa dos corpos-de-prova de *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora*, sendo que ambos foram estatisticamente inferiores aos valores apresentados pela madeira de *Pinus elliotii*.

Tabela 5. Valores médios de perda de massa

Espécies de madeira	Médias	Comparações (5%)
<i>Pinus elliotii</i>	3,85	a
<i>C. citriodora</i>	2,89	b
<i>E. urophylla</i>	2,86	b

médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey

Analisando o desgaste sofrido pelos corpos de prova segundo o sistema nota descrição (página 18), percebeu-se que os corpos de prova provenientes de pinus, que foram utilizados como testemunhas, sofreram ataques mais profundos, com perfurações

e não somente escarificações superficiais, o que demonstra a maior susceptibilidade a desgaste por ataque *Coptotermes gestroi* (tabela 6).

Tabela 6. Desgaste sofrido pelos corpos-de-prova a ação de *Coptotermes gestroi* (Isoptera, Rhinotermitidae), Seropédica, RJ 2008

Corpo de prova	Nota		
	<i>C. citriodora</i>	<i>E. urophylla</i>	<i>P. elliottii</i>
1	9	7	7
2	7	9	7
3	10	7	4
4	10	9	7
5	7	9	7
6	9	9	4
7	9	9	4
8	9	7	7
9	9	10	
10	10	9	
Média	8,9	8,5	5,8

Para a madeira de *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora*, observou-se escarificações superficiais não havendo ruptura ou penetração (tabela 6).

É comum afirmar-se que a madeira de *Corymbia citriodora* é das mais resistentes ao apodrecimento (OLIVEIRA, 2005), fato comprovado pelos resultados deste experimento.

PAES & VITAL (2000), relatam que a madeira de *Eucalyptus urophylla* é altamente vulnerável ao ataque de cupins, embora neste ensaio tenha apresentado boa resistência ao ataque por *Coptotermes gestroi*.

Para o *Pinus elliottii* observou-se que a degradação da madeira foi a mais alta dentre as amostras utilizadas neste ensaio, comprovando resultados de estudos anteriores que caracterizaram este tipo de material como tendo baixa resistência quando em contato com cupins (PÊGAS, 2007).

5. CONCLUSÃO

A madeira de *E. urophylla* e *C. citriodora* é menos atrativa e mais resistente à degradação por *Coptotermes gestroi*, enquanto a de *P. elliottii* é mais susceptível ao ataque dos cupins;

Não houve diferença significativa entre a perda de massa de *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora*, sendo que ambas apresentaram diferença em relação ao *P. elliottii*.

A madeira de *E. urophylla* e *C. citriodora* sofre menos desgaste por *Coptotermes gestroi* do que a madeira de *P. elliottii*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, R.L.S.; SILVA, K.E.S. **Resistência natural de dez espécies madeireiras da Amazônia ao ataque de *Nasutitermes macrocephalus* (Silvestri) e *N. surinamensis* (Holmgren) (Isoptera: Termitidae)**. Revista Árvore, Viçosa, n.2, p.229-234, v.24, 2000.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM D-1413, **Standard test method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures**. Annual book of ASTM Standards, Philadelphia, p.119-21, v.0410, 1994.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM D-2017, **Standard test method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of wood**. Annual book of ASTM Standards, Philadelphia, p.324-28, v.0410, 1994.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM D-3345, **Standard test method for laboratory evaluation of wood and other cellulosic materials for resistance to termites**. Annual book of ASTM Standards, Philadelphia, p.119-21, v.0410, 1994.
- BANDEIRA, A.G. **Notas sobre a fauna de cupins (Insecta, Isoptera) do Parque Nacional da Amazônia (Tapajós)**, Brasil. Bolm Mus. Pará. Emílio Goeldi, n. Sér. Zool. 96: 1-12, 1979.
- BOTELHO, G. M. L.; SANTANA, M. A. E.; ALVES, M. V. S. **Caracterização química, durabilidade natural e tratabilidade da madeira de seis espécies de eucalyptos plantadas no Distrito Federal**. Revista Árvore, Viçosa, n. 1, p. 115-121, v. 24, 2000.
- BULTMAN, J.D.; PARRISH, K.K. **Evaluation of some wood extractives and related compounds as anti-borer, anti-fungal, and anti-termitic agents**. International Biodeterioration Bulletin, Birmingham, n.1, p.19-27, v.15, 1979.
- CORNELIUS, M.L.; GRACE, J.K.; FORD, P.W.; DAVIDSON, B.S. **Toxicity and repellency of semiochemicals extracted from a Dolichoderine ant (Hymenoptera, Formicidae) to the formosan subterranean termites (Isoptera, Rhinotermitidae)**. Environmental Entomology, College Park, n.5, p.1263-1269, v.24, 1995.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, Curitiba, PR. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado do Paraná**. Brasília, Departamento de Difusão de Tecnologia, 1986. 89p.
- FERNANDES J. L. G. **Adequação de Produtos à Preservação de Madeiras**. In: **Revista da Madeira**, Ano 9 - Número 54, p. 102 – 104, 2001.
- FINDLAY, W. P. K. **The nature and durability of wood**. In: Findlay, W. P. K. (Ed.). **Preservation of timber in the tropics**. Dordrecht: Martinus Nijhoff/ Dr. W. Junk Publishes, 1985. p. 1-13.
- GRASSÉ, P.-P. **Termitologia**. Paris, Masson. v. 3, 715 p. 1986.
- HILLIS, W.E.; YAZAKI, Y. Polyphenols of Intsia heartwood. Phytochemistry, Oxford, p.2491-2495, v.12, 1973.
- LEPAGE, E. S. et al, **Manual de Preservação de Madeiras**, Vol. I e II - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1986, 701 p.
- LIMA, T. G.; SILVA, M. D. D.; LELLES, J. G.; DELLA LUCIA, R. M., **Ensaio de Apodrecimento Acelerado das Madeiras de *Eucalyptus microcorys* e de**

- Eucalyptus pilularis*, pg 42. Em FLORESTA E AMBIENTE, Instituto de Florestas, UFRRJ - Seropédica - Rio de Janeiro, 1997, n. 4, 154 p.
- MILL, A.E. 1991. **Termites as structural pests in Amazônia, Brazil**. Sociobiology, n.19, 1991, p. 339-348.
- OLIVEIRA, A. M.F. et al. **Agentes destruidores da madeira**. In: Manual de Preservação de Madeiras. São Paulo: 1986. p. 99-275.
- OLIVEIRA, J. T. S. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil**, 429f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- OLIVEIRA, J. T. **RESISTÊNCIA NATURAL DA MADEIRA DE SETE ESPÉCIES DE EUCALIPTO AO APODRECIMENTO**, R. Árvore, Viçosa-MG, n.6, p.993-998, v.29, 2005.
- DEON, G. **Manual de preservação de madeiras em clima tropical**. Centre Technique Forestier Tropical, 1989, 116p.
- PAES, J. B. **Efeito da purificação e do enriquecimento do creosoto vegetal em suas propriedades preservativas**. Viçosa, 1997. 143p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Federal de Viçosa.
- PAES, J.B.; Vital, B.R. **Resistência natural da madeira de cinco espécies de eucalipto a cupins subterrâneos em testes de laboratório**. Revista Árvore, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 1-6, 2000.
- PAES, J.B. et al. **Resistência de nove painéis a base de madeira a cupins subterrâneos em ensaio de preferência alimentar**. In: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, n.8, 2002, Uberlândia, Anais... Uberlândia: UFU, 2002. Cd-rom.
- PAES, J.B.; MoraiS, V.M.; Lima, C.R. **Resistência natural de nove espécies de madeiras do semi-árido brasileiro a fungos xilófagos em condições de laboratório**. Revista Árvore, Viçosa, n.2, p. 275-282, v.28, 2004.
- PANSHIN, A. J.; Zeeuw, C. **Text book of wood technology**. 4. ed. New York: Mc Graw Hill, 1980. 722p.
- PÊGAS, M. R. A. **Resistência natural de nove espécies de madeiras ao ataque de *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896) (Isoptera: Rhinotermitidae)**, Dissertação de Monografia, UFRRJ, Seropédica, RJ, 2007, 24 p.
- QUENNEDEY, A. & DELIGNE, J. 1975. **L'arme frontale des soldats de termites**. I. Rhinotermitidae. **Ins. Soc.**, 22(3): 243-267.
- REIS, G. G. REIS M. G. F. **Competição por luz, água e nutrientes em povoamentos florestais**. In; SIMPOSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL, Belo Horizonte. ANAIS... Belo Horizonte: SIF, n.1, p.161-172, 1993.
- RICHARDSON, B.A. **Wood preservation**. 2. ed. London: E & FN SPON, 1993. 226p.
- HUNT, G.M.; Garratt, G.A. **Wood preservation**. 3. ed. New York, Mc Graw-Hill, 1967. 433p.
- SANTINI, E. J, **Biodeterioração e preservação da madeira**. S. 1, UFSM, CEDEF, FAT. 1982. 125p.
- SANTOS, E.; **Nossas Madeiras**, editora Itatiaia, Belo Horizonte. 1987. 133p.
- SCANAVACA JUNIOR, L. **Caracterização Silvicultural, botânica e tecnológica do *eucalyptus urophylla* S. T. Blake e de seu potencial para utilização em serraria**. Piracicaba: ESALQ. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), 108p. , 2001.
- SCHEFFER, T. C. **Microbiological deterioration and its causal organisms**. In: Nicholas, D. D. (ed.). **Wood deterioration and its prevention treatments:**

- degradation and protection** of wood. Syracuse: Syracuse University, 1973. v. 2. p. 31-106.
- SCHEFFRAHN, R.H. Allelochemical resistance of wood to termites. **Sociobiology**, Chico, n.1, p.257-281, v.19, 1991.
- SHIMIZO, J.Y.; MEDRADO, M.J.S. **Liquidambar para produção de madeira no sul e Sudeste do Brasil**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, nº50, p. 127 -138 jan./jun. 2005. Nota técnica.
- TISSEVERASINGHE, A.E.K.; JAYATILLEKE, M.P. **A preliminary study of the feeding preferences of the dry wood termites**. Sri Lanka Forestry, p.13- 18, v.11, 1973.
- TRUGILHO, P. F.; SILVA, D. A.; FRAZÃO, F. J. L.; MATOS, J. L. M. **Comparação de métodos de determinação da densidade básica em madeira**. ACTA Amazônica, Manaus - Amazonas, V. 20, p. 307-319, mar./dez. 1990.
- WEESNER, F.M. **The termites of the United States - A handbook**. The National Pest Control Association. 1965, 67 p.
- WILLEITNER, H. **Laboratory test on the natural durability of timber-methods and problems**. Stockholm: The International Research Group on Wood Preservation, 1984, 11p. (Doc. IRG/WP/2217).