



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

**DEGRADAÇÃO NATURAL DE TORAS E SUA INFLUÊNCIA NAS
PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DA MADEIRA DE CINCO
ESPÉCIES FLORESTAIS**

HENRIQUE TREVISAN

Sob a orientação do Professor
Acacio Geraldo de Carvalho

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

Seropédica, RJ
Fevereiro, 2006

634.96

T814d

T

Trevisan, Henrique, 1976-

Degradação natural de toras e sua influência nas propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais / Henrique Trevisan. - 2006.

56 f. : il.

Orientador: Acácio Geraldo de Carvalho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas.

Inclui bibliografia.

1. Madeira - Deterioração - Teses. 2. Madeira - Conservação - Teses. 3. Madeira - Propriedades mecânicas - Teses. 4. Toras de madeira - Teses. 5. Térmita - Teses. 6. Broca (Inseto) - Teses. I. Carvalho, Acácio Geraldo de Carvalho, 1953-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Florestas. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS

HENRIQUE TREVISAN

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 22/02/2006

Acacio Geraldo de Carvalho. Prof. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Ervandil Corrêa Costa. Prof. Dr. UFSM

Alexandre Monteiro de Carvalho. Prof. Dr. UFRRJ

Ao meu Pai Argemiro Trevisan, por ter me ensinado o valor do amor, e nele encontrar a certeza do caminho. Em especial a minha mãe Vilza Aparecida Fernandes Trevisan “*in memoriun*”, que partiu ao encontro do Pai criador no início deste trabalho, e que sempre será meu símbolo eterno de força e garra, para continuar trilhando a estrada chamada vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao divino Pai eterno pela oportunidade desta vida.

Ao mestre Jesus Cristo Redentor pela iluminação do caminho.

A Virgem da conceição pelo significado de sua existência em minha vida.

Aos meus Guias e protetores, pelo direcionamento.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), pelo aprendizado científico ao longo da graduação e do mestrado.

Ao Prof. Dr. Acácio Geraldo de Carvalho, pelas brilhantes e coerentes sugestões.

Ao Prof. Carlos Alberto Hector Flechtmann, pela identificação das coleobrocas.

Ao professor Reginaldo Constantino, pela identificação dos Térmitas.

Aos meus irmãos Erica Trevisan e Eduardo Trevisan e minha Tia Luiza Francisca Trevisan, pelos estímulos e apóio.

Ao estagiário e amigo Maraue Tieppo, pela força e companheirismo na realização das etapas do trabalho.

Ao Diretor da floresta Nacional Mário Xavier, Álvaro Freire da Mota, e ao Sr. Jair, funcionários desta unidade, pela preciosa ajuda na execução da pesquisa.

Aos companheiros do laboratório de Entomologia Florestal (IF/UFRRJ) pela amizade constante, em especial Sandra Regina Ventura, pelos conselhos perseverantes.

Aos companheiros do alojamento da Pós Graduação da UFRRJ, Luciano de Oliveira Toledo e Raquel de Oliveira Ferreira, que souberam administrar com maestria meus momentos de clausura e introspecção.

Aos meus irmãos da Igreja Ana Emerick, Marcio de Mello Gomes e Suya Presta, pelas orações e palavras amigas nos momentos em que me encontrava equivocado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de uma bolsa de estudos.

RESUMO

TREVISAN, Henrique. **Degradação natural de toras e sua influência nas propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais.** 2006. 56 f Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

A primeira parte deste trabalho foi conduzida entre agosto de 2004 a agosto de 2005, e teve como objetivo avaliar a influência de dois ambientes, florestal e campo aberto, na durabilidade de toras recém abatidas de cinco espécies florestais: *Eucalyptus urophylla* “Eucalipto” (Myrtaceae), *Melia azedarach* L. “Cinamomo” (Meliaceae), *Lophantera lactescens* Ducke, “Lanterneira” (Malpighiaceae), *Pinus elliottii* “Pinus” (Pinaceae), *Inga marginata* “Inga” (Mimosaceae), bem como avaliar a ocorrência de coleobrocas e térmitas nas respectivas madeiras e ambientes, através de coletas de sub-amostras de madeira, em tempo determinado, e de coletas dos térmitas ocorrentes, na desmontagem do experimento. Foi registrada a ocorrência de coleobrocas apenas nas toras de *Inga marginata* e no campo de dentro da mata, sendo as espécies identificadas: *Euplatypus parallelus* e *Teloplatus ratzeburgi*, ambas da família Platypodidae. Registrou-se 56,6 % das toras com a presença de térmitas no campo de dentro da mata, sendo que as espécies ocorrentes foram: *Nasutitermes minor*, *Nasutitermes jaraguai* e *Heterotermes longiceps*. No campo a céu aberto, foi registrado 20% das toras com a presença de térmitas, de uma única espécie ocorrente, *Heterotermes longiceps*. Para a avaliação da durabilidade natural, adotou-se um sistema de classificação. Os menores índices de comportamento, o que denotam madeiras mais degradadas, para ambos os ambientes, foram registrados nas toras de Eucalipto, sendo 60 para dentro da mata e 70 para fora da mata. A segunda parte deste trabalho teve como objetivo avaliar a influência do intemperismo em propriedades físicas e mecânicas da madeira. Ensaio mecânicos foram realizados com a madeira não intemperizada, para posterior comparação com os valores obtidos dos ensaios realizados nas madeiras procedentes das toras intemperizadas. Reduções significativas da densidade foram observadas apenas nas madeiras expostas no campo de apodrecimento de dentro da mata. A madeira de *L. lactescens* foi a única que não teve a resistência a compressão e o módulo de elasticidade e ruptura, na flexão estática, alterados após o intemperismo, nos dois ambientes. As maiores reduções no módulo de elasticidade e ruptura, bem como na resistência a compressão, foram registradas na madeira de *E. urophylla*, nos dois ambientes. A terceira parte deste trabalho teve como objetivo estudar a resistência natural das madeiras, a ação de *Coptotermes Gestroi*, bem como traçar uma discussão sobre as metodologias que avaliam a resistência da madeira a térmitas e propor um protocolo que contemple o referido estudo, de forma mais adequada, e que possa prever, de forma mais real, a resistência da madeira quando em serviço. A madeira que mais perdeu massa, frente à ação de *C. gestroi* foi a de *L.lactecens* e a que menos perdeu foi a de *M. azedarach*. A madeira de *E. urophylla* e *L. lactescens* foram enquadradas na classe resistente e *M. azedarach* e *I. marginata*, como altamente resistente a *Coptotermes gestroi* no ensaio de livre escolha. O método sugerido, denominado semicampo, demonstrou-se eficiente para avaliação da resistência natural das madeiras e preferência alimentar.

Palavras Chaves: Madeira, deterioração, propriedades tecnológicas

ABSTRACT

TREVISAN, Henrique. **Natural degradation of toras and your influence in the properties of the wood five forest species**. 2006. 56 f Dissertation (Master's degree in Environmental and Forest Sciences) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

The first part of this work was led from August from 2004 to August 2005. The objective of evaluating the influence of two environments: forest and open field, in the durability of recently abated toras of five forest species: *Eucalyptus urophylla* "Eucalyptus" (Myrtaceae), *Melia azedarach* L. "Cinamomo" (Meliaceae), *Lophantera lactescens* Ducke, "Lanterneira" (Malpighiaceae), *Pinus elliottii* "Pinus" (Pinaceae), *Inga marginata* "Inga" (Mimosaceae), as well as to evaluate the beetles and termites occurrence in the respective wood and environments, through collections of wood sub-samples, in deforestation time, and of collections of the occurring termites, in the dismantling of the experiment. The beetles occurrence were just registered in the timber of *Inga marginata* and in the field from inside the forest, and the identified species were: *Euplatypus parallelus* and *Teloplatypus ratzeburgi*, both of the family Platypodidae. 56,6% of the timber were enrolled with the presence of termites in the field from inside the forest, where the species found were: *Nasutitermes minor*, *Nasutitermes jaraguai* and *Heterotermes longiceps*. In the open field, it was registered 20% of the timber with the presence of termites, with a single species found, *Heterotermes longiceps*. For the evaluation of the natural durability, a classification system was adopted, where through the deterioration level, notes were attributed. The smallest indexes, for both environments were registered by the timber of *E. urophylla*, 60 inside the forest and 70 of outside forest. The second part of this work had the objective of evaluating the influence of the intemperism, in the physical and mechanical wood properties. Mechanical rehearsals were accomplished with the wood non degradation, for further comparison with the values obtained from the rehearsals accomplished in the wood coming from the intemperized timber. Significant reductions of the density were observed only the exposed wood from the rotten field of the forest. The wood of *L. lactescens* was the only one that didn't show the resistance from the compression and the module of elasticity and rupture, in the static flex, altered after the intemperism, in the two environments. The largest reductions in the module of elasticity and rupture, as well as in the resistance from compression, were registered in the wood of *E. urophylla*, in both environments. The third part of this work had the objective of studying the natural resistance of the wood, *Coptotermes gestroi* action, as well as to trace a discussion on the methodologies that evaluate the resistance of the wood to termites and to propose a protocol that contemplates the referred study, in a more appropriate way, and that can predict, in a more real way, the resistance of the wood when in service. The wood that loses more mass, from the action of *C. gestroi* was the *L. lactescens* and the one that loses less mass was *M. azedarach*. *E. urophylla* and *L. lactescens* were framed in the resistant class and *M. azedarach* and *I. marginata*, as highly resistant to *C. gestroi* in the rehearsal of free choice. The suggested method, denominated "semicampo", was efficient for the evaluation of natural resistance of the wood and feeding preference.

Key words: Wood, deterioration, technological properties

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela 1.** Classificação do nível de degradação das madeiras em contato com o solo (LEPAGE, 1970).-----11
- Tabela 2.** Índice de deterioração das madeiras, percentagem de amostras com madeira dura, rachaduras longitudinais, ataque e espécies de térmitas incidentes, no campo de apodrecimento de dentro da mata. Seropédica, 2005.-----16
- Tabela 3.** Índice de deterioração das madeiras, percentagem de amostras com madeira dura, rachaduras longitudinais, ataque e espécies de térmitas incidentes, no campo de apodrecimento a céu aberto, Seropédica, 2005.-----17

CAPÍTULO II

- Tabela 1.** Classificação do nível de degradação dos corpos-de-prova, adaptada de LEPAGE (1970)-----26
- Tabela 2.** Índice médio de deterioração dos corpos-de-prova oriundos de toras expostas no campo de apodrecimento de fora da mata (condição II) e expostas no campo de apodrecimento de dentro da mata (condição III). Seropédica, 2005-----28
- Tabela 3.** Densidade aparente média dos corpos-de-prova (\pm desvio padrão), em g/cm^3 , e redução percentual de madeiras de cinco espécies florestais que não foram exposta a intempéries (Condição I) e exposta em campo aberto (Condição II) por 12 meses. Seropédica, 2005.-----32
- Tabela 4.** Densidade aparente média dos corpos-de-prova (\pm desvio padrão), em g/cm^3 , e redução percentual de madeiras de cinco espécies florestais que não foram exposta a intempéries (Condição I) e expostas dentro da mata (Condição III), por 12 meses. Seropédica, 2005-----32
- Tabela 5.** Valores médios de compressão paralela às fibras (\pm desvio padrão), em kgf/cm^2 e perda percentual da madeira de cinco espécies florestais que não foram expostas a intempéries (Condição I) e expostas em campo aberto (Condição II) por 12 meses. Seropédica, 2005-----34
- Tabela 6.** Valores médios de compressão paralela às fibras (\pm desvio padrão) em kgf/cm^2 , e perda percentual da madeira de cinco espécies florestais, que não foram expostas a intempéries (Condição I) e expostas dentro da mata (Condição III) por 12 meses. Seropédica, 2005-----34

Tabela 7. Densidade aparente média dos corpos-de-prova (\pm desvio padrão), em g/cm^3 , e redução percentual, de madeiras de cinco espécies florestais que não foram expostas à intempéries (Condição I) e exposta em campo aberto (Condição II) por 12 meses. Seropédica, 2005.....	35
Tabela 8. Densidade aparente média dos corpos-de-prova (\pm desvio padrão), em g/cm^3 , e redução percentual, de madeiras de cinco espécies florestais que não foram expostas à intempéries (Condição I) e exposta dentro da mata (Condição III) por 12 meses. Seropédica, 2005.....	35
Tabela 9. Valores médios do módulo de Ruptura (MOR), em kgf/cm^2 , (\pm desvio padrão) e redução percentual, da madeira de cinco espécies florestais que não foram expostas à intempéries (Condição I) e expostas em campo aberto (Condição II) por 12 meses. Seropédica, 2005.....	36
Tabela 10. Valores médios do Módulo de Ruptura (MOR), em kgf/cm^2 , (\pm desvio padrão) e redução percentual, da madeira de cinco espécies florestais que não foram expostas à intempéries (Condição I) e expostas dentro da mata (Condição III) por 12 meses. Seropédica, 2005.....	37
Tabela 11. Valores médios do Módulo de Elasticidade (MOE), em kgf/cm^2 , (\pm desvio padrão) e redução percentual, da madeira de cinco espécies florestais que não foram expostas à intempéries (Condição I) e expostas em campo aberto (Condição II) por 12 meses. Seropédica, 2005.....	38
Tabela 12. Valores médios do Módulo de Elasticidade (MOE), em kgf/cm^2 , (\pm desvio padrão) e redução percentual, da madeira de cinco espécies florestais que não foram expostas às intempéries (Condição I) e expostas dentro da mata (Condição III) por 12 meses. Seropédica, 2005.....	38

CAPÍTULO III

Tabela 1. Avaliação do desgaste provocado pelos cupins nos corpos-de-prova.....	46
Tabela 2. Avaliação da durabilidade, em função da perda percentual de massa dos corpos-de-prova expostos ao ataque natural de <i>C. gestroi</i>	46
Tabela 3. Consumo médio, em gramas, dos térmitas e desgaste médio, perda de massa percentual média e classe de resistência dos corpos-de-prova das quatro madeiras, expostos ao ataque natural de <i>C. gestroi</i> pelo período de 45 dias.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Campo de apodrecimento dentro da mata-----	08
Figura 2. Campo de apodrecimento fora da mata-----	08
Figura 3. Termômetros instalados em cada campo de apodrecimento-----	09
Figura 4. Croqui dos campos experimentais-----	09
Figura 5. Sub-amostras sendo retiradas com Moto serra.-----	10
Figura 6. Sub-amostras acondicionadas em saco plástico.-----	10
Figura 7. Sub-amostras sendo desdobradas em laboratório, para coleta das coleobrocas-----	10
Figura 8. Tufo de serragem compactada, em Ingá, expelido por Platypodidae-----	12
Figura 9. Grupo de tufos de serragem compactada, em Ingá, expelido por Platypodidae.-----	12
Figura 10. Temperaturas máxima e mínima, em °C, de agosto de 2004 a agosto de 2005, no campo de apodrecimento de dentro da mata. As retas mostram os pontos onde encontram-se as médias. Seropédica, 2005.-----	14
Figura 11. Temperaturas máxima e mínima, em °C, de agosto de 2004 a agosto de 2005, no campo de apodrecimento a céu aberto. As retas mostram os pontos onde encontram-se as médias. Seropédica, 2005.-----	14
Figura 12. Reação fisiológica da tora de Cinamomo, no campo de apodrecimento de dentro da mata.-----	15

CAPÍTULO II

Figura 1. Sistema de amostragem das toras e dos toretes, ao longo do fuste das árvores.-----	23
Figura 2. Sistema de confecção dos corpos-de-prova nos toretes, para ensaios de resistência a flexão estática (MOE e MOR) e resistência à compressão paralela às fibras, sendo: etapa 1 – torete de 40 cm; etapa 2 – prancha diametral e as divisões em sarrafos; etapa 3 – região de onde foram retirados os Corpos-de-prova; etapa 4 – sarrafo mostrando a localização dos diferentes corpos-de-prova: A – resistência à compressão paralela às fibras, B – Resistência à flexão estática.-----	25

Figura 3. Temperaturas máxima e mínima, em °C, de agosto de 2004 a agosto de 2005, no campo de apodrecimento de dentro da mata. As retas mostram os pontos onde encontram-se as médias. Seropédica, 2005. -----	27
Figura 4. Temperaturas máxima e mínima, em °C, de agosto de 2004 a agosto de 2005, no campo de apodrecimento a céu aberto. As retas mostram os pontos onde encontram-se as médias. Seropédica, 2005.	27
Figura 5. Corpos-de-prova de <i>M. azedarach</i> procedentes do campo aberto.	29
Figura 6. Corpos-de-prova de <i>M. azedarach</i> procedentes de dentro da mata.	29
Figura 7. Corpos-de-prova de <i>L. lactescens</i> procedentes do campo aberto.	29
Figura 8. Corpos-de-prova de <i>L. lactescens</i> procedentes de dentro da mata.	29
Figura 9. Corpos-de-prova de <i>E.urophylla</i> procedentes do campo aberto.....	29
Figura 10. Corpos-de-prova de <i>E.urophylla</i> procedentes de dentro da mata.	29
Figura 11. Corpos-de-prova de <i>I. marginata</i> procedentes do campo aberto.....	30
Figura 12. Corpos-de-prova de <i>I. marginata</i> procedentes de dentro da mata.	30
Figura 13. Corpos-de-prova de <i>P.elliottii</i> procedentes do campo aberto -----	30
Figura 14. Corpos-de-prova de <i>P.elliottii</i> procedentes de dentro da mata -----	30

CAPÍTULO III

Figura 1. Corpos-de-prova de <i>L. lactecens</i> , expostos à <i>C. gestroi</i> -----	47
Figura 2. Corpos-de-prova de <i>E. urophylla</i> expostos à <i>C. gestroi</i> -----	47
Figura 3. Corpos-de-prova de <i>I. marginata</i> , expostos a <i>C. gestroi</i> -----	48
Figura 4. Corpos-de-prova de <i>M. azedarach</i> , expostos a <i>C. gestroi</i> -----	48
Figura 5. Massa restante dos corpos-de-prova de <i>P. elliottii</i> , após 45 dias de exposição a <i>C. gestroi</i> -----	49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL -----	1
CAPITULO I -----	2
RESUMO-----	3
ABSTRACT-----	4
1. INTRODUÇÃO-----	5
2. MATERIAL E MÉTODOS-----	8
2.1 Espécies arbóreas-----	8
2.2 Escolha, padronização das toras e montagem dos blocos-----	8
2.3 Coleta das coleobrocas e quantificação dos danos-----	10
2.4 Avaliação da durabilidade natural-----	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	11
4. CONCLUSÕES-----	17
CAPITULO II -----	18
RESUMO-----	19
ABSTRACT-----	20
1. INTRODUÇÃO-----	21
2. MATERIAL E MÉTODOS-----	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	26
3.1 Degradação dos Corpos-de-prova-----	28
3.2 Propriedades físicas e mecânicas-----	31
3.2.1 Densidade aparente e Resistência à compressão paralela às fibras-----	32
3.2.1.1 Densidade aparente dos corpos-de-prova destinados à compressão -----	32
3.2.1.2 Resistência à compressão paralela às fibras-----	33
3.2.2 Densidade, Módulo de ruptura e Elasticidade na flexão estática-----	34
3.2.2.1 Densidade aparente dos Corpos-de-prova destinados à flexão estática-----	34
3.2.2.2 Módulo de ruptura (MOR) na flexão estática-----	36
3.2.2.3 Módulo de elasticidade (MOE) na flexão estática-----	37
4. CONCLUSÕES-----	39

CAPITULO III	41
RESUMO	42
ABSTRACT	43
1. INTRODUÇÃO	44
2. MATERIAL E MÉTODOS	44
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4. CONCLUSÕES	50
2 CONCLUSÕES GERAIS	51
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

1. INTRODUÇÃO GERAL

A madeira é um material que apresenta algumas propriedades que a tornaram, desde os primórdios da humanidade, cobiçada e com um lugar de destaque no desenvolvimento da civilização. A resistência mecânica elevada, a facilidade de manuseio, uma resistência química apreciável, um bom isolante elétrico e térmico, a possibilidade de ser encontrada na natureza com ampla variedade e devido à sua ampla faixa de texturas e colorações, na maioria com aromas agradáveis, fizeram da madeira a maior ferramenta usada e desejada pelo homem (APRILE *et al.* 1999). Nem com o aparecimento de novos materiais, que possam substituí-la, sempre será interessante o seu aproveitamento, por aspectos econômicos, ou por suas características peculiares. O consumo de madeira vem aumentando com o passar dos anos.

Novas tecnologias estão sendo desenvolvidas para otimizar o uso da madeira, sendo estas relativas às propriedades tecnológicas ou ao potencial de uso, intrínseco a cada espécie, dentre muitas outras.

O estudo da degradação da madeira tem papel importante na otimização desse material, sendo de extrema relevância o completo entendimento desse processo, para um melhor, bem como um correto aproveitamento das propriedades de cada madeira, resultando dessa forma, na contenção de gastos e de desperdícios desnecessários. Segundo CAVALCANTE (1983) não é raro o colapso de estruturas como pontes, ancoradouros e construções rurais, devido ao emprego de madeira inadequada, de baixa durabilidade. A imensa diversidade de espécies e o elevado potencial madeireiro encontrado na Amazônia, é sem dúvida algo relevante para a indústria madeireira, porém o aproveitamento é irracional (REALINO & BUENO, 1979).

Os processos de degradação podem ser estudados através da avaliação da durabilidade natural das madeiras, segundo JESUS *et al.* (1998), esta característica permiti analisar a vida média útil e a susceptibilidade a organismos xilófagos, podendo assim ser realizado uma classificação do uso da madeira, quanto ao grau de degradação, não só ocasionada por esses organismos, mas também por fatores abióticos. O mesmo autor ressalta que as informações obtidas neste tipo de estudo complementam o conhecimento das demais propriedades tecnológicas, que em conjunto, podem fornecer diretrizes não só para o melhor uso, como também viabiliza a comercialização de espécies florestais com potencialidades na indústria madeireira.

Segundo FOSCO MUCCI *et al.* (1992) a maior parte da literatura encontrada publicada em preservação de madeiras tem sido sobre o aspecto da durabilidade natural, não causando surpresa, devido ao enorme potencial em encontrar espécies com resistência natural a fungos, cupins e xilófagos marinhos. GJOVIK *et al.* (1991) relatam que a natureza das investigações varia desde estudos de extração de compostos químicos e identificação dos compostos ativos, que fazem certas madeiras naturalmente duráveis, até simples métodos de avaliação em campo, para determinar a durabilidade natural.

O presente trabalho foi dividido em três capítulos, constituindo experimentos distintos, todos enquadrados dentro do estudo da degradação da madeira. No primeiro capítulo estudou-se a degradação natural de toras de seis espécies florestais, em dois ambientes, bem como registrou-se a ocorrência de coleobrocas e térmitas. No segundo capítulo, foi avaliada a influência da degradação nas propriedades físicas e mecânicas das madeiras. No terceiro foi avaliado a resistência das madeiras a ação de *Coptotermes gestroi*, sendo que dentro desta etapa buscou-se discutir as metodologias que contemplam o referido estudo e propor um protocolo que possa prever o comportamento das madeiras, quando em serviço, frente a atuação dos térmitas.

CAPÍTULO I

DEGRADAÇÃO NATURAL DE TORAS DE CINCO ESPÉCIES FLORESTAIS EM DOIS AMBIENTES

RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar a degradação natural de toras recém abatidas, em dois ambientes, bem como registrar a ocorrência de térmitas e coleobrocas nas respectivas toras e ambientes. As espécies utilizadas foram, *Eucalyptus urophylla* “Eucalipto” (Myrtaceae), *Melia azedarach* L. “Cinamomo” (Meliaceae), *Lophantera lactescens* Ducke, “lanterneira” (Malpighiaceae), *Pinus elliottii* “Pinus” (Pinaceae), *Inga marginata* “Inga” (Mimosaceae). O experimento foi montado na Floresta Nacional Mario Xavier, abrangendo constituído de dois campos de apodrecimentos, um dentro da mata e outro a céu aberto. Seis toras de cada espécie, foram enterradas verticalmente a 30 cm, dispostas em blocos ao acaso. Adotou-se um sistema de classificação, onde conforme o nível de deterioração da tora, notas foram atribuídas, fornecendo base para o cálculo do índice de deterioração. As coleobrocas, bem como os térmitas, foram coletados e enviados para identificação. Foi registrada a ocorrência de coleobrocas apenas nas toras de *Inga marginata* e no campo de dentro da mata, sendo as espécies identificadas: *Euplatypus parallelus* e *Teloplatus ratzeburgi*, ambas da família Platypodidae. Registrou-se 56,6 % de toras com a presença de térmitas no campo de dentro da mata, sendo as espécies ocorrentes: *Nasutitermes minor*, *Nasutitermes jaraguai* e *Heterotermes longiceps*. No campo a céu aberto, foi registrada 20% das toras com a presença de térmitas, de uma única espécie, *Heterotermes longiceps*. Tanto no campo de apodrecimento de dentro da mata como no que foi montado a céu aberto, as toras nas quais foram registrados os maiores índices de deterioração, menos deterioradas, foram as de: *M. azedarach* e *L. lactescens*, registrando valores de 90 e 80 para as oriundas do campo de dentro da mata, e 97 e 98 para as oriundas do campo a céu aberto. Os menores índices, para ambos os ambientes, foram registrados pelas toras de *E. urophylla*, sendo 60 para dentro da mata e 70 para fora da mata.

Palavras chaves: Deterioração, madeira, ensaio de campo.

ABSTRACT

The work had the objective of evaluate the natural degradation of a sample of a timber recently abated, in two environments, as well as to register the occurrence of termites and beetles in the respective sample of the shaft and environments. The used species were, *Eucalyptus urophylla* "Eucalyptus" (Myrtaceae), *Melia azedarach* L. "Cinamomo" (Meliaceae), *Lophantera lactescens* Ducke, "Lanterneira" (Malpighiaceae), *Pinus elliottii* "Pinus" (Pinaceae), *Inga marginata* "Inga" (Mimosaceae). The experiment was set up at the National Mario Xavier Forest, being constituted of two rotten fields, one inside of the forest and other on open field. Six samples of the shaft of each species, were buried vertically to 30 cm, disposed in random blocks. A classification system was adopted, according to the level of deterioration of the sample the shaft, where notes were attributed, supplying base for calculating it from the index of behavior. The beetles as well as the termites were collected and sent for identification. The beetles occurrence were just registered in the sample of the shaft of *Inga marginata* and in the field from within the forest, and the identified species were: *Euplatypus parallelus* and *Teloplatus ratzeburgi*, both of the family Platypodidae. We enrolled 56,6% of the sample of the shaft with the presence of termites in the field from within the forest, and the identified species were: *Nasutitermes minor*, *Nasutitermes jaraguai* and *Heterotermes longiceps*. In the open field it was registered 20% of the sample of the shaft with the presence of termites, with a single specie occurrence, *Heterotermes longiceps*. Whether in the deterioration field from within the forest, whether in open field, the sample of the shaft which the largest indexes of behavior were registered, less deteriorated, were: *M. azedarach* and *L. lactescens*, registering values of 90 and 80 for the ones originated from the field within the forest, and 97 and 98 for the ones originated from the open field. The smallest indexes, for both environments were registered by the sample of the shaft of *E. urophylla*, 60 inside the forest and 70 outside the forest.

Key words: Deterioration, wood, field rehearsal

1 INTRODUÇÃO

Os agentes degradadores da madeira podem ser bióticos ou abióticos, sendo os primeiros os mais relevantes, por serem mais efetivos no processo de degradação, dentro deste primeiro grupo encontram-se insetos, fungos, bactérias, algas e xilófagos marinhos. Dentre 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 em condições de serviço, devido aos constituintes serem de origem orgânica, os insetos utilizam-na como alimento, sendo as principais ordens que a atacam: Isoptera (térmitas) Coleóptera (coleobrocas) e com menor importância a Himenóptera (vespas e formigas).

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. Segundo RICHARDSON (1993), os cupins são, dentre os insetos xilófagos, os mais severos agentes destruidores da madeira. Dentre os cupins xilófagos, os conhecidos por cupins de solo ou subterrâneos são os responsáveis pelos maiores volumes de perda de madeira no mundo. Segundo CAVALCANTE (1985) a colônia desses cupins é composta de milhares de indivíduos, localizada no solo, de onde partem para atacar a madeira. A ocorrência deste tipo de cupim é denunciada pela presença de túneis de terra sobre paredes e madeiras.

De acordo com OLIVEIRA *et al.* (1986), as brocas têm seus hábitos alimentares estreitamente relacionados com o teor de umidade da madeira, atacando-a sob as seguintes formas: madeira com teor de umidade abaixo de 30% é atacada por Anobiidae e Lyctidae; madeira em fase de secagem, é atacada por Bostrichidae; árvores recém-abatidas, ainda com alto teor de umidade e liberando substâncias químicas, atraindo mais intensamente insetos das famílias Scolytidae e Platypodidae, embora ambas também sejam relatadas atacando árvores vivas; por fim, a faixa que compreende desde árvores vivas até troncos em adiantada decomposição, que normalmente sofrem ataques de Cerambycidae.

Os besouros das famílias Scolytidae, Bostrichidae e Cerambycidae, talvez sejam os grupos mais importantes. As coleobrocas da família Scolytidae têm papel fundamental nesse processo ao perfurarem galerias para nidificação em várias partes das árvores mas, essencialmente, na madeira de árvores recém-abatidas ou debilitadas, que ainda estejam em processo de fermentação da seiva, liberando voláteis químicos atrativos a esses insetos (SIMEONE 1965, FURNISS & CAROLIN 1977). De tamanho comumente bastante reduzido, possibilitam a entrada de umidade na madeira através de perfurações e galerias restritas à casca nas espécies fleófagas ou profundas no lenho nas xilomicetófagas, “besouros da ambrosia” sendo sítios potenciais de desenvolvimento de fungos, simbioses ou não, responsáveis pela aceleração da degradação do material.

O processo de seleção do substrato é importante tanto para os besouros da casca como para os besouros da ambrosia, pelo fato do substrato, onde a maioria dos Scolytidae se desenvolve, ser escasso e descontínuo no espaço e no tempo (LINDELOW *et al.*, 1992). A atratividade, das madeiras, está intimamente relacionada à especificidade hospedeira destes besouros. Segundo BROWNE (1961) existem espécies que podem estar associadas a determinadas plantas ou gêneros (monófagas), espécies associadas a uma família botânica (oligófagas) e por fim espécies que se associam a madeiras da mesma classe ou mesmo classes diferentes (polífagas).

A atuação dos fungos na degradação da madeira também é intensa, segundo SGAI (2000), os fungos destruidores mudam as propriedades físicas e químicas das paredes das células ou das

cavidades celulares, chamadas traqueídeos, e que afetam seriamente a resistência da madeira. Estes fungos são os que produzem a decomposição da madeira. Quase todos atacam, uma vez que a árvore tenha sido cortada ou logo que a mesma tenha caído. Os dois tipos de fungos que causam a destruição das células são: fungos de podridão branca e fungos de podridão parda.

Os fatores bióticos, citados anteriormente, associados aos abióticos, fecham o ciclo da degradação da madeira, dentre esses últimos pode-se destacar a ação da radiação ultravioleta da luz solar e as tensões criadas pelo umedecimento e secagem, sendo os maiores contribuintes no processo de deterioração (MILANO, 1986 *apud* CHANG, 1982)

LEPAGE (1970) publicou uma tradução do “Método Sugerido Pela IUFRO (International Union of Forestry Research Organizations) Para Ensaio de Campo Com Estacas de Madeira”, onde detalhadamente descreve tal metodologia, sendo o principal protocolo base utilizado por grande parte dos pesquisadores brasileiros na avaliação da durabilidade natural e da eficiência de preservativos, em campo. Segundo o autor, os ensaios de durabilidade natural e da eficiência de preservativos contra fungos e térmitas, tem sido efetuados desde longa data por meio de estacas que são enterradas até a metade de seu comprimento, sendo que as particularidades do método variam de um país para outro. Em 1959 foi estabelecido um grupo de trabalho sobre preservação de madeiras da F.A.O., seus membros concordaram unanimemente na unificação da metodologia, estabelecendo-se um padrão internacional.

Este método preconiza, para avaliação da durabilidade natural, a escolha das espécies, dimensões, descrição e condicionamento dos corpos-de-prova, bem como o número de campos de apodrecimento, montagem, inspeções e avaliação da área experimental. Na dimensão dos corpos-de-prova é sugerido estacas de 2,5 cm x 5 cm x 50 cm, confeccionados de alburno ou cerne. No tópico avaliação, é sugerido um sistema de graduação que atribui notas ao estado de sanidade do corpo-de-prova, o que facilita o registro e a compreensão dos resultados da inspeção, sendo uma ferramenta extremamente útil para experimentos dessa natureza. Embora seja mencionado que a espécie ou pelo menos o gênero dos térmitas, encontrados no campo, sejam citados, o método, desconsidera a identificação taxonômica dos fungos, coleópteros degradadores, enfim toda biota restante, que atua na degradação da madeira. Identificar taxonomicamente esses organismos se torna importante, uma vez que seria possível estabelecer ocorrências endêmicas de espécies e associá-las as condições edafoclimáticas ou à própria madeira estudada, contribuindo, e muito, para o entendimento dos processos da degradação, bem como para o conhecimento da atuação desses organismos.

Em estudo da durabilidade natural da madeira de 46 espécies amazônicas, durante oito e dez anos, JESUS *et al.* (1998), baseando-se nas normas propostas por LEPAGE (1970), identificaram além dos térmitas, os fungos e as briófitas ocorrentes nas madeiras, sendo tais identificações realizadas por entomólogos, botânicos e micologistas. Esse tipo de sinergismo, entre essas áreas, colabora enormemente para o entendimento do processo de colonização realizado por esses organismos, bem como para os processos da degradação. TREVISAN *et al.* (2003), ao avaliarem a durabilidade natural e a ocorrência de térmitas subterrâneos de seis madeiras, utilizando a mesma norma, modificada para testes com toletes em contato com o solo, mencionou a percentagem de ataque nos corpos-de-prova, registrada pelas galerias e orifícios de emergência, de escolitídeos, cerambicídeos e bostrichídeos.

A questão do número de campos de apodrecimento, para determinação da durabilidade natural da madeira, é outro ponto importante a se considerar. A norma proposta pela IUFRO sugere no mínimo dois ou três campos de apodrecimento, com 10 repetições, para cada tratamento.

Segundo CAVALCANTE (1985) o comportamento da mesma madeira pode ser diferente em dois ambientes distintos porque cada qual apresentará condições características de, por exemplo, umidade, insolação, aeração, temperatura, organismos xilófagos etc. Estes fatores têm atuação sobre a madeira, determinando sua duração.

Há grupos de insetos e fungos que atacam a madeira quando ela apresenta umidade elevada, enquanto outros insetos e fungos já preferem madeira com pouca umidade, isso foi verificado por ROCHA *et al.* (2000), que ao avaliarem a durabilidade natural de 20 madeiras nativas em contato com o solo, em três campos de apodrecimento distintos (Praia Grande, Campos do Jordão e Luis Antonio), em inspeções realizadas, aos 15 e 20 anos de exposição, concluíram que a atividade xilófaga foi mais intensa no campo de apodrecimento de Praia Grande, seguida de Luis Antonio e Campos do Jordão, sendo que a durabilidade da maioria das madeiras variou segundo as condições edafo-climáticas dos locais e a população xilófaga presente.

FOSCO MUCCI *et al.* (1992) ao avaliarem os mesmos campos e as mesmas madeiras, após 9 e 12 anos de exposição, mencionam que os principais agentes biodeterioradores no campo de Praia Grande foram os fungos apodrecedores, sendo os principais responsáveis pela quebra das estacas intensamente atacadas. Os mesmos autores registraram que o principal agente biodeteriorador, em Luis Antônio, foi o cupim. Conclui-se dessa forma, que os fungos foram responsáveis pela menor durabilidade da madeira no Campo de Praia Grande, em comparação com os outros, e que as condições edafo-climáticas desse local são favoráveis a estes organismos, bem como em Luis Antônio é favorável ao estabelecimento dos térmitas. Devido a essas particularidades, se torna importante estabelecer mais de um campo de apodrecimento para a avaliação da durabilidade da madeira.

Para efeito comparativo entre dados gerados a partir de experimentos dessa natureza, é essencial à padronização dos ensaios, CAVALCANTE (1983) enfatiza que informações bastante preciosas sobre a durabilidade de madeiras brasileiras poderão ser obtidas quando for adotado, pelos diferentes pesquisadores, o mesmo método padrão de ensaio para cada ambiente, e sugere um programa de âmbito nacional para a avaliação da durabilidade de madeiras, nesse contexto as dimensões dos corpos-de-prova, bem como o material que são confeccionados, cerne ou alburno, deve ser referido e padronizado, o mesmo autor ressalta que as peças que contém presença de alburno e de dimensões menores, apresentam durabilidade menor, comparando com as que tem presença de cerne e dimensões maiores. O nome botânico também é importante e deve ser mencionado, uma vez que o uso do nome vulgar pode acarretar em confusões, devido à existência de uma mesma designação para uma mesma espécie, em regiões diferentes. A localização geográfica e as condições edafo-climáticas também devem ser mencionadas, para caracterizar o sítio onde o experimento está sendo realizado, e conseqüentemente associá-lo a ocorrência dos organismos degradadores e à durabilidade da madeira.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a degradação de toras recém abatidas de cinco espécies florestais, em dois ambientes, bem como registrar a ocorrência de coleobrocas e térmitas nas respectivas toras e ambientes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Espécies arbóreas

A madeira utilizada neste trabalho foi obtida em árvores cultivadas no Campus da UFRRJ e na Floresta Nacional Mario Xavier, em Seropédica, RJ. As espécies utilizadas foram, *Eucalyptus urophylla* “Eucalipto” (Myrtaceae), *Melia azedarach* L. “Cinamomo” (Meliaceae), *Lophantera lactescens* Ducke, “Lanterneira” (Malpighiaceae), *Pinus elliottii* “Pinus” (Pinaceae), *Inga marginata* “Inga” (Mimosaceae).

2.2 Escolha, padronização das toras e montagem dos blocos.

A Floresta Nacional Mario Xavier, foi o local escolhido para o estabelecimento dos experimentos. Ambos foram instalados em solo com características homogêneas.

Dentro do contexto de que madeiras de mesma espécie, podem ter desempenho diferente por questões bióticas e abióticas, foram montados dois campos de apodrecimento: em uma mata em regeneração que constitui uma floresta secundária (Figura 1) e outro em uma área de pastagem (Figura 2), este último foi protegido com arame farpado para evitar a interferência dos animais. Ambos forneceram dados sobre a degradação e a ação de degradadores em tais ambientes, uma vez que possuem características edafoclimáticas diferenciadas (Insolação, umidade, temperatura etc).



Figura 1. Campo de apodrecimento dentro da mata



Figura 2. Campo de apodrecimento fora da mata

Em cada campo foi instalado um termômetro (Figura 3), devidamente protegido da insolação e da precipitação, para obtenção diária das temperaturas máxima e mínima.



Figura 3. Termômetros instalados em cada campo de apodrecimento

As toras foram coletadas aleatoriamente, com base na disponibilidade das cinco espécies no campus da UFRRJ e Floresta Nacional Mario Xavier.

De cada espécie foi utilizada quatorze toras, sete para cada campo de apodrecimento, sendo que uma destas, em cada ambiente, foi destinada à retirada de sub-amostras, para coleta das coleobrocas. As toras mediam 1,5 m de comprimento e entre 0,2 e 0,3 m de circunferência (TREVISAN et al, 2003), com máxima uniformidade e sem defeitos na madeira, seguindo recomendações de LOPEZ E MILANO (1986).

Imediatamente após a coleta, em 18 de agosto de 2004, as mesmas foram dispostas nas áreas experimentais dividida em seis blocos , com cinco amostras por bloco, para cada campo de apodrecimento. A disposição das amostras por espécie em cada bloco foi aleatória, com espaçamento de 1,0 m entre amostras e 1,5 m entre blocos (Figura 4). As amostras foram enterradas verticalmente no solo a uma profundidade de 0,3 m.

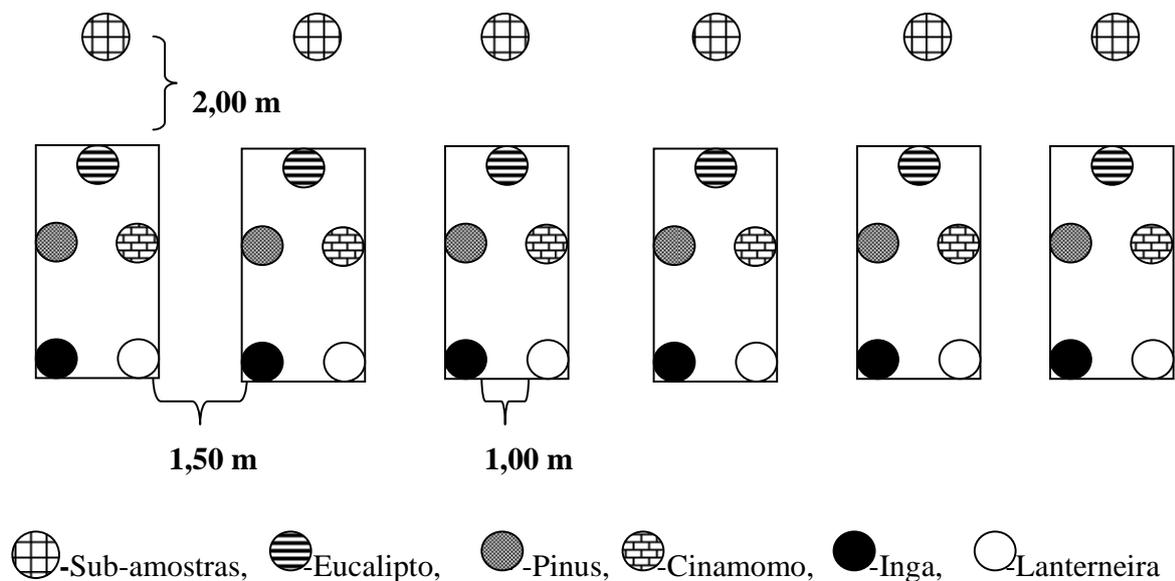


Figura 4. Croqui dos campos experimentais.

2.3- Coleta das coleobrocas e quantificação dos danos.

Uma amostra de cada espécie foi instalada a uma distância de 2 m ao longo dos blocos (Figura 4), ambas também enterradas verticalmente a 0,3m de profundidade, nos dois experimentos, das quais foram retiradas, com o auxílio de motosserra (Figura 5), sub-amostras de 20 cm, quinzenalmente durante 12 semanas, iniciando-se a partir do primeiro registro do ataque das coleobrocas, registro esse feito em inspeções diárias após a montagem dos experimentos. Após a coleta, as sub-amostras foram acondicionadas em sacos plásticos de polietileno e etiquetados, para posterior avaliação em laboratório (Figura 6). As sub-amostras foram desdobradas, no laboratório, com o auxílio de formão, martelo e estiletes (Figura 7), para coleta dos adultos das coleobrocas, que foram acondicionados em frascos com etanol a 70% e etiquetados por experimento, espécie e bloco, para posterior identificação pela equipe do Prof. Dr. Carlos A. H. Flechtmann, da faculdade de Engenharia da Unesp de Ilha Solteira.



Figura 5. Sub-amostras sendo retiradas com Moto serra.



Figura 6. Sub-amostras acondicionadas em Plástico.



Figura 7. Sub-amostras sendo desdobradas, para coleta de coleobrocas

2.4 Avaliação da durabilidade das toras e ocorrência de térmitas

Uma avaliação final de campo, aos 12 meses, foi realizada com um leve movimento circular do tolete quando ainda no solo para verificar se a resistência foi reduzida a tal ponto a provocar a sua quebra. As demais avaliações foram feitas no Laboratório de Entomologia Florestal do Departamento de Produtos Florestais, Instituto de Florestas, UFRRJ, onde o nível de degradação foi classificado segundo um sistema de notas relacionado ao estado fitossanitário da madeira, conforme recomendações propostas por LEPAGE (1970) modificadas, para testes de campo com toras em contato com o solo (Tabela 1).

O índice de deterioração foi admitido para estabelecer o estado médio de cada amostra dentro de cada bloco; ao final, foram somados os índices de deterioração para cada espécie, cujo valor foi dividido pelo número de amostras pôr espécie (seis), obtendo-se o índice de deterioração médio. Também foram observados (1) a consistência da madeira, através de uma leve pressão com uma chave de fenda, e (2) a presença de rachaduras longitudinais no corpo da amostra. Os dois primeiros parâmetros foram avaliados tanto na parte aérea quanto na parte subterrânea da amostra, separadamente (TREVISAN *et al.*, 2003).

Os espécimes de térmitas coletadas nas amostras foram etiquetadas e acondicionadas em álcool 70% e enviadas para o prof. Dr. Reginaldo Constantino do Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília, para identificação taxonômica.

Tabela 1. Classificação do nível de degradação das madeiras em contato com o solo (LEPAGE, 1970)

Estado de sanidade	Nota	Índice de deterioração
Sadio, nenhum ataque	0	100
Ataque leve ou superficial de fungos ou térmitas	1	90
Ataque evidente mas moderado de fungos ou térmitas.	2	70
Apodrecimento intenso ou ataque interno de térmitas	3	40
Quebra, perda quase total de resistência	4	0

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento foi instalado no dia 18 de agosto de 2004. Foram realizadas quatro coletas de sub-amostras, iniciadas a partir do primeiro registro de ataque de coleobrocas nas toras, em 10 de setembro de 2004, nestas constatou-se que apenas as peças oriundas das toras de Ingá, e do campo de apodrecimento de dentro da mata, foram infestadas por esses insetos, já para as demais sub-amostras, não foi registrada a presença das mesmas. Este fato pode ser explicado por diversos fatores, dentre eles características químicas da madeira em questão, ou seja, compostos voláteis peculiares a esta espécie poderiam estar atuando na atratibilidade desta madeira sobre os insetos.

A equipe do Prof. Dr. Carlos A. H. Flechtmanm da faculdade de Engenharia da Unesp de Ilha Solteira, que fez a identificação taxonômica dos insetos coletados, conclui que foram duas

espécies da família Platypodidae que ocorreram na madeira de Ingá: *Euplatypus parallelus* Fabricius 1801 e *Teloplatypus ratzeburgi*.

Segundo ABREU (1992) a espécie *E. parallelus* é considerada de importância, principalmente nos trópicos, onde sua distribuição é mais regular. WOLCOTT (1948) *apud* ABREU (1992) relata que é a espécie continental, dentre os platipodídeos, mais largamente distribuída, indo desde a baixa Califórnia até a Argentina, além de ser a mais abundante em Porto Rico.

De acordo com SCHEDL (1960) existem diversos registros desta espécie atacando *Theobroma cacao*. ABREU & BANDEIRA (1992) concluíram, que *E. parallelus*, é, dentre as espécies de besouros da ambrósia, uma das mais abundantes na Amazônia central brasileira.

HO (1993) relata que *E. parallelus*, é o coleóptero mais comumente encontrado, pelo Instituto de Pesquisa Florestal da Malásia, atacando árvores injuriadas e madeiras recém abatidas, o mesmo autor afirma que embora a atividade dos besouros cesse uma vez que a madeira está seca, o efeito de sua ação pode resultar em severas perdas econômicas, pois a rede de galerias reduz a qualidade e valor da madeira, bem como dos laminados produzidos destas.

Foi registrado que estas coleobrocas tem o hábito de construir galerias, para o cultivo do fungo que irá se alimentar, hábito comum em Platypodidae, e expeli um tufo de serragem compactada para fora da mesma (Figura 8 e 9). Segundo DUNN *et al.*, 1999, coleobrocas que alimentam-se de fungo, dentro das galerias, são denominadas besouros da ambrósia, tanto os adultos como as larvas desses besouros alimentam-se de vários fungos simbiotes, introduzidos e cultivados em profundas galerias feitas pelos adultos na árvore hospedeira. ABREU & BANDEIRA, (1992) relatam que este grupo de insetos causa graves problemas para indústrias madeireiras, atacando as toras recém estocadas e reduzindo o volume aproveitável da madeira industrializada.



Figura 8. Tufo de Serragem compactada, em Ingá, expelido por Platypodidae

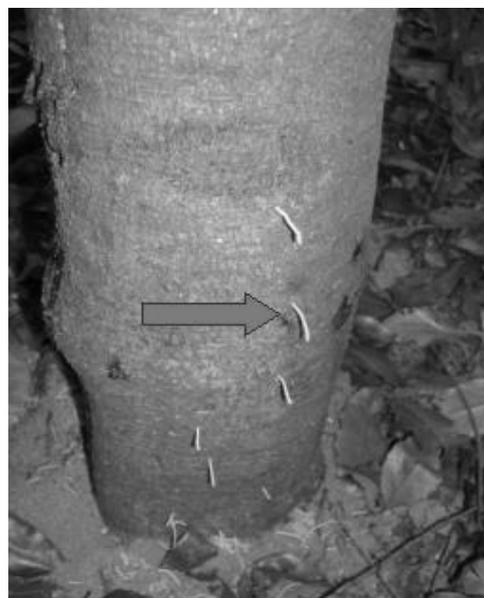


Figura 9. Grupo de tufos de serragem compactada, expelido por Platypodidae.

A ocorrência destes insetos apenas no campo de dentro da mata, também poderia ser explicada pela menor incidência de vento, ocasionada pela presença das árvores; Ao fermentar, a madeira expõe compostos voláteis, supõe-se que os mesmos ficam concentrados no próprio local, criando uma pluma de odor no ambiente, sendo esta atrativa aos insetos. Já no campo de apodrecimento de fora da mata, isto poderia não estar ocorrendo, uma vez que a intensidade do vento é maior, devido à ausência de árvores, e este fato pode dispersar a pluma de odor, oriunda da fermentação da madeira.

O ataque preferencial no campo de dentro da mata, ainda pode ser explicado sob outro ponto de vista, ao atacarem uma madeira, e esta mostrar-se adequada, ou seja, ideal ao desenvolvimento do inseto, a mesma sofre um ataque em massa de outras coleobrocas, ocasionado pela síntese e liberação de potentes elementos químicos, os feromônios, que acabam se concentrando no local devido a menor intensidade de ventos. Estas substâncias atuam na agregação e no comportamento sexual e são sinergizadas por emissões voláteis da madeira atacada (LUNZ, 2001).

As temperaturas médias, máxima e mínima, de agosto de 2004 a agosto de 2005, do campo de apodrecimento de dentro da mata, foram 27 e 20 C°, respectivamente, e as de fora da mata foram 32 e 20 C°, respectivamente. Para o primeiro, ocorreu uma amplitude menor nos valores registrados (Figura 10); Já para o segundo foi registrado uma amplitude maior (Figura 11). A variação, amplitude e temperaturas inferiores de dentro da mata, associados aos outros fatores, podem ter influenciado positivamente na ocorrência dos insetos, neste ambiente.

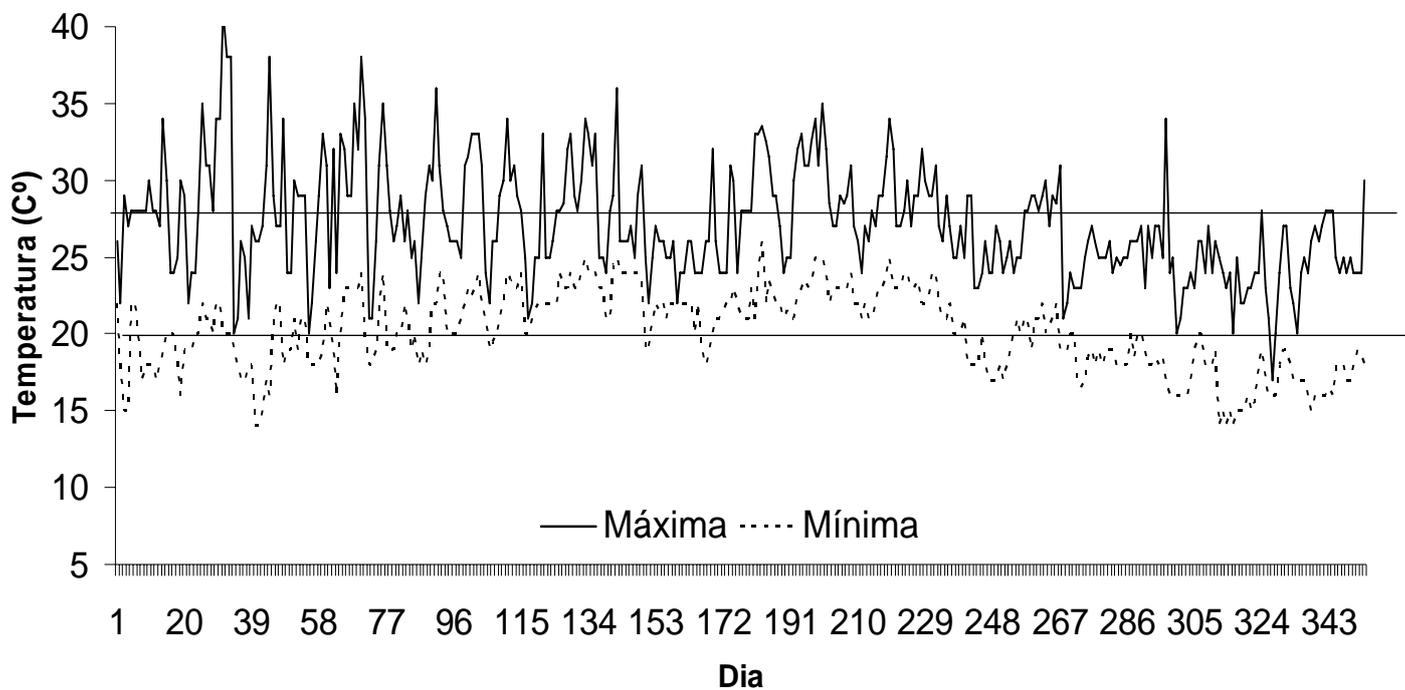


Figura 10. Temperaturas máxima e mínima, em °C, de agosto de 2004 a agosto de 2005, no campo de apodrecimento de dentro da mata. As retas mostram os pontos onde encontram-se as médias. Seropédica, 2005.

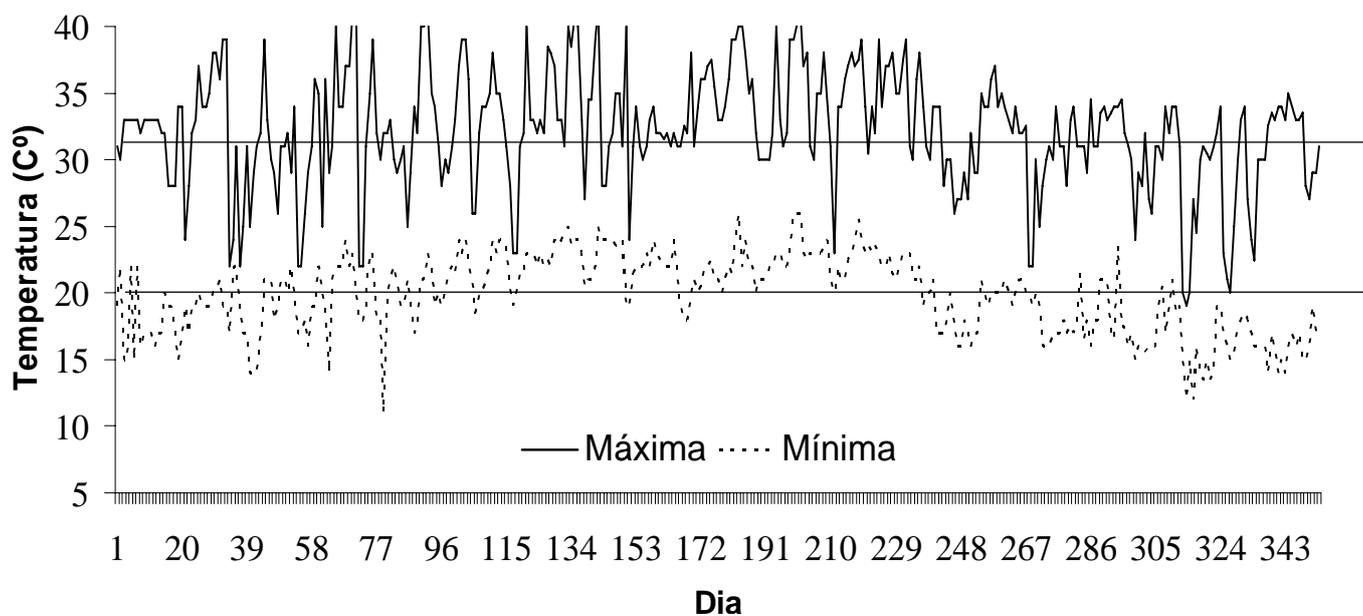


Figura 11. Temperaturas máxima e mínima, em °C, de agosto de 2004 a agosto de 2005, no campo de apodrecimento a céu aberto. As retas mostram os pontos onde encontram-se as médias. Seropédica, 2005.

Oitenta por cento das toras de Cinamomo do campo de apodrecimento de dentro da mata, apresentaram reação fisiológica, ou seja, emitiram brotações depois de 3 semanas após a montagem dos experimentos, que perduraram por mais 5 semanas após seu registro (Figura 12). Esse registro torna-se importante para o estudo da ocorrência de coleobrocas, uma vez que estes insetos são atraídos por compostos emitidos quando a madeira degrada, estando ela ativa fisiologicamente, essa degradação é comprometida, e conseqüentemente a atratibilidade também.

Ainda sobre o ataque de insetos, nesta espécie, SALLE & RECH, (1999) apud SCHANUTTERER, (1990); NATIONAL RESEARCH COUNCIL, (1992); HUANG *et al.*, (1996) relatam que a mesma contém cerca de quatro compostos ativos, dos quais azadiractina, salanina, meliantriol e nimbim são os principais e que possuem comprovada ação inseticida. Comumente estes compostos são estudados nas folhas e frutos, ainda não se sabe se estes ou outros atuam como repelentes de insetos no lenho desta espécie, tornando-o mais resistente aos mesmos. SANTOS, (1987) afirma que a madeira desta espécie não é atacada por cupins.



Figura 12. Reação fisiológica da tora de *M. azedarach*, no campo de apodrecimento de dentro da mata.

Os maiores índices de deterioração foram registrados nas madeiras de Lanterneira e Cinamomo, sendo 88 e 90 para as toras expostas no campo de dentro da mata e 98 e 97 para as toras expostas no campo a céu aberto, respectivamente. As toras de Eucalipto apresentaram os menores índices médios de deterioração 60 para dentro da mata e 70 no campo a céu aberto, o que denota uma maior deterioração, desta madeira, em comparação as outras avaliadas (Tabelas 2 e 3).

Um percentual de 50% das toras de Eucalipto, do campo de apodrecimento de dentro da mata, apresentaram madeira de consistência mole, na parte aérea, já as demais demonstraram-se duras, neste ambiente (Tabela 2). Na parte enterrada, apenas Cinamomo apresentou 100% da madeira com consistência dura, já Inga e Pinus, tiveram 84% de suas toras com madeira dura, na parte subterrânea, Lanterneira 50% e Eucalipto 0%, no campo de dentro da mata (Tabela 2). No campo de apodrecimento de fora da mata, quase todas as madeiras apresentaram-se com consistência dura, tanto na parte aérea como na subterrânea, com exceção das toras de Eucalipto, que originaram registros percentuais de 0% de madeira dura na parte subterrânea (Tabela 3).

Relativo a presença de rachaduras longitudinais, o ambiente do campo de apodrecimento de fora da mata foi mais propício para a ocorrência deste evento nas toras, Cinamomo, Lanterneira e Eucalipto, tiveram 100% de suas amostras com presença significativa destas rachaduras (Tabela 3). Já no campo de apodrecimento de dentro da mata, apenas 17% das toras de Lanterneira tiveram registros de rachaduras, já para as demais não foi registrado este fato (Tabela 2). Esse comportamento diferenciado, entre os campos de apodrecimentos, pode ser explicado pela diferença de umidade entre os ambientes, sendo o de dentro da mata mais úmido que o de fora, neste último a variação de temperatura é maior, devido à exposição solar, o que ocasiona processos mais bruscos de secagem e umedecimento, neste caso, propiciam o surgimento de tensões que levam a ruptura da madeira, quando superiores à resistência dos tecidos lenhosos (GALVÃO E JANKOWSKY, 1988).

Foi registrado 57% das toras do campo de dentro da mata com ocorrência de térmitas, sendo desse total, 47% da espécie *Nasutitermes minor*, 7% de *Nasutitermes jaraguae* e 3% de *Heterotermes longiceps*. As toras de Eucalipto foram as mais atacadas, com 100% das amostras infestadas, sendo precedidas por Pinus (83%), Inga (50%), Lanterneira (34%) e Cinamomo (17%). A espécie *N. minor* ocorreu em todas as espécies de madeira, sendo que em Pinus, além desta, foi registrado *H. longiceps* e em Eucalipto, ocorreu também, *N. jaraguae* (Tabela 2).

Nas toras do campo de apodrecimento de a céu aberto, foi notado a presença de térmitas em 20 % das amostras, todas da espécie *H. longiceps*. Os térmitas ocorreram apenas nas toras de Eucalipto e Pinus, sendo as da primeira com 66% das amostras infestadas e a segunda com 34 % (Tabela 3). O registro de uma única espécie de térmita no campo de apodrecimento a céu aberto, pode sugerir que está seja mais adaptada às condições deste ambiente, ou seja, a variações de temperatura superiores, umidade inferior, insolação superior, quando comparado com o campo de apodrecimento de dentro da mata.

Tabela 2. Índice de deterioração das madeiras, percentagem de amostras com madeira dura, rachaduras longitudinais, ataque e espécies de térmitas incidentes, no campo de apodrecimento de dentro da mata. Seropédica, 2005.

Madeira	ID	Dureza da madeira (%)		RL (Presença %)	Ataque (%) e espécie de Térmitas
		Solo	Parte aérea		
<i>M. azedarach</i>	90	100	100	0	17 <i>Nasutitermes. minor</i>
<i>L. lactescens</i>	88	50	100	17	34 <i>Nasutitermes minor</i>
<i>I. marginata</i>	87	84	100	0	50 <i>Nasutitermes minor</i>
<i>P. elliotii</i>	84	84	100	0	83 <i>Nasutitermes minor</i> <i>Heterotermes longiceps</i>
<i>E. urophylla</i>	60	0	50	0	100 <i>Nasutitermes minor</i> <i>Nasutitermes jaraguae</i>

ID = Índice de deterioração; RL= Rachaduras longitudinais.

Tabela 3. Índice de deterioração das madeiras, percentagem de amostras com madeira dura, rachaduras longitudinais, ataque e espécies de térmitas incidentes, no campo de apodrecimento a céu aberto, Seropédica, 2005.

Madeira	ID	Dureza da madeira (%)		RL (Presença %)	Ataque (%) e espécie de Térmitas
		Solo	Parte aérea		
<i>M. azedarach</i>	97	100	100	100	0
<i>L. lactescens</i>	98	100	100	100	0
<i>I. marginata</i>	92	100	100	0	0
<i>P. elliotii</i>	82	100	100	33	34 <i>Heterotermes longiceps</i>
<i>E. urophylla</i>	70	0	100	100	66 <i>Heterotermes longiceps</i>

ID = Índice de deterioração; RL= Rachaduras longitudinais

4 CONCLUSÕES

- O ambiente influencia a ocorrência de térmitas e coleobrocas, bem como a degradação das toras.
- O ambiente dentro da mata propicia uma maior ocorrência de espécies de térmitas, bem como de coleobrocas.
- O ambiente florestal é mais propício para deterioração de madeiras, em relação a ambiente a céu aberto.
- A madeira de *Inga marginata* é susceptível ao ataque da espécie *Euplatypus parallelus* e *Teloplatypus ratzeburgi* (Coleoptera: Platypodidae).
- As toras de *Melia azedarach* apresentam brotações, quando expostas no ambiente de dentro da mata.
- As toras de *Melia azedarach* e *Lophantera lactescens* são as que menos foram danificadas nos dois ambientes.
- As toras de *Eucalyptus urophylla* são as mais danificadas nos dois ambientes.
- O ambiente a céu aberto propicia, de forma superior, o aparecimento de rachaduras nas toras, em comparação com o ambiente de dentro da mata.
- No campo dentro da mata, *Nasutitermes minor* ocorre em todas as espécies de madeira, em *Pinus elliotii*, além desta, ocorre também *Heterotermes longiceps*, e em *Eucalyptus urophylla*, ocorreu também *Nasuti termes jaragaue*.
- No campo de apodrecimento a céu aberto, ocorre apenas *Heterotermes longiceps*, nas toras de *Eucalyptus urophylla* e *Pinus elliotii*.

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DA MADEIRA DE CINCO ESPÉCIES FLORESTAIS EM FUNÇÃO DA DETERIORAÇÃO EM DOIS AMBIENTES

RESUMO

Esse trabalho teve por objetivo avaliar algumas propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake “Eucalipto” (Myrtaceae), *Melia azedarach* L. “Cinamomo” (Meliaceae), *Lophantera lactescens* Ducke, “lanterneira” (Malpighiaceae), *Pinus elliottii* Engelm. “Pinus” (Pinaceae) e *Inga marginata* Wild “Inga” (Mimosaceae), submetidas ao processo de degradação em razão da exposição à intempérie no período de 12 meses, as madeiras foram colocadas em dois ambientes com características edafoclimáticas diferenciadas, isto é, foram montados dois campos de apodrecimento, sendo um dentro de uma mata secundária e outro a céu aberto em um pasto formado por gramíneas rasteiras. Na avaliação adotou-se um índice de deterioração médio, para expressar a degradação causada pelos fatores bióticos, nos corpos-de-prova oriundos de toras expostas nos respectivos ambientes. As determinações da densidade aparente, bem como da resistência à flexão (módulo de elasticidade (MOE) e ruptura (MOR)) e compressão paralela às fibras da madeira, foram realizadas antes e após a exposição à intempérie. Os resultados mostraram que ocorreram reduções diferenciadas para as propriedades avaliadas. As reduções significativas da densidade ocorreram somente nos corpos-de-prova oriundos das madeiras expostas dentro da mata, bem como as reduções dos módulos de elasticidade e ruptura foram mais acentuados nas madeiras procedentes deste ambiente. A resistência à compressão da madeira apresentou-se com reduções maiores, também neste ambiente.

Palavras chaves: Madeira, deterioração, propriedades tecnológicas

ABSTRACT

The work has the objective of evaluating some physical and mechanical properties of *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake " Eucalipto " (Myrtaceae), *Melia azedarach* L. " Cinamomo " (Meliaceae), *Lophantera lactescens* Ducke, Lanterneira " (Malpighiaceae), *Pinus elliottii* Engelm. Pinus " (Pinaceae), *Inga marginata* Wild " Inga " (Mimosaceae), submitted to the degradation process caused by the exposition to bad weather in a period of 12 months, in two environment with different characteristics from soil and climate, it is, two rotten fields were settled, one inside a secondary forest and the other on open field in a pasture composed by low grass. For the evaluation we adapted an index of medium behavior, to express the degradation caused by biotic factors, in the wood blocks from timber exposed in both environments. The determination of apparent density, as wele as the resistance to beding in the modules of elasticity (MOE) and rupture (MOR) and parallel compression to wood fiber, was done before and after the intemperismo exposure. The results showed that some different reductions occurred for the evaluated properties. The significant reductions of density occurred only in the wood bodies originated from the woods exposed inside the forest, as well as the reductions in the modules of elasticity and rupture were more produced in the woods originate from this environment. The resistance to compression of the wood were shown with major reductions, in this environment as well.

Key words: Wood, deterioration, technological properties

1 INTRODUÇÃO

A madeira é um material que apresenta algumas propriedades que a tornaram, desde os primórdios da humanidade, cobiçada e com um lugar de destaque no desenvolvimento da civilização. A resistência mecânica elevada, a facilidade de manuseio, uma resistência química apreciável, um bom isolante elétrico e térmico, a possibilidade de ser encontrada na natureza com ampla variedade e devido à sua ampla faixa de texturas e colorações, na maioria com aromas agradáveis, fizeram da madeira a maior ferramenta usada e desejada pelo homem (APRILE *et al.*, 1999).

Segundo APRILE *et al.*, (1999) a madeira encontra-se entre os materiais biológicos de mais difícil decomposição devido a sua estrutura anatômica e à presença de grandes quantidades de substâncias recalcitrantes como a lignina, além de outros compostos do metabolismo secundário. Sabe-se que a decomposição de materiais biológicos depende de uma série de fatores bióticos e abióticos, tais como as condições climáticas, a composição da comunidade decompositora, sua afinidade para com o substrato e as características físicas e químicas do material a ser decomposto (SWIFT *et al.*, 1979).

Nesse sentido, o estudo da degradação da madeira deve envolver áreas distintas do conhecimento; entre elas podem ser citadas: a entomologia, micologia, fisiologia vegetal e a tecnologia da madeira, sendo de extrema importância o sinergismo entre essas, para que o processo de degradação seja compreendido de forma integral, gerando uma base de dados sobre o comportamento dos organismos xilófagos, seja nas interações ecológicas entre eles ou com a própria madeira estudada.

O papel da entomologia e da micologia, no estudo da degradação, visa aclarar a dinâmica dos organismos xilófagos no ambiente bem como no substrato, e entender, através destes conceitos, o dano por eles realizados na madeira, uma vez que existe uma vasta teia de processos envolvidos na ação desses organismos na deterioração, que ainda precisam ser entendidos e elucidados, seja do ponto de vista ecológico ou da associação específica com determinadas madeiras que apresentam características intrínsecas que favoreçam ou inibam a atuação dos mesmos.

A tecnologia da madeira cumpre papel fundamental na elucidação da deterioração deste material, pois as informações sobre as propriedades físicas e mecânicas são oriundas desta área. Nesse sentido, o estudo da química da madeira é também de extrema importância, uma vez que existem espécies que possuem grupos químicos que agem como preservantes, servindo de fungicida e inseticida e atuam incisivamente no processo de degradação. O estudo destes compostos pode explicar a alta durabilidade natural de algumas madeiras e identificar produtos naturais que possam ser utilizados como alternativa, aos produtos sintéticos e de alta toxidez, na preservação da madeira. No Brasil, a alta diversidade arbórea é algo notável, porém o uso ainda é irracional, devido à falta de informação de muitas propriedades dessas madeiras, inclusive as químicas.

Com relação às propriedades mecânicas, o estudo desse parâmetro pode fornecer informações valiosas quanto à redução dessas propriedades frente à ação do processo de deterioração, aumentando de forma valiosa o banco de dados de cada espécie no que se refere à ação da degradação.

O sinergismo entre todas essas áreas deve resultar em conclusões abrangentes sobre o processo de degradação, fornecendo embasamento para levantar hipóteses que expliquem tais processos de forma mais clara, resultando dessa forma em informações que possam ser utilizadas na prática. Deve-se entender que o estudo da deterioração da madeira abrange uma vasta e

complexa cadeia de fatores, que necessitam serem levados em consideração na avaliação da mesma, e não simplesmente restringir os estudos aos danos realizados na madeira pelos organismos xilófagos, sem levar em consideração a ecologia e biologia dos mesmos, bem como os fatores tecnológicos inerentes a cada madeira estudada.

Dessa forma, a elucidação de todos esses processos pode nortear o uso da madeira, pois se conhecerá a dinâmica dos organismos xilófagos em cada ambiente e em madeiras distintas, bem como o desempenho das propriedades tecnológicas, intrínseca a cada espécie florestal, frente ao processo de atuação dos organismos xilófagos.

O objetivo deste trabalho é avaliar a densidade básica e a resistência mecânica no módulo de elasticidade (MOE) e ruptura (MOR) na flexão estática e a resistência à compressão paralela às fibras, em cinco madeiras, em função da atuação da deterioração, propiciada pela exposição ao longo de 12 meses à intempéries, em dois ambientes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A madeira utilizada neste trabalho foi obtida em árvores cultivadas no Campus da UFRRJ (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro) e na Floresta Nacional Mário Xavier, em Seropédica, RJ. As espécies utilizadas foram: *Eucalyptus urophylla* “Eucalipto” (Myrtaceae), *Melia azedarach* L. “Cinamomo” (Meliaceae), *Lophantera lactescens* Ducke, “Lanterneira” (Malpighiaceae), *Pinus elliottii* “Pinus” (Pinaceae), *Inga marginata* “Inga” (Mimosaceae). A madeira de Eucalipto é proveniente de um plantio homogêneo de 7 anos e a de Pinus de um plantio de 11 anos. As demais madeiras, são oriundas de árvores de mesma idade, pois tratam-se de plantios homogêneos, mas de idade desconhecida.

O número de indivíduos variou em função da sistemática de coleta, ou seja, foram abatidas uma quantidade de árvores que supria as especificações definidas, no caso, toras e toretes com circunferência variando de 25 a 35 cm e comprimento de 150 cm e 40 cm, respectivamente. A sistematização da coleta teve como premissa uma amostragem que representasse toda a possível variação de densidade ao longo do fuste, dentro da circunferência estipulada.

Após o corte de cada árvore, esta foi demarcada com giz para posterior serragem, adotando-se o seguinte ordenamento: A cada 150 cm marcava-se uma tora, do mesmo modo em seqüência, marcava-se um torete de 40 cm, e assim por diante até o final da circunferência estipulada (Figura 1). Procedeu-se dessa forma, até a obtenção de doze toras e doze toretes, de cada espécie, para montagem dos campos de apodrecimento e confecção de corpos-de-prova.

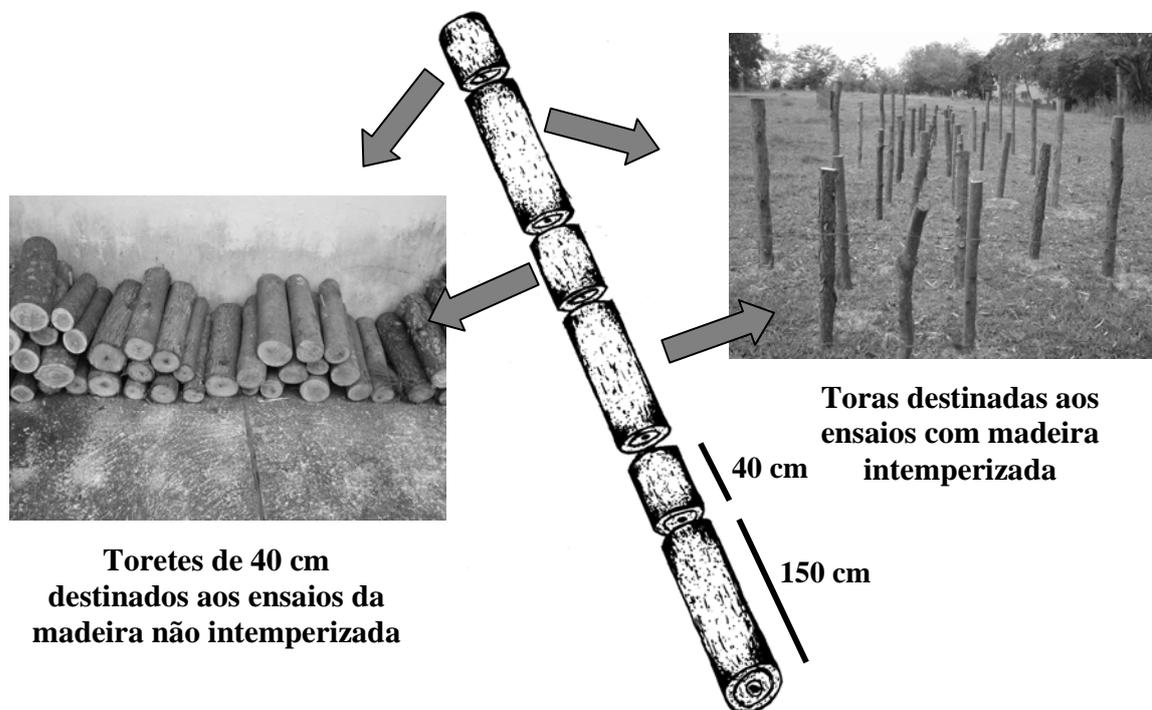


Figura 1. Sistema de amostragem das toras e dos toretes, ao longo do fuste das árvores.

Os toretes de 40 cm serviram para a confecção dos corpos-de-prova da madeira não exposta às intempéries, realizada logo após o abate da árvore. Das toras de 150 cm, foram retirados os corpos-de-prova da madeira exposta às intempéries, nos dois ambientes, depois de doze meses de exposição no campo, em cada ambiente.

Os campos de apodrecimento foram montados na Floresta Nacional Mário Xavier, em Seropédica RJ, sendo um dentro da mata, que constitui-se uma floresta secundária, e outro fora da mata, em campo aberto, numa área de pastagem, conforme descrito no capítulo I.

As toras foram enterradas a uma profundidade de 40 cm no solo, ficando exposta 110 cm, na superfície, conforme mostrado no capítulo I. Na parte exposta, delimitou-se a região mediana, para retirada das amostras de 40 cm para confecção dos corpos-de-prova que foram destinados aos ensaios de massa específica e de resistência mecânica com a madeira intemperizada por 12 meses. Esse procedimento foi adotado para padronizar a amostragem da madeira, bem como os processos de deterioração, uma vez que quanto mais próximo ao solo, maior é nível de degradação, em função de vários fatores, entre eles o aumento de umidade e conseqüentemente a maior ocorrência de fungos e insetos lignívoros.

Segundo OLIVEIRA *et al.* (1986), existem quatro zonas com características que determinam níveis de risco de colonização e deterioração diferentes, em madeiras em contato com o solo, são elas: 1- no topo, uma área de umedecimento e secagem intermitentes; 2- acima do nível do solo, condições permanentes de baixa umidade; 3- na região de afloramento, condições de alto nível de umidade e 4- uma região com excesso de umidade na base do poste quando este atinge o lençol freático. Os corpos-de-prova foram retirados da zona 2.

A sistemática de coleta descrita acima visa minimizar o efeito da variação da densidade da madeira na avaliação das propriedades mecânicas antes e após o intemperismo, pois, toda a possível variação ocorrente ao longo do tronco, está representada nos toretes e toras de forma serial, que conseqüentemente estará representada nas médias. Nesse sentido, respeitou-se a sistemática da amostragem, na comparação dos dados, ou seja, os toretes não intemperizados de 40 cm, marcados de 1-6, originaram corpos-de-prova que após os testes resultaram em dados que foram comparados com os resultados do ensaio dos corpos-de-prova das toras de 150 cm, também de 1-6, sendo ambos das mesmas árvores e obtidos de forma seqüencial ao longo do fuste, como descrito anteriormente.

Procedimento igual foi adotado para os toretes e toras de 7-12. A madeira não intemperizada, oriunda dos torestes de 40 cm, foi levada para a carpintária logo após o abate, e confeccionado os corpos-de-prova (condição I). Cada seqüência de dados é relativa a um dos ambientes, ou seja, 1-6 amostras oriundas do campo a céu aberto (condição II) e 7-12 de dentro da mata (condição III).

Foram confeccionados 240 corpos-de-prova retirados da região do cerne, de dimensão 2 x 2 x 30 cm, conforme a norma MB 26 (NBR 6230), para avaliação dos módulos de elasticidade (MOE) e de ruptura (MOR) na flexão estática (Figura 2), sendo 120 oriundos dos toretes de 40 cm, não expostos as intempéries, e 120 das toras de 150 cm expostas as intempéries. Estes últimos, 60 foram oriundos das toras expostas no campo de apodrecimento a céu aberto (condição II) e 60 das toras expostas no campo de apodrecimento de dentro da mata (condição III), o que culminou em 12 corpos-de-prova para cada uma das cinco espécies, no respectivo ambiente.

Para avaliação da resistência à compressão paralela às fibras, foram confeccionados 960 corpos-de-prova também retirados da madeira do cerne, de dimensão 2 x 2 x 3 cm, conforme a norma MB 26 (NBR 6230) (Figura 2), sendo 480 oriundos dos toretes de 40 cm não intemperizados e 480 das toras expostas às intempéries, estes últimos, (240) são procedentes de cada um dos dois campos de apodrecimento, o que resultou em 48 corpos-de-prova para cada uma das cinco espécies, no respectivo ambiente.

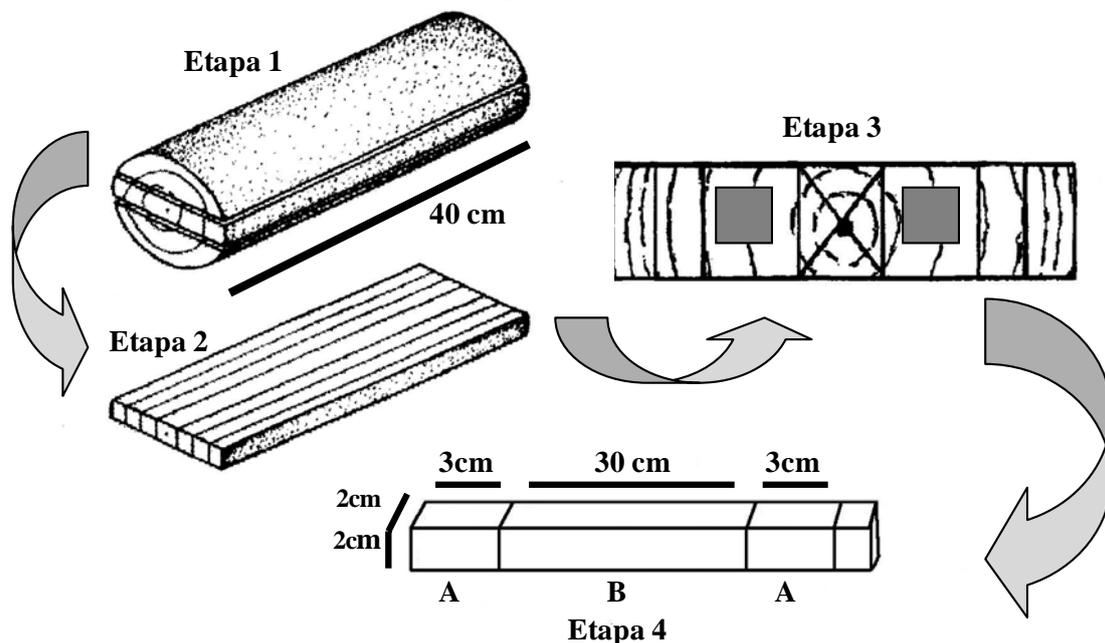


Figura 2. Sistema de confecção dos corpos-de-prova nos toretes, para ensaios de resistência a flexão estática (MOE e MOR) e resistência à compressão paralela às fibras, sendo: etapa 1 – torete de 40 cm; etapa 2 – prancha diametral e as divisões em sarrafos; etapa 3 – região de onde foram retirados os Corpos-de-prova; etapa 4 – sarrafo mostrando a localização dos diferentes corpos-de-prova: A – resistência à compressão paralela às fibras, B – Resistência à flexão estática.

Após a confecção dos corpos-de-prova, os mesmos foram aclimatizados em câmara climática com 20°C e 65% de umidade relativa, até atingirem peso constante, nessa condição o teor de umidade final ficou em torno de 12%.

A determinação da densidade aparente foi realizada pelo método estereométrico, utilizando-se todos os corpos-de-prova destinados à flexão estática e a compressão paralela às fibras, estes, antes e depois do intemperismo. Os ensaios mecânicos foram realizados em máquina universal de ensaio da marca EMIC.

Os dados referentes à densidade, compressão paralela às fibras e ao módulo de ruptura e elasticidade na flexão estática, foram analisados antes e depois do intemperismo, pela comparação das médias dessas variáveis, sendo que entre as espécies utilizou-se o teste Tukey ($p < 0,005$) e entre as condições, na mesma espécie, adotou-se o teste t ($p < 0,005$). Também foi calculada a perda percentual dessas variáveis, utilizando-se as referidas médias entre condições.

Os corpos-de-prova destinados aos testes de flexão estática, oriundos das toras que foram expostas à intempéries, nas duas situações, foram classificados quanto ao grau de deterioração, em função dos danos neles causados pelos organismos xilófagos; Para isto, utilizou-se uma tabela de notas (Tabela 1) adaptada de LEPAGE (1970). Adotou-se um índice de deterioração para obter um valor que expressasse a degradação média em todos os corpos-de-prova de cada madeira.

Tabela 1. Classificação do nível de degradação dos corpos-de-prova, adaptada de LEPAGE (1970).

Estado de sanidade	Nota	Índice de deterioração
Sadio, nenhum dano visível.	0	100
Ataque leve ou superficial de fungos, térmitas ou coleobrocas.	1	90
Ataque evidente mas moderado de fungos, térmitas ou coleobrocas.	2	70
Apodrecimento intenso ou ataque interno de térmitas.	3	40
Deterioração intensa, com desfibramento evidente.	4	0

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela avaliação dos corpos-de-prova das madeiras procedentes dos dois campos de apodrecimento, um de dentro da mata e outro a céu aberto, registrou-se diminuição nos valores das propriedades avaliadas, sendo em grau diferenciado para cada ambiente, uma vez que os processos de degradação atuaram de forma distinta em cada campo, pois as condições edafoclimáticas foram diferentes, afetando a comunidade dos decompositores e dos processos de decomposição abióticos.

A decomposição normalmente não é contínua. O curso de seu tempo deve ser representado como uma sucessão de fases em ampla atividade, com intervalos de inibição, devido à limitação ou inibição completa de processos físicos, químicos ou biológicos no processo de decomposição (APRILE, 1999). Dentro da sucessão de fases, os dados aqui discutidos são referentes à degradação ocorrida no período de 12 meses.

A temperatura foi registrada nos campos de apodrecimento, sendo os valores médios, de máxima e mínima, 27 °C e 20 °C para o campo de apodrecimento de dentro da mata (Figura 03) e 32 °C e 20 °C para o a céu aberto (Figura 04).

A temperatura tem papel importante na ocorrência de organismos xilófagos, OLIVEIRA *et al.* (1986) afirmam que as condições de temperatura, dentre outros fatores, são importantes na determinação dos microorganismos aptos a colonizar a madeira e decompô-la, e tem marcante influência na velocidade da decomposição. Temperaturas entre 5 e 65 °C permitem o desenvolvimento destes microorganismos, entretanto, são poucos os que crescem acima de 35 ou 40 °C. Por outro lado, como diferentes espécies de organismos apresentam diferentes tolerâncias e pontos ótimos de temperaturas, este fator pode influenciar intensamente a composição de espécies das populações que colonizaram o material nos diferentes estágios seriais.

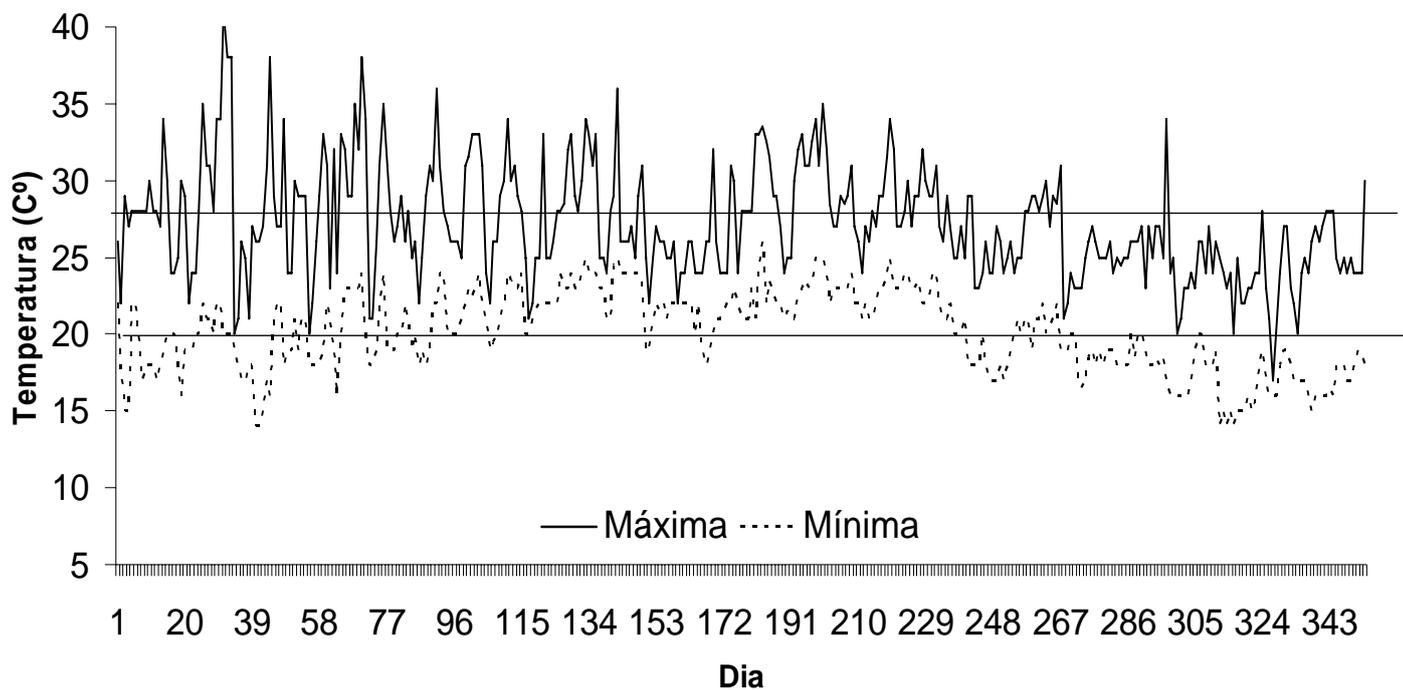


Figura 03. Temperaturas máxima e mínima, em °C, de agosto de 2004 a agosto de 2005, no campo de apodrecimento de dentro da mata. As retas mostram os pontos onde encontram-se as médias. Seropédica, 2005.

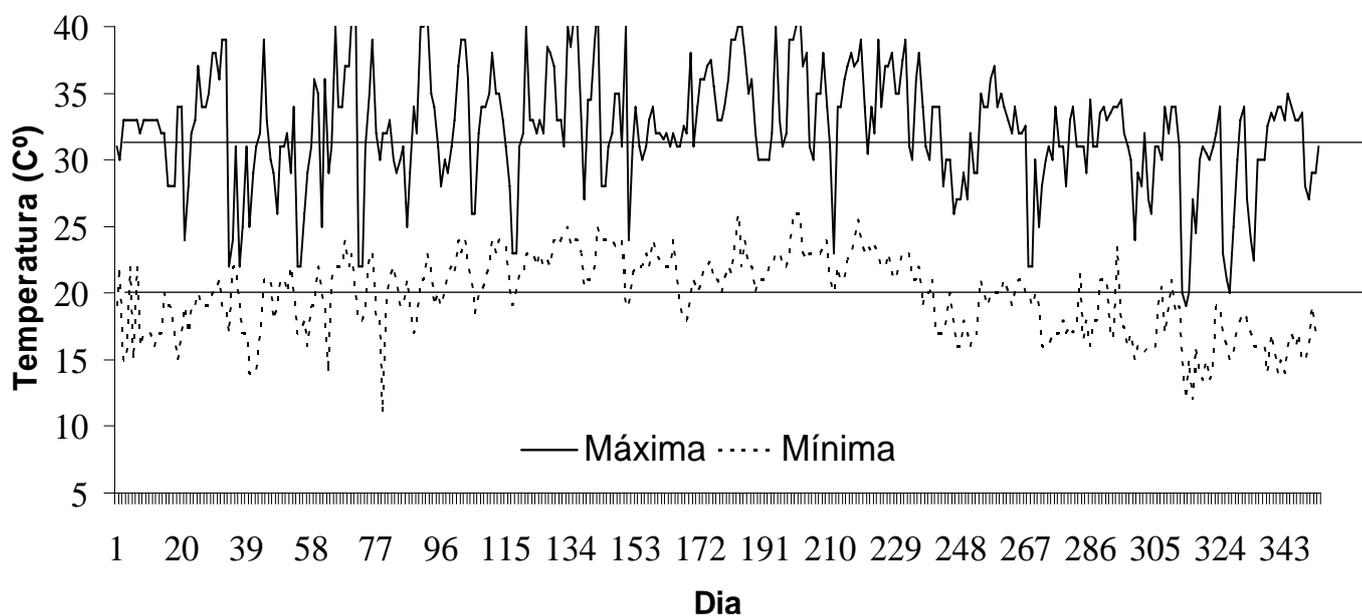


Figura 04. Temperaturas máxima e mínima, em °C, de agosto de 2004 a agosto de 2005, no campo de apodrecimento a céu aberto. As retas mostram os pontos onde encontram-se as médias. Seropédica, 2005.

No caso das coleobrocas da família Scolytidae e Platypodidae, o período de maior atuação desses organismos foi contemplado inteiramente, pois as toras, após serem abatidas foram expostas ao intemperismo imediatamente, o que garantiu que todo o processo de fermentação tenha ocorrido no campo, permitindo a emissão de compostos voláteis que são responsáveis pela atração desses grupos de insetos. Com relação aos térmitas, esse período contemplou a instalação de muitas colônias, que estavam, quando da desmontagem do experimento, em plena atividade nas toras e com intensidade de ataque diferenciado por madeira. Essa diferenciação foi expressa pelo índice de deterioração médio, que engloba, dentre outros organismos, a atuação dos térmitas em cada madeira.

3.1 Degradação dos corpos-de-prova

Dentro da cadeia da sucessão ecológica do processo de deterioração da madeira, notou-se que os corpos-de-prova oriundos de dentro da mata, foram mais degradados em comparação com os de fora da mata. Este fato é absolutamente compreensível em função das características ecológicas inerentes ao ambiente florestal, características estas que favorecem a diversidade e a atuação dos organismos decompositores da madeira.

Os copos de prova de *M. azedarach* (Figuras 5 e 6) e *L. lactescens* (Figuras 7 e 8) não apresentaram danos evidentes a olho nu, a não ser pela presença de alguns fungos manchadores, sendo registrado um índice médio de deterioração de 100, para ambos ambientes (Tabela 2). Esse índice não ratifica que microorganismos e processos abióticos não tenham atuado na degradação destas madeiras de forma intensa, sendo sua interpretação relacionada com danos aparentes, evidentes e macroscópicos. Para caracterizar de forma mais apurada a degradação nessas madeiras, faz-se necessário estudos microscópicos, como por exemplo, os anatômicos.

Os corpos-de-prova mais atacados, oriundos de toras expostas fora e dentro da mata, segundo o índice de deterioração médio foram: *E. urophylla* (Figuras 9 e 10), *I. marginata* (Figura 11 e 12) e *P. elliotii* (Figuras 13 e 14), sendo registrado um índice médio de 99, 98 e 91, estes provenientes do campo de fora da mata e 61, 73 e 86 provenientes do campo de dentro da mata, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Índice médio de deterioração dos corpos-de-prova oriundos de toras expostas no campo de apodrecimento de fora da mata (condição II) e expostas no campo de apodrecimento de dentro da mata (condição III). Seropédica, 2005.

Madeira	Condição II	Condição III
<i>I. marginata</i>	98	73
<i>L. lactescens</i>	100	100
<i>P. elliotii</i>	91	86
<i>M. azedarach</i>	100	100
<i>E. urophylla</i>	99	61



Figura 5. Corpos-de-prova de *M. azedarach* procedentes do campo aberto.



Figura 6. Corpos-de-prova de *M. azedarach* procedentes de dentro da mata.



Figura 7. Corpos-de-prova de *L. lactescens* procedentes do campo aberto.



Figura 8. Corpos-de-prova de *L. lactescens* procedentes de dentro da mata.

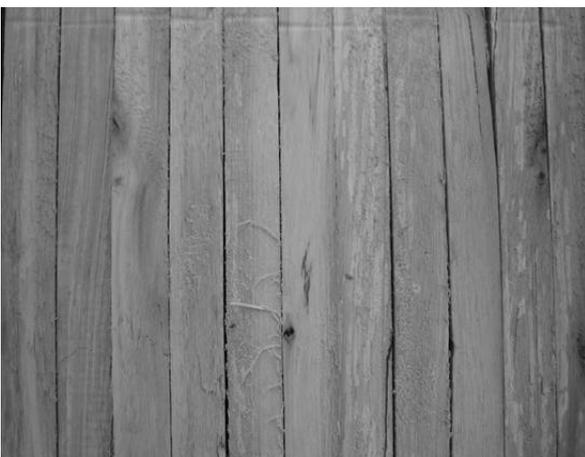


Figura 9. Corpos-de-prova de *E. urophylla* procedentes do campo aberto



Figura 10. Corpos-de-prova de *E. urophylla* procedentes de dentro da mata.



Figura 11. Corpos-de-prova de *I. marginata* procedentes do campo aberto



Figura 12. Corpos-de-prova de *I. marginata* procedentes de dentro da mata.



Figura 13. Corpos-de-prova de *P.elliotti* procedentes do campo aberto



Figura 14. Corpos-de-prova de *P.elliotti* procedentes de dentro da mata

Embora seja conhecido que a madeira de Pinus apresenta baixa durabilidade, foi registrado que os corpos-de-prova da madeira Eucalipto apresentaram-se mais degradados comparando-se com os de Pinus, isso provavelmente pode ser explicado pela idade da árvore que foi coletada a madeira, sendo de 7 anos para Eucalipto e 11 anos para pinus e pela baixa resistência a térmitas, desta espécie de Eucalipto.

Segundo PAES & VITAL, (2000) ao estudarem 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, para as posições internas no tronco, região de onde foram confeccionados os corpos-de-prova para este estudo.

De acordo com SILVA *et al.*, (2004) ao avaliarem a influência da idade na resistência natural da madeira de *Eucalyptus grandis* ao ataque de cupim de madeira seca, *Cryptotermes brevis*, demonstraram que quanto mais jovem a madeira, maior é a susceptibilidade ao ataque do cupim, e que a madeira de 10 anos, mais jovem entre as avaliadas, não apresentou diferença significativa no desgaste feito pelos térmitas, quando comparada com a testemunha, *Pinus elliottii*.

A maioria dos corpos-de-prova procedentes do campo de fora da mata apresentaram uma coloração mais escura, comparando-se com os não atacados e com os procedentes do campo de dentro da mata, isto provavelmente pode ser explicado pela atuação da degradação fotoquímica, pois a intensidade solar neste ambiente é superior, pela ausência de árvores, que no ambiente de dentro da mata; dessa forma, a incidência da radiação ultravioleta é direta. Segundo OLIVEIRA (1986) a degradação fotoquímica é promovida pela radiação ultravioleta, que atua, principalmente, sobre a lignina, ocasionando como efeito perceptível a alteração da cor da madeira.

3.2 Propriedades físicas e mecânicas

As propriedades físicas e mecânicas avaliadas, antes e após a exposição nos campos de apodrecimento, foram: densidade aparente, resistência à compressão paralela às fibras e módulo de ruptura (MOR) e elasticidade (MOE) na flexão estática. As maiores reduções percentuais ocorreram nos corpos-de-prova oriundos das toras de dentro da mata. Esse fato corrobora com o índice médio de deterioração, pois os corpos-de-prova os quais forneceram registros que denotassem uma degradação mais intensa, também são originados das toras de dentro da mata. Esse fato é explicado pelas condições favoráveis ao desenvolvimento dos organismos xilófagos neste ambiente, entre elas, maior umidade, variações de temperatura menos bruscas, além da presença de organismos decompositores ser mais diversa dentro da mata do que fora dela.

Segundo SCANAVACA JUNIOR (2001), as propriedades mecânicas da madeira são divididas em dois grupos, um de resistência, em que estão incluídas as propriedades resistência a compressão paralela e perpendicular às fibras, flexão estática e dinâmica e cisalhamento entre outras. Em outro grupo estão as propriedades de elasticidade da madeira; neste grupo, tem-se o módulo de elasticidade à flexão estática, que determina a rigidez da madeira. Em função de suas propriedades físicas e mecânicas, as madeiras são caracterizadas, que fornecendo subsídios para definição dos usos que estas madeiras possam ter.

Dentro da sucessão de fases é correto afirmar que os microorganismos têm papel marcante na decomposição da madeira. Nesse sentido, OLIVEIRA *et al.* (1996) afirmam que existem seis grupos fisiológicos e nichos ecológicos que ocorrem sequencialmente nesta ordem, no processo de decomposição da madeira: 1- Bactérias, 2- bolores primários, 3- fungos manchadores, 4- fungos de podridão mole, 5- basidiomicetos apodrecedores e 6- bolores secundários, e que esses organismos atuam de forma diferenciada nas propriedades mecânicas.

As madeiras colonizadas por bactérias podem apresentar redução em suas características mecânicas e a intensidade desta redução pode ser bastante variável e depender de vários fatores ainda não esclarecidos. Já as madeiras intensamente emboloradas apresentam redução na sua resistência ao impacto, sendo que as demais propriedades mecânicas não são afetadas. Entretanto, para as madeiras intensamente colonizadas por fungos manchadores, os mesmos autores encontraram, no caso do alburno de Pinus, reduções de 1% a 2% na densidade, 2% a 10% na dureza, 1% a 5% na resistência à flexão e de 15% a 30% na resistência ao impacto. Madeiras de folhosas também podem apresentar estes mesmos níveis de redução em suas características mecânicas.

Para madeiras intensamente deterioradas por fungos de podridão mole, os autores afirmam que ocorre marcante redução em todas as suas características mecânicas, devido a destruição dos seus elementos estruturais. Nesse sentido, os dados aqui apresentados, referentes às reduções das propriedades físicas e mecânicas avaliadas, são referentes à degradação causada por esses microorganismos, bem como a todos os outros aspectos relacionados a degradação da

madeira, como a atuação de insetos xilófagos e de processos abióticos, ocorrentes nos dois campos de apodrecimento durante 12 meses de exposição a esses fatores.

3.2.1 Densidade aparente e Resistência à compressão paralela às fibras.

3.2.1.1 Densidade aparente dos corpos-de-prova destinados à compressão

Os dados referentes a densidade dos corpos-de-prova destinados ao ensaio de resistência à compressão paralela as fibras e a sua respectiva redução percentual, neste parâmetro, antes e depois do intemperismo, em cada ambiente estão nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Densidade aparente média dos corpos-de-prova (\pm desvio padrão), em g/cm^3 , e redução percentual de madeiras de cinco espécies florestais que não foram exposta a intempéries (Condição I) e exposta em campo aberto (Condição II) por 12 meses. Seropédica, 2005.

Madeira	Condição		Redução (%)
	I	II	
<i>I. marginata</i>	$0,75 \pm 0,04$ a A	$0,75 \pm 0,04$ a A	0
<i>L. lactescens</i>	$0,75 \pm 0,04$ a A	$0,75 \pm 0,03$ a A	0
<i>P. elliotii</i>	$0,50 \pm 0,06$ c A	$0,49 \pm 0,06$ c A	1
<i>M. azedarach</i>	$0,45 \pm 0,03$ d A	$0,44 \pm 0,01$ d A	1
<i>E. urophylla</i>	$0,57 \pm 0,04$ b A	$0,56 \pm 0,04$ b A	1

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tukey $P < 0,05$) e maiúscula na linha (“t” $P < 0,05$), não diferem significativamente por ambos os testes.

Tabela 4. Densidade aparente média dos corpos-de-prova (\pm desvio padrão), em g/cm^3 , e redução percentual de madeiras de cinco espécies florestais que não foram exposta a intempéries (Condição I) e expostas dentro da mata (Condição III), por 12 meses. Seropédica, 2005.

Madeira	Condição		Redução (%)
	I	III	
<i>I. marginata</i>	$0,76 \pm 0,04$ a A	$0,72 \pm 0,07$ a B	5
<i>L. lactescens</i>	$0,74 \pm 0,03$ a A	$0,74 \pm 0,04$ a A	0
<i>P. elliotii</i>	$0,49 \pm 0,04$ c A	$0,42 \pm 0,04$ c B	14
<i>M. azedarach</i>	$0,49 \pm 0,04$ c A	$0,45 \pm 0,03$ c B	8
<i>E. urophylla</i>	$0,57 \pm 0,03$ b A	$0,49 \pm 0,04$ b B	14

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tukey $P < 0,05$) e maiúscula na linha (“t” $P < 0,05$), não diferem significativamente por ambos os testes.

A densidade aparente média dos corpos-de-prova destinados à compressão paralela às fibras, variou entre as amostragens na condição I. Embora essa seja referente à madeira não exposta as intempéries, essa variação é aceitável, porque trata-se de amostragens diferentes, ou seja, madeiras obtidas em árvores distintas, sendo os valores médios e sua variação entre as

amostragens, respectivamente, de: 0,75 - 0,76 g/cm³ para *I. marginata*, de 0,74 - 0,75 g/cm³ para *L. lactecens*, de 0,49 - 0,50 g/cm³ para *P. elliotii* e 0,45 - 0,49 g/cm³ para *M. azedarach*. Para *E. urophylla* não houve variação entre as amostragens, ficando o valor médio da densidade aparente em 0,57 g/cm³ (Tabelas 3 e 4).

A comparação da densidade média revelou que *I. marginata* e *L. lactecens* são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, para os corpos-de-prova oriundos de toras não intemperizadas (condição I), nas duas amostragens, revelando-se as madeiras mais densas entre as avaliadas (Tabelas 3 e 4). As duas madeiras menos densas, *M. azedarach* e *P. elliotii*, apresentaram-se estatisticamente diferentes na amostragem da madeira não intemperizada (condição I) em comparação aos corpos-de-prova oriundos do campo a céu aberto (condição II) (Tabela 3) e estatisticamente iguais para a amostragem não intemperizada (condição I) em comparação aos corpos-de-prova oriundos do campo de dentro da mata (condição III) (Tabela 4). Essa diferenciação na densidade entre as amostragens na condição I, pode ser explicada pelo fato de serem madeiras de árvores distintas. Para *E. urophylla*, a densidade apresentou-se diferente estatisticamente, comparando-se com todas as outras madeiras, sejam intemperizadas ou não (Tabelas 3 e 4).

A redução percentual média da densidade foi mais acentuada nas madeiras que foram expostas dentro da mata, sendo os maiores valores registrados para as madeiras de *E. urophylla* e *P. elliotii* com redução de 14 % em ambas (Tabela 4), seguidas de *M. azedarach* e *I. marginata*, registrando valores de 8 e 5 %, respectivamente (Tabela 4), VENSION *et al.* (2000) ao estudarem as propriedades mecânicas da madeira *Pinus taeda* submetido à ação de agentes biodegradadores, por um período de exposição de 6 meses dentro de um povoamento da mesma espécie, verificaram redução de 4,3 % na densidade. A madeira de *L. lactecens* não apresentou redução na densidade, em ambos ambientes. Os valores médios da densidade das madeiras de *E. urophylla* e *P. elliotii* e *M. azedarach* I, nas amostragens relativas ao campo de dentro da mata, diferiram significativamente pelo teste t a 5% de significância, entre as condições (Tabela 4).

Nas madeiras submetidas ao campo de apodrecimento a céu aberto, foi registrada uma redução de 1% nos valores de suas densidades, com exceção para as de *I. marginata* e *L. lactescens* que não denotaram redução na densidade, embora todas não tenham diferido estatisticamente antes e após o intemperismo (Tabela 3). Essa variação não necessariamente está ligada a degradação biótica ou abiótica, por se tratar de reduções baixas, estas poderiam estar relacionadas com a variação da amostragem, feita no fuste das árvores. No entanto, os corpos-de-prova procedentes de dentro da mata, apresentaram sinais intensos da degradação causada por fungos e insetos, o que explica a maior redução da densidade na madeira submetida a esse ambiente.

3.2.1.2 Resistência à compressão paralela às fibras

Os maiores registros dos valores médios resistência à compressão, nos corpos-de-prova não intemperizados (condição I), foram observados nas madeiras de *I. marginata* e *L. lactescens*, e os menores valores para este parâmetro, foram observados nos corpos-de-prova de *P. elliotii* e *M. azedarach*, sendo, os maiores valores iguais entre si, bem como os menores, ao serem comparados pelo teste Tukey a 5% de significância para ambas amostragens (Tabelas 5 e 6). A madeira de *E. urophylla* apresentou diferença estatística, na mesma variável, quando comparada com os valores das madeiras que expressaram as menores médias e com a maior média, nas duas amostragens (Tabelas 5 e 6) o que denota uma resistência mediana à compressão, em comparação com as demais madeiras avaliadas.

Tabela 5. Valores médios de compressão paralela às fibras (\pm desvio padrão), em kgf/cm² e perda percentual da madeira de cinco espécies florestais que não foram expostas a intempéries (Condição I) e expostas em campo aberto (Condição II) por 12 meses. Seropédica, 2005.

Madeira	Condição		Redução (%)
	I	II	
<i>I. marginata</i>	473 \pm 42 ab A	418 \pm 48 b B	11
<i>L. lactescens</i>	509 \pm 77 a A	499 \pm 65 a A	2
<i>P. elliotii</i>	347 \pm 54 c A	341 \pm 70 c A	2
<i>M. azedarach</i>	332 \pm 33 c A	330 \pm 28 c A	0,6
<i>E. urophylla</i>	446 \pm 35 b A	395 \pm 49 b B	11

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tukey $P < 0,05$) e maiúscula na linha (“t” $P < 0,05$), não diferem significativamente por ambos os testes.

Tabela 6. Valores médios de compressão paralela às fibras (\pm desvio padrão) em kgf/cm², e perda percentual da madeira de cinco espécies florestais, que não foram expostas a intempéries (Condição I) e expostas dentro da mata (Condição III) por 12 meses. Seropédica, 2005.

Madeira	Condição		Redução (%)
	I	III	
<i>I. marginata</i>	446 \pm 61 ab A	357 \pm 86 b B	20
<i>L. lactescens</i>	480 \pm 56 a A	464 \pm 49 a A	3
<i>P. elliotii</i>	321 \pm 25 c A	232 \pm 34 c B	28
<i>M. azedarach</i>	351 \pm 32 c A	325 \pm 33 b A	7
<i>E. urophylla</i>	412 \pm 42 b A	239 \pm 72 c B	42

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tukey $P < 0,05$) e maiúscula na linha (“t” $P < 0,05$), não diferem significativamente por ambos os testes.

Para as madeiras de *E. urophylla* e *I. marginata*, foi registrado uma redução significativa de 11% para os valores médios da resistência à compressão, no campo a céu aberto (condição II) (Tabela 5). No campo de dentro da mata (condição III), ocorreram reduções significativas nas madeiras de *E. urophylla*, *P. elliotii* e *I. marginata*, com reduções percentuais de 42, 28 e 20, respectivamente (Tabela 6).

Segundo VENSION *et al.* (2000) ao estudarem a atuação de agentes biodegradadores na madeira de *Pinus taeda*, dentro de um povoamento homogêneo da mesma espécie, registraram uma redução percentual de 14,7% para os esforços na compressão, num período de 6 meses de exposição às intempéries.

3.2.2 Densidade aparente, Módulo de ruptura (MOR) e elasticidade (MOE) na flexão estática

3.2.2.1 Densidade aparente dos corpos-de-prova destinados à flexão estática

Os maiores valores médios de densidade aparente dos corpos-de-prova destinados à flexão estática e a variação entre amostragens, para as madeiras não intemperizadas (Condição I), foram de: 0,76 - 0,77 g/cm³ para *I. marginata*, de 0,74 - 0,76 g/cm³ para *L. lactescens*, de 0,55 - 0,57 g/cm³ para *E. urophylla*, de 0,49 - 0,52 g/cm³ para *P. elliottii* e para *M. azedarach* de 0,45 - 0,48 g/cm³, respectivamente (Tabelas 7 e 8). A comparação das médias, deste parâmetro, revelou que ocorreu exatamente o mesmo padrão de diferenciação estatística dos corpos-de-prova destinados à compressão paralela as fibras, expressos nas Tabelas 3 e 4.

A variação entre a densidade dos corpos-de-prova destinados à compressão e flexão estática, não foi suficiente para promover alterações no padrão das diferenças estatísticas, o que evidencia que a tendência das variações da densidade entre as madeiras é a mesma nos dois tipos de corpos-de-prova e nas respectivas amostragens das madeiras não intemperizadas (condição I).

Tabela 7. Densidade aparente média dos corpos-de-prova (\pm desvio padrão), em g/cm³, e redução percentual, de madeiras de cinco espécies florestais que não foram expostas à intempéries (Condição I) e exposta em campo aberto (Condição II) por 12 meses. Seropédica, 2005.

Madeira	Condição		Redução (%)
	I	II	
<i>I. marginata</i>	0,76 \pm 0,05 a A	0,75 \pm 0,04 a A	1
<i>L. lactescens</i>	0,76 \pm 0,04 a A	0,76 \pm 0,03 a A	0
<i>P. elliottii</i>	0,52 \pm 0,06 c A	0,50 \pm 0,07 b A	4
<i>M. azedarach</i>	0,45 \pm 0,02 d A	0,45 \pm 0,02 c A	0
<i>E. urophylla</i>	0,55 \pm 0,02 b A	0,55 \pm 0,03 b A	0

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tukey $P < 0,05$) e maiúscula na linha (“t” $P < 0,05$), não diferem significativamente por ambos os testes.

Tabela 8. Densidade aparente média dos corpos-de-prova (\pm desvio padrão), em g/cm³, e redução percentual, de madeiras de cinco espécies florestais que não foram expostas à intempéries (Condição I) e exposta dentro da mata (Condição III) por 12 meses. Seropédica, 2005.

Madeira	Condição		Redução (%)
	I	III	
<i>I. marginata</i>	0,77 \pm 0,04 a A	0,72 \pm 0,05 a B	6
<i>L. lactescens</i>	0,74 \pm 0,03 a A	0,74 \pm 0,07 a A	0
<i>P. elliottii</i>	0,49 \pm 0,02 c A	0,42 \pm 0,06 c B	14
<i>M. azedarach</i>	0,48 \pm 0,02 c A	0,46 \pm 0,02 bc B	4
<i>E. urophylla</i>	0,57 \pm 0,02 b A	0,49 \pm 0,03 b B	14

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tukey $P < 0,05$) e maiúscula na linha (“t” $P < 0,05$), não diferem significativamente por ambos os testes.

A redução percentual da densidade, no campo a céu aberto (condição II), atingiu valores semelhantes aos dos corpos-de-prova destinados à compressão, sendo que as médias também permaneceram iguais estatisticamente, após o intemperismo, quando aplicado o teste t (Tabela 7).

Apenas para a madeira de *P. elliotii*, foi registrada uma redução maior neste parâmetro, em comparação aos corpos-de-prova destinados à compressão. Embora não significativa, essa redução pode ter sido ocasionada pelo tamanho do corpo-de-prova destinado à flexão estática, sendo bem maior que o destinado à compressão, abrangendo dessa forma, uma maior área mensurável e conseqüentemente uma maior representação dos processos de degradação, sejam bióticos ou abióticos.

A redução percentual da densidade, após o intemperismo, nos corpos-de-prova oriundos do campo de apodrecimento de dentro da mata (condição III), apresentou valores semelhantes aos dos corpos-de-prova destinados à compressão, sendo que as maiores perdas também foram registradas nas madeiras de *P. elliotii* e *E. urophylla*, ambas, com reduções de 14% cada, seguidas por *I. marginata* 6% e *M. azedarach* 4%. As médias da densidade, para estas madeiras, apresentaram-se diferentes ao serem submetidas à análise pelo teste t, após o intemperismo (Tabela 8).

3.2.2.2 Módulo de ruptura (MOR) na flexão estática

Os três maiores valores de módulos de ruptura, para madeiras não intemperizadas (condição I), nas duas amostragens, foram registrados para as madeiras das espécies: *L. lactescens*, *E. urophylla* e *I. marginata*, sendo de 952, 756 e 699 kgf/cm² respectivamente, esses para a amostragem a ser comparada com os valores obtidos dos ensaios com os corpos-de-prova procedentes do campo de apodrecimento a céu aberto (Tabela 9). Para a amostragem a ser comparada com os corpos-de-prova oriundos do campo de dentro da mata, os valores médios foram de: 849, 710 e 706 kgf/cm² respectivamente, sendo iguais estatisticamente pelo mesmo teste (Tabela 10). Os dois menores valores, para este parâmetro, foram registrados nas madeiras de *M. azedarach* e *P. elliotii*, nas duas amostragens, e em ambas foram iguais estatisticamente (Tabela 9 e 10).

Tabela 9. Valores médios do modulo de ruptura (MOR), em kgf/cm², (\pm desvio padrão) e redução percentual, da madeira de cinco espécies florestais que não foram expostas à intempéries (Condição I) e expostas em campo aberto (Condição II) por 12 meses. Seropédica, 2005.

Madeira	Condição		Redução (%)
	I	II	
<i>I. marginata</i>	699 \pm 145 bc A	657 \pm 67 b A	6
<i>L. lactescens</i>	952 \pm 221 a A	908 \pm 148 a A	6
<i>P. elliotii</i>	607 \pm 99 bc A	489 \pm 131 c B	19
<i>M. azedarach</i>	576 \pm 106 c A	570 \pm 64 bc A	1
<i>E. urophylla</i>	756 \pm 49 b A	600 \pm 70 bc B	20

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tukey $P < 0,05$) e maiúscula na linha ($t P < 0,05$), não diferem significativamente por ambos os testes.

Tabela 10. Valores médios do módulo de ruptura (MOR), em kgf/cm², (\pm desvio padrão) e redução percentual, da madeira de cinco espécies florestais que não foram expostas à intempéries (Condição I) e expostas dentro da mata (Condição III) por 12 meses. Seropédica, 2005.

Madeira	Condição		Redução (%)
	I	III	
<i>I. marginata</i>	706 \pm 163 ab A	454 \pm 174 bc B	36
<i>L. lactescens</i>	849 \pm 200 a A	811 \pm 186 a A	5
<i>P. elliotii</i>	530 \pm 80 c A	272 \pm 92 d B	49
<i>M. azedarach</i>	638 \pm 120 bc A	499 \pm 59 b B	22
<i>E. urophylla</i>	710 \pm 53 ab A	338 \pm 72 cd B	52

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tukey $P < 0,05$) e maiúscula na linha ($t P < 0,05$), não diferem significativamente por ambos os testes.

O processo de degradação ocasionou reduções percentuais diferenciadas em cada ambiente, no módulo de ruptura. Para as madeiras expostas no campo a céu aberto (condição II), as que tiveram registros significativos estatisticamente foram as madeiras de: *E. urophylla* e *P. elliotii*, com reduções de 20 % e 19% respectivamente, sendo as médias dessa variável e dessas madeiras, antes e após o intemperismo, diferentes quando comparadas pelo teste t a 5% de significância (Tabela 9).

Para as madeiras expostas no campo de dentro da mata (condição III), apenas *L. lactescens* não apresentou redução significativa, pelo teste t, no módulo de ruptura, após o intemperismo, sendo registrado uma redução de 5% (Tabela 10). As demais madeiras, *E. urophylla*, *P. elliotii*, *I. marginata* e *M. azedarach*, perderam, respectivamente, 52%, 49%, 36% e 22 % nos valores de MOR após o intemperismo, sendo diferentes pelo teste t (Tabela 10).

Embora a madeira de *E. urophylla* não seja a segunda madeira mais densa, apresentou-se como a segunda mais resistente quanto ao módulo de ruptura, nas duas amostragens, para a madeira não exposta às intempéries (Condição I) (Tabelas 9 e 10); isso se torna possível devido a questões da anatomia da respectiva madeira, ou seja, questões como à orientação da grã podem conferir a madeira uma maior resistência à ruptura em comparação com uma madeira mais densa, no caso *I. marginata* (Informação pessoal: Prof. Alexandre Miguel do Nascimento). Essa propriedade deixou de ser expressada quando a respectiva madeira ficou exposta às intempéries durante um ano, nos dois ambientes, pois a maior redução percentual da resistência à ruptura, causada pela maior suscetibilidade aos agentes degradadores, revelada por esta madeira, a tornou a terceira mais resistente no campo de apodrecimento a céu aberto (Tabela 9) e a quarta mais resistente no campo de apodrecimento de dentro da mata (Tabela 10).

3.2.2.3 Módulo de elasticidade na flexão estática

O maior valor para o módulo de elasticidade, em kgf/cm², nas madeiras não intemperizadas (Condição I), foi registrado em *L. lactescens*, sendo de 79.299 para a amostragem referente à comparação, com as madeiras expostas no campo a céu aberto (Condição II) e de 72.035 para a amostragem respectiva à comparação com a madeira procedente do campo de dentro da mata (Condição III). Em ambas as amostragens, a comparação com as demais

madeiras, demonstrou-se diferente estatisticamente quando comparada pelo teste Tukey a 5% de significância (Tabelas 11 e 12).

A madeira de *E. urophylla* apresentou o segundo maior módulo de elasticidade nas duas amostragens, sendo 65.775 kgf/cm² para a amostragem a ser comparada, com a Condição II, sendo diferente estatisticamente das demais (Tabela 11) e de 60.042 kgf/cm² para a amostragem a ser comparada com a condição III, sendo igual estatisticamente apenas com *I. marginata*, ambas comparações realizadas pelo teste Tukey a 5% de significância (Tabela 12).

Tabela 11. Valores médios do Módulo de Elasticidade (MOE), em kgf/cm², (\pm desvio padrão) e redução percentual, da madeira de cinco espécies florestais que não foram expostas à intempéries (Condição I) e expostas em campo aberto (Condição II) por 12 meses. Seropédica, 2005.

Madeira	Condição		Redução (%)
	I	II	
<i>I. marginata</i>	50.712 \pm 11.394 c A	47.715 \pm 11.479 bc A	6
<i>L. lactescens</i>	79.299 \pm 15.935 a A	76.309 \pm 7.209 a A	4
<i>P. elliotii</i>	49.684 \pm 9.664 c A	39.211 \pm 10.436 c B	21
<i>M. azedarach</i>	46.633 \pm 12.041 c A	46.131 \pm 6.507 bc A	1
<i>E. urophylla</i>	65.775 \pm 7.217 b A	52.845 \pm 7.364 b B	20

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tukey $P < 0,05$) e maiúscula na linha ($t P < 0,05$), não diferem significativamente por ambos os testes.

Tabela 12. Valores médios do Módulo de Elasticidade (MOE), em kgf/cm², (\pm desvio padrão) e redução percentual, da madeira de cinco espécies florestais que não foram expostas às intempéries (Condição I) e expostas dentro da mata (Condição III) por 12 meses. Seropédica, 2005.

Madeira	Condição		Redução (%)
	I	III	
<i>I. marginata</i>	52.576 \pm 14.906 bc A	41.457 \pm 11.925 b A	21
<i>L. lactescens</i>	72.035 \pm 13.467 a A	69.613 \pm 13.004 a A	3
<i>P. elliotii</i>	39.831 \pm 5.330 c A	26.001 \pm 9.380 c B	35
<i>M. azedarach</i>	47.856 \pm 4.757 c A	45.049 \pm 5.629 b A	6
<i>E. urophylla</i>	60.042 \pm 6.608 b A	37.451 \pm 5.606 bc B	38

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tukey $P < 0,05$) e maiúscula na linha ($t P < 0,05$), não diferem significativamente por ambos os testes.

As três madeiras com menor módulo de elasticidade, para a amostragem não intemperizada, são: *I. marginata*, *P. elliotii*, e *M. azedarach*, sendo registrados valores, em kgf/cm², de: 50.712; 49.684 e 46.633, respectivamente para a amostragem referente a comparação com a condição II (Tabela 11). Para essas mesmas espécies, a amostragem referente a comparação, com a condição III (Tabela 12) os módulos, em kgf/cm², foram de: 52.576; 39.831 e 47.856 respectivamente. Em ambas as amostragens, a comparação das médias dessa variável, não apresentou diferença estatística pelo teste Tukey a 5% de significância (Tabelas 11 e 12).

As maiores reduções percentuais no módulo de elasticidade, após o intemperismo, foram registrados em *P. elliotii* e *E. urophylla*, observando-se valores percentuais de: 21 e 20 respectivamente, para a comparação, com a condição II (Tabela 11) e de 35 e 38, respectivamente, para a amostragem que foi comparada, com a condição III (Tabela 12), sendo essas reduções significativas pelo teste t a 5% de significância, pois as médias antes e após a exposição às intempéries são diferentes estatisticamente (Tabela 11 e 12).

A madeira de *E. urophylla* apresentou comportamento semelhante ao módulo de ruptura, pois, não sendo a segunda mais densa, apresentou o segundo maior módulo de elasticidade. O processo de degradação no campo de apodrecimento de dentro da mata e a maior susceptibilidade da madeira de *E. urophylla*, aos organismos xilófagos, a transferiram da posição de segunda mais elástica para quarta (Tabela 12). Essa diminuição após o intemperismo é justificada pela maior perda percentual desta propriedade, neste ambiente, e entre as madeiras avaliadas. Esse comportamento não foi notado no campo de apodrecimento a céu aberto, como para o módulo de ruptura, o que sugere que a diminuição do módulo de elasticidade é menos influenciada pelos fatores que atuaram no campo a céu aberto, em comparação com o módulo de ruptura, que teve sua resistência diminuída, neste ambiente, da segunda para a terceira maior resistência, após o intemperismo.

Nas madeiras de *I. marginata*, *L. lactescens* e *M. azedarach*, foram registradas reduções percentuais de 6 %; 4% e 1% para a comparação, com a condição II (Tabela 11) e para a comparação, com a Condição III registraram-se valores de 21%; 3% e 6% (Tabela 12). Em ambas amostragens as médias antes e após o intemperismo demonstraram-se iguais estatisticamente pelo teste t a 5% de significância, o que denota que as respectivas reduções não são significativas. Embora em *I. marginata* tenha sido registrado um redução de 21% no módulo de elasticidade, essa redução, embora não significativa estatisticamente, corrobora com o índice de deterioração médio (73) obtido pelos corpos-de-prova oriundos do campo de dentro da mata, os quais tiveram essa redução percentual, apesar da madeira *P. elliotii* ter denotado um índice de deterioração maior (86), isso poderia sugerir uma menor atuação dos processos de degradação, mas deve-se entender que estas notas são relativas a avaliações visuais, desconsiderando a atuação dos processos que não são perceptíveis a olho nu, portanto isso poderia explicar a maior redução do módulo de elasticidade desta madeira, em comparação com a madeira de *I. marginata*, além da diferença entre as densidades dessas madeiras.

4 CONCLUSÕES

- As madeiras mais susceptíveis aos organismos xilófagos, são: *E. urophylla* e *I. marginata*, e as menos atacadas são: *L. lactescens* e *M. azedarach*.
- O ambiente influencia a ocorrência dos organismos xilófagos, bem como as reduções das propriedades físicas e mecânicas.
- A densidade das madeiras de *L. lactescens*, *M. azedarach*, *E. urophylla*, *I. marginata* e *Pinus elliotii*, não sofreu influência do intemperismo no campo de apodrecimento a céu aberto, em 12 meses de exposição.
- A densidade, resistência à compressão e os módulos de elasticidade (MOE) e ruptura (MOR) na flexão estática, para a madeira de *L. lactecens*, não é afetada significativamente pelo intemperismo nos dois ambientes.

- A densidade das madeiras de, *M. azedarach*, *E. urophylla*, *I. marginata* e *Pinus elliotti*, é afetada pelo intemperismo no campo de dentro da mata.
- A madeira de *L. lactescens* e *I. marginata* possuíram maior resistência à compressão, antes e depois do intemperismo, nos dois ambientes e amostragens.
- As reduções na resistência à compressão, demonstraram-se mais acentuadas nas madeiras expostas no campo de apodrecimento de dentro da mata, sendo os maiores percentuais registrados para a madeira de *E. urophylla*.
- Os maiores módulos de ruptura (MOR) antes do intemperismo foram registrados, na seqüência, em: *L. lactescens*, *E. urophylla* e *I. marginata*.
- As maiores reduções nos módulos de ruptura foram registrados no campo de apodrecimento de dentro da mata, pelas madeiras e na seqüência: *E. urophylla*, *P. elliottii* e *I. marginata*.
- O intemperismo interfere de forma mais acentuada nas propriedades da madeira de *E. urophylla*, nos dois ambientes.
- O maior módulo de elasticidade na flexão estática ocorre na madeira de *L. lactescens*, seguido de *E. urophylla* e *I. marginata*.
- As maiores reduções no módulo de elasticidade na flexão estática ocorrem nas madeiras das espécies *E. urophylla* e *P. elliottii*, nos dois campos de apodrecimento.

CAPÍTULO III

RESISTÊNCIA NATURAL DA MADEIRA DE QUATRO ESPÉCIES ARBÓREAS A *Coptotermes gestroi* (WASMANN, 1896) (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE), UM MODELO DE ENSAIO PARA ATAQUE NATURAL

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resistência natural da madeira de quatro espécies arbóreas, à *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896), bem como propor um método para avaliação da mesma que leve em consideração a biologia e ecologia dos térmitas. As espécies utilizadas foram: *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, *Melia azedarach* L, *Lophantera lactescens* Ducke e *Inga marginata* Willd. A metodologia proposta consiste em atrair os térmitas para uma câmara de alvenaria, sem interferir na colônia, usando como isca papelão, após uniformização da ocorrência dos insetos, dentro da estrutura, corpos-de-prova, medindo 3 x 1,5 x 1,5 cm, foram expostos ao ataque dos mesmos durante 45 dias. Essa simulação de um ataque natural, para montagem do ensaio, foi denominada “semicampo”. A maior perda de massa percentual foi registrada para a madeira de *L. lactecens* (20%), seguido de *E. urophylla* (17%), *I. marginata* (6%) e *M. azedarach* (3%). Os corpos-de-prova mais desgastados foram os da madeira de *L. lactecens* e os menos desgastados foram de *M. azedarach*. O método proposto demonstrou-se eficiente para avaliação da durabilidade natural das madeiras, frente ao ataque natural dos térmitas.

Palavras chave: Termitas, durabilidade natural, ensaio

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the natural resistance of the wood of four arboreal essences, to *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896), as well as to propose a method for evaluating that takes in consideration the biology and ecology of the termites. The essences were: *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, *Melia azedarach* L, *Lophantera lactescens* Ducke, *Inga marginata* Willd. The proposed methodology consists in attracting the termites to a masonry camera, without interfering in the colony, using paper as an attractive, after uniforming of the occurrence of the insects, inside the structure, wood blocks, measuring 3 x 1,5 x 1,5 cm, they were exposed to the attack of the same ones for 45 days. That simulation of a natural attack, to assembly the rehearsal, was denominated "semicampo". The largest loss of mass percentile was registered for the wood of *L. lactecens* (20%), followed by *E. urophylla* (17%), *I. marginata* (6%) and *M. azedarach* (3%). The most consumed wood blocks were the ones of *L. lactecens* and the less consumed were *M. azedarach*. The proposed method was efficient for evaluating the natural durability of the wood, due to the natural attack of the termites.

Key words: termites, natural durability, rehearsal

1 INTRODUÇÃO

Os cupins são insetos sociais da ordem Isoptera, que contém cerca de 2750 espécies descritas no mundo. Mais conhecidos por sua importância econômica como pragas de madeira e de outros materiais celulósicos, os cupins também têm atraído a atenção de muitos cientistas devido ao seu singular sistema social. Além de provocar considerável dano econômico em áreas urbanas e regiões tropicais, exercendo papel essencial nos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes (CONSTANTINO, 1999).

Segundo BERTI FILHO (1993) os cupins de madeira danificam o madeiramento das construções, comprometendo a segurança destas, postes de linhas de transmissão de eletricidade, mourões de cerca e dormentes. No âmbito doméstico atacam portas e batentes, assoalhos e muitas outras peças de madeira em uso.

Com a proibição dos organoclorados, no combate aos insetos, entre eles os térmitas, surgiu a necessidade de buscar-se alternativas ao seu controle, esse fato fez surgir novas moléculas inseticidas. Outra opção é encontrar madeiras naturalmente resistentes a tais organismos. Segundo OLIVEIRA *et al.* (1986) dependendo da espécie, apenas um composto químico é o responsável pela resistência, enquanto em outras, vários componentes atuam de modo sinérgico, para conferir à madeira a sua durabilidade natural.

Segundo PAES *et al.* (2003a) a menor quantidade de trabalhos realizados com térmitas em relação àqueles com fungos xilófagos, justifica-se por serem os fungos os principais agentes deterioradores da madeira quando em contato com o solo. Porém, madeiras empregadas em batentes de portas, janelas, lambris, assoalhos, forros, etc, não estão livre do ataque de insetos.

Para se encontrar madeiras potencialmente resistente a insetos xilófagos, é necessário estudar-se a durabilidade natural, frente à atuação destes organismos. Neste intuito a norma ASTM D – 3345 (1994) é o principal protocolo utilizado para avaliar a resistência de madeiras a térmitas, em laboratório. Críticas a essa metodologia são feitas por diversos pesquisadores, em virtude de sua artificialidade, sendo necessário buscar-se novas metodologias que contemplem o referido estudo de uma forma mais natural.

Segundo CAVALCANTE *et al.* (1987) o ideal dos testes acelerados de laboratório é que deveriam produzir na madeira os mesmos efeitos dos testes de campo, os mesmos autores afirmam que esses testes para avaliarem a resistência da madeira ao ataque de insetos resultam em dados que refletem os efeitos das condições do ensaio, não estando necessariamente em concordância com os resultados dos testes de campo, sendo necessário novos procedimentos para a avaliação da durabilidade da madeira. A metodologia proposta neste artigo visa atender essa demanda, criando uma condição denominada “semicampo”.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resistência natural a térmitas, da madeira do cerne de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake “Eucalipto” (Myrtaceae), *Melia azedarach* L. “Cinamomo” (Meliaceae), *Lophantera lactescens* Ducke, “lanterneira” (Malpighiaceae), *Inga marginata* Willd “Inga” (Mimosaceae), bem como propor uma metodologia, para avaliação da mesma que leve em consideração a biologia e ecologia dos térmitas, bem traçar uma discussão sobre os protocolos utilizados atualmente para esse tipo de experimental.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A madeira utilizada neste trabalho foi obtida em árvores cultivadas no Campus da UFRRJ e na Floresta Nacional Mario Xavier, em Seropédica, RJ. As espécies utilizadas foram, *Eucalyptus urophylla* “Eucalipto” (Myrtaceae), *Melia azedarach* L. “Cinamomo” (Meliaceae),

Lophantera lactescens Ducke, “lanterneira” (Malpighiaceae), *Pinus elliottii* “Pinus” (Pinaceae), *Inga marginata* “Inga” (Mimosaceae)

Parte da metodologia foi baseada nas normas propostas pelo laboratório de Entomologia da Madeira da Coordenação de Pesquisas em Produtos Florestais do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA/CPPF), conforme artigo de ABREU & SILVA (2000). Adaptações foram feitas, com o intuito de utilizar uma colônia de ocorrência natural, sendo o uso de uma caixa d’água para o confinamento da colônia, substituído por uma câmara de alvenaria com acesso frontal, onde os cupins ocorriam naturalmente, esta modificação foi utilizada para tornar o teste próximo às condições naturais.

Em testes de laboratório, para a avaliação da resistência da madeira aos térmitas, as colônias são confinadas em caixas d’água ou é feita à coleta de indivíduos que são colocados em contato com a madeira, dentro de vidros. Em ambas metodologias, nota-se uma artificialidade no método, os indivíduos entram em contato apenas com as madeiras avaliadas, sem contar o estresse causado pela manipulação dos indivíduos.

Utilizando-se uma colônia de ocorrência natural, os térmitas tem acesso a outras fontes de alimento, respeitando dessa forma a ecologia do inseto bem como sua biologia. Os resultados obtidos tornam-se mais próximos do real, ou seja, de um ataque realizado quando a madeira encontra-se em serviço, fornecendo dados da perda de massa e desgaste dos corpos-de-prova bem como do consumo, levando-se em conta a livre escolha dos térmitas. Segundo PAES (1997) nas condições naturais de campo, os insetos têm outras fontes de alimento, atacando mais intensamente aquelas que lhes melhor convier, assim, os resultados obtidos são mais representativos das condições naturais.

De cada uma das espécies, foram cortadas amostras do cerne, medindo 3 x 1,5 x 1,5 cm. Estas amostras foram secas em estufa à temperatura de 70 °C pesadas em balança analítica e depois submetidas ao ataque dos cupins.

Para avaliação da durabilidade das madeiras, foi utilizada uma colônia de cupim da espécie *Coptotermes gestroi*, que ocorre naturalmente no Laboratório de Preservação e Degradação da Madeira, do Departamento de Produtos Florestais da UFRRJ. Para a montagem dos testes, a colônia foi previamente alimentada com papelão, dentro de uma câmara escura de alvenaria, o papelão foi acomodado no fundo da mesma de forma uniforme, onde os térmitas passaram a alimentar-se do mesmo. Esse procedimento foi feito para uniformizar a ocorrência dos cupins dentro da câmara.

Após este processo, com cerca de 90% do papelão consumido, os corpos-de-prova foram distribuídos em quadrado latino, contendo 5 blocos com cinco repetições cada, sendo uma delas a testemunha.

O experimento foi mantido por 45 dias e só foi desmontado após este período, segundo recomendação de ABREU & SILVA (2000), tempo suficiente para que as amostras de Pinus, de conhecida baixa durabilidade, perdessem quase toda sua massa, sendo o parâmetro para desmontagem do teste. Os corpos-de-prova foram em seguida secos em estufa a 70 °C e pesados, para obtenção da perda de massa e consumo.

Utilizou-se para a avaliação do desgaste dos corpos-de-prova, causados pelos cupins, tabela sugerida pela norma ASTM D-3345 (1994), onde, através do dano causado no corpo de prova, atribui-se notas aos mesmos (Tabela 1). Também adotou-se o sistema de classificação de durabilidade, sugerido por ABREU & SILVA (2000) (Tabela 2).

Diante da análise subjetiva oriunda da avaliação do desgaste, optou-se também pela análise estatística dos resultados da perda de massa percentual, segundo orientação de PAES *et. al* (2003) e do consumo médio, em gramas. Os dados foram transformados em raiz de $(x + 0,5)$,

transformação necessária para homogeneização das variâncias. Foi utilizado o teste de Tukey, em nível de 5% de significância, para comparação das médias.

Calculou-se a densidade de cada madeira, pelo método esteriométrico, para tal foram coletados 40 corpos-de-prova da região do cerne de cada espécie, medindo 2 x 2 x 3 cm, sendo a maior dimensão paralelo às fibras. Os corpos-de-prova foram colocados em câmara climatizada (T= 20 C° UR= 65%), ao estabilizarem a massa, foi realizada pesagem final. Com os dados de volume e a massa constante, calculou-se a densidade de cada corpo-de-prova e posteriormente obteve-se a densidade média de cada madeira.

Tabela 1. Avaliação do desgaste provocado pelos cupins nos corpos-de-prova.

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 durabilidade, em função da perda percentual de massa dos corpos-de-prova expostos ao ataque natural de *C. gestroi*.

Perda de massa (%)	Classe
0 a 10	Altamente resistente (AR)
11 a 24	Resistente (R)
Acima de 45	Não resistente (NR)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade aparente média, em g/cm³, da madeira do cerne de Lanterneira, Eucalipto, Ingá e Cinamomo foi: 0,74; 0,57; 0,76; 0,47, em câmara climatizada (T= 20 C° UR= 65%). A maior perda de massa percentual média, foi registrada na madeira de Lanterneira (20), seguida por Eucalipto (17), Ingá (6) e Cinamomo (3), ocorrendo diferença estatística apenas para a comparação Lanterneira x Cinamomo, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo médio, em gramas, dos térmitas e desgaste médio, perda de massa percentual média e classe de resistência dos corpos-de-prova das quatro madeiras, expostos ao ataque natural de *C. gestroi* pelo período de 45 dias.

Madeira	Consumo médio (g)	Desgaste médio	Perda de massa (%)	Classe de resistência
<i>L.lactescens</i>	1,19 a	5,6	20 a	R
<i>E. urophylla</i>	0,79 ab	6,8	17 ab	R
<i>I. marginata</i>	0,32 b	8,6	6 ab	AR
<i>M. azedararach</i>	0,11 b	9,0	3 b	AR

Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente (Tukey 5% de probabilidade)

O valor do desgaste médio revelou que os corpos-de-prova de lanterneira foram os mais danificados, nota 5,6 (Tabela 3), sendo coerente com a maior perda de massa percentual e o maior consumo médio, essa tendência foi observada para todas as madeiras. Segundo PAES (1997), esse sistema de notas, relativo ao desgaste, sugerido na norma ASTM D-3345, é subjetivo, causando dúvidas quanto à classificação dos corpos-de-prova. A metodologia proposta sugere que além da perda de massa, seja avaliado o consumo médio, em gramas, de madeiras pelos térmitas. Para isso, recomenda-se que a densidade seja levada em consideração, pois os resultados podem ter interpretações confusas, podendo estes não concordar com o desgaste médio nem com a perda de massa percentual, pois um maior registro de consumo médio em gramas, não necessariamente indica que tal madeira seja a mais atacada, isso pode ocorrer quando a relação massa volume, desta madeira, seja superior. Esta ressalva não foi verificada neste experimento, estando os dados de consumo, coerentes com os percentuais de perda e desgaste médio.

O maior consumo médio, de *C. gestroi* aos 45 dias de exposição das amostras, foi registrado para os corpos-de-prova de Lanterneira (1,19g) (Figura 1), seguido de Eucalipto (0,79g) (Figura 2), Ingá (0,32g) (Figura 3) e Cinamomo (0,11g) (Figura 4), ocorrendo diferença estatística quando se compara o consumo nas madeiras de: Lanterneira x Ingá e Lanterneira x Cinamomo, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 3).



Figura 1 Corpos-de-prova de *L. lactescens*, expostos à *C. gestroi*.



Figura 2 Corpos-de-prova de *E. urophylla* expostos à *C. gestroi*



Figura 3 Corpos-de-prova de *I. marginata*,
expostos a *C. gestroi*



Figura 4 Corpos-de-prova de *M. azedarach*,
expostos a *C. gestroi*

A maioria dos trabalhos que avaliam a resistência de madeiras a térmitas, não leva em consideração os dados sobre o consumo médio, apenas a perda de massa percentual. Os dados de consumo perfazem um parâmetro importante, pois geram informações sobre o nível trófico da espécie de térmita utilizada, auxiliando dessa forma, a compreensão do processo de degradação bem como do estudo da biologia dos térmitas.

A madeira de lanterneira é a segunda mais densa, dentre as estudadas. Este fator não foi relevante para conferir resistência ao ataque dos térmitas, sendo esta a mais preferida, e conseqüentemente a que perdeu mais massa. Já a madeira que apresentou a menor perda de massa, o Cinamomo, possui a menor densidade, revelando dessa forma, que a baixa densidade não a tornou preferida pelos térmitas, discordando de BUSTANTE & MARTIUS (1998), que ao estudarem a preferência alimentar de térmitas xilófagos, em laboratório, afirmaram que a madeira de baixa densidade foi geralmente preferida. Já, PAES *et al* (2003a) ao avaliarem a resistência natural de nove madeiras a cupins subterrâneos, em laboratório, relataram que a mesma não está associada à densidade da madeira, o que corrobora com os resultados obtidos nesta pesquisa.

A provável concentração alta de extrativos tóxicos aos térmitas, na madeira de Cinamomo pode ter sido o fator que conferiu uma maior resistência, frente ao desgaste e a perda de massa causada pelos térmitas. BARBOSA *et al.* (2003) afirmam que a alta resistência de algumas espécies madeireiras vem sendo explicada com base nas propriedades de seus componentes químicos, pois é consenso que existe uma estreita relação entre o teor de extrativos e a durabilidade natural da madeira.

Segundo SALLE & RECH, (1999) apud SCHANUTTERER (1990); National Research Council (1992); HUANG *et al.* (1996) relatam que a espécie *M. azedarach* “Cinamomo” contém cerca de quatro compostos ativos, dos quais azadiractina, salanina, meliantriol e nimbim, são os principais e que possuem comprovada ação inseticida. Comumente estes compostos são estudados nas folhas e frutos, ainda não se tem comprovações se esses ou outros atuam como repelentes de insetos no lenho desta espécie, tornando-o mais resistente aos mesmos. SANTOS, (1987) afirma que a madeira desta espécie não é atacada por cupins.

Em estudo realizado por PAES *et al.* (2003b), para avaliar a resistência de três madeiras aos térmitas, em laboratório, afirmam que a quantidade de substâncias extraídas em água quente não apresentou boa relação com a resistência da madeira, podendo esta estar associada a outras substâncias, as quais não foram removidas na água quente. Ainda sobre os extrativos, convém perquirir a quais grupos químicos os mesmos estão associados, e se estes possuem ação inseticida ou fungicida, que conseqüentemente aumentaria a durabilidade da madeira.

De acordo com modelo proposto por ABREU & SILVA (2000), duas espécies de madeiras mostraram-se altamente resistente ao ataque natural de *C. gestroi*, Ingá (6% de perda de massa) e Cinamomo (3%), e duas mostraram-se resistentes, segundo o mesmo modelo, Lanterneira (20%) e Eucalipto (17%) (Tabela 3). Os Corpos-de-prova de Pinus (Figura 5), usados como parâmetro para desmontagem do teste, obtiveram 98 % de perda de massa, aos 45 dias de exposição aos térmitas. TREVISAN *et al.* (2003) ao estudarem a durabilidade natural e a ocorrência de térmitas, em toras de cinco madeiras em contato com o solo, registraram que as toras de Lanterneira foram as mais duráveis em termos de resistência, dureza e ataque de térmitas, por um período de dois anos, e registraram ainda que a espécie ocorrente, nesta madeira, foi *C. gestroi*.



Figura 5 Massa restante dos corpos-de-prova de *P. elliottii*, após 45 dias de exposição a *C. gestroi*

O modelo proposto para o ensaio, sugere que os valores obtidos sejam mais reais. Essa condição denominada “semicampo”, leva em consideração a ecologia e a biologia dos insetos, pois os mesmos não são retirados de sua ocorrência natural, apenas atraídos pelo alimento ofertado para um ambiente protegido onde foi realizado o experimento.

Segundo PAES (1997), nos ensaios de eficiência contra cupins, descritos pelas normas M 12 da AWP (1984) e D-3345 da ASTM (1994), blocos de madeira são expostos à população de cupins subterrâneos, de tamanho pré-determinado, em frascos de vidro com areia, coletados no campo ou obtidos de cultura de laboratório. O mesmo autor cita críticas aos testes de laboratório, em virtude de sua artificialidade.

Alguns autores sugerem metodologias onde as avaliações são realizadas de forma que não haja interferência na ocorrência dos térmitas, TAMASHIRO *et al.* (1986) descrevem uma metodologia onde os corpos-de-prova são colocados em cima da colônia, no campo, e para facilitar o ataque, utilizou papel como atrativo, já HOWICK & CREFFIELD, (1983) descrevem um método que intercala madeiras susceptíveis, com as testadas, e são colocadas no campo ao redor da colônia. SUPRIANA (1985) avaliando um método de alimentação forçada e um de

preferência, em laboratório, afirma que o segundo é o mais apropriado para predizer o comportamento dos térmitas, quando em campo.

4 CONCLUSÕES

- A madeira que mais perdeu massa foi a de *Lophantera lactecens* e a que menos perdeu foi a de *Melia azedarach*.

- O método sugerido, denominado semicampo, demonstrou-se eficiente para avaliação da resistência natural das madeiras e preferência alimentar.

- O consumo médio em gramas é um importante parâmetro para se estudar o nível trófico dos térmitas, sugere-se dessa forma que esse parâmetro seja citado em trabalhos de durabilidade da madeira, frente à atuação desses organismos.

- A densidade é um fator que deve ser considerado na análise do consumo em gramas, embora não seja o principal fator que agrega resistência as madeiras.

- *Eucaliptus urophylla* e *Lophantera lactecens* foram enquadrados na classe resistente e *Melia azedarach* e *Inga marginata*, como altamente resistentes a *C. gestroi* no ensaio de livre escolha.

2 CONCLUSÕES GERAIS

- O tipo de ambiente influenciou na ocorrência de térmitas e coleobrocas, bem como na degradação das toras.
- O ambiente florestal propiciou uma maior ocorrência de espécies de térmitas, bem como de coleobrocas.
- O ambiente florestal é mais propício para deterioração de madeiras, em comparação com o ambiente a céu aberto.
- A madeira de *Inga marginata* é susceptível ao ataque de coleobrocas da família Platypodidae, e da espécie *Euplatypus parallelus* e *Teloplatus ratzeburgi*.
- As toras de *Melia azedarach* apresentam brotações, quando expostas em ambiente florestal.
- As toras de *Melia azedarach* e *Lophantera lactescens* foram as que apresentaram-se menos degradadas nos dois ambientes.
- As toras de *Eucalypto urophylla* foram as mais degradadas nos dois ambientes.
- A consistência da madeira é mais afetada em ambiente florestal.
- O ambiente a céu aberto propicia, de forma superior, o aparecimento de rachaduras nas toras, em comparação com o ambiente florestal.
- No campo de dentro da mata, *Nasutitermes minor* ocorreu em todas as espécies de madeira, em *Pinus elliottii*, além desta, ocorreu também *Heterotermes longiceps*, e em *Eucalyptus urophylla*, ocorreu também *Nasuti termes jaragaue*.
- No campo de apodrecimento a céu aberto, ocorreu apenas *Heterotermes longiceps* nas madeiras de *Eucalyptus urophylla* e *Pinus elliottii*.
- As madeiras mais susceptíveis aos organismos xilófagos, são: *E. urophylla* e *I. marginata*, e as menos atacadas são: *L. lactescens* e *M. azedarach*.
- O tipo de ambiente influencia a ocorrência dos organismos xilófagos, bem como as reduções das propriedades físicas e mecânicas.
- A densidade das madeiras de *L. lactescens*, *M. azedarach*, *E. urophylla*, *I. marginata* e *Pinus elliotti*, não sofreu influência do intemperismo no campo de apodrecimento a céu aberto, em 12 meses de exposição.
- A densidade, resistência à compressão e os módulos de elasticidade e ruptura na flexão estática, para a madeira de *L. lactecens*, não é afetada significativamente pelo intemperismo nos dois ambientes.

- A densidade das madeiras de, *M. azedarach*, *E. urophylla*, *I. marginata* e *Pinus elliotti*, é afetada pelo intemperismo no campo de dentro da mata.
- A madeira de *L. lactescens* e *I. marginata* possui maior resistência à compressão, antes e depois do intemperismo, nos dois ambientes e amostragens.
- As reduções na resistência a compressão, demonstraram-se mais acentuadas nas madeiras expostas no campo de apodrecimento de dentro da mata, sendo os maiores percentuais registrados para a madeira de *E. urophylla*.
- Os maiores módulo de ruptura antes do intemperismo foram registrados, na seqüência, em: *L. lactescens*, *E. urophylla* e *I. marginata*.
- As maiores reduções no módulo de ruptura foram registrados no campo de apodrecimento de dentro da mata, pelas madeiras e na seqüência: *E. urophylla*, *P. elliottii* e *I. marginata*.
- O intemperismo interfere de forma mais acentuada nas propriedades da madeira de *E. urophylla*, nos dois ambientes.
- O maior módulo de elasticidade na flexão estática ocorre na madeira de *L. lactescens*, seguido de *E. urophylla* e *I. marginata*.
- As maiores reduções no módulo de elasticidade na flexão estática ocorrem na madeiras de *E. urophylla* e *P. elliottii*, nos dois campos de apodrecimento.
- A madeira que mais perdeu massa foi a de *L. lactecens* e a que menos perdeu foi a de *M. azedarach*.
- O método sugerido, denominado semicampo, demonstrou-se eficiente para avaliação da resistência natural das madeiras e preferência alimentar.
- O consumo médio em gramas é um importante parâmetro para se estudar o nível trófico dos térmitas, sugere-se dessa forma que esse parâmetro seja citado em trabalhos de durabilidade da madeira, frente à atuação desses organismos.
- A densidade é um fator que deve ser considerado na análise do consumo em gramas, embora não seja o principal fator que agrega resistência as madeiras.
- *E. urophylla* e *L. lactecens* foram enquadrados na classe resistente e *M. azedarach* e *I. marginata*, como altamente resistentes a *C. gestroi* no ensaio de livre escolha.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, R. L. S., BANDEIRA, A. G. Besouros xilomicetófagos economicamente importantes da região de Balbina, Estado do Amazonas. **Revista Árvore**, vol 16(3), p. 346-356, 1992.

ABREU, R. L. S., Estudo da ocorrência de Scolytidae e platipodidae em madeiras da Amazônia. **Acta Amazônica**, vol (3), p. 413-420, 1992.

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(24), p. 229-234, 2000.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM D- 3345. **Standard method for laboratory evaluation of wood and other cellulosic materials for resistente to termites**. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, v.0410, p. 439-41, 1994.

APRILE, F. M., DELITTI, W. B. C. BIANCHINI JR., L. Aspectos cinéticos da degradação de laminados de madeira em ambientes aquático e terrestre. **Revista Brasileira de Biologia**, vol 59(3), p. 485-492, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **MB 26 (NBR 6230)**, Ensaio físicos e mecânicos de madeiras. Rio de Janeiro. 1940. 9p.

BARBOSA, A. P., MORAIS, J. W., SOARES, E. B., NASCIMENTO, C. S., JESUS, M. A. **Efeito Tóxico de Componentes Químicos de Madeiras da Amazônia Com Relação a Térmitas**. São Paulo: 8º Congresso Florestal Brasileiro, 2003. CD-ROM.

BERTI FILHO, E., **Manual de pragas em florestas: Cupins ou térmitas**. São Paulo, IPEF/SIF, 1993. Vol. 3, 56 p.

BROWNE, F. G. **Some aspects of host selection among ambrósia beetles in the humid tropics of South-East Ásia**. Malayan Forester, 21/ 164-182. 1958. The biology of malayan Scolytidae and Platypodidae. The Malayan Forest Records, 22 (1)/ 255p. 1961.

BUSTAMANTE, N. C. R., MATIUS, C. Nutritional preferences of of wood-feeding térmitas inhabiting floodplain forests of the amazon river, Brazil. **Acta amazônica** v. 28(3) p. 301-307, 1998.

CAVALCANTE, M. S. Dados sobre a Durabilidade de 182 madeiras. **Boletim da ABPM**, n.2, p.1-5, 1983.

CAVALCANTE, M. S. Métodos para aumentar a durabilidade da madeira. **Boletim da ABPM**. n. 36, p.159-170, 1985.

CAVALCANTE, S. M., LOPEZ, G. A. C., MONTAGNA, R. G., FOSCO MUCCI, E. S. Durabilidade natural de madeiras em contato com o solo – Correlação entre testes de campo e de laboratório. **Boletim ABPM**. São Paulo, n 62, p 1-10, 1987.

CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis avulsos de Zoologia**, São Paulo, n. 40(25), p.387-448, 1999.

DUNN, R. A., FASULO, T. R., HUDSON, W. G. *et al.* **Woody pest www site**. [s.l.], [s.n.], 1999. Official World Wide Web page of Institute of Food and Agricultural Sciences, Florida University, USA. Disponível na Internet (<http://gnv2.ifas.ufl.edu/~pest/woodypest>, 7 Jan. 2005).

FOSCO MUCCI, E.S., C. LOPEZ, G.A., MONTAGNA, R.G. Durabilidade natural de madeiras em contato com o solo IV. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.4, parte 2, p.558-563, 1992.

FURNISS, R. L. & V. M. CAROLIN. 1977. western forest insects. washington, USDA, 654 p.

GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira**. São Paulo: Nobel, 1988. 112p.

GJOVIK, L. R. **Wood preservation**. In: MAEGLIN, R. R. (ed) Forest products from latin america: almanac of the state of the knowledge and the state of the art. Madison, U.S. Department of Agriculture Forest Service, Forest Products Laboratory. p. 99-198. 1991.

HO, Y. F. **Platypus parallelus, a common ambrosia beetle of timbers**. Technical-Information Forest Research Institute Malaysia. Malásia, v.43, p 4, 1993.

HOWICK, C. D., CREFFIELD, J.W. **A rapid field bioassay technique with subterranean termites**. Stockholm: The international Research Group on Wood Preservation, 1983, GP. (Doc. IRG/ WP/ 1128).

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Série: Manuais técnicos em geociências, v.1, IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 92p. 1992.

JESUS, M.A., MORAES, J.W., CARDIAS, M.F.C, ABREU, R.L.S Durabilidade natural de 46 espécies de madeira Amazônica em contato com o solo em ambiente florestal. **Scientia florestalis**. Ipef-Esalq USP:, v.54, p.81-92, 1998.

LEPAGE, E. S. **Método Sugerido pela IUFRO para ensaios de campo com estacas de madeira**. Preservação de madeiras, v.1, p.205-216,1970.

LINDELOW, A. RISBERG, B. SJODIN, K. Attraction during flight of scolytids and other bark and wood-dwelling beetles to volatiles from fresh and stored spruce wood. **Canadian journal of forestry research**, 22 (2): 224-8. 1992.

LOPEZ, G. A. & MILANO, S. Avaliação da durabilidade natural da madeira e de produtos usados na sua proteção. **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. V. II 1986. p. 473-510.

LUNZ, A. M. **Degradação da madeira de seis espécies arbóreas causada por scolytidae (Coleóptera)**. Seropédica (s.n) 160 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) UFRRJ. IF, 2001.

MILANO, S. **Deterioração de madeiras e acabamentos fora do contacto com o solo**. In: II Encontro Brasileiro em Preservação de Madeira. Resumos. 27-29 de outubro, p. 151-163. 1986.

OLIVEIRA, A. M. F., LELIS, A. T., LEPAGE, E. S. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E. S. (coord.) **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT-SICCT, 1986. Vol. 1, cap.5, p. 99-278.

OLIVEIRA, A.M.F., LELIS, A. T., LEPAGE, E. S., CARBALLERA LOPEZ, G. A., OLIVEIRA, L. C. S., CANEDO, M. D., MILANO, S. **Agentes destruidores da madeira**. In: LEPAGE, E. S. (Coord.) Manual de preservação de madeiras. São Paulo: IPT, 1986. v.1 p. 99-279.

PAES, J. B. **Efeito da purificação e do enriquecimento do creosoto vegetal em suas propriedades preservativas**. Viçosa, 1997. 143p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – UFV.

PAES, J. B., LIMA, C. R., MORAIS, V. M. Resistência natural das madeiras de Angico (*Piptadenia macrocarpa*), Cumaru (*Amburana cearensis*) e Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*) a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratório. **Brasil Florestal**. Nº 75 45-52, 2003b.

PAES, J. B., MORAIS, V. M. M., SOBRINHO, D. W. F., BAKKE, O. A. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a cupins subterrâneos, em ensaio de laboratório. **Revista Cerne**. V. 9(1) p. 36-47, 2003a.

PAES, J. B., VITAL, B. R. Resistência natural da madeira de cinco espécies de eucalipto a cupins subterrâneos, em teste de laboratório. **Revista Árvore**, 2000, vol.24, nº , p. 97-104.

REALINO, B.D.; BUENO, C.R. Durabilidade da madeira natural avaliada através de ensaios de campo. **Revista Científica**, Jaboticabal, V.7, n.2, p. 9-13, 1979.

RICHARDSON, B.A. **Wood preservation**. 2 ed. London: E & FN SPON, 1993. 226p.

ROCHA, F.T., LOPEZ, G. A. C., SPEGEORIN, L., YOKOMIZO, N. K. S., MONTAGNA, R. G., FLORSHEIM, S. M. B. **Durabilidade natural de madeiras em contato com o solo v – avaliação final (20 anos)**. Revista do Instituto Florestal de São Paulo. 12 (1). p. 59-66. 2000.

SALLES, Luiz A., RECH, Neiva L. Efeito de extratos de nim (*Azadiractha indica*) e cinamomo (*Melia azedarach*) sobre *Anastrepha fraterculus* (WIED.) (DIPTERA:TEPHRITIDAE). **Revista Brasileira de agrocência**, v.5 nº3 225-227, 1999.

SANTOS, E. **Nossas madeiras**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1987. 313p.

SCANAVA JUNIOR, L. **Caracterização, silvicultural, Botânica e tecnológica de *Eucalyptus Urophylla* S. T. Blake e de seu potencial para uso em serraria.** Piracicaba, 2001. 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)- Esalq.

SCHEDL, K. E. **Bark and timber beetles from the neotropical region.** 173 contribution to the morphology and taxonomy. Col. Bull. 14: 74-80, 1960.

SGAI, D. R. **Fatores que afetam o tratamento para preservação de madeiras.** Campinas: [s.n.], 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas. Setor de Engenharia, 2000.

SILVA, J. C., CABALLEIRA LOPEZ, A. G. OLIVEIRA, J. T. S. Influência da idade na resistência natural da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden ao ataque de cupim de madeira seca (*Cryptotermes brevis*). **Revista Árvore**, 2004, vol.28, no.4, p.583-587.

SIMEONE, J. B. 1965. **Insects and wood.** New York, Syracuse, 178 p.

SUPRIANA, N. **Notes the resistance of tropical wood against termites.** Stockholm: The international Research Group on Wood Preservation, 1985. 9p. (Doc. IRG/ WP/ 1249)

SWIFT, M. J., HEAL, D. W. & ANDERSON, J. M., 1979, ***Studies in Ecology-Decomposition in Terrestrial and Aquatic Ecosystems.*** Oxford, Blackwell.

TAMASHIRO, M., YAMAMOTO, R., EBESU, R. **Resistance of ACZA treated Douglas Fir heartwood to field colonies of the Formosan subterranean termite.** Chemonite Council. Department of Entomology, University of Hawaii. p.1-15, 1987.

TREVISAN, H., DE NADAI, J., LUNZ, A. M., CARVALHO, A. G. Ocorrência de térmitas subterrâneas (isoptera: rhinotermitidae e termitidae) e durabilidade natural da madeira de cinco espécies florestais. **Ciência Florestal**. v. 13 (2). p. 153-158, 2003.

VENSON, I., MATOS, J. L. M., SOUZA, N. J. Propriedades físicas e mecânicas de *Pinus taeda* L. submetido à ação de agentes biodegradadores. **Floresta**, Curitiba, v.30, p.195, 2000. (ed. especial).