

RESISTÊNCIA NATURAL DE OITO ESPÉCIES DE MADEIRAS DO NORTE E NORDESTE
DO BRASIL AOS XILÓFAGOS MARINHOS

Fernando da Gama Serpa

Curso de Engenharia Florestal
- Universidade Federal do Para
ná.

Curitiba, junho de 1978.

RESISTÊNCIA NATURAL DE OITO ESPÉCIES DE MADEIRAS DO NORTE E
NORDESTE DO BRASIL AOS XILÓFAGOS MARINHOS

TESE

Submetida à consideração da Comissão Examinadora como requisi
to parcial na obtenção de título de

Mestre em Ciências - M.Sc.

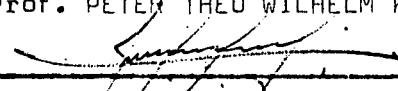
no

Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ci
ências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

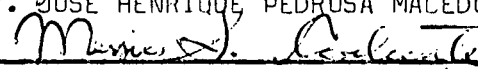
APROVADA:



Prof. PETER THÉO WILHELM KARSTEDT - Dr.



Prof. JOSÉ HENRIQUE PEDROSA MACEDO - PhD.



Prof. MESSIAS SOARES CAVALCANTE - M.Sc.

DEDICATÓRIA

A minha mãe, que me ensinou a humildade, perseverança e dedicação.

A minha esposa, meu filho e meus irmãos que me ensinaram a lutar por todos os dias da vida.

A meu pai, que de uma só vez me ensinou tudo isso.

AGRADECIMENTOS

Desejo expressar os mais sinceros agradecimentos ao Dr. Hans Peter Nock pela orientação inicial deste trabalho e ao Dr. Peter Karstedt por guiar o prosseguimento desta pesquisa. Agradeço também as Professoras Aracely Vidal Gomes, Edith Borio e outros Professores, por me terem apresentado sugestões, ilustrações e ensinamentos durante o tempo em que fui aluno do curso de pós-graduação no Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

Ao saudoso Prof. Mário Coêlho de Andrade Lima, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, que me incentivou, a Dra. Juliana Maria Almeida de Oliveira, Diretora do ITEP, por me ter possibilitado a realização do curso de pós-graduação. A Profa. Ruth D. Turner da Universidade de Harvard, que gentilmente identificou os animais xilófagos, coletados durante a pesquisa e ao Dr. Calvino Mainieri do IPT de São Paulo, que comprovou as identificações das madeiras; a todos o meu muito obrigado.

Ao Dr. Luciano Bompastor Dias, Dra. Maria Luiza Soares de Azevedo Cabral, Dra. Siciônia Pereira da Costa e a Dra. Analucia Longman Mendonça, todos companheiros de trabalho no ITEP, pelo auxílio que me deram na obtenção de dados técnicos, consigno a minha gratidão. A Maria de Lourdes Jorge de Souza de Miranda Henriques agradeço a valiosa colaboração em datilografar os originais.

Ressalto também, o meu agradecimento à SUDENE e ao ITEP pelo apoio financeiro na execução desta pesquisa, assim como a CAPES pela concessão

ção da bolsa de estudos, para realização deste curso.

Consigno agradecimentos a "Dupont do Brasil" pela doação de filmes radiográficos, como também a equipe do "Instituto de Radium do Recife", pela colaboração na execução das radiografias das amostras de madeiras.

DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR

O autor nasceu aos 16 de março de 1944 na cidade do Recife no estado de Pernambuco. É filho de Jaldemar de Melo Serpa e Gelba da Gama Serpa. Coursou o primário no Instituto Brasil localizado em Recife e o curso secundário nos Colégios Salesiano e Carneiro Leão, também localizados nessa capital. Concluiu o curso de graduação, recebendo o título de Engenheiro Agrônomo na Escola Superior de Agricultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no ano de 1968.

Em 1969, ingressou no Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco, onde ainda exerce o cargo de Chefe da Divisão de Madeiras e Fibras. Foi Coordenador e Executor de vários convênios, entre a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste e o Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco, para desenvolver trabalhos de pesquisas sobre tecnologia da madeira.

Em março de 1976, iniciou o curso de Mestrado em Engenharia Florestal na área de Tecnologia de Produtos Florestais do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná.

Í N D I C E

	Página
RESUMO.	VII
SUMMARY.	IX
1. INTRODUÇÃO.	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.	4
2.1. Durabilidade natural de madeiras.	4
2.2. Aumento artificial da durabilidade das madeiras pela preservação.	9
2.3. Xilófagos marinhos.	11
2.3.1. Generalidades.	11
2.3.2. Terebinthidae.	12
2.3.3. Pholadidae.	20
2.3.4. Crustáceos.	21
2.4. Métodos de interpretação de intensidade de ataque.	24
2.4.1. Métodos comuns.	24
2.4.2. Métodos através de raios-X.	24
3. MATERIAL E MÉTODOS.	27
3.1. Descrição do local de pesquisa.	27
3.2. Espécies selecionadas.	27
3.3. Corpos de prova e outros materiais.	31
3.4. Métodos aplicados.	32
3.4.1. No porto.	32
3.4.2. No laboratório.	32
3.4.2.1. Características gerais e anatomia das madeiras.	32

3.4.2.2. Avaliação de intensidade de ataque em amostras seccionadas.	33
3.4.2.3. Análise de ataque de xilófagos nas madeiras através de raios-X.	34
3.4.2.4. Análise de sílica na madeira.	35
3.4.2.5. Análise de alcaloides na madeira.	35
3.4.2.6. Identificação dos animais.	36
3.4.2.7. Análise da água.	36
4. RESULTADOS.	37
4.1. Desenvolvimento do ataque.	37
4.2. Análise das amostras através de raios-X.	40
4.3. Durabilidade natural das espécies estudadas.	43
4.4. Teor de sílica das madeiras.	44
4.5. Alcaloides na madeira.	49
4.6. Animais xilófagos marinhos.	49
4.7. Estudos das condições da água.	49
5. DISCUSSÃO.	53
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.	57
7. LITERATURA CITADA.	59
8. APÊNDICE.	63
8.1. Características gerais e estudo da estrutura anatômica das madeiras.	64

RESUMO

A presente pesquisa visou avaliar a resistência natural de oito espécies de madeiras do Norte e Nordeste do Brasil aos xilófagos marinhos, com a finalidade de conhecer madeiras resistentes e suscetíveis aos xilófagos; relacionar a resistência das madeiras com o seu teor de sílica e alcaloides; definir o grau de ataque dos xilófagos; estabelecer um método padrão para determinar a resistência de madeiras em estado natural e preservadas contra o ataque dos xilófagos e aplicar método de visualização através de raios-X.

As madeiras estudadas foram das espécies Manilkara longifolia (A.DC.) Dub. (Maçaranduba); Tabebuia avellanedae Lorentz ex Griseb (Pau D'arco); Copaifera langsdorfii Desf. (Pau-D'oleo); Goupia glabra Aubl. (Cupiuba); Virola gardneri (DC.) Warb (Urucuba); Eschweilera luschnathii Miers' (Imbiriba); Diploctropis purpurea (Rich.) Amsh. (Sucupira parda); Paltogyne confertiflora (Hayne) Benth. (Pau rôxo) e Araucaria angustifolia (Bert) O. Ktze. (Pinho do Paraná).

A pesquisa foi realizada no estuário do rio Capibaribe, no Pôrto do Recife, durante o período dezembro de 1975 a dezembro de 1977.

Seguiu-se considerações do Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa - Portugal. Foram utilizados dez (10) corpos de prova, de cada espécie de madeira. Uma moldura com os corpos de prova foi imersa a uma profundidade de 1,5 m que durante o período de maré baixa permanecia acima da superfície da água. De seis em seis meses, os corpos de prova foram examinados.

No fim de 12 meses notou-se que sete espécies foram atacadas. Apenas os corpos de prova da espécie Eschweilera luschnathii Miers, resistia ao ataque dos animais. No período de 18 meses esta espécie também sofreu ataque, mostrando pequenos orifícios e desgaste superficiais. Ao mesmo tempo, alguns corpos de prova de quatro espécies de madeiras, inclusive de Eschweilera luschnathii Miers, foram observados através de raios-X, evidenciando-se um ataque interno dessa espécie. Também após o decurso de 24 meses de imersão, apresentou a superfície útil transversal pouco atacada.

A relação entre a resistência das madeiras aos xilófagos marinhos e o teor de sílica na madeira, sugere haver uma tendência de maior resistência das madeiras, parecendo relacionada com o aumento do teor de sílica.

Os animais xilófagos encontrados no interior dos corpos de prova, foram as espécies Bankia fimbriatula Roch & Moll, Martesia striata L. e uma outra não identificada.

SUMMARY

This research had as aim appreciate the natural resistance of eight species of Brazil North and North-east tropical wood to marine borers, with objective of know resistant and non-resistant wood; make relationship between wood resistance and its sílica content and alkaloids; as well as the attack level of xilophagues; creating standard method to determine resistance of natural and treated wood against xilophagues and application method of observation through X-rays.

The studied timbers were the species Manilkara longifolia (A.DC.) Dub. (Maçaranduba); Tabebuia avellaneda Lorentz ex Griseb (Pau d'arco); Copaifera langsdorfii Desf. (Pau d'oleo); Goupia glabra Aubl. (Cupiuba); Virola gardneri (DC.) Warb (Urucuba); Eschweilera luschnathii Miers (Imbiriba); Diploptropis purpurea Rich. Amsh. (Sucupira parda); Peltogyne confertiflora (Hayne) Benth. (Pau rôso) and Araucaria angustifolia (Bert) O. Ktze. (Pinho do Paraná).

This research was fulfilled in the estuary of Capibaribe river in Recife Port, during the period of December 1975 - December 1977.

Examples of Nacional Laboratory of Civil Engineering, Lisbon-Portugal were followed. Ten (10) block tests of each wood species were used. A picture with the block tests was sunk in a depth of 1,5 m. During the period of low-sea it stayed above the water level. From six to six months the block tests were surveyed in the outside.

At the end of 12 month seven species had been attacked and only

the Eschweilera luschnathii Miers was resistant to the animals attack. In the period of 18 months this species that resisted suffered marine borers attack presenting small holes and using up in the superficies. At the same time some block tests of four wood species including Eschweilera luschnathii Miers were seen from X-rays, and inside attack of this specie was noticed. Also after 24 months under water presented the profitable transversal superficie were rather attacked.

The relation between wood resistance to marine borers and the sílica content in wood, makes think there is a tendency of greater wood resistance seemed to be related with the growth of sílica content.

The marine borers found in block tests inside were the species : Bankia fimbriatula Roch & Moll, Martesia striata L. and another specimens not identified.

1. INTRODUÇÃO

Em 1967, o Governo do Estado de Pernambuco, resolveu construir uma nova ponte rodo-ferroviária no pôrto do Recife, para substituir a antiga ponte que não oferecia escoamento do transito, já intenso naquela época.

A nova ponte teve seu início em abril daquele ano, com cravação de centenas de estacas que mais tarde serviriam para escoramento da lâmina de concreto e aço, que iria constituir a pista da obra. Após alguns meses de trabalho, a construção foi paralizada por motivos imprevistos. Depois de aproximadamente 18 meses, os trabalhos foram reiniciados, mas as estacas já não se encontravam em perfeito estado de conservação. Os responsáveis pela construção, encaminharam o problema para a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e o Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco (ITEP). Técnicos desses dois órgãos, realizaram inspeções das estacas e verificaram que a maioria delas, estavam fortemente atacadas por moluscos xilófagos. (Fig. 1). Ficou acertado estudar primeiramente madeiras que pudessem ser indicadas imediatamente para resolver o problema e, futuramente estudar a resistência natural de madeiras aos xilófagos marinhos, assim como, a eficiência de preservativos.

Foram analisadas 28 estacas e apenas seis delas não apresentavam desgaste pelos xilófagos marinhos. Todas essas foram identificadas como da espécie Eschweilera luschnathii Miers conhecida vulgarmente como "imbiriba". As outras pertenciam aos gêneros Eucalyptus, Cariniana e as espécies Tapirira guianensis Aubl. e Virola gardneri (DC.) Warb. Chegaram portanto, à conclusão provisória que a espécie Eschweilera luschnathii Miers, eviden-

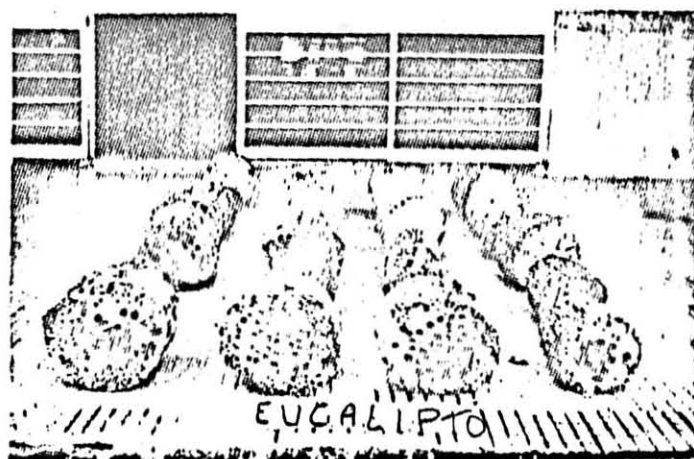


Figura 1 - Seções de estacas de Eucalyptus sp. após 18 meses de imersão, utilizadas na construção da ponte rodó-ferroviária no Pôrto do Recife (1967).

temente resistiu a ação dos xilófagos marinhos durante 18 meses de imersão e para conclusão da obra, foram acrescentadas 600 novas estacas, todas de "imbiriba".

Faz-se necessário acrescentar, que foram realizados estudos bibliográficos e contactos com obras e instituições nacionais, não tendo sido encontrada qualquer referência de pesquisas sobre o comportamento de madeiras, nas condições do mar no Brasil.

Devido a falta de conhecimentos e experiências no país, o autor do presente trabalho, julgou de grande importância científica e econômica, a realização e início desta pesquisa e em concentrar objetivos nos seguintes pontos:

- Conhecer madeiras do Norte e Nordeste do Brasil, naturalmente resistente aos xilófagos marinhos para utilização em construções navais e obras portuárias.
- Fazer levantamento de madeiras tropicais suscetíveis ao ataque de xilófagos marinhos, a fim de estudar métodos de preservação e eficiência de preservativos.
- Testar e introduzir um método padrão para avaliar a resistência natural de madeiras, nas condições litorais do mar.
- Funcionamento da aplicação de método de visualização, através de raios-X.
- Relacionar maior ou menor resistência das madeiras, com o seu teor de sílica.
- Conhecer o grau de ação dos xilófagos marinhos, nas condições ecológicas do ensaio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Durabilidade natural de madeiras

A durabilidade natural das espécies madeireiras aos animais marinhos xilófagos, é extremamente variável. Certas espécies são apontadas para uso no meio marinho; outras, são consideradas com relativa resistência e ainda outras, como altamente suscetíveis a biodeterioração em contato com a água do mar. Entretanto, os pesquisadores não consideram uma espécie de madeira como indestrutível.

NUNT & GARRAT (1962), concluem que não existe nenhuma madeira que seja totalmente imune por natureza, a destruição pelos perfuradores marinhos e expõem, que se tem observado que o cerne de certas espécies oferece grande resistência a seus ataques, atribuindo a essa propriedade, a presença de óleos essenciais ou outras substâncias tóxicas, ou um elevado teor de sílica (16). Também FINDLAY (1962), acentua que nenhuma madeira é completamente imune ao ataque dos xilófagos marinhos, há algumas espécies que são altamente resistentes, especialmente em mares de águas temperadas, podendo ser usadas para estruturas marinhas sem tratamento preservativo. Elas incluem, Greenheart, Pyinkada, Turpentine, Totara e Angelique (9).

CORMIO (1949) menciona algumas espécies resistentes e faz referência as seguintes madeiras julgadas um tanto resistentes aos Teredo spp. e Bankia spp.: Quassia amara L., Dalbergia melanoxylon Guill et Perr., Ailanthus glandulosa Desiv., Cinnamomum camphora T. Nees et Eberm., Eschweilera corrugata Miers, Eschweilera longipes Miers, Colubrina ferruginosa Brong.,

Nectandra rodiaei Hook e Tabebuia avellanedae Lorentz ex Griseb (7).

HUNT & GARRAT (1962), descrevem que as espécies mais resistentes aos xilófagos são: Eucalyptus marginata, Podocarpus totara, Eschweilera corrugata, Angelica archangelica e Ocotea rodiaei e afirmam que se tem divulgado que a última espécie é menos resistente em águas tropicais (16).

FOUGEROUSSE (1971) cita que no continente Americano, há um número suficiente de madeiras com boa resistência natural aos organismos marinhos destruidores de madeira.

Na floresta amazônica por exemplo, as espécies conhecidas mais resistentes são: Licania macrophylla, Carapa guianensis, Mezilaurus itauba, Licaria manhuba, Eschweilera odora, Parinari rodolphi, Dicorynia ingens e Dicorynia guianensis (10).

Na América Central, surge a Ocotea rodiaei como a mais resistente, atribuindo-se a sua resistência a presença de alcaloides, e outras espécies como Dicorynia guianensis, Eschweilera sagotiana, Ocotea rubra, Tabebuia quayacan, Caryocar villosum e Bagassa guianensis.

Alguns testes têm sido feitos na América do Norte, com a participação de várias entidades de pesquisas sobre conservação de madeiras. Os estudos realizados na Carolina do Sul, em águas tropicais, revelaram que as espécies Licania macrophylla, Parinari rodolphi, Parinari campestris, Eschweilera subglandosa e Vouacapoua americana mostraram boa resistência após 36 meses de imersão.

No Brasil, no estuário do rio Capibaribe no Pôrto do Recife em Pernambuco, TAVARES S; TAVARES & SERPA, (1971) concluíram que a espécie Eschweilera luschnathii Miers, resistiu aos ataques dos xilófagos marinhos,

pelo período de 18 meses de imersão. (Fig. 2) (25).

BEESLEY (1969), afirma que geralmente não se sabe que alguns xilófagos marinhos podem penetrar em rocha mole, concreto pobre, e material similar, sem quase valor alimentício, tão rapidamente quanto podem penetrar na madeira. Outros, num período de poucos meses, são capazes de excavar grandes túneis acima de 2,5 cm de diâmetro e alguns pés de comprimento na mais dura couraça de casca australiana. Poucos imaginam então, que nenhuma madeira tratada ou não, é completamente imune aos danos dos xilófagos marinhos. Experiências tem provado que estacas de madeira como Burmese teak, Greenheart da América do Sul e Turpentine Australiano são mais resistentes ao ataque dos xilófagos marinhos, do que outras espécies (4).

Segundo HOCHMAN, H. (1973), parece existir alguma correlação entre o conteúdo de sílica na madeira e sua resistência aos xilófagos marinhos. Madeiras com alto teor de sílica com poucas exceções, são mais resistentes aos xilófagos marinhos, do que madeiras com baixo teor de sílica.

Testes de laboratório realizados por esse autor, com madeiras de baixa resistência, impregnadas com sílica, resultaram em um aumento da resistência da madeira aos xilófagos marinhos, de 3-6 meses para 2 anos.

O mesmo autor informou que segundo HOCKLEY & ITERSON algumas madeiras resistentes como Greenheart (Nectandra rodiaei Hook) e Lignum vitae não tem alto teor de sílica. Sua resistência tem sido atribuída a presença de alcaloides.

Continuando sua descrição, ele concluiu que se deve notar, contudo, que não há caso de madeiras de alto teor de sílica ser de baixa resistência aos xilófagos marinhos, bem como poucas madeiras de baixo conteúdo

em sílica, sejam resistentes por causa de teor de alcaloides ou por outras razões (15).

FARMER, R.M. (1967), ressalta no seu trabalho sobre "Influências dos Extrativos da Madeira", a importância da sílica na madeira. Segundo ele a sílica tem duas importantes consequências práticas. A primeira, é encontrada em madeiras que contenham mais de cerca de 0,5% de sílica causando dificuldade na serragem, pela ação abrasiva das partículas de sílica. A segunda consequência é a resistência das madeiras aos ataques dos xilófagos marinhos. Ele afirma que há uma considerável evidência que madeiras com alto teor de sílica possuem boa resistência ao ataque dos xilófagos, podendo ocorrer com aquelas em que se nota a presença de componente tóxicos.

Prosseguindo, esse autor, afirma que tem sido encontrado madeira de turpentine (Syncarpia laurifolia), desenvolvida no Hawaii, não possui alta resistência aos xilófagos quando comparada com espécimens desenvolvida na Australia. A média do teor de sílica de um número de espécimens de madeira Australiana foi encontrado 0,5% de sílica enquanto que no Hawaii o conteúdo de sílica foi somente de 0,035% (8).

Segundo relatório do Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa, Kühne (1968), ressalta dois pontos básicos para o estudo da durabilidade de madeiras, aos ataques dos xilófagos marinhos:

- A voracidade dos xilófagos marinhos, aumenta com a latitude e com as particularidades fisiológicas, genéricas e específicas dos organismos destruidores.
- O que estabelece maior ou menor resistência da madeira, aos xilófagos marinhos, são os teores de sílica, alcaloides, dureza, etc. para espécie e

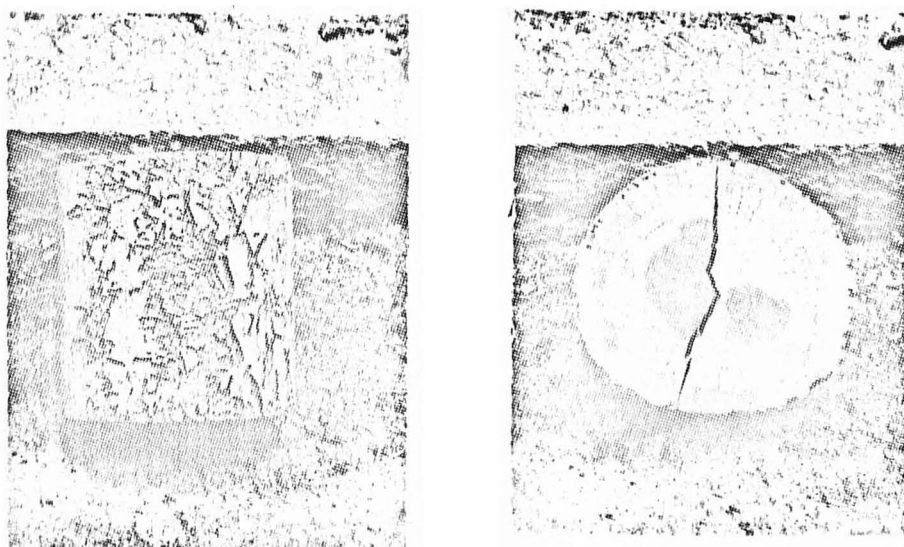


Figura 2 - Secção de estaca de imbiriba (Eschweilera luschnathii Miers.) após 18 meses de imersão, utilizada na construção da ponte rodoferroviária do Pôrto do Recife (1967).

dentro da mesma espécie, dependendo das condições meteorológicas e edáficas do povoamento florestal (23).

2.2. Aumento artificial da durabilidade das madeiras pela preservação

Para aquelas espécies não resistentes, muitos estudos tem sido feitos em todo o mundo sobre madeira preservada, a fim de evitar ataque dos xilófagos marinhos.

RICHARDS (1977) refere-se ao considerável progresso sobre testes de madeira, tratada desde 1739, quando Job Baster escreveu sobre os "shipworms". Um século mais tarde em 1858, Willem Vrolik propôs que a Academia de Ciências de Amsterdam elegeisse um comitê, para estudar a situação dos xilófagos marinhos na Holanda. Por volta de 1860, surgiram várias maneiras de proteger a superfície da madeira com parafina, verniz, tintas, etc. e impregnação com sais metálicos, creosoto e óleo de alcatrão foram experimentados, sem muito sucesso.

Após esse tempo, muitos preservativos surgiram como também, métodos de tratamento (24).

BAECHLER, RICHARDS, RICHARDS & ROTH (1970), chegaram as seguintes conclusões:

- Consideráveis ataques de Limnoria tripunctata foram evidenciados sobre corpos de prova tratados com moderada retenção de creosoto.
- Quando o creosoto era procedido de tratamento com composto de cobre-arsenico, o ataque era prevenido, exceto quando as séries eram superficialmente tratadas.

- Baixa retenção de cobre-arsenico sem suplemento de creosoto permite ata que de xilófagos Teredinideos (2).

Segundo BLETCHLY (1967), o uso de madeira suscetível protegida com preservativo como creosoto ou solução de cobre-cromo-arsenico em altas retenções, apresentam bons resultados (5).

De acordo com GAMBETTA & ORLANDI (1976), o Instituto de Madeiras da Italia, executou há alguns anos trás, vários testes com amostras de madeira preservadas com seis preservativos na Estação Follonica, situada no mar Tyrrhenian na latitude 42°55' Norte e longitude 10°45' Leste de Greenwich. Após três anos de imersão dos corpos de prova, chegaram as seguintes conclusões:

- Amostras imunizadas com preservativos contendo pentaclorofenol, monocloronaftaleno, hexaclorocyclohexano com as retenções de 25.0 e 30.0 Kg/m³ foram pouco atacadas pelos Teredinidae (Nototeredo norvegica Spengler e Bankia carinata Gray), e moderada para fortemente atacada pelos crustáceos Limnoria tripunctata Menzies e Chelura terebrans Philippi nas retenções de 25.0 a 30.0 Kg/m³. Amostras sem tratamento foram fortemente atacadas pelos Teredinidae e por Limnoria e são totalmente destruídas no período de 1 ano.

- Os melhores resultados foram obtidos com os preservativos cobre/cromo/boro e cobre/cromo/fluor nas retenções de 14.0, 27.0 40.0 Kg/m³ e 13.0 , 27.0, 40.0 Kg/m³ respectivamente. As amostras não sofreram ataque no decurso de exposição aos animais xilófagos (14).

Estes exemplos foram mencionados apenas, para mostrar as possibilidades de preservação da madeira hoje em dia. O presente trabalho não

trata do assunto de imunização das espécies pesquisadas.

2.3. Xilófagos marinhos

2.3.1. Generalidades

A importância econômica dos danos causados pelos xilófagos marinhos é muito significativa. São amplamente conhecidos na Europa e na América do Norte, pois desde o século 17 que há referências sobre eles. Segundo KOLLMANN, KUENZI & STAMN (1975), a deterioração de madeiras em serviço pelas brocas marinhas, é a terceira maior causa de prejuízos provocados por organismos destruidores de madeiras. Em águas da costa dos Estados Unidos, somente as perdas causadas pelos xilófagos marinhos, são estimadas em 500 milhões de dólares por ano (P.D.C. News Letter, jan. 1958) (17).

Esses animais provocam prejuízos dos mais sérios, em obras portuárias, construções navais, barcos, etc. em virtude da redução da secção útil das peças de madeiras imersas e uma conseqüente diminuição da resistência mecânica causada pelas galerias feitas por eles.

O primeiro a falar da traça marinha foi Aristofane (ano 444 - 380 a. C.). Teofrasto (ano 371-287 a. C.) conhece o Teredo tão bem, a ponto de escrever "O Teredo vive só no mar. Ele tem uma cabeça grande e dentes fortes. Contra os vermes da terra, nós podemos defender envernizando as peças com a pixe, mas contra o Teredo não existe nada a se fazer". (7).

Os xilófagos marinhos que causam danos em estruturas de madeiras submersas, são agrupados em duas categorias distintas, os moluscos e os crustáceos. Diferem entre si pela morfologia, biologia e pela maneira como destroem a madeira.

A família Teredinidae contém três importantes gêneros de moluscos e a família Pholadidae é representada por um gênero de importância econômica. Dois gêneros de crustáceos são pertencentes a ordem Isopoda e outro é classificado na ordem Amphipoda. (BECKER, 1958). (17).

Os três gêneros da família Teredinidae são considerados: Teredo, Bankia e Nausitora. Martesia pertencente a família Pholadidae, é o quarto gênero de importância econômica entre os moluscos.

Na ordem Isopoda o gênero Limnoria é o mais importante. Sphaeroma, é o segundo gênero desta ordem de alguma importância econômica.

Na ordem Amphipoda, o gênero Chelura é geralmente considerado menos destrutivo do que o Limnoria.

TURNER (1971), refere-se a diversos nomes comuns dados pelos pescadores de todo o mundo, aos moluscos bivalvos da família Teredinidae. Na Inglaterra por exemplo, chamam a eles de "pileworms", "shipworms" ou "augerworms"; na França, "tarets"; na Holanda "zeeworms" e na Espanha, "bromas". Na Fiji chamam "obe", os nativos do norte da Austrália chamam "cobra" e os nativos do sul "warragara". (26).

Aquí no Brasil, pelo menos em Pernambuco, as brocas marinhas são chamadas de "gusano" ou "busano".

2.3.2. Teredinidae

Os teredinídeos são morfologicamente similares. Eles são bivalvos e usam as valvas reduzidas e rugosas para perfuração das galerias, em peças de madeiras submersas. Os orifícios na madeira são feitos pelo movimento rotativo de suas valvas e pela ação de um enzima. "celulase". O pó produzido é digerido por eles.

Os teredinídeos na sua parte dianteira possuem um pé, uma boca e as duas valvas. Carecem de radula. Seu corpo se assemelha a um verme. Na parte posterior há duas paletas e a saída de dois tubos ou sifões. De um lado o sifão exalante por onde são expelidos os ovos e larvas e do outro, o sifão inalante por onde aspira água e oxigênio. (Fig. 3).

Conforme menciona TURNER (1971), esses moluscos são hermafroditas. Em algumas espécies a fertilização se realiza no mar e em outras ocorre na câmara epibrânquial. Algumas, produzem os ovos imediatamente após a fertilização, enquanto outras, retêm os ovos e liberam somente as jovens larvas, quase prontas para a vida livre. A larva uma vez originada, desenvolve cílios e começa a nadar livremente dentro de 4 para 5 horas. Essa larva é denominada "blastula". Após esta fase, o molusco alcança o primeiro estágio por volta de 12 para 14 horas, durante o qual a larva é denominada "trocophora" e em seguida, o estágio principal chamado "veliger" alcançado em cerca de 18 a 24 horas. O último estágio sob o nome "pediveliger", a larva desenvolve o "velum" e o "pé". Após o desenvolvimento do "pé", a larva é capaz de atacar e penetrar na madeira. (Fig. 4).

A velocidade do crescimento larval depende da temperatura, salinidade e alimentação. (29).

KRISTENSEN (1969) cita que segundo ROCH no caso do Teredo navalis

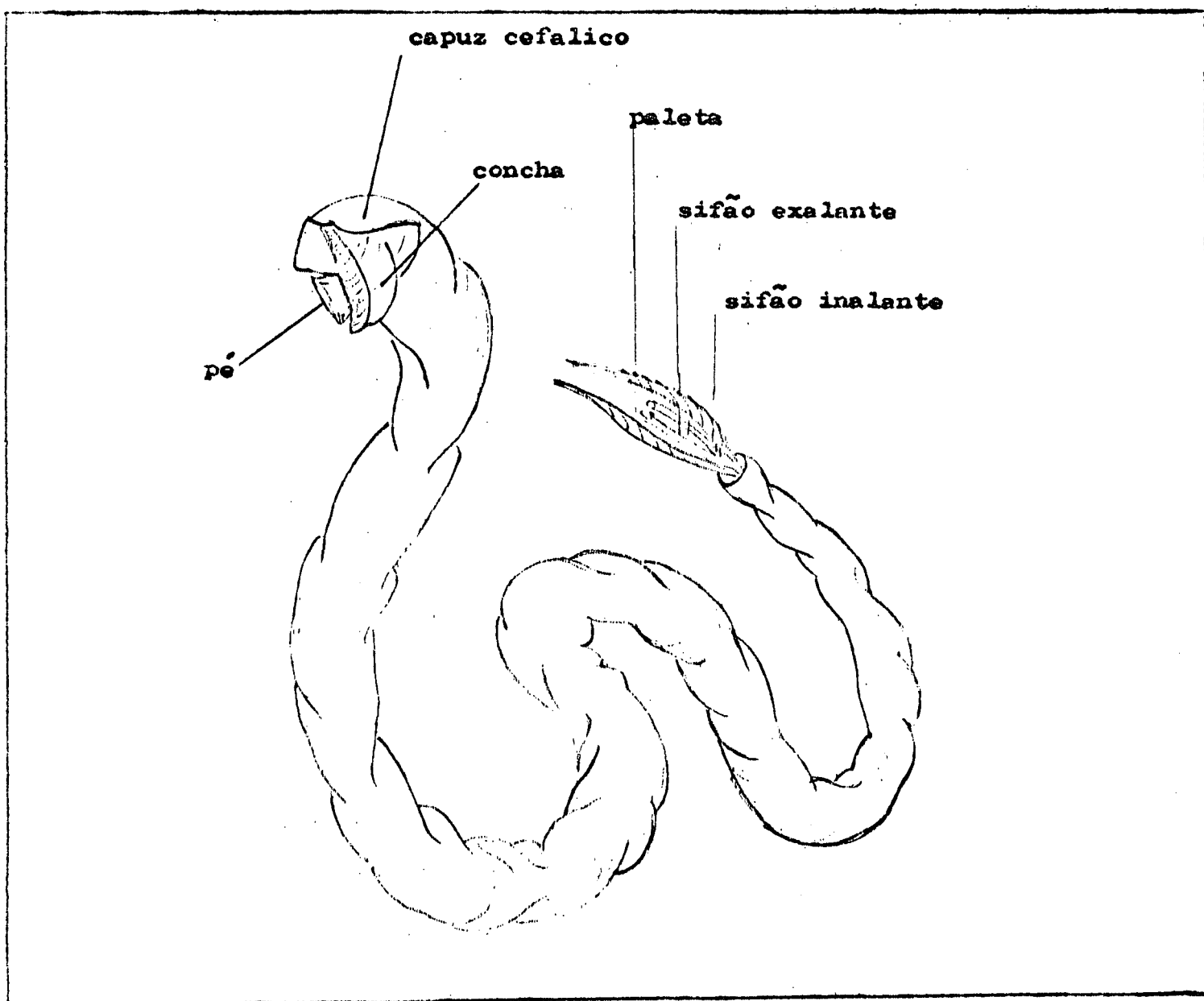
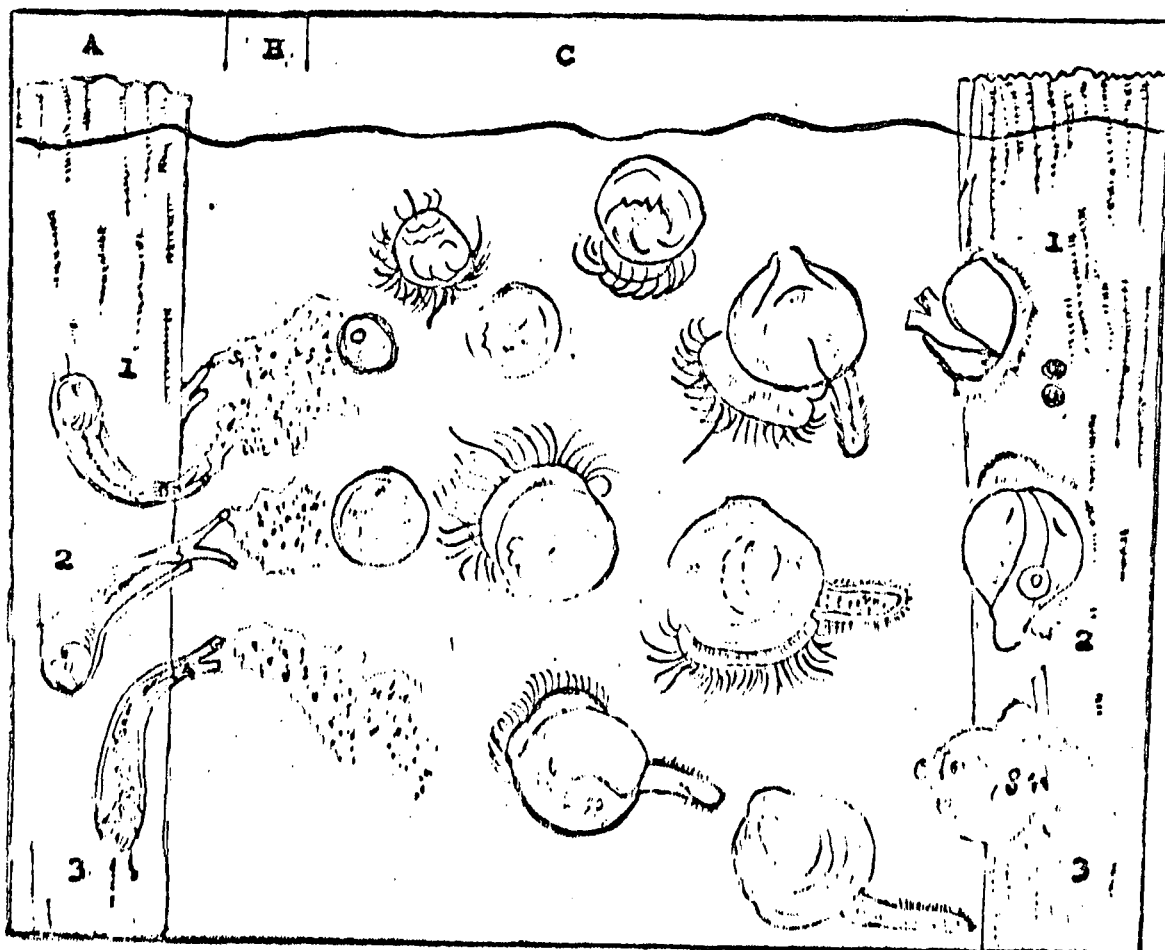


Figura 3. Vista lateral de um teredinídeo do gênero *Bankia* mostrando posições relativas da parte anterior e posterior. (Segundo CLENCH e TURNER). (6).

Figura 4. Representação dos três tipos de ciclo de vida dos teredinídeos.



Descrição.

Os adultos no interior da madeira (coluna A) estendem seus cílios dentro da água e realizam a reprodução (coluna B). A larva desenvolve-se nadando livremente (coluna C) podendo permanecer no plâncton por poucos dias e seis semanas. Os três tipos de ciclo de vida estão ilustrados horizontalmente. Coluna A 1. Bankia australis (Calman), espécie ovípara, os'

ovos e esperma são lançados na água e a fertilização é realizada no mar. O primeiro estágio "trocophora" e o último "pediveliger" são alcançados no plankton e depois de 3 a 4 semanas o jovem animal penetra na madeira. Colu
na A 2. Teredo navalis L. espécie larvipara de cruto período; as larvas de
senvolvem-se no plankton até o "pediveliger" e então penetram na madeira .
Coluna A 3. Lyrodus pedicellatus (Quatrefages) espécie larvipara de longo
período; as larvas desenvolvem-se no plankton até o "pediveliger" e em pou
cas horas a dias as larvas estão prontas para penetrar na madeira. TURNER
(26).

L. o estado larval é cerca de duas a três semanas. COE afirma que após este período este organismo reside toda sua vida dentro da madeira, geralmente de 1 1/2 a 2 anos. (18).

De acordo com o "PRINCES RISBOROUGH LABORATORY" (1972), o gênero Teredo varia consideravelmente de comprimento medindo alguns centímetros a mais de 1 metro.

Nas peças de madeiras atacadas pelos teredinídeos notam-se numerosos e pequenos orifícios na periferia. Os túneis aumentam rapidamente, chegando no interior da peça a 25 mm de diâmetro. As galerias tem calcareos depositados em suas paredes e são desobstruídos de qualquer obstáculo. Apesar dos pequenos orifícios encontrados na superfície da madeira, sérios danos são observados em seu interior. (22).

BLETCHLY (1967) descreve que o Teredo navalis e T. norvegica ocorrem em águas salgadas de quase todo o mundo, a primeira ocorre em águas quentes, e a segunda também em águas frias, incluindo o Ártico. Pode permanecer ativo em água com teor salino mínimo de 1%; e quando a salinidade não é favorável esses moluscos podem fechar o túnel escavado e sobreviver por algum tempo. O mesmo autor afirma também, que os teredos podem sobreviver sem água salgada por cerca de duas semanas. (5).

Conforme BECKER (1958) a salinidade mínima da água do mar a qual os xilófagos marinhos podem sobreviver, foi determinada para algumas espécies. Para o Teredo navalis L. na América do Norte, uma concentração salina de 5-7‰ o Teredo pedicellata Qutfg. e Teredo utriculus Gmelin no Mediterrâneo cerca de 16-20 e 25-28‰ respectivamente. (14).

TURNER (1974) menciona que o Teredo navalis L. pode tolerar salini-

nidade de 5-32% e temperatura de 2-35° C. (28).

Segundo TURNER (1973) os resultados de pesquisas e a exposição de madeiras em profundidades de 30-2000 m tem confirmado os seguintes fatos:

- Os teredinídeos são basicamente do litoral não excedendo a profundidade de 200 metros.
- Todos os danos provocados pelos organismos xilófagos a grandes profundidades são causados por Xylophaginae.

Os adultos dos teredinídeos podem sobreviver a grandes profundidades, mas são incapazes de reproduzir e infestar madeiras sadias. (27).

MONOD & NICKLÉS (1952) notaram que a madeira perfurada pelo Teredo é geralmente encontrada perto da costa. Em águas profundas não encontramos acumulação de madeira. Se uma peça perfurada pelos "shipworms" é encontrada a uma profundidade de 100 ou mesmo 1000 m se supõe que esta foi infestada pelos xilófagos somente pouco tempo antes de submergir. Como se sabe, as larvas nadam livremente durante um dia e não encontrando uma peça de madeira nesse tempo, morrem. A conclusão ainda prova que os "shipworms" podem se adaptar as enormes pressões das grandes profundidades, tal qual outros moluscos, que apesar de pertencerem a fauna litorânea por alguma circunstância, afundam nas profundezas. (20).

Diante dessas afirmações, verifica-se que o ataque de madeira em grandes profundidades é discutível.

Em 1967, em ataques de xilófagos marinhos em estacas de madeiras empregadas na construção da ponte rodó-ferroviária do Pôrto do Recife, verificou-se maior ataque nas madeiras, na zona correspondente a diferença de nível das marés, muito embora as peças estivessem danificadas em toda sua

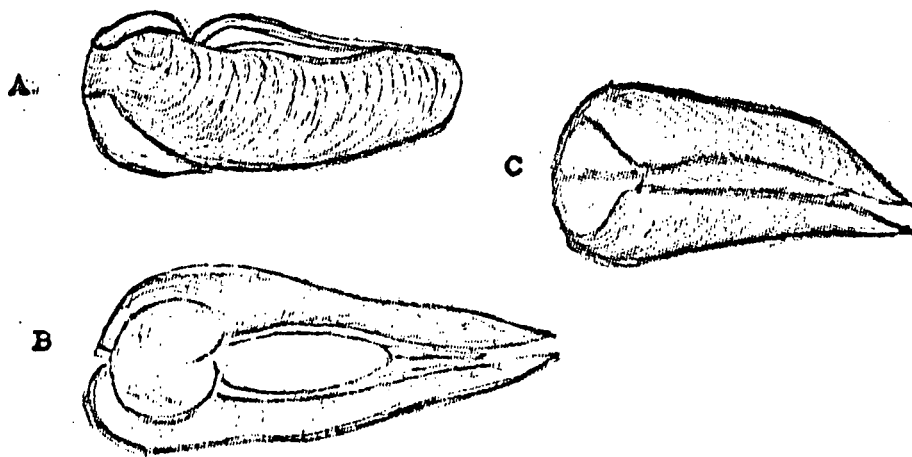


Figura 5. Adulto Martesia striata L.

A. Vista se cima

B. Vista dorsal / Vistas laterais

C. Vista ventral

extensão submersa

2.3.3. Pholadidae

Nesta família de moluscos considera-se neste trabalho apenas a subfamília Martesiinae por estar incluído nela o gênero Martesia de grande distribuição em águas tropicais e temperadas.

De acordo com TURNER (1971) a espécie deste gênero que causa maiores danos em madeira submersa, é Martesia striata L.

O molusco dessa espécie é constituído por dois invólucros em forma de concha. Essas duas conchas vistas de cima têm uma forma de unha e podem chegar no animal adulto a 50 mm de comprimento e 20 mm no maior diâmetro. (Fig. 5).

Os sifões de Martesia striata L. são marrons esbranquiçado, frequentemente manchado com pintas escuras. Eles podem estender-se cerca de 30 mm para fora do orifício na parte posterior.

Os organismos do gênero Martesia, não usam a madeira para alimentação. Eles alimentam-se inteiramente do plankton existente no meio marinho.

O primeiro a considerar o ciclo de vida de Martesia striata L. foi Beeson (1936).

TURNER teve sucessos na produção de Martesia striata L. em laboratório em três ocasiões. Os espécimens foram coletados na praia de "Boyn-ton", Flórida e se colocou em becker individual em água com temperatura de 32-34°C. Os ovos foram pipetados para um grande becker esterilizado, contendo água do mar filtrada, onde foi adicionada a suspensão do esperma. Os re-

sultados médios das três produções foram:

- A fase denominada blastula foi conseguida em	2	horas.
- blastula livre	3	horas.
- Trocophora	18	horas.
- veliger	36	horas.
- pediveliger	26-30	dias.

Segundo a mesma autora, os resultados obtidos por Nagabhushanam (1955, 1961 a,b) na baía de Visakhapatnam na Índia, onde M. striata L. se reproduziu durante anos, evidenciaram que o estado letal da salinidade para o adulto é em torno de 6‰. A variação da salinidade de 33‰ para 15‰ não tem efeito prejudicial e a 6‰ todas as larvas morrem em 36 horas.

Ainda que M. striata L. tenha grande distribuição, sua ocorrência como importante organismo destruidor é esporádica. Vários fatores controlam sua presença, tais como a temperatura, turvação, salinidade e pH da água. Os locais onde tem ocorrido severos danos em madeiras imersas, incluem Tampa Bay, Flórida; San Juan, Puerto Rico; Pearl Harbor, Hawaii; Cavite, Philippiⁿes; Sydney, Australia; Cochin e Visakhapatnam Harbour, Índia; e Mombasa, Kenya. (29). Antes deste trabalho, no Brasil não existiu nenhuma referência sobre esta espécie.

2.3.4. Crustáceos

Neste grupo, os gêneros Limnoria e Sphaeroma da ordem Isopoda e o gênero Chalura da ordem Amphipoda são os de grande importância econômica. Entre esses, o Limnoria é o que provoca os maiores prejuízos. As princi-

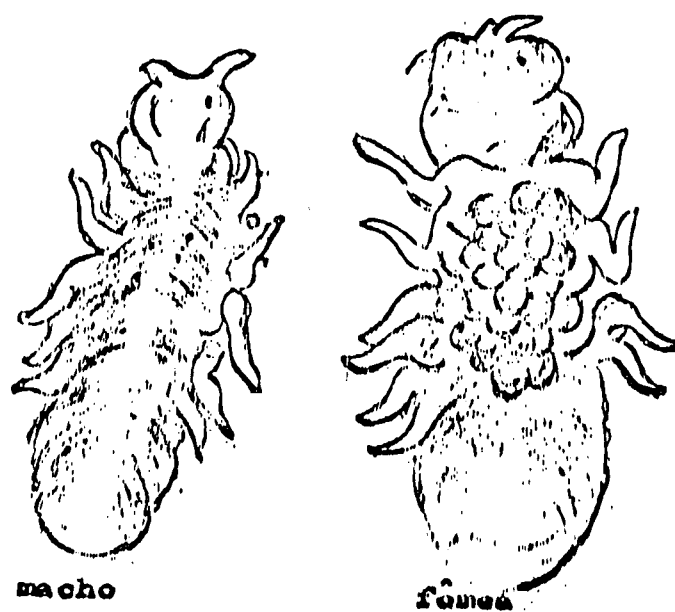


Figura 6. Adulto. Limnoria sp.

Vista ventral do macho e fêmea. A fêmea leva os ovos em uma bolsa na parte ventral.

As principais espécies deste gênero são: Limnoria tripunctata, L. quadripunctata e L. lignorum.

Segundo BLETCHLY (1967) Limnoria tem a aparência de uma pequena "paquinha". Na parte dianteira, tem duas mandíbulas que são usadas para perfurar e ingerir a madeira. No torax estão localizadas as pernas e posteriormente os órgãos abdominais que realizam as funções respiratórias e nata-tórias. Os ovos férteis são levados pela fêmea em uma bolsa na parte ventral e são liberados dentro das galerias na madeira. Em condições ambientais de água quente o desenvolvimento se dá em três ou quatro semanas. O adulto chega ao comprimento de 3-6 mm e ao diâmetro de 1. (Fig. 6).

As estacas de madeira atacadas por Limnoria apresentam a forma de cintura na área atacada. Os túneis de cerca de 1 mm de diâmetro e aproximadamente 13 mm de comprimento se comunicam entre si reduzindo a superfície da madeira.

Limnoria vive em águas em condições de temperatura 5-27°C., sendo menos afetada por baixas temperaturas do que os "shipworms". Continua a perfurar a madeira durante o inverno e tolera uma variação de salinidade de 10-36‰. (5).

MENZIER & MOHR (1952) fizeram referência a espécie Limnoria quadripunctata, em Morro Bay; esta espécie suporta mudanças de temperatura de 10,2 para 17°C. Em referência a salinidade resiste uma flutuação de 34,19 para 36,19‰. (19).

BLETCHLY (1967) menciona que o Limnoria pode resistir cerca de oito horas exposto ao ar e então sobreviver as flutuações das marés (5).

No Brasil, não se tem conhecimento sobre espécie deste gênero.

2.4. Métodos de interpretação de intensidade de ataque

2.4.1. Métodos comuns

Habitualmente, nos testes empregados para avaliar a durabilidade natural de madeiras, os corpos de prova de madeiras após o decurso do período de exposição aos xilófagos marinhos, são seccionados para se verificar o desgaste e as galerias feitas pelos animais. As amostras são avaliadas separadamente e o grau de ataque é determinado, estipulando-se uma nota ou calculando o desgaste verificado na superfície útil transversal das amostras.

Um exame visual externo das peças de madeiras colocadas em teste, não permite quantificar o grau de ataque dos xilófagos teredinídeos. Nos ataques de teredinídeos se observa pequenos orifícios, na superfície das peças, os quais não são suficientes para se fazer uma avaliação exata do ataque interno do corpo de prova. Dessa maneira, torna-se indispensável seccionar as peças para se observar o grau de infestação.

Esses métodos empregados tem as seguintes desvantagens:

- O corpo de prova seccionado longitudinalmente, não permite a observação de todo o ataque dos xilófagos localizados nas duas secções laterais.
- Para exame de todo o corpo de prova é necessário destruí-lo. Sendo assim, cada corpo de prova só poderá ser observado uma única vez.

2.4.2. Métodos através de raios-X

A aplicação de raios-X conforme FOUGEROUSSE & GUENEAU (1971) e

FOUGEROUSSE & LUCAS (1970), não traz qualquer efeito prejudicial aos animais xilófagos teredinídeos. A irradiação além de mostrar claramente tidas as áreas das amostras que estão sendo atacadas pelos xilófagos tem a vantagem de não destruir o corpo de prova para exame.

FOUGEROUSSE & GUENEAU (1971) sugerem que as amostras de madeiras sejam retiradas d'água e deixadas por alguns minutos à sombra para a secagem de sua superfície, e para que os teredinídeos retraiam seus sifões para dentro dos orifícios.

Em seguida, as superfícies dos corpos de prova são limpas das os tras, algas e outros organismos encrustantes.

As amostras são colocadas dentro de um recipiente contendo água do local do teste e levadas para ser feita a irradiação. Após a operação de raios-X os corpos de prova são novamente colocados no recipiente e finalmente instalados no local do ensaio. Dessa maneira, os animais não serão prejudicados. A radiografia apresenta áreas opacas das partes das galerias revestidas por calcáreos, inclusive, a cabeça e as paletas dos animais teredinídeos; que são constituídas de cálcio. Mostra também todo o comprimento da galeria construída pela penetração do animal. Assim sendo, pode-se observar o corpo de prova em qualquer tempo sem provocar injúrias aos animais xilófagos, nem danificar as amostras de madeira.

Segundo os autores FOUGEROUSSE & LUCAS (1970), a Divisão de Preservação de Madeiras do "Centre Technique Forestier Tropical" utiliza o aparelho "Philips Compactix 100".

Nas condições habituais de trabalho a intensidade é de 4 mA e a tensão de 45 KV com o tempo de exposição de 1 a 2 min.

Segundo os autores acima mencionados, a análise radiográfica das amostras da madeira atacada pelos xilófagos marinhos, permite determinar dentro de condições experimentais bem definidas, dois caracteres descritos a seguir:

- A susceptibilidade à infestação, que corresponde a possibilidade de estabelecimento dos teredos, sem levar em conta o grau de desenvolvimento posterior de ataque.

Essa avaliação se realiza quando a infestação é muito alta e não permite quantificar o volume de madeira destruída.

- A susceptibilidade à destruição, que corresponde a possibilidade de desenvolvimento dos teredos após infestação inicial e o volume de madeira destruída por um indivíduo correspondente ao volume da galeria por ele produzida.

Para essa determinação realiza-se as medidas de comprimento e diâmetro de cada galeria, considerando cada uma delas como um cilindro. A adição de todas as galerias se calcula o volume de madeira destruída(11 , 12).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição do local de pesquisa

A área de pesquisa foi localizada no estuário do rio Capibaribe, no Pôrto do Recife, entre o ancoradouro do pôrto e os arrecifes.

O local foi escolhido levando-se em conta os seguintes fatores:

- Localização em área conhecida, devido há alguns anos atrás, ter-se observado a presença de xilófagos de alta ação destruídora.
- Área pertencente a Administração do Pôrto do Recife, portanto de interêse para as autoridades portuárias.
- Local de fácil acesso para recolhimento de materiais necessários para a caracterização de dados científicos.

O material de pesquisa foi instalado por fixação em um bloco de cimento armado no estuário do rio, ficando a moldura contendo todos os corpos de prova, imersos a uma profundidade de 1,5 m., porém descoberta quando na maré baixa.

O pôrto do Recife, está situado a $8^{\circ}10'52''$ de latitude sul, $34^{\circ}55'47''$ de longitude oeste de Greenwich e a uma altitude de 2 m.

3.2. Espécies selecionadas

As espécies de madeiras estudadas foram selecionadas considerando-se que o gênero de algumas delas, ou elas mesmas como Tabebuia avellanedae Lorentz ex Griseb terem sido citadas por alguns autores, mostrando

resistência aos xilófagos marinhos, em locais diferentes daqueles dos ensaios e fora do país. As espécies Virola gardneri (DC.) Warb. e Eschweilera luschnathii Miers, foram encontradas pelos autores TAVARES, TAVARES & SERPA (25), na construção da ponte em Recife antes mencionada, danificada e sem ataque respectivamente, porém em condições ambientais não controladas. Sendo necessário verificar estas observações.

As outras espécies de madeiras foram escolhidas aleatoriamente, considerando também sua possível utilidade no futuro.

As espécies selecionadas foram as seguintes:

- | | |
|--------------------|--|
| 1. CUIPIUBA | <u>Goupia glabra</u> Aubl. |
| 2. IMBIRIBA | <u>Eschweilera luschnathii</u> Miers |
| 3. MAÇARANDUBA | <u>Manilkara longifolia</u> (A.DC.) Dub. |
| 4. PAU D'ARCO | <u>Tabebuia avellanadae</u> Lorentz ex Griseb. |
| 5. PAU D'OLEO | <u>Copaifera langsdorfii</u> Desf. |
| 6. PAU RÔXO | <u>Peltogyne confertiflora</u> (Hayne) Benth. |
| 7. SUCUPIRA PARDA | <u>Diplostropis purpurea</u> (Rich.) Amsh. |
| 8. URUCUBA | <u>Virola gardneri</u> (DC.) Warb. |
| 9. PINHO DO PARANÁ | <u>Araucaria angustifolia</u> (Bert.) O. Ktze. |

(Testemunha). A espécie Araucaria angustifolia conhecida como não resistente, foi incluída como testemunha. Esta espécie aparece apenas no sul do Brasil.

As identificações das madeiras foram comprovadas pelo Professor Mainieri (IPT - São Paulo).

As espécies procederam dos municípios descritos abaixo, devido ter-se evidenciado a ocorrência dessas espécies, nessas localidades:

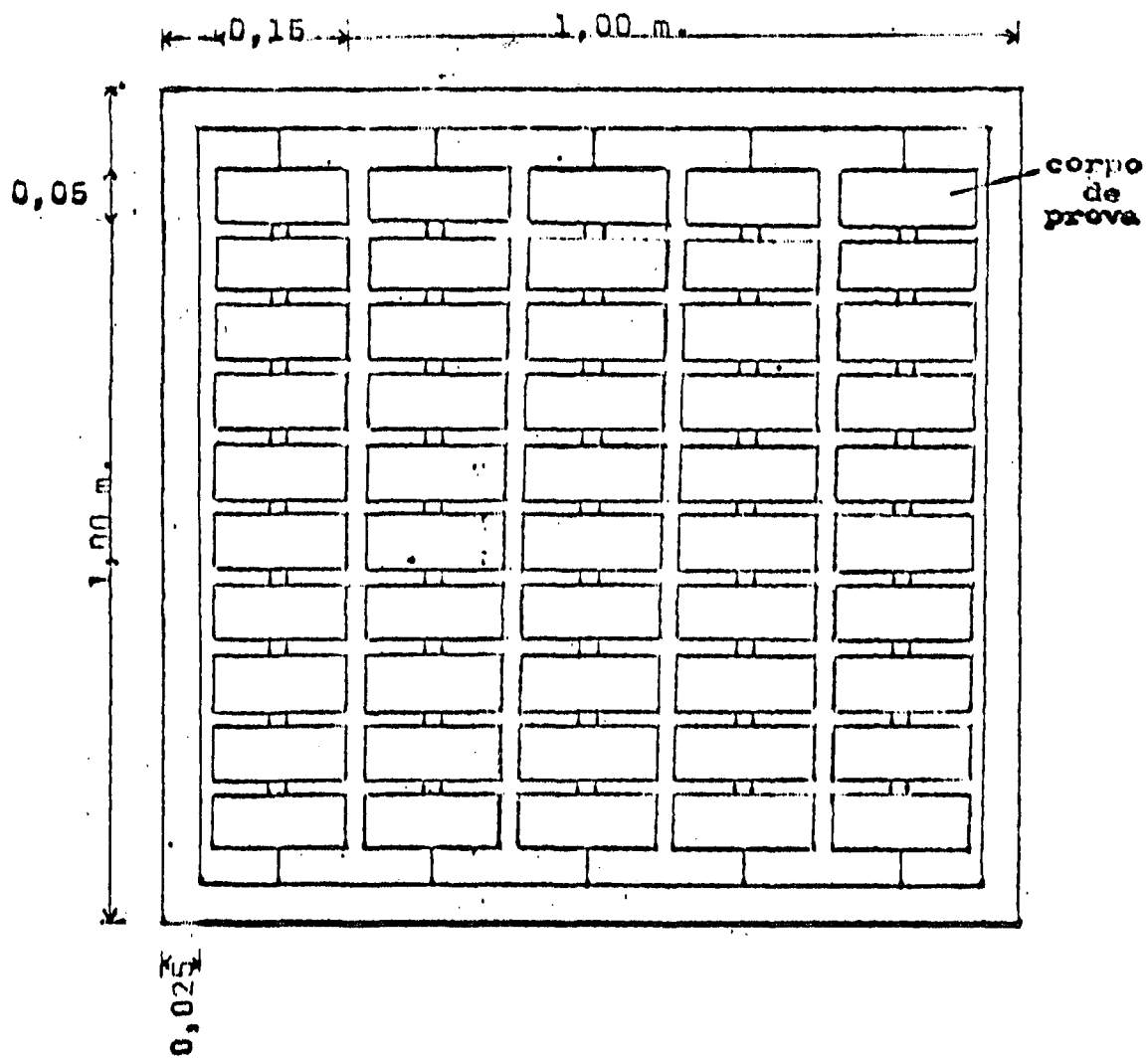


Figura 7. Modelo segundo o L.N.E.C. modificado com uso de PVC e não com moldura metálica.

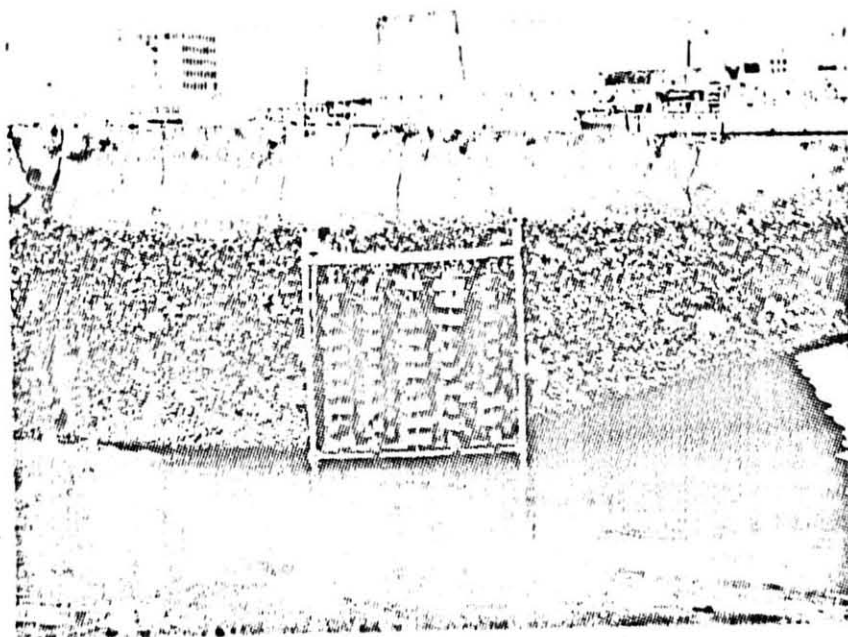


Figura 8. Moldura com os corpos de prova, no local do ensaio.

1. CUIUBA	Bacia do rio Maracassumé. Maracassumé, Maranhão
2. IMBIRIBA	Colônia de Leopoldina, Alagoas
3. MAÇARANDUBA	Una, Bahia
4. PAU D'ARCO	Colônia de Leopoldina, Alagoas
5. PAU D'OLEO	Palmares, Pernambuco
6. PAU RÔXO	Matriz de Camaragibe, Alagoas
7. SUCUPIRA PARDA	Colônia de Leopoldina, Alagoas
8. URUCUBA	Colônia de Leopoldina, Alagoas
9. PINHO DO PARANÁ	Paraná.

Os corpos de prova foram imersos no local do ensaio, três meses após o abate das árvores.

3.3. Corpos de prova e outros materiais

Para cada espécie de madeira, foram sorteados aleatoriamente dez (10) corpos de prova nas dimensões de 5X5X15 cm com áreas de cerne e de alburno. A maior dimensão foi orientada na direção axial. Cada grupo de dez (10) corpos de prova de cinco (5) espécies florestais foi montado em uma moldura plástica de PVC, onde a coluna central foi ocupada pela testemunha (Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze.). Os corpos de prova de cada coluna, foram separados uns dos outros por um tubo plástico de PVC e suspensos por um fio de nylon, conforme Fig. 7. e Fig. 8.

3.4. Métodos aplicados

3.4.1. No pôrto

Os testes neste estudo seguiram orientação e recomendação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) de Lisboa publicado por FRANCO (1965).

De seis em seis meses, as molduras foram retiradas d'água e observado nos corpos de prova, o grau de desgaste externo causado pelos xilófagos marinhos. Todos os anos, três (3) corpos de prova de cada espécie florestal foram retirados da moldura e levados para laboratório a fim de ser avaliado o grau de ataque.

Para conhecimento das condições ambientais do local da pesquisa e de desenvolvimento dos animais xilófagos marinhos, realizamos mensalmente a partir do sexto mês de implantação do ensaio, o levantamento da temperatura da água de superfície e coleta de água para a determinação da salinidade, teor de sílica em suspensão, pH e oxigênio dissolvido na água.

3.4.2. No laboratório

3.4.2.1. Características gerais e anatomia das madeiras

Para confirmação das identificações das espécies, realizou-se estudos das características gerais e da estrutura anatômica das madeiras. Segundo a norma COPANT nº 30:1:19 de 5/1974.

A descrição minuciosa do xilema das espécies está apresentada no apêndice do trabalho.

3.4.2.2. Avaliação de intensidade de ataque em amostras seccionadas

Três (3) corpos de prova de cada espécie retirados do ensaio no fim de cada ano de teste, foram seccionados axialmente e transversalmente a 2 cm de um dos topês, para a determinação de ataque de xilófagos.

Para a avaliação de grau de desgaste usou-se uma tela milimetrada (processo de quadricula) que possibilitou medir a diminuição da secção transversal devida as galerias causadas pelos xilófagos.

A fim de comparar a intensidade de destruição causada pelos xilófagos sobre os corpos de prova, foi necessário exprimir quantitativamente os desgastes existentes.

Como parâmetro, foram utilizados os valores da superfície útil da secção transversal de cada corpo de prova, exprimida em porcentagem da superfície total desta secção. A escala de gradação recomendada pelo L.N.E.C. é a seguinte indicada abaixo:

- Superfície útil = Superfície transversal

Su = 100% - não atacada

95 = Su < 100 - pouco atacada

75 = Su < 95 - mediamente atacada

25 = Su < 75 - muito atacada

Su < 25 - destruída.

A avaliação da durabilidade das madeiras segue de um modo geral

as considerações do Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa, Portugal, da maneira seguinte:

- A destruição total das testemunhas é compreendida entre seis a doze meses.
- Observação de ataque, após 18 meses de imersão, considera-se como um mínimo permitido numa primeira apreciação da resistência natural.
- Onde não se constate nenhum ataque, até 36 meses de imersão, consideram-se as madeiras bem aceitáveis para os trabalhos de construções navais, desde que elas sejam qualificadas para esse fim.

3.4.2.3. Análise de ataque de xilófagos nas madeiras através de raios-X

Com a finalidade de avaliar o desgaste causado pelos xilófagos no interior dos corpos de prova, sem danificar os mesmos, e para verificar os resultados das análises por seccionamento das amostras, usou-se irradiação de raios-X, através de aparelho "senográfico".

A técnica empregada para aplicação dos raios-X através do "senográfico" é apresentada a seguir:

O aparelho utilizado foi o "Senographe C.G.R."

Os corpos de prova após terem sido cuidadosamente limpos de todos os organismos encrustantes, foram expostos a irradiação por 2 segundos a 30 mA e 35 KV. A altura foco-filme foi de 0,39 m. O filme utilizado foi de marca "Dupont" (LO-DOSE) para mamografia..

A análise de ataque de xilófagos nas madeiras através de raios-X' foi feito aos 19 meses de imersão.

3.4.2.4. Análise de sílica na madeira (+)

O teor de sílica das madeiras foi determinado através do "Espectro Fotômetro de Absorção Atômica" (21).

O método consiste de tratamento da amostra com metaborato de lítio, incineração da madeira, dissolução das cinzas com ácido clorídrico e finalmente leitura no aparelho.

As amostras foram colhidas da serragem de três (3) corpos de prova de cada espécie com áreas de alburno e cerne. As determinações foram realizadas com três (3) repetições.

3.4.2.5. Análises de alcaloides na madeira

A extração de alcaloides foi realizada através dos reativos de Bouchardat, Dragendorff, Mayer e Bertrand.

O método consiste em tratar uma pequena amostra de serragem com ácido clorídrico a 1%, fervura, filtração e finalmente reação do filtrado com os reativos. Com a presença de alcaloides o filtrado apresenta o aspecto turvo.

As amostras foram colhidas da serragem de três (3) corpos de prova de cada espécie com áreas de alburno e cerne.

As determinações foram realizadas em três (3) repetições.

(+) Análise de sílica realizada por Dr. Luciano Bompastor Dias - I.T.E.P.

3.4.2.6. Identificação dos animais

Na impossibilidade das identificações dos animais xilófagos marinhos encontrados no interior dos corpos de prova, serem realizadas aqui em Pernambuco, solicitamos fossem elas realizadas pela Professora Ruth D. Turner, da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos.

3.4.2.7. Análise da água (++)

A análise de água seguiu os métodos recomendados pela "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" (1).

As determinações foram realizadas como se seguem:

- Sulfatos - método gravimétrico com calcinação do resíduo
- Cloretos - método de Mohr
- Sódio - método gravimétrico
- Potássio - fotômetro de chama
- Sílica - método colorimétrico
- Oxigênio dissolv. - método de Winkler
- pH - potenciômetro.

Mensalmente foram colhidos 5 l de água de superfície em períodos da manhã e da tarde e em ocasiões de maré baixa e maré alta.

(++) Análise de água realizada por Dra. Maria Luiza S. de A. Cabral

- I.T.E.P. - Recife.

4. RESULTADOS

4.1. Desenvolvimento do ataque

Na primeira observação realizada no fim de seis meses de instalação em julho de 1976 em todos os corpos de prova, procedeu-se apenas a uma apreciação superficial dos corpos de prova, a fim de verificar algum orifício ou desgaste provocados pelas brocas marinhas. No entanto, notou-se que todos os corpos de prova estavam encobertos por algas, ostras e outros organismos encrustantes. Após uma raspagem das superfícies das madeiras, não se observou qualquer orifício.

Na segunda observação realizada no fim de um ano de instalação do ensaio, em janeiro de 1977 procedeu-se novamente uma raspagem de todas as madeiras e foi notado que a maioria dos corpos de prova das diversas espécies com exceção de "imbiriba" (Eschweilera luschnathii Miers.) apresentava pequenos orifícios, sendo que, alguns corpos de prova mostravam-se mais perfurado do que outros. (Fig. 9).

Retirou-se aleatoriamente três corpos de prova de cada espécie de madeira, inclusive das testemunhas, para os exames internos de cada um deles a fim de poder-se avaliar as destruições causadas pelos animais xilófagos marinhos.

Em julho de 1977, realizou-se a terceira observação dos corpos de prova e procedeu-se apenas, a uma apreciação do aspecto externo das madeiras, não caracterizando portanto, o grau de conservação da superfície útil das amostras após o decurso de 18 meses de imersão.

Todos os sete (7) corpos de prova restantes de cada espécie, apre

sentavam-se perfurados, sendo que, as amostras de pau d'óleo (Copaifera langsdorfii) e urucuba (Virola gardneri) estavam evidentemente destruídas, como também a madeira testemunha de Araucaria angustifolia.

Os corpos de prova de imbiriba (Eschweilera luschnathii) os quais não apresentavam ataque na avaliação precedente, mostravam pequenos orifícios de cerca de 1 mm de diâmetro.

Em dezembro de 1977, foi realizada a quarta avaliação dos corpos de prova, completando assim, o período de dois anos de estudos.

Foram retirados aleatoriamente três corpos de prova das espécies que não estavam destruídas, e executou-se a avaliação de maneira já descrita na segunda observação no fim de doze meses de imersão. (Fig. 10).

A classificação de ataque dos xilófagos marinhos foi iniciada obedecendo a escala de gradação recomendada pelo L.N.E.C.. Como, entretanto, ela estabelece uma faixa muito pequena para os graus "pouco atacada" e "mediamente atacada", ficando o grau "muito atacada" em uma faixa bastante larga, modificou-se a escala de grau de ataque dos xilófagos conforme indicação abaixo:

Chave para a classificação do grau de ataque

Índice do grau de conservação da superfície útil	-	Classificação do grau de ataque
Su		
Su = 100%	-	não atacada
90 = Su 100	-	pouco atacada
60 = Su 90	-	mediamente atacada
25 = Su 60	-	muito atacada
Su 25	-	destruída

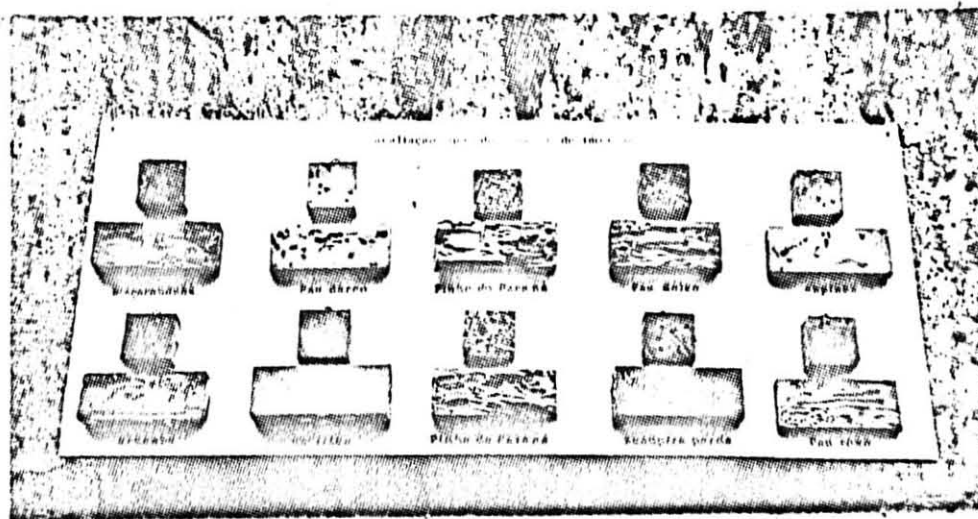


Figura 9. Corpos de prova das madeiras após 12 meses de imersão.

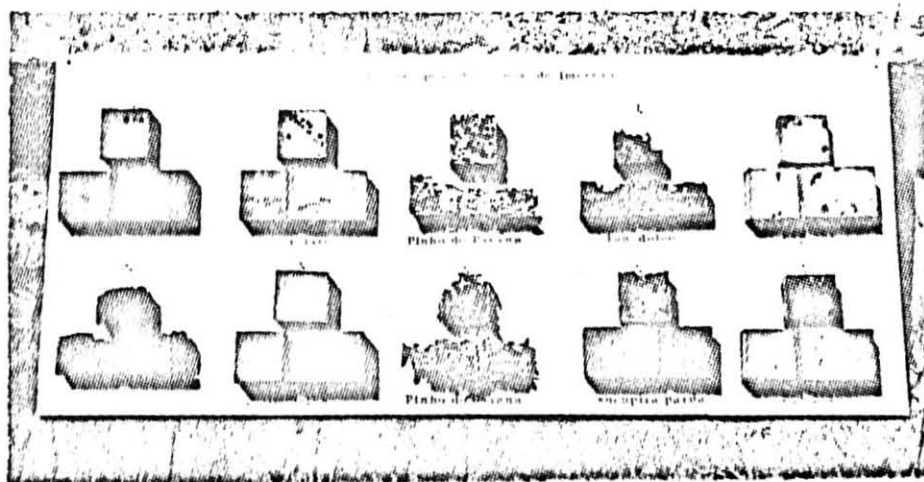


Figura 10. Corpos de prova das madeiras após 24 meses de imersão.

Os resultados das avaliações da resistência das madeiras colocadas em teste são apresentados no Quadro 1. a seguir.

4.2. Análise das amostras através de raios-X

No fim de 19 meses de imersão, das espécies que se apresentaram pouco atacada e sem ataque aos 12 meses, retirou-se três (3) corpos de prova que foram expostos a irradiação pelos raios-X.

Na aplicação dos raios, as amostras estavam exatamente com 19 meses de exposição aos xilófagos marinhos.

A exposição aos raios-X, neste tempo serviu para deixar claro que a espécie Eschweilera luschnathii Miers. (imbiriba), única espécie sem ataque com 12 meses de imersão, agora mostrava-se menos atacada em relação as espécies Manilkara longifolia (A.DC.) Dub. (maçaranduba), Goupia glabra Aubl. (cupiuba) e Diplotropis purpurea (Rich.) Amsh. (sucupira parda) as quais estavam com ataques evidentes. (Fig. 11, 12, 13, e 14).

Ficou patenteada então, a necessidade de avaliação das amostras de madeira através de raios-X nos meados dos períodos anuais do ensaio.



Figura 11. Radiografia. Manilkara longifolia (A.DC.) Dub. (maçaranduba)

aos 19 meses de imersão.



Figura 12. Radiografia. Goupia glabra Aubl. (cupiuba) aos 19 meses de imersão.



Figura 13. Radiografia. Diplotropis purpurea (Rich.) Amsh. (sucupira parda) aos 19 meses de imersão.



Figura 14. Radiografia. Eschweillera luschnathii Miers. (imbiriba) aos 19 meses de imersão. Note-se que o ataque de Bankia fimbriatula Roch & Moll é leve em comparação com as outras espécies.

QUADRO 1

GRAU DE ATAQUE NAS MADEIRAS SUBMERSAS NO ESTUÁRIO DO
RIO CAPIBARIBE NO PÔRTO DO RECIFE

MADEIRAS	6 MESES +	12 MESES	18 MESES+	24 MESES
<u>Manilkara longifolia</u>	sem ataque	pouco atacada	-	pouco atacada
<u>Tabebuia avellanadae</u>	sem ataque	mediamente atacada	-	mediamente atacada
<u>Araucaria angustifolia</u>	sem ataque	destruída	-	-
<u>Copaifera langsdorfii</u>	sem ataque	muito atacada	destruída	-
<u>Goupia glabra</u>	sem ataque	pouco atacada	-	pouco atacada
<u>Virola gardneri</u>	sem ataque	muito atacada	destruída	-
<u>Eschweilera luschnathii</u> ++	sem ataque	sem ataque	perfurada	pouco atacada
<u>Diploctropis purpurea</u>	sem ataque	pouco atacada	-	mediamente atacada
<u>Peltogyne confertiflora</u>	sem ataque	mediamente atacada	-	mediamente atacada

+ Segundo Observações Superficiais das Madeiras.

++ A espécie Eschweilera luschnathii Miers (Imbiriba) teve sua superfície útil "pouco atacada" na última observação, entretanto mantendo sua superfície útil com 99% de sanidade.

As análises através dos raios-X apenas mostraram os desgastes ao longo das amostras, não sendo possível as observações dos corpos de prova axialmente devido o comprimento das mesmas não permitir os raios-X penetrarem em toda sua extensão.

As avaliações através do seccionamento das amostras são mais eficientes do que pelos raios-X, entretanto essas últimas são melhor utilizadas nas observações, na metade dos períodos anuais do teste, devido não inutilizar as amostras de madeira.

4.3. Durabilidade natural das espécies estudadas

Segundo os resultados das análises através do seccionamento das amostras e dos raios-X ficou definido que a espécie Araucaria angustifolia que serviu de testemunha foi destruída entre seis e doze meses de imersão, portanto altamente suscetível as brocas marinhas, como era antecipadamente esperado. Também Copaifera langsdorfii e Virola gardneri foram destruídas entre 12 e 18 meses.

Tabebuia avellanadae, Peltogyne confertiflora e Diplothropis purpurea apresentaram-se "mediamente atacada" aos 24 meses de imersão, entretanto as duas primeiras já estavam com esse grau de ataque aos 12 meses.

As espécies Manilkara longifolia e Goupia glabra foram classificadas "pouco atacada" no fim do período de estudo, mas já aos 12 meses de imersão estavam com esse grau de ataque.

Todas essas espécies não apresentaram resistência natural satisfatória, mas apenas Eschweilera luschnathii, resistiu a contento durante o

decurso do teste, muito embora, tenha sido evidenciado ataque aos 19 meses através de raios-X e recebendo o grau de "pouco atacada" aos 24 meses na escala de gradação utilizada, entretanto permanecendo com 99% de sanidade na secção transversal.

4.4. Teor de sílica das madeiras

A TABELA I, apresenta os valores de sílica obtidos nas amostras de madeira. Observa-se que houve uma variação muito grande do teor de sílica entre as espécies Copaifera langsdorfii Desf. com o menor valor e a espécie Eschweilera luschnathii Miers. com o teor mais alto.

Nota-se também que a espécie Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze. que foi utilizada como testemunha e conseqüentemente mais suscetível aos xilófagos marinhos, possui um teor de sílica mais elevado do que as espécies Copaifera langsdorfii Desf., Manilkara longifolia (A.DC.) Dub. e Virola gardneri (DC.) Warb.. Dessa maneira, supõe-se que além do fator sílica, há um outro, relacionado com a resistência das madeiras aos xilófagos marinhos, ou o teor de sílica só tem influência sobre os xilófagos a partir de um determinado limite.

Não foi determinado o teor de sílica no alburno e cerne separadamente. Por essa razão não foi possível fazer uma avaliação a esse respeito.

Realizou-se microfotografias dos cortes radiais das madeiras com a finalidade de localizar grãos de sílica nas células de parênquima radial.

Conforme FIGURA 15, nota-se grãos de sílica em células de raio de Eschweilera luschnathii Miers.

Nas demais espécies, os grãos de sílica não foram evidenciados.



Figura 15. Corte radial de imbiriba (Eschweilera luschnathii Miers) revelan do grãos de sílica em células de parênquima radial. 256 X.

TABELA I

VALORES DE SÍLICA NAS MADEIRAS(% por peso seco)

NOME VULGAR	ESPÉCIE	% SiO ₂
PAU-D'OLEO	<u>Copaifera langsdorfii</u> Desf.	0,004
MAÇARANDUBA	<u>Manilkara longifolia</u> (A.DC.) Dub.	0,006
URUCUBA	<u>Virola gardneri</u> (DC.) Warb.	0,007
PINHO DO PARANÁ	<u>Araucaria angustifolia</u> (Bert.) O. Ktze.	0,008
PAU-D'ARCO	<u>Tabebuia avellanædae</u> Lorentz ex Griseb.	0,010
SUCUPIRA PARDA	<u>Diploptropis purpurea</u> (Rich.) Amsh.	0,012
CUPIUBA	<u>Goupia glabra</u> Aubl.	0,018
PAU-RÔXO	<u>Peltogyne confertiflora</u> (Hayne) Benth.	0,019
IMBIRIBA	<u>Eschweilera luschnathii</u> Miers.	0,266

O GRÁFICO I e II, mostram mais claramente a relação entre teor de sílica e ao grau de ataque nas madeiras após 12 e 24 meses de imersão respectivamente. As espécies Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze. destruída pelos xilófagos marinhos aos 12 meses, Copaifera langsdorfii Desf. e Virola gardneri (DC.) Warb. aos 18 meses de imersão não estão representadas no GRÁFICO II.

GRÁFICO I e II: Relação entre teor de sílica e grau de ataque pelos xiló
fagos nas madeiras pesquisadas.

GRÁFICO I - Após 12 meses.

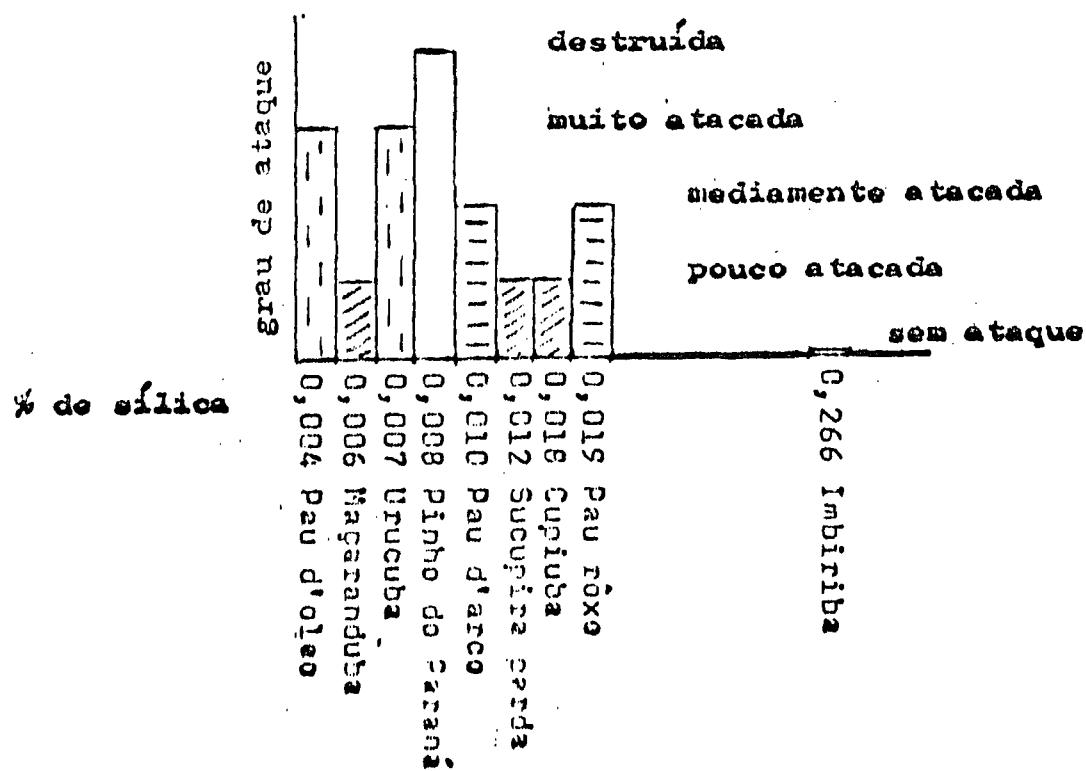
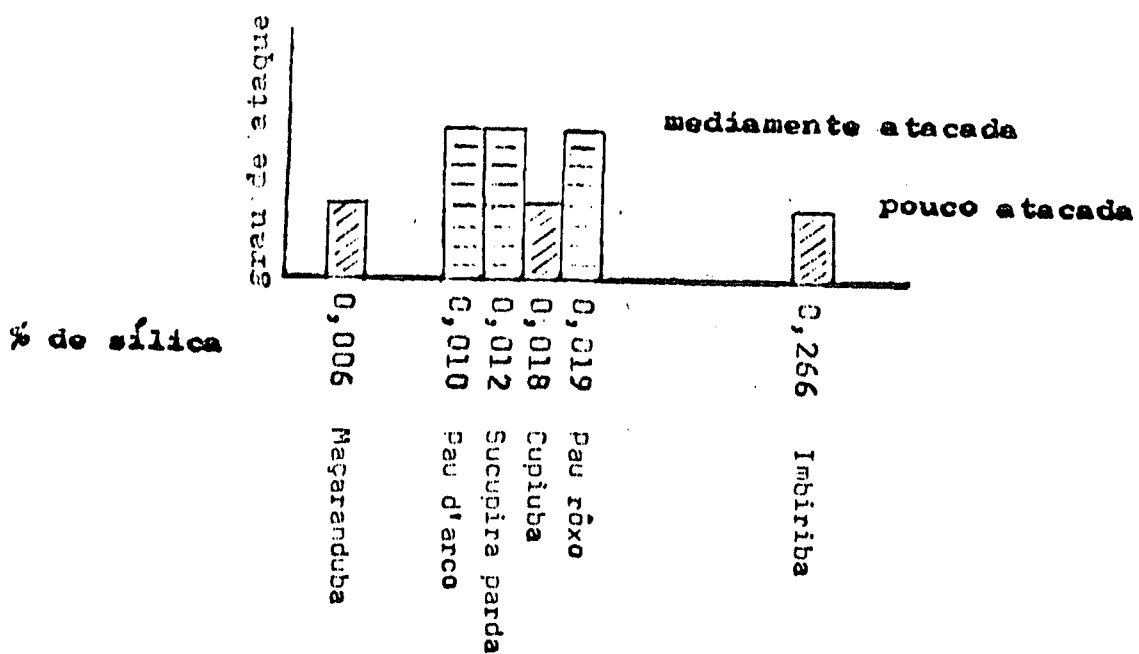


GRÁFICO II - Após 24 meses.



4.5. Alcaloides na madeira

As análises realizadas nas madeiras evidenciaram apenas a presença de alcaloides na espécie Diplòtropis purpurea (Rich) Amsh.

4.6. Animais xilófagos marinhos

Os animais xilófagos responsáveis pelos danos nas amostras de madeiras em teste, foram identificados como:

- TEREDINIDAE - Bankia fimbriatula Roch & Moll
- PHOLADIDAE - Martesia striata L.

A espécie Bankia fimbriatula foi coletada com 5 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro e a Martesia striata com 2 cm de comprimento e 1 cm no maior diâmetro.

Restam ainda a identificação de uma espécie de animal marinho que foi remetido e segundo informações da Professora Turner, esse parece ser predador dos Teredinideos.

A espécie Bankia fimbriatula Roch & Moll mostrou maior ação destruidora nos corpos de prova das madeiras em estudo, apresentando maior preferência evidentemente a espécie Araucaria angustifolia (Testemunha).

4.7. Estudos das condições da água

Os dados obtidos nas determinações dos fatores considerados para conhecimento das condições da água, (Tabela II), revelam que durante os 6

meses do ano de 1976 os fatores estudados apresentaram relativo equilíbrio. Nos meses de abril e maio de 1977, a salinidade da água baixou consideravelmente. A razão desse decréscimo, possivelmente deve-se à estação chuvosa de alta precipitação pluviométrica, acarretando assoreamento de solo na bacia hidrográfica do rio Capibaribe e trazendo com isso, uma grande quantidade de sílica em suspensão.

O pH manteve-se na faixa alcalina, chegando a neutralizar apenas, em dois meses do ano de 1977.

O teor de oxigênio dissolvido sofreu desordenadas variações mensais. Seus valores mais reduzidos ocorreram nos meses de inverno de abril e maio do último ano estudado.

No GRÁFICO III, verifica-se que aparentemente não há ciclos anuais. Observa-se apenas, quando o teor de sílica em suspensão aumenta, acarreta com isso uma conseqüente diminuição da salinidade. Nota-se também, que somente a temperatura mostrou-se em uma estreita faixa de variação.

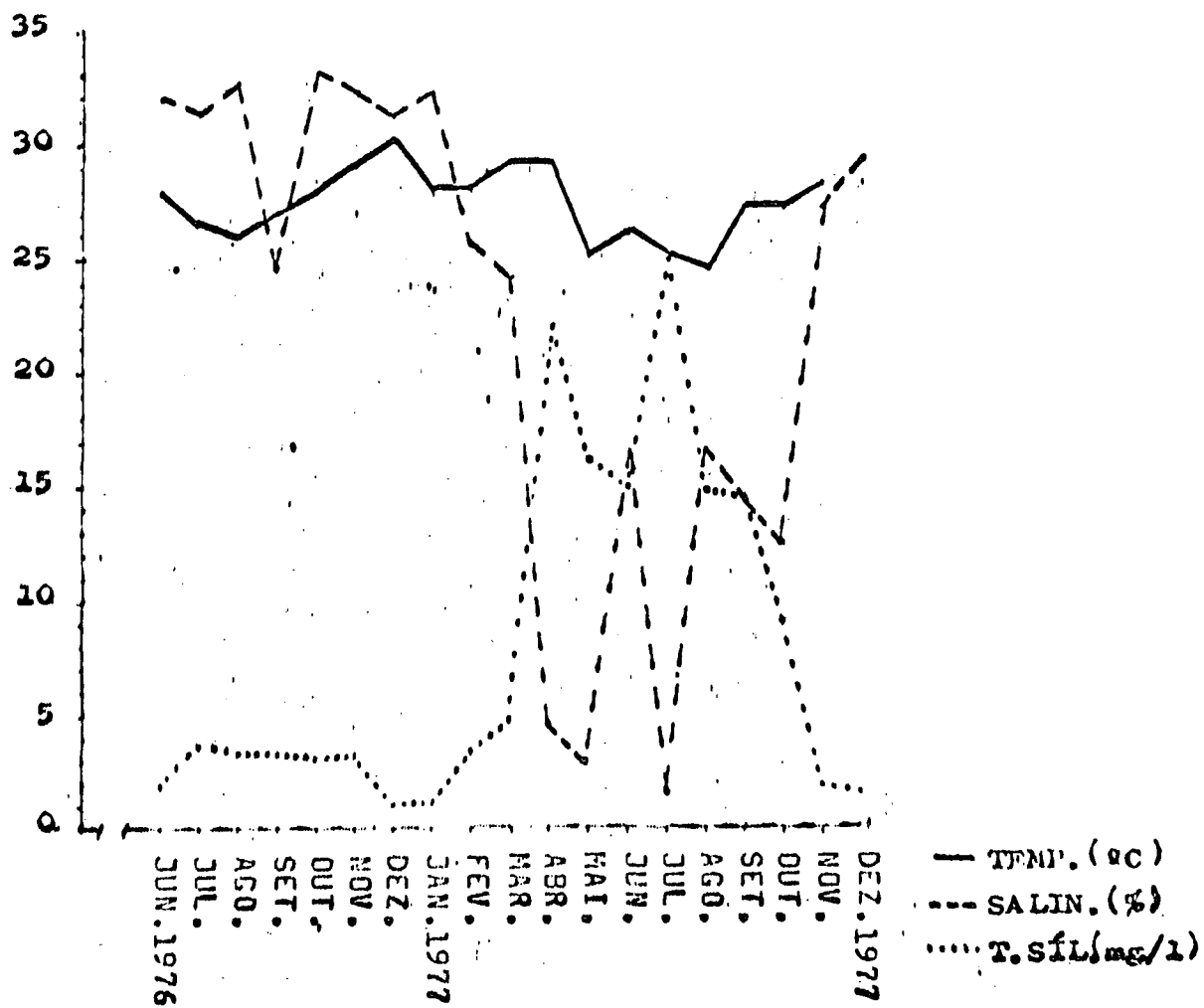
Supomos entretanto, que o período de obtenção desses dados é curto para se ter conclusões mais apuradas sobre as condições do local da pesquisa, e por isto não foi possível observar a influência dos fatores analisados na intensidade de ataque dos xilófagos nas madeiras.

TABELA II. CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA ÁGUA NO LOCAL DO ESTUDO *)

MESES/ANO	TEMP. °C	SALINID. ‰	SÍLICA mg/l	pH	OXIG. mg/l	OBS.
JUN. 1976	28,0	31,98	1,08	8,2	6,0	INVERNO
JUL.	26,5	31,48	3,80	8,3	7,8	
AGO.	26,0	32,48	3,40	8,3	4,2	
SET.	27,0	24,49	3,40	7,7	5,7	
OUT.	28,0	33,15	3,00	7,5	7,6	
NOV.	29,0	32,05	3,20	7,6	4,4	
DEZ.	30,0	31,69	1,10	8,0	6,2	
JAN. 1977	28,0	32,84	1,20	7,8	6,0	
FEV.	28,0	25,67	3,20	7,2	5,7	
MAR.	29,0	24,33	4,80	7,5	4,6	
ABR.	29,0	4,86	22,20	7,0	2,4	INVERNO
MAI.	25,0	2,53	16,20	7,6	3,4	CHEIA DO RIO CAPI- BARIBE.
JUN.	26,0	16,12	15,00	7,3	7,5	
JUL.	25,0	1,29	25,30	7,5	6,0	
AGO.	25,0	16,57	15,00	7,5	6,1	FIM DE INVERNO
SET.	24,5	14,60	14,50	7,0	5,3	VERÃO
OUT.	27,0	12,49	9,10	7,1	5,9	
NOV.	27,0	27,08	1,90	8,0	4,5	
DEZ.	28,0	29,65	1,7	7,5	6,4	

*) junho de 1976 até Dezembro de 1977.

GRÁFICO III: Variação da temperatura, salinidade e teor de sílica na água no Pôrto do Recife, durante o período de junho de 1976 até Dezembro de 1977.



5. DISCUSSÃO

O material de PVC empregado, para suporte dos corpos de prova de madeira, e não de chapa metálica conforme recomendação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil L.N.E.C., apresentou-se satisfatoriamente durante todo o período do ensaio, sob condições ambientes de pouca movimentação de água. O material utilizado apresenta a vantagem de ser de mais fácil manejo, transporte mais barato e não sofrer a ferrugem. A única desvantagem é não resistir a grandes esforços. O modelo serve como padrão para pesquisas futuras.

A forma das amostras de madeira posta em teste (5X5X15 cm) mostrou-se suficiente para se ter uma avaliação perfeita através do desgaste na secção transversal, como também, de um bom volume de madeira para alimentar ou servir de abrigo para os animais xilófagos marinhos.

Os resultados também evidenciam que a profundidade de 1,5 m em que foi colocada a moldura com as amostras, exatamente, dentro da faixa de flutuações das marés, não provocou nenhuma influência aos organismos destruidores de madeira.

As espécies estudadas, justificaram plenamente os objetivos da pesquisa e o tempo do estudo foi adequado para revelar as informações necessárias sobre a durabilidade delas. A espécie Tabebuia avellanadae citada por CORMIO (7), como um tanto resistente aos Teredinidae em outro ambiente, não comportou-se no local deste trabalho de maneira semelhante mostrando-se menos resistente. Eschweilera luschnathii, cujo gênero possui as espécies E. Corrugata, E. longipes, E. Odora, E. sagotiana e E. subglandosa, qualifi

casas por alguns autores (7) e (10) como madeiras de boa durabilidade natural, quando expostas a ação dos xilófagos marinhos, apresentou-se de maneira bastante satisfatória durante o transcurso do teste. Sendo a mais qualificada espécie desta pesquisa. Na literatura consultada, não encontramos nenhum outro gênero com tantas espécies mostrando alguma resistência aos animais xilófagos marinhos.

O método de avaliação da intensidade de ataque seguindo recomendação do L.N.E.C., procede de modo pouco recomendável. As observações dos primeiros 6 meses e 18 meses de imersão previsto por esta literatura, só considera aspecto externo das amostras. Desse modo, as inspeções não condizem com o estado interno dos corpos de prova. Assim sendo, torna-se imprescindível o seccionamento das amostras ou a aplicação de raios-X. Neste trabalho foram aplicados tanto seccionamento, como também raios-X.

A escala de gradação do ataque recomendada pelo mesmo Instituto, mantém uma faixa bastante estreita para o grau pouco atacada (95=Su 100) e mediamente atacada (75=Su 95) estando o grau muito atacada em uma faixa bastante ampla (25=Su 75). Em vista disso, utilizou-se a nova escala, ampliando as duas primeiras e reduzindo a segunda.

Através da avaliação aos doze meses de imersão, quando os corpos de prova foram seccionados, verificou-se a ferocidade com que os animais xilófagos marinhos atacam a madeira. A espécie Araucaria angustifolia (testemunha) foi destruída entre seis e doze meses, o que indica a grande atividade das brocas marinhas, Martesia striata L. e principalmente Bankia fimbriatula Roch & Moll que marcou fortemente todos os corpos de prova da espécie testemunha.

A aplicação de raios-X para observações internas dos corpos de prova através do "senográfico" deixou mais claro ainda, a presença dos xilófagos no interior das peças, mostrando que a espécie Eschweilera luschnathii já estava com um ataque superficial na época de irradiação aos 19 meses e que só seria notado aos 24 meses, quando as três amostras fossem seccionadas transversalmente para a avaliação do desgaste da superfície útil.

Analisando o teor de sílica das madeiras, verificou-se que há uma ligeira diferença entre as espécies Copaifera langsdorfii, Manilkara longifolia, Virola gardneri e Araucaria angustifolia e definimos, que houve uma indiscutível diferença de ataque dos animais em relação a essas espécies. O que se leva a concluir, que existe mais um outro fator com alguma influência sobre o ataque dos xilófagos.

Por outro lado verificou-se o teor de sílica da espécie Eschweilera luschnathii muito mais alto que as demais, e observou-se que os dados sugerem haver uma relação a partir de um certo limite de concentração de sílica, na estrutura da madeira e a ação dos animais xilófagos marinhos.

Não encontramos na literatura disponível, alguma referência sobre a presença no litoral brasileiro, dos xilófagos identificados, por isso acreditamos que os animais xilófagos coletados Bankia fimbriatula Roch & Moll e Martesia striata L. tenham sido evidenciados pela primeira vez nas costas do Brasil.

As determinações realizadas na água, indicam principalmente que na época do inverno com alta precipitação pluviométrica, houve um grande aumento de sílica em suspensão e uma vertiginosa diminuição de salinidade.

Não foi possível verificar a influência deste fator sobre a intensidade de ataque, por causa do período limitado da pesquisa.

Observando os dados e relacionando os dois períodos anuais, notamos que há formação de ciclo anual.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A realização dos estudos sobre a resistência natural de oito espécies de madeiras tropicais aos xilófagos marinhos, levaram a concluir que:

- O método de teste utilizado para avaliar a resistência natural das madeiras, apresentou-se satisfatório para as condições locais.
- A aplicação de raios-X através do aparelho "senographe C G.R." funcionou plenamente, mostrando com clareza os desgastes provocados pelos animais marinhos xilófagos, no interior dos corpos de prova.
- A espécie Eschweilera luschnathii Miers, (imbiriba) apresentou resistência natural superior as outras madeiras no período de estudo de 2 anos.

Para obras portuárias e construções navais, por tempo de longa duração em locais ambientes semelhantes aqueles da presente pesquisa, alegamos por hipótese, que poderá ser utilizada a espécie Eschweilera luschnathii Miers. (imbiriba), quando qualificada para esse fim.

- As espécies Virola gardneri (DC) Warb. (urucuba), Copaifera langsdorfii Desf. (pau d'oleo) comportaram-se de modo a não oferecer resistência suficiente aos xilófagos.

As espécies Manilkara longifolia (A.DC.) Dub. (maçaranduba), Tabebuia avellanadae Lorentz ex Griseb (pau d'arco), Goupia glabra Aubl. (cupiuba), Diplotropis purpurea (Rich.) Amsh. (sucupira parda) e Peltogyne confertiflora (Hayne) Benth. (pau rôxo) embora não tenham sido muito atacadas no período de um ano de imersão, demonstraram também não oferecer resistência satisfatória.

- A resistência natural das madeiras após o decurso do ensaio, sugere que o ataque dos animais xilófagos, decresce com o aumento do teor de sílica na madeira a partir de um determinado limite ainda não conhecido.

- Os animais xilófagos marinhos Martesia striata L. e principalmente Bänkia fimbriatula Roch & Moll, mostraram nas condições locais do ensaio, alta ação destruidora, reduzindo quase que totalmente, a superfície útil transversal, do corpo de prova da espécie testemunha Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze. no período de 6 a 12 meses de imersão.

Apoiado pelas experiências dessa pesquisa, recomenda-se os seguintes aspectos, para novos estudos sobre durabilidade natural de madeiras e eficiência de preservativos:

- Continuar a pesquisa já iniciada, mas considerar instalação de ensaio em locais do mar de diferentes condições ambientais. Em local de grande movimento de água, construir moldura metálica para suspensão dos corpos de prova, em vez de PVC rígido.

- Considerar além dos fatores, temperatura da água, salinidade, sílica em suspensão, pH, oxigênio dissolvido, o movimento da água e estudar suas influências sobre a intensidade do ataque.

- Nas avaliações dos corpos de prova na metade dos períodos anuais, realizar se possível, observação interna das amostras de madeira através de irradiação de raios-X em aparelho "Senográfico".

--Iniciar estudos sobre eficiência de preservativos nas espécies não resistentes como Virola gardneri(DC)Warb.. (urucuba); Copaifera langsdorfii Desf. (pau d'oleo) e outras.

7. LITERATURA CITADA

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 12 ed. A.P.H.A., 1965.
2. BAECHLER, R.H; RICHARDS, B.R; RICHARDS, A.P. & ROTH, H.G. Effectiveness and permanence of several preservatives in wood coupons exposed to sea water. American Wood-Preservers' Association, p. 1-16, 1970.
3. BECKER, G. Report to the government of India of the protection of wood against marine borers. Rome, FAO, 1958. 75 p. + ilustr.
4. BEESLEY, J. At sea with treated timber. For. Prod. News-letter CSIRO, n. 367, 1969. 4 p.
5. BLETCHLY, J.D. Insect and marine borer damage to timber and woodwork. London, HMSO, 1967. 86 p.
6. CLENCH, W.J. & TURNER, R.D. The genus *Bankia* in the western atlantic. Johnsonia, 2 (19): 1-28 apr. 1946
7. CORMIO, R. Legno e Legnami, Milano, Ed. Ulrico Hoepli, 1949.
8. FARMER, R.H. Chemistry in the utilization of wood. Oxford, Pergamon Press, 1967. p. 63-64.
9. FINDLAY, W.P.K. The preservation of timber. London Adam & CHARLES Black, 1962. 162 p.

10. FOUGEROUSSE, M. Natural resistance of tropical timbers to attack by marine wood-destroying organisms. Centre Technique Forestier Tropical. In "Marine borers fungi and fouling organisms of wood". O.E.C. D. 1971. Chapter 17.
11. FOUGEROUSSE, M. & GUENEAU, P. Further research on X-ray examination of wood panels exposed to teredinidae. The journal of the Institute of wood science, 5 (6): 3-12, dec. 1971.
12. FOUGEROUSSE, M. & LUCAS, S. Emploi de la radiographie dans les recherches sur la pathologie et la preservation du bois en milieu marin. Centre Technique Forestier Tropical. (s.n.t.). (1970).
13. FRANCO, E.J.S. Sur l'aptitude de quelques bois africains a l'emploi dans les travaux maritimes et la construction navale. Memória, nº 243, 1965. 17 p.
14. GAMBETTA, A. & ORLANDI, E. Teste on preservation of wood against marine borers. England. The International Research Group on Wood Preservation and COIPM, 1976. 4 p.
15. HOCHMAN, H. Degradation and Protection of Wood from marine organisms. In NICHOLAS, D.D. ed. Wood deterioration and its prevention by preservative treatments. New York, Syracuse University Press 1973. v.1, cap. 7 , p. 247-275.
16. HUNT, G.M. & GARRATT, G.A. Preservacion de la madera. Barcelone, Salvat Editores, 1962. 468 p.

17. KOLLMANN, F.F.P.; KUENZI, E.W.; STAMM, A.J. Principles of wood science and technology, wood-based materials. Berlin Springer Verlag, 1975. 1:128-133.
18. KRISTENSEN, E. Attacks by *Teredo navalis* L. in inner danish waters in relation to environmental factors. Vidensh. Meddr. dansk, naturth. Foren., 132: 199-210. 1969.
19. MENZIES, R.J. & MOHR, J.L. The occurrence of the wood boring Crustacean *Limnoria* and of *Nebaliacea* in Morro Bay, California. Wasmann J. Biol., 10 (1): 81-86, 1952
20. MONOD, Th. & NICKLES, M.I.- Xylophages. Separata do Institut Français d'Afrique Noire catalogues, 1952. p. 9-108.
21. PERKIN-ELMER. Analytical Methods For Atomic Absorption Spectrophotometry. Março 1973. p. GC-4 R 1-2.
22. PRINCES RISBOROUGH LABORATORY. Marine borers and methods of preserving timber against their attack. Tech. Note, n. 59. 1972. 12 p.
23. PORTUGAL. LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL. Resistência natural de madeiras tropicais aos xilófagos marinhos. Lisboa, 1968. 14 p.
24. RICHARDS, B.R. Comparative values of dual-treatment and waterborne preservatives for long-range protection of wooden structures from marine borers. American Wood Preservers' Association, p. 1-4, 1977.

25. TAVARES, S.; TAVARES, E.J. de S.; SERPA, F.G. Ataque de xilófagos marinhos em estacas de madeira utilizadas na construção da ponte rodod-ferroviária do Pôrto do Recife. B. Téc. Viação e Obras Públicas de Pernambuco, 96 (1): 49-52, 1971.
26. TURNER, R.D. Australian shipworms. Australian natural history 139-145. Dec. 1971.
27. TURNER, R.D. Deep water wood-boring mollusks. Third International Congress on Marine Corrosion and Fouling. Mariland p. 836-841, 1973.
28. TURNER, R.D. In the path of a warm, salina affluent. The American Malacological Union, p. 36-41, may 1974.
29. TURNER, R.D. & JOHNSON, A.C. Biology of marine wood-boring molluscs, Paris, Organisation for Economic Cooperation and Development. p. 259-301, 1971. Cap. 13.

8. APÊNDICE

8.1. Características gerais e estudo da estrutura anatômica das madeiras +

ESPÉCIE: Manilkara longifolia (A.DC.) Dub.

NOME VULGAR: Maçaranduba

3

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA MADEIRA: Peso específico - 0,82g/cm (0% de T.U.) ; coloração do cerne (Munsell-color chart for planttissues) ++ - HUE 2.5 YR 4/4; cheiro indistinto; sabor indistinto grã direita; textura fina a média; brilho pouco evidente.

ESTRUTURA DA MADEIRA: Poros solitários e múltiplos de 2-9, pouco numerosos de 4-5 por mm², porocidade difusa, platina de perfuração simples pontuações intervasculares areoladas alternas, tiloses presentes. Parênquima axial apotraqueal em finas faixas sinuosas concêntricas as vezes interrompidas. Raios uni e multisseriados de 2-4 células de largura e cerca de 10-20 células de altura em sua maioria, heterogeneos (Kribs's tipo 11), na fase tangencial não apresentam estratificação. Inclusões de cristais de oxalato de cálcio em câmara observadas em célula de parênquima axial. Conteúdos foram observados, em vasos e em células de parênquima axial e radial.

+ As características gerais e a descrição microscópica do xilema das espécies, foram realizadas pelo autor.

++ Catálogo com mostruário de cores usado em descrição anatômica de madeiras.

ESPÉCIE: Tabebuia avellanedae Lorentz ex Griseb.

NOME VULGAR: Pau d'arco

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA MADEIRA: Peso específico - 0,70g/cm (0% de T.U.) ; coloração do cerne (Munsell-color chart for tissues) - HUE 7.5 YR 6/4; cheiro indistinto; sabor ligeiramente amargo; grã direita; textura média; brilho pouco evidente.

ESTRUTURA DA MADEIRA: Poros solitários e múltiplos de 2-5, pouco numerosos de 4-5 por mm, porosidade difusa platina de perfuração simples, pontuações intervasculares areoladas alternas, tiloses presentes, apresentando depósitos de lapachol. Parênquima axial paratraqueal vasicêntrico, aliforme a aliforme confluyente, algumas vezes formando faixas. Raios uni e multisseriados de 2-4 células de largura e cerca de 10 células de altura, homogêneos de células procumbentes, na face tangencial, são estratificados.

ESPÉCIE: Copaifera langsdorffii Desf.

NOME VULGAR: Pau d'oleo

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA MADEIRA: Peso específico - 1,07g/cm³ (0% de T.U.) ; coloração do cerne (Munsell-color chart for plant tissues) HUE 5 YR 4/4; cheiro indistinto; sabor indistinto; grã direita; textura média; brilho pouco evidente.

ESTRUTURA DA MADEIRA: Poros solitários e múltiplos de 2-5 , poucos de 1 por mm, porosidade difusa, platina de perfuração simples, pontuações intervasculares de areoladas alternas a opostas, as vezes coalescentes. Parênquima axial paratraqueal vasicêntrico e aliforme a aliforme confluyente e apotra-

queal em faixas marginais englobando canais intercelulares verticais. Raios uni e multisseriados de 2-4 células de largura e cerca de 30 células de altura, predominantemente homogêneos, na face tangencial sem estratificação. Fibras não septadas. Inclusões de cristais de oxalato de cálcio em câmaras, foram observados em células de parênquima axial. Conteúdos foram observados em vasos e em células de parênquima axial. e radial.

ESPÉCIE: Goupia glabra Aubl.

NOME VULGAR: Cupiuba

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA MADEIRA: Peso específico - $0,77\text{g/cm}^3$ (0% de T.U.) ; coloração do cerne (Munsell - color chart for plant tissues) HUE 2.5 YR 6/6; cheiro desagradável; sabor adstringente; grã direita; textura média; brilho pouco evidente.

ESTRUTURA DA MADEIRA: Poros solitários, raro geminados, poucos de 1-1.5 por mm^2 , porosidade difusa, platina de perfuração escalariforme, pontuações intervasculares areoladas alternas. Parênquima axial paratraqueal escasso, ap_o traqueal difuso a difuso em agregado. Raios uni e multisseriados de 1-4 células de largura e cerca de 30 células de altura, heterogêneos (Kribs's tipo 1) comumente fusionados, na face tangencial e sem estratificação. Inclusões de cristais de oxalato de cálcio, foram observados em células de parênquima radial. Gomas ou outras substâncias, foram notadas em células de parênquima axial a radial.

ESPÉCIE: Diploporia purpurea (Rich.) Amsh.

NOME VULGAR: Sucupira parda

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA MADEIRA: Peso específico - $0,64\text{g/cm}^3$ (0% de umidade); coloração do cerne (Munsell - color chart for plant tissues) HUE .5 YR 5/4; cheiro indistinto; sabor indistinto grã irregular; textura grossa; brilho não evidenciado.

ESTRUTURA DA MADEIRA: Poros solitários e múltiplos de 2-5, muito poucos de 0,5-1 por mm, porosidade difusa, platina de perfuração simples, pontuações intervasculares areoladas alternas, tiloses presentes. Parênquima paratraqueal vasicêntrico e aliforme a aliforme confluyente, formando faixas curtas oblíquas. Raios uni e multisseriados de 2-5 células de largura e cerca de 20 células de altura, heterogêneos (Kribs's tipo 11), na face tangencial, sem estratificação. Inclusões não foram observadas.

ESPÉCIE: Peltogyne confertiflora (Hayne) Benth.

NOME VULGAR: Pau rôxo

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA MADEIRA: Peso específico - $1,07\text{g/cm}^3$ (0% de T.U.); coloração do cerne (Munsell - color chart for plant tissues) HUE 2.5 R' 4/4; cheiro indistinto; sabor indistinto; grã direita e irregular; textura média; brilho moderadamente evidente.

ESTRUTURA DA MADEIRA: Poros solitários e múltiplos de 2-5, poucos de 2.5-3 por mm, porosidade difusa, platina de perfuração simples, pontuações intervasculares areoladas alternas. Parênquima axial paratraqueal vasicêntrico e aliforme confluyente de aletas finas e longas, formando faixas finas. Raios uni e multisseriados de 2-5 células de largura e chegando a cerca de

60 células de altura homogêneas, não estratificados. Fibras não septadas. Inclusões abundantes de cristais de oxalato de cálcio em câmaras em células de parênquima axial. Resina ou outras substâncias foram observadas em células de parênquima axial ou radial.

ESPÉCIE: Virola gardneri (DC.) Warb.

NOME VULGAR: Urucuba

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA MADEIRA: Peso específico - 0,56g/cm³ (0% de T.U.) ; coloração do cerne (Munsell - color chart for plant tissues) HUE 2.5 YR 4/6; cheiro indistinto; sabor indistinto; grã direita; textura média; brilho pouco evidente.

ESTRUTURA DA MADEIRA: Poros solitários e múltiplos de 2-3, poucos 2-2.3 por mm, porosidade difusa, platina de perfuração escalariforme, pontuações intervasculares areoladas alternas. Parênquima paratraqueal escasso. Raios uni e multisseriados de 2-3 células de largura e cerca de 25 células de altura, heterogêneas (Kribs's tipo 11), na face tangencial sem estratificação. Inclusões de resinas ou outras substâncias foram observadas em vasos e em células de parênquima radial.

ESPÉCIE: Eschweilera luschnathii Miers.

NOME VULGAR: Imbiriba

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA MADEIRA: Peso específico - 1,00g/cm³ (0% de T.U.); coloração do cerne (Munsell - color chart for plant tissues) HUE 5 YR 5/4, cheiro indistinto; sabor indistinto; grã direita, textura média, brilho pou

co evidente.

ESTRUTURA DA MADEIRA: Poros solitários e múltiplos de 2-4, poucos de 1-1.5 por mm, porosidade difusa, platina de perfuração simples, pontuações intervasculares areoladas alternas, tiloses presentes. Parênquima axial apotraqueal reticulado. Raios uni e multisseriados de 2-4 células de largura em sua maioria, mas chegando a cerca de 8 células e de cerca de 30 células de altura, homogêneos, na face tangencial e sem estratificação. Inclusões de grãos de sílica foram observados em células de parênquima radial. Resina ou outras substâncias foram notadas em vasos e em células de parênquima axial e radial.

ESPÉCIE: Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze.

NOME VULGAR: Pinho do Paraná

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA MADEIRA: Peso específico - 0,51g/cm (0% de T.U.); coloração (Munsell - color chart for plant tissues) HUE 2.5 Y 8/4; cheiro indistinto; sabor indistinto; grã direita; textura fina; brilho pouco evidente.

ESTRUTURA DA MADEIRA: Anéis de crescimento distintos; pontuações dos traqueioides axiais areoladas alternas. Parênquima axial ausente. Raios unisseriados variando a cerca de 10 células de altura, homogêneos, campo de cruzamento constituído de pontuações dos tipos pinoide a cupressoides, traqueioides dos raios ausentes. Canais resiníferos ausentes.