SCIENTIA
FORESTALIS

Associação entre fungos apodrecedores e cupins subterrâneos no processo de biodeterioração do lenho de árvores de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze da cidade de São Paulo, SP

Association between decay fungi and subterranean termites in the wood biodeterioration process of *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze trees of São Paulo city, SP

Sérgio Brazolin[1], Mario Tomazello Filho[2], Raquel Dias de Aguiar Moraes Amaral[1] e Mario Albino de Oliveira Neto[1]

Resumo

No presente trabalho foi avaliada a biodeterioração do lenho das árvores de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze, plantadas nos passeios públicos de sete regiões da cidade de São Paulo, SP. Foram analisadas 1109 árvores de tipuana quanto à ocorrência e associação de organismos xilófagos (fungos e cupins subterrâneos), de danos no lenho e do DAP (diâmetro à altura do peito). Na determinação do percentual (%) de deterioração do lenho das árvores foi aplicado o método não destrutivo com o aparelho penetrômetro. Os resultados mostraram que 75% das árvores de tipuana apresentavam DAP superior a 50 cm, caracterizando-as como adultas. Fungos apodrecedores nas raízes, colo e/ou tronco foram observados em 338 árvores (30,5%). Os cupins subterrâneos das espécies *Heterotermes* sp. e *Coptotemes gestroi* ocorreram em 307 árvores (27,7%), esta última espécie em elevado nível de infestação. A associação entre os fungos apodrecedores e os cupins subterrâneos foi observada, assim como sua relação com o DAP das árvores de tipuana, onde, o aumento da intensidade de ocorrência da biodeterioração do lenho era acompanhado pelo aumento do DAP. Para a espécie *Tipuana tipu*, o DAP das árvores foi considerado um atributo indicativo da intensidade de deterioração interna do lenho, causada pelos organismos xilófagos.

Palavras-Chave: *Tipuana tipu*, Biodeterioração, Fungo apodrecedor, Cupim, *Coptotermes gestroi*, *Heterotermes*

Abstract

In the present paper the process of wood biodeterioration of tipuana trees planted in 7 regions of the city of São Paulo, SP was evaluated. On the sidewalks, 1109 trees were analyzed taking into consideration the occurrence and association of the xylophagous organisms (decay fungi and subterranean termites), the wood deterioration and the BHD (breast height diameter). The percentage of wood internal deterioration (%) was obtained by non destructive analysis, using a penetrometer. The results had shown that 75% of the tipuana trees presented BHD superior to 50 cm, characterizing them as adult. Decay fungi in the roots and/or trunk had been observed in 338 trees (30.5%). Subterranean termites of *Heterotermes* sp. and *Coptotermes gestroi* species had occurred in 307 trees (27.7%), the latter in high infestation level. The association between the fungi and termites was observed, as well as its relation with the BHD, where a greater value of BHD meant higher wood biodeterioration intensity. For tipuana trees, the BHD was considered an indicative attribute of the internal deterioration intensity, caused by these xylophagous organisms.

Keywords: *Tipuana tipu*, Biodeterioration, Decay fungus, Termite, *Coptotermes gestroi*, *Heterotermes*

INTRODUÇÃO

As árvores de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze são utilizadas na arborização urbana de diversas cidades nos estados do sul e sudeste do Brasil, devido ao grande e frondoso porte, floração e rápido crescimento, cujos DAP e porte potencial são de 160 cm e 40 m, respectivamente. No entanto, existem restrições por se constituir em espécie exótica e pelos danos causados nos passeios públicos e rede elétrica (TORTORELLI, 1956; LIMA, 1993; TEIXEIRA, 1999; LORENZI, 2003; IPT, 2004; FARIA *et al.*, 2007; SILVA, 2007; SILVA *et al.*, 2008).

[1]Pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. - Av. Prof. Almeida Prado, 532 - São Paulo, SP - 05508-901 – E-mail: brazolin@ipt.br; mario.albino.neto@usp.br; raquel@ipt.br

[2]Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo – Av. Pádua Dias, 11 – Piracicaba, SP - 13418-900 – E-mail: mtomazel@esalq.usp.br

As árvores de tipuana foram extensivamente utilizadas, pela empresa City Lapa, nas décadas de 50 e 60, na arborização de bairros antigos da cidade de São Paulo, SP, como, os de Cerqueira César, Pacaembu, Sumaré, Paraíso, Alto da Lapa e Alto de Pinheiros, caracterizando-os pelos túneis formados por suas copas densas e altas. A remoção de árvores de tipuana nesses bairros exigiria o replantio da espécie, sendo que, em outras condições de entorno, a Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP) não recomenda o seu plantio (SÃO PAULO, 2005). O levantamento das árvores da cidade de São Paulo pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo (IPT, 2004) reiterou ser uma espécie totalmente inadequada para os passeios públicos estreitos, causando interferência na rede elétrica.

O lenho das árvores de tipuana e de outras espécies pode ser afetado por organismos xilófagos (fungos e insetos), sendo que a intensidade de biodeterioração é considerada como critério de supressão e de causa de queda das árvores (LIMA, 1993; IPT, 2004; SÃO PAULO, 2004; BRAZOLIN *et al.*, 2006; SAMPAIO, 2006; ANGELIS *et al.*, 2007).

Shigo (1979) descreveu a biodeterioração do lenho das árvores como um processo de sucessão ecológica de microrganismos (bactérias e fungos). Entretanto, em estágio avançado de deterioração do lenho causada por fungos apodrecedores são descritos três tipos de apodrecimento, segundo sua atividade enzimática específica, sendo, podridão branca, parda e mole (RAYNER e BODDY, 1988; MATTHECK e BRELOER, 1997; BRAZOLIN *et al.*, 2006). Estes fungos possuem a capacidade de alterar a estrutura anatômica das células e tecidos e, consequentemente, as propriedades químico-físico-mecânicas do lenho. Desta maneira, quando esforços solicitantes como ventos fortes e o peso próprio da árvore estão acima do limite de resistência do lenho, podem causar a ruptura no tronco (YOUNG, 1984; MATTHECK e BRELOER, 1997; IPT, 2004). A colonização do lenho de uma árvore pelos fungos ocorre em uma série de heterogêneos microambientes que inibem ou favorecem o seu estabelecimento. Os padrões de colonização são muito diversificados e de difícil classificação em categorias, mas, a estabilidade estrutural das árvores é afetada, inicialmente, pela biodeterioração da região do cerne (apodrecimento do cerne), seguindo-se o apodrecimento do alburno, pela exposição do lenho (RAYNER e BODDY, 1988).

Os cupins xilófagos penetram pelas raízes das árvores atacando basicamente o seu cerne, tornando-as ocas em estágio avançado de colonização, com a construção de túneis e a presença de outros vestígios na superfície do tronco (COOPER e GRACE, 1987; AMARAL, 2002; JUTTNER, 2006).

Os cupins subterrâneos pertencem à família Rhinotermitidae, cuja colônia se estabelece, a *priori*, enterrada no solo. No Brasil, são encontrados principalmente o cupim *Coptotermes gestroi*, espécie introduzida, proveniente do sudeste asiático e espécies do gênero *Heterotermes* (LELIS *et al.*, 2001). Na cidade de São Paulo, o *C. gestroi* é considerado como a principal praga das árvores, caracterizado também pela sua grande dispersão nas edificações (ZORZENON e POTENZA, 1998; AMARAL 2002; MILANO e FONTES, 2002; COSTA-LEONARDO, 2002; IPT. 2004; TOLEDO e ROMAGNANO, 2006).

O lenho das árvores previamente deteriorado por fungos apodrecedores pode estar relacionado ao ataque pelos cupins sendo, desta forma, considerados como organismos secundários (KALSHOVEN, 1963; SANDS, 1969; HICKIN, 1971; BECKER, 1975; GRASSÉ, 1982).

A colonização da região do cerne do tronco das árvores por fungos apodrecedores e/ou cupins subterrâneos está relacionada, principalmente, aos extrativos (características químicas, quantidade e distribuição), teor de umidade e disponibilidade de oxigênio, que condicionam a suscetibilidade ou a resistência natural do lenho (OLIVEIRA *et al.*, 1986; RAYNER e BODDY, 1988).

Pelo exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a biodeterioração das árvores de tipuana nos passeios públicos da cidade de São Paulo, SP, pela análise da ocorrência de fungos apodrecedores e cupins subterrâneos e a associação entre estes organismos, os danos causados no lenho e o DAP das árvores.

MATERIAL E MÉTODOS

A cidade de São Paulo, com um território de 1.509 km², se situa no sudeste do Brasil (Latitude: 23° 32′ 52″ S; Longitude: 46° 38′ 9″ W), com uma população estimada de 10,4 milhões de habitantes. O clima de São Paulo é subtropical, com valores médios anuais de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica de 19 °C, 78 % e 1283 mm, respectivamente (SÃO PAULO, 2002; SÃO PAULO, 2004).

O estudo das árvores de tipuana foi feito em sete regiões da área urbana da cidade de São Paulo, a saber, Cerqueira César, Pacaembu-Sumaré,

Alto de Pinheiros, Alto da Lapa, Vila Nova Conceição, Paraíso e Alto da Boa Vista, com os limites relacionados na Tabela 1. Estas regiões foram indicadas pela Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (SVMA), por sua arborização ser considerada antiga (mais de 70 anos) e consequente histórico de ocorrência de queda de árvores e pela elevada infestação de cupins subterrâneos (ROMAGNANO, 2004).

Nas regiões estudadas foram analisadas todas as árvores de tipuana com copa desenvolvida, característica da espécie, e plantadas nos passeios públicos, totalizando 1109 árvores.

O diagnóstico do estado de sanidade biológica foi realizado no tronco e raízes, quando expostas, segundo método patenteado pelo IPT (2003). A ocorrência externa de fungos xilófagos foi avaliada, com o auxílio de uma sovela, pela presença de sintomas de biodeterioração (apodrecimento), como alterações na cor, cheiro e propriedades mecânicas do lenho e de corpos de frutificação. Os cupins subterrâneos foram caracterizados pela presença de espécimes no lenho e/ou dispersos no solo, de sintomas de ataque (desgaste) do lenho, de resíduos produzidos (fezes), de túneis na casca e entrecasca das árvores e/ou de estrutura de ninho. Os cupins foram coletados com uma pinça, mantidos em álcool 75 % e identificados no Laboratório de Preservação e Biodeterioração de Madeiras do IPT.

A análise interna do tronco da árvore para a determinação do percentual de deterioração do lenho (%) na transição raiz-colo das árvores de tipuana, causada pelos fungos e cupins, foi realizada através de prospecção não destrutiva com aparelho penetrômetro da marca Sibtec - Digital Micro Probe® avaliando-se, através da penetração de uma haste de aço (0,9 mm de diâmetro), a perda de resistência mecânica do lenho (Figura 1). Em relação à deterioração interna, as árvores de tipuana foram categorizadas em: sadia (0% de deterioração interna, em relação à secção transversal do tronco); com deterioração menor do que 1/3 do raio do tronco (menor que 11%); com deterioração entre 1/3 e 2/3 (de 11 a 44%); e acima de 2/3 do raio (maior que 44%). O DAP (diâmetro a altura do peito) das árvores foi medido com uma trena florestal a 1,3 m de altura. Todos os dados coletados das árvores de tipuana foram inseridos no aplicativo Sistema de Gestão da Arborização Urbana - SISGAU (IPT, 2004) para análise.

A análise da associação da sanidade biológica externa, do percentual de deterioração interna no lenho (%) e do DAP das árvores de tipuana foi feita pelo teste de independência (quiquadrado), ao nível de significância de 5%, sendo os seguintes atributos estudados: cupim subterrâneo x fungo apodrecedor; DAP x cupim subterrâneo; DAP x fungo apodrecedor e; DAP x percentual de deterioração interna (%). O coeficiente φ foi calculado como uma medida de associação entre os atributos analisados. A análise de variância de Kruskall-Wallis foi utilizada para estudar o percentual de deterioração interna do lenho (%) e a variável resposta DAP do tronco das árvores e o teste de Mann-Whitney na comparação das médias dos tratamentos. O aplicativo Statistica (STATSOFTT INCORPORATION, 1997) foi utilizado nas análises estatísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Levantamento dos DAP's das árvores de tipuana

Os resultados indicaram que nas sete regiões inventariadas da cidade de São Paulo, 75,0% das árvores de tipuana apresentaram DAP maior que 50 cm e apenas 16 árvores (<1,5%) possu-

Tabela 1. Regiões da cidade de São Paulo e limites para avaliação de fungos apodrecedores e cupins subterrâneos nas árvores de *Tipuana tipu*.
Table 1. Regions of São Paulo city and delimitation for the evaluation of decaying fungi and subterranean termites in *Tipuana tipu* trees.

Região	Limite
Alto de Pinheiros	Av. Prof. Frederico Hermann Júnior, Av. Das Nações Unidas, Av. Prof. Manoel José Chaves e Av. Pedroso de Moraes.
Pacaembu-Sumaré	Av. Dr. Arnaldo, Rua Bruxelas, Rua Prof. Paulino Longo, Rua Juazeiro, Rua Dona Balduína, Rua Ilhéus, Rua Almirante Pereira Guimarães, Av. Arnolfo Azevedo e Rua Desembargador Paulo Passalaqua.
Paraíso	Rua Bernardino de Campos, Av. 23 de maio, Rua Tutóia e Rua Dr. Rafael de Barros.
Alto da Lapa	Rua Brigadeiro Gavião Peixoto, Rua Vereador Antônio Muniz, Rua Pio XI e Rua Visconde de Indaiatuba.
Alto da Boa Vista	Rua Graham Bell, Rua Senador Vergueiro, Rua São José e Rua São Benedito.
Cerqueira César	Av. Paulista, Rua da Consolação, Rua Estados Unidos e Al. Casa Branca.
Vila Nova Conceição	Av. Antônio João de Moura Andrade, Av. República do Líbano, Av. Brigadeiro Luis Antônio e Av. Santo Amaro.

íam DAP menor que 20 cm sendo, portanto, características predominantes de árvores adultas (Figura 2). Indicam, também, que a espécie não é utilizada na recente arborização dos bairros, sendo característica do bairro do Pacaembu, tombado pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico – CONDEPHAAT (BRASIL, 1991).

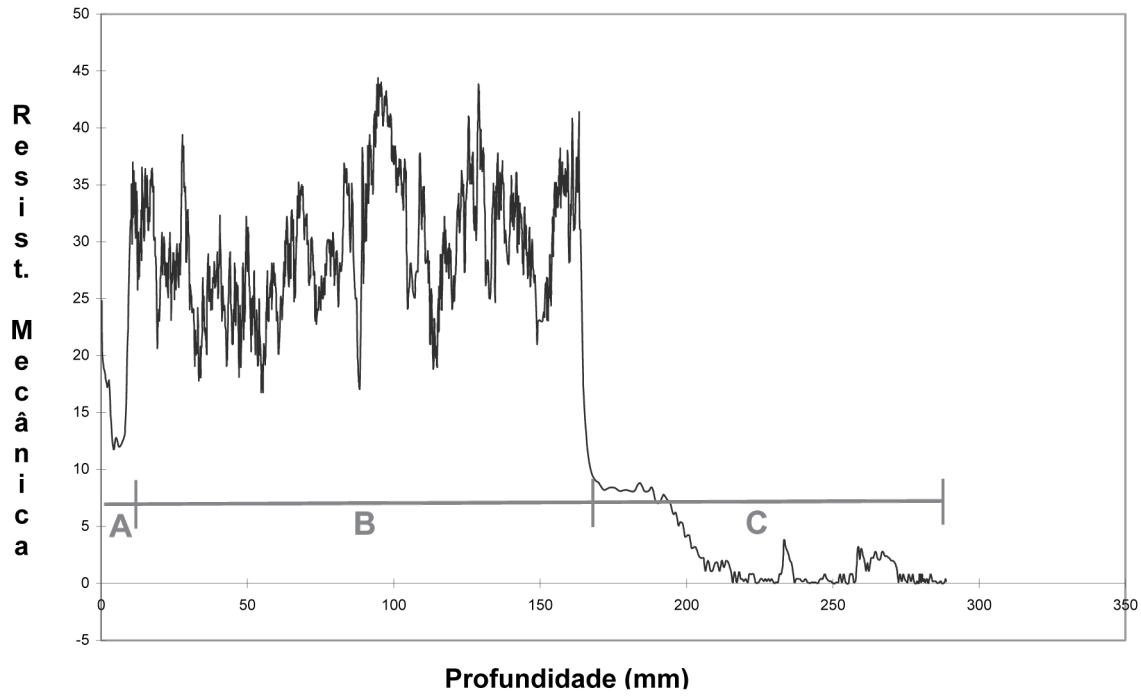

Figura 1. Exemplo de prospecção interna do lenho de árvore de *Tipuana tipu* utilizando-se o aparelho penetrômetro: (A) região da casca, (B) lenho sadio e (C) lenho com deterioração intensa no cerne
Figure 1. Example of internal prospection of the wood of *Tipuana tipu* tree, using the penetrometer equipment: (A) bark region, (B) sound wood and (C) intense heartwood deterioration.

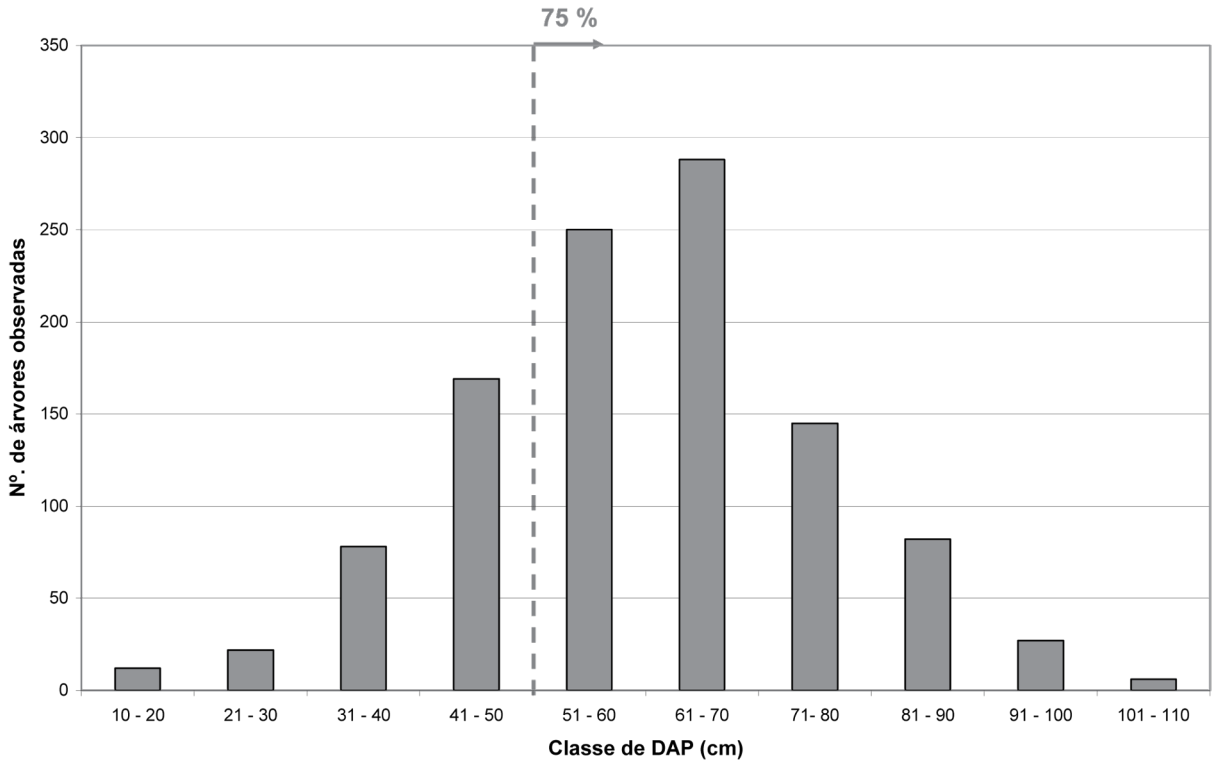

Figura 2. Distribuição da frequência das árvores de *Tipuana tipu* em classes de DAP.
Figure 2. Distribution of *Tipuana tipu* trees frequency into BHD classes.

Estado de sanidade biológica do lenho das árvores

O diagnóstico da sanidade biológica externa das 1109 árvores de tipuana evidenciou a presença de fungos apodrecedores em 338 (30,5%), com sintomas característicos de apodrecimento do lenho da raiz, colo ou tronco e relacionados às injúrias (Figura 3 A), eventualmente com a detecção de corpos de frutificação. Essas injúrias são, também, resultantes do manejo inadequado, como por exemplo, podas dos ramos, das raízes entre outros (AMARAL *et al.*, 2003).

Os cupins xilófagos, de hábito de nidificação subterrâneo, foram observados em 307 árvores (27,7 %) (Figura 3 B), sendo identificadas duas espécies da família Rhinotermitidae: *Coptotermes gestroi* (em 119 árvores) e *Heterotermes* sp. (1 árvore). Os cupins de *C. gestroi* ocorreram em elevados níveis de infestação nas árvores de tipuana, com grande capacidade de dispersão em centros urbanos e causando, também, prejuízos às edificações (ZORZENON e POTENZA, 1998; AMARAL, 2002; JUSTI-JUNIOR *et al.* 2004; IPT, 2004; ROMAGNANO, 2004; TOLEDO e ROMAGNANO, 2006; SILVA-FILHO *et al.*, 2007).

No diagnóstico das árvores de tipuana observou-se uma associação entre a presença externa de fungos apodrecedores e de cupins subterrâneos (Tabela 2), indicando a interação entre estes organismos no processo de biodeterioração do lenho, não relatada na literatura para a espécie de cupim *C. gestroi*. No entanto, vários pesquisadores têm verificado a adaptação do hábito alimentar dos cupins na infestação do lenho previamente afetado por fungos das árvores de diferentes espécies (SANDS, 1969; HICKIN, 1971; GRASSÉ, 1982).

Figura 3. Árvore de *Tipuana tipu* com (A) injúria no tronco e com apodrecimento do alburno (seta) e (B) lenho atacado por *Coptotermes gestroi* - escala = 20 cm (Fonte: IPT/São Paulo, 2007)
Figure 3. *Tipuana tipu* tree with (A) trunk injury showing sap rot and (B) attack of *Coptotermes gestroi* in the wood - scale = 20 cm (Source: IPT/São Paulo, 2007)

Tabela 2. Relação entre os fungos apodrecedores e cupins subterrâneos nas árvores de *Tipuana tipu*.
Table 2. Relation between wood decaying fungi and subterranean termites in *Tipuana tipu* trees.

	Cupim subterrâneo		Total
Fungo apodrecedor	presença	ausência	
presença	120	218	338
ausência	187	584	771
Total	307	802	1109

(Teste de independência: $\chi^2 = 14{,}85$, sendo $p < 0{,}05$; $\varphi = 0{,}12$)

O DAP e o estado de sanidade biológica das árvores

Considerando-se o DAP e a sanidade biológica externa das árvores de tipuana observaram-se diferenças estatisticamente significantes na frequência de ocorrência de fungos apodrecedores e de cupins subterrâneos, indicando uma associação com o DAP (Figura 4), inferindo-se uma relação positiva entre a presença dos organismos xilófagos e o DAP; e uma relação negativa para a ausência desses organismos. Essas relações indicaram que à medida que ocorreu o aumento do valor do DAP das árvores de tipuana, aumentou a ocorrência de fungos e cupins, sendo que nas árvores com menores valores de DAP, menores eram as suas frequências de ocorrência.

Os valores dos coeficientes φ's observados para as associações fungo-cupim, fungo-DAP e cupim-DAP (0,12, 0,10 e 0,18 respectivamente) foram baixos indicando associações fracas, entretanto, na avaliação dos resultados deve considerar-se que a biodeterioração pelos fungos xilófagos foi notada quando o lenho das árvores encontrava-se exposto; a infestação do lenho das árvores pelos cupins independe da ação antrópica (injúrias do tronco pela poda dos ramos ou depredação) e a elevada umidade do solo em dias chuvosos afeta a inspeção dos cupins das árvores de tipuana.

O DAP e a deterioração interna do lenho das árvores

A análise interna do lenho na base do tronco mostrou que 935 das árvores de tipuana (84,3 %) apresentaram diferentes níveis de deterioração, com 142 árvores (12,8 %) evidenciando a presença de oco com abertura no tronco devido, provavelmente, a reação às injúrias (Figura 3, A e B). A frequência da deterioração interna do lenho indicou que 528 árvores (47,6 %) eram sadias ou com deterioração interna menor do que 1/3 do raio do tronco (menor que 11 % de deterioração interna); 412 árvores (37,1 %) com deterioração entre 1/3 a 2/3 (11 % - 44 %) e 169 (15,2 %) com deterioração maior que 2/3 (maior que 44 %).

A análise mostrou diferenças estatisticamente significativas na distribuição da deterioração interna do lenho (em % de deterioração) por classe de DAP das árvores de tipuana, (Figura 5), indicando associação mediana de coeficiente φ = 0,51 entre danos no lenho, causados por cupins e/ou fungos, e o DAP do tronco. Observou-se, também, uma associação positiva com os maiores valores do DAP do tronco e o percentual de deterioração interna do lenho (%) das árvores e negativa nas árvores de menores valores de DAP, com menores % de deterioração.

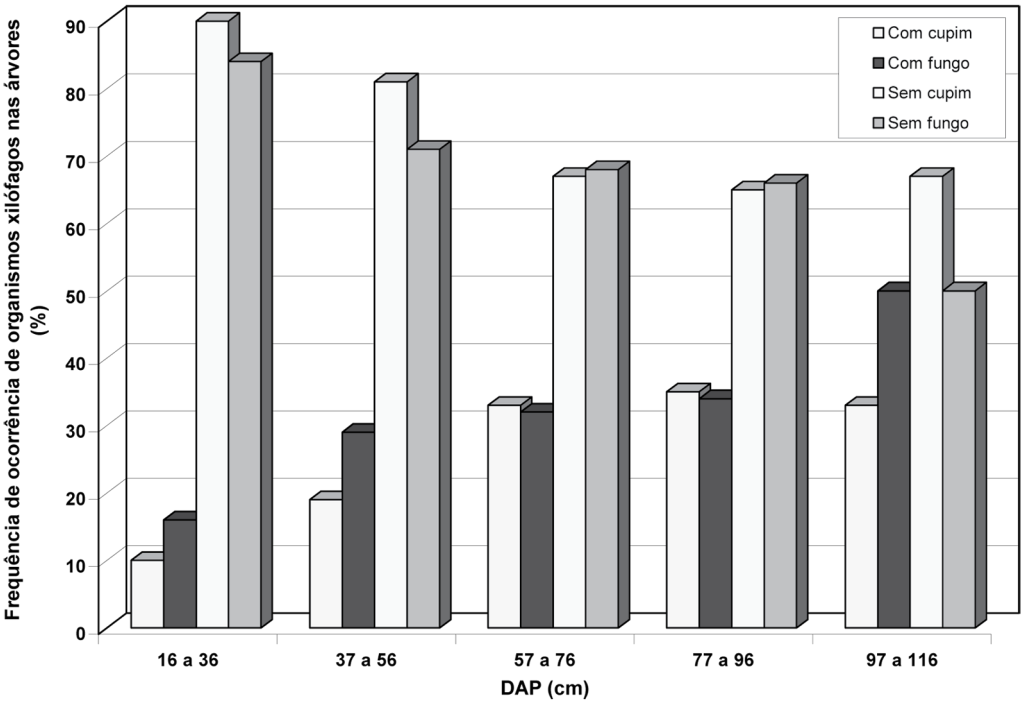

Figura 4. Ocorrência de fungos apodrecedores e de cupins subterrâneos do lenho nas classes de DAP das árvores de *Tipuana tipu*. Teste de independência: fungo-DAP - χ^2= 10,09, sendo p < 0,05 e φ = 0,10; cupim -DAP - χ^2 = 35,25, sendo p < 0,05 e φ = 0,18

Figure 4. Occurrence of wood decaying fungi and subterranean termites in the BHD distribution classes of *Tipuana tipu* trees. Independence test: fungus-BHD - χ^2 = 10,09, being p < 0,05 e φ = 0,10; termite-BHD - χ^2 = 35,25, sendo p < 0,05 e φ = 0,18

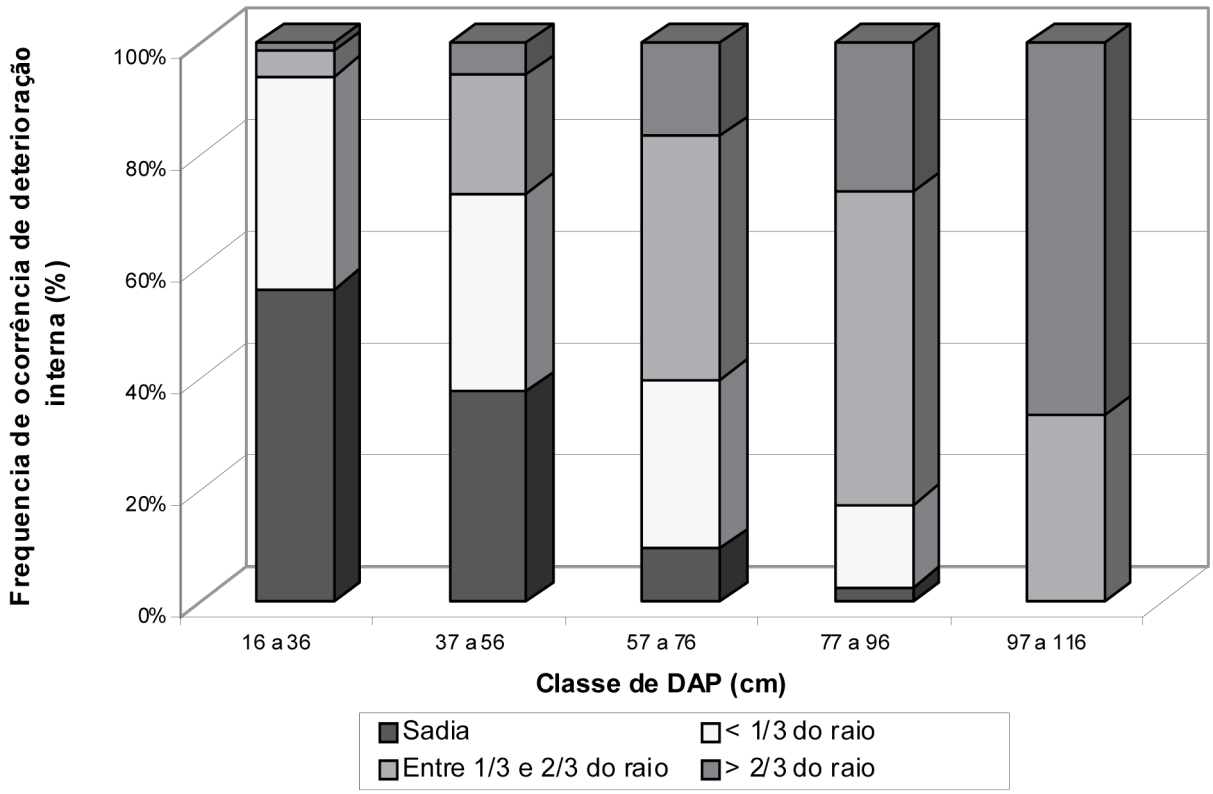

Figura 5. Relação entre o DAP e a deterioração interna (%) do lenho das árvores de *Tipuana tipu*. Teste de independência: χ^2 = 286,79, sendo p < 0,05; φ = 0,51.
Figure 5. Relation between BHD and the wood internal deterioration (%) of *Tipuana tipu* trees. Independence Test: χ^2 = 284,95, being p < 0,05; φ = 0,51.

Os resultados corroboram que o processo de biodeterioração do cerne pode ser atribuído às diferenças na durabilidade natural do seu lenho, no sentido radial do tronco, sendo diretamente proporcional ao diâmetro do cerne, ou seja, à medida que a árvore cresce os extrativos do cerne são convertidos em compostos de menor toxidez, favorecendo a ação dos organismos xilófagos (SCHEFFER e COWLING, 1966). No tronco das árvores de tipuana, a exemplo de outras espécies (RAYNER e BODDY, 1998), o padrão de distribuição da água e do oxigênio nos tecidos do lenho pode, também, estimular ou inibir o processo de apodrecimento do cerne por microorganismos e insetos.

Com relação às categorias de deterioração interna do lenho detectou-se diferença significativa com o DAP das árvores de tipuana (Kruskal-Wallis: χ^2 = 215,96; p < 0,05). As categorias de deterioração interna do lenho diferiram significativamente entre si: os valores médios do DAP foram bons indicadores do processo de biodeterioração do lenho, sendo de 47 ± 13 cm para as árvores sadias, de 55 ± 13 cm com deterioração inferior a 1/3 do raio do tronco, de 66 ± 16 cm entre 1/3 e 2/3 e de 70 ± 14 cm acima de 2/3 do raio do tronco. Nestas categorias, os valores médios do percentual de deterioração do lenho foram de 0,00 ± 0,00 %, 3,21 ± 3,01 %, 26,81 ± 9,42 % e 58,00 ± 12,04 %, respectivamente. Portanto, a biodeterioração do lenho por organismos xilófagos foi mais significativa nas árvores de tipuana de maior DAP, e para as categorias de deterioração entre 1/3 e 2/3 e acima de 2/3 do raio observou-se que em 75 % das árvores, o DAP foi superior a 58 e 61 cm, respectivamente.

A porcentagem de ocorrência de deterioração interna do lenho nas classes de DAP pode ser tomada como probabilidade, considerando o grande número de árvores inspecionadas (espaço amostral) e a premissa da adoção do método de diagnóstico para as árvores de tipuana em condições urbanas semelhantes. Portanto, considerando a ruptura das árvores por flambagem e/ou cisalhamento, associada à deterioração interna do lenho (MATTHECK e BRELOER, 1997; IPT, 2004; MATTHECK *et al.*, 2006), a probabilidade de ocorrência de deterioração maior que 44 % nas classes de DAP do tronco constituiu-se em parâmetro importante no diagnóstico, sendo: probabilidade P de 1 % para 16 < DAP ≤ 36 cm; P(6 %) para 37 < DAP ≤ 56 cm; P(17 %) para 57< DAP ≤ 76 cm; P(26 %) para 77 < DAP ≤ 96 cm e P(67 %) para 97 < DAP ≤ 116.

Os resultados evidenciaram que o DAP pode ser aplicado como indicativo da biodeterioração do lenho das árvores de tipuana, principalmente, quando não são detectados indícios externos de fungos e cupins subterrâneos. Desta forma, as árvores de tipuana, com DAP superior a 60 cm, podem apresentar biodeterioração do seu lenho por organismos xilófagos e, as com DAP inferior a 60 cm, com lenho sadio ou pequena biodeterioração.

CONCLUSÕES

Os resultados do presente trabalho permitem concluir que o lenho das árvores de tipuana foi afetado por fungos apodrecedores, quando exposto por injúrias, e por cupins subterrâneos das espécies *Coptotermes gestroi* e *Heterotermes* sp.; uma associação entre a ocorrência destes organismos xilófagos no tronco e o DAP também foi observada. O DAP das árvores de tipuana pode ser utilizado como um atributo indicativo da intensidade de deterioração interna causada pelos organismos xilófagos estudados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Secretaria Municipal de Verde e de Meio Ambiente - SVMA da Prefeitura Municipal de São Paulo - PMSP pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa no escopo do projeto "Operação Árvore Saudável".

REFERÊNCIAS BILIOGRÁFICAS

AMARAL, R.D.A.M. **Diagnóstico da ocorrência de cupins xilófagos em árvores urbanas do bairro de Higienópolis na cidade de São Paulo**. 2002. 71p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

AMARAL, R.D.A.M.; BRAZOLIN, S.; LIMA, A.M.L.P.; BARILLARI, C.T. Ocorrência de organismos xilófagos em árvores de pau-brasil, *Caesalpinia echinata* Lam. (Leguminosae). In: CONGRESSO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 7., 2003, Belém. **Anais**... Belém: SBAU, 2003. (CD-ROM).

ANGELIS, B.L.D.; CASTRO, R.M.; ANGELIS NETO, G. **Ocorrência do cancro de tronco em árvores de acompanhamento viário na cidade de Maringá, Paraná**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba, v.2, n.2, p.31-44, 2007.

BECKER, G. Coptotermes in the heartwood of living trees in Central and West Africa. **Material und Organismen**, Berlin, v.10, p.149-154, 1975.

BRASIL. SECRETARIA DA CULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Resolução SC 08/91, de 14 de março de 1991. Resolve sobre o tombamento na área do Pacaembu e Perdizes no município de São Paulo. Disponível em: <www.prefeitura.sp.gov.br>. Acesso em: 18 jan. 2010.

BRAZOLIN, S.; AMARAL, R.D.A.; TOMAZELLO-FILHO, M. Ocorrência de organismos xilófagos em árvores de *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze da cidade de São Paulo, SP. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, 4, Piracicaba, 2006. **Anais**... Piracicaba, 2006. CD-room. (resumo expandido)

COOPER, P.A.; GRACE, J.K. Association of the eastern subterranean termite, *Reticulitermes flavipes* (Kollar) (Isoptera: Rhinotermitidae), with living trees in Canada. **Journal of Entomological Science**, Griffin, v.22, n.4, p.353-354, 1987.

COSTA-LEONARDO, A.M. **Cupins-praga: morfologia, biologia e controle**. Rio Claro: Edifurb, 2002. 128p.

FARIA, J.L.G.; MONTEIRO, E.A.; FISCH, S.T.V. Arborização de vias públicas do município de Jacareí, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.2, n.4, p.20-33, 2007.

GRASSÉ, P.P. **Termitologia: anatomie, physiologie, reproduction**. Paris: Masson, 1982. v.1, p.232-233.

HICKIN, N.E. **Termites: a world problem**. London: Hutchinson, 1971. 232p. Disponível em: http://ww1.prefeitura.sp.gov.br/portal/a_cidade/organogramas/index.php?p=475&more=1&c=1&tb=1&pb=1

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Raquel Dias de Aguiar Moraes Amaral; Sérgio Brazolin; Gonzalo Antonio Carballeira Lopez; Ligia Torella di Romangno; Maria Beatriz Bacellar Monteiro. **Metodologia para diagnóstico de árvores PI 03000643-3**. São Paulo, 2003.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório técnico do diagnóstico e análise de risco de queda das árvores de vias públicas da cidade de São Paulo: Projeto Operação Árvore Saudável**. São Paulo: Divisão de Produtos Florestais, 2004. v.1, 45p. (Relatório Técnico apresentado à Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, São Paulo).

JUSTI-JUNIOR, J.; POTENZA, M.R.; SANCHES, A.; GOMES, D.H.P.; SILVESTRE, D.F.; SILVA, R.C.; ROTERMUND, R.M. Levantamento da infestação de cupins em árvores do parque Ibirapuera: 1– análise parcial em eucaliptos. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v.71, p.161-162, 2004. (Suplemento).

JUTTNER, A.S. Formosan termites in trees: part 2. **Arbor Age**, p.36-40, 2006. Disponível em: <http://www.arborage.com>. Acesso em: 18 jul. 2006.

KALSHOVEN, L.G.E. *Coptotermes curvignathus* causing the death of trees in Indonesia and Malaya. **Entomologische Berichten**, Deel, v.23, p.90-100, 1963.

LELIS, A.T.; BRAZOLIN, S.; FERNANDES, J.L.G.; LOPEZ, G.A.C.; MONTEIRO, M.B.B.; ZENID, G.J. **Manual de biodeterioração de madeiras em edificações**. São Paulo: IPT, 2001. 54p.

LIMA, A.M.L.P. **Piracicaba/SP: análise da arborização viária na área central e em seu entorno**. 1993. 238p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

LORENZI, H. **Árvores exóticas no Brasil: madeira, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2003. 382p.

MATTHECK, C.; BETHGE, K.; TESARI, I. **Shear effects on failure of hollow trees**. Trees, New York, v.20, p.329-333, 2006.

MATTHECK, C; BRELOER, R.C. **The body language of trees: a handbook for failure analysis**. London: The Stationery Office, 1997. 239p.

MILANO, S.; FONTES, L.R. **Cupim e cidade: implicações ecológicas e controle**. São Paulo: Edição dos Autores, 2002. 142p.

OLIVEIRA, A.M.F.; LELIS, A.T.; LEPAGE, E.S.; LOPEZ, G.A.C.; OLIVEIRA, L.C.S.; CAÑEDO, M.D.; MILANO, S. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E.S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT; SICCT, 1986. v.1, cap.5, p.99-278. (Publicação IPT, n.1637).

RAYNER, A.D.M.; BODDY, L. **Fungal decomposition of wood: its biology and ecology**. New York: John Wiley Interscience, 1988. 587p.

ROMAGNANO, L.F.T.D. **Instrumentos de gestão ambiental integrada: diretrizes para o controle de cupins-subterrâneos em ambientes construídos**. 2004. 126p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2004.

SAMPAIO, A.C.F. **Análise da arborização de vias públicas das principais zonas do plano piloto de Maringá, PR**. 2006. 117p. Dissertação (Mestrado em Análise Regional e Ambiental) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

SANDS, A.W. The association of termites and fungi. In: KRISHNA, K.; WESSNER, F.M. **Biology of termites**. New York: Academic Press, 1969. v.2, p.495-524.

SÃO PAULO (Cidade). SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE E SECRETARIA MUNICIPAL DO PLANEJAMENTO URBANO. **Atlas ambiental do Município de São Paulo: Fase I: Diagnóstico e bases para a definição de políticas públicas para as áreas verdes no município de São Paulo**. São Paulo: PMSP, 2002. 198p.

SÃO PAULO (Cidade). SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE; INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **GEO cidade de São Paulo: panorama do meio ambiente urbano**. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo; Brasília: PNUMA, 2004. 204p.

SÃO PAULO (Cidade). SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE. **Manual técnico de arborização urbana**. 2.ed. São Paulo, 2005. 45p.

SCHEFFER, T.C.; COWLING, E.B. Natural resistance of wood to microbial deterioration. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.4, p.147-168, 1966.

SHIGO, A.L. **Tree decay: an expanded concept**. Washington: USDA, Agriculture Forest Service, 1979. 72 p. (Information Bulletin, 419).

SILVA, L.M. Arborização de vias públicas e a utilização de espécies exóticas: o caso do bairro centro de Pato Branco, PR. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.8, n.1, p.47-53, 2007.

SILVA, L.M.; HASSE, I.; CADORIN, D.A.; OLIVEIRA, K.A.; OLIVEIRA, F.A.C.; BETT, C.F. Inventário da arborização em duas vias de Mariópolis, PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.3, n.1, p.36-53, 2008.

SILVA-FILHO, D.F.; VEIGA, A.P.B.; POLIZEL, J.L.; COUTO, H.T.Z.; BATISTA, J.L.F. Efeito de borda do inventário dos maciços de eucalipto do parque Ibirapuera por meio do uso de sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.2, n.1, p.81-100, 2007.

STATSOFTT INCORPORATION. **Programa Statistica for windows: programa estatístico para análise de dados (software)**. Tulsa: StatSoftt Inc., 1995.

TEIXEIRA, I.F. Análise qualitativa da arborização de ruas do conjunto habitacional Tancredo Neves, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.2, p.9-21, 1999.

TOLEDO, S.R.G.; ROMAGNANO, L.F.T.D. Distribuição e ocorrência de cupim-subterrâneo *Coptotermes gestroi* em árvores urbanas no município de São Paulo, Pacaembu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 16., 2006, Londrina, 2006. **Resumos**... Londrina: UEL, 2006. (CD-ROM).

TORTORELLI, L.A. **Maderas y bosques argentinos**. Buenos Aires: Ed. Acme, 1956. 580p.

YOUNG, C.W.T. The external signs of decay in trees. **Arboricultural Leaflet**, London, n.1, p.1-11, 1984.

ZORZENON, F.J.; POTENZA, M.R. **Cupins: pragas em áreas urbanas**. São Paulo: IB, 1998. 40p. (IB. Boletim Técnico, 10).

Recebido em 30/06/2009
Aceito para publicação em 01/04/2010