CONTROLE INTEGRADO DA BIODETERIORAÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM MADEIRA

ROMAGNANO, Ligia F.T. di (1); BRAZOLIN, Sérgio (2); SILVA, Gisleine A. (3); LOPEZ, Gonzalo A. C. (4)

(1) Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – CT-Floresta, lferrari@ipt.br;

(2) Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – CT-Floresta, brazolin@ipt.br

(3) Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – CT-Floresta, silvagis@ipt.br;

(4) Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – CT-Floresta, gonzalo@ipt.br.

Resumo: *Este trabalho apresenta uma análise sobre os principais aspectos para a proteção de sistemas construtivos em madeira engenheirada no Brasil. São discutidos aspectos relativos às variações climáticas e da distribuição de organismos biodeterioradores. São sugeridos procedimentos para garantir a proteção adequada das madeiras e uma vida útil de 50 anos. Apresenta-se ainda uma proposta de sistema de controle integrado de organismos xilófagos para garantir a sustentabilidade ambiental e o desempenho das edificações.*

Palavras-chave: *Biodeterioração, Cupim, Fungos, Madeira, Sistema Construtivo*

Área do Conhecimento: *Engenharias / Estruturas de Madeiras (*30102022)

1 INTRODUÇÃO

O uso de estruturas de madeira engenheirada para a construção de edifícios no Brasil encontra-se em uma fase inicial e em crescimento. Percebe-se um aumento do interesse do mercado, com o surgimento de novas empresas capacitadas e interessadas neste novo segmento de negócio. Empresas brasileiras estão importando tecnologias consolidadas na Europa, Estados Unidos e Canadá e o mercado brasileiro está se capacitando para introduzir sistemas construtivos com madeira engenheirada adaptados às condições brasileiras de variações climáticas e presença de organismos biodeterioradores.

Requisitos técnicos e legais relacionados ao clima tropical, diversidade e distribuição de espécies xilófagas, disponibilidade de madeiras e produtos preservativos para proteção necessitam de estudos complementares para adaptação desses sistemas às condições brasileiras.

Nesse sentido, muitas pesquisas estão sendo desenvolvidas para gerar dados robustos que permitam o uso seguro e duradouro de sistemas construtivos em madeira. E a durabilidade é, sem dúvida, um dos principais aspectos, especialmente devido ao risco de biodeterioração.

O presente artigo apresenta uma síntese dos principais aspectos e produtos para proteção de madeiras em sistemas construtivos, de acordo com a exposição a agentes biodeterioradores no Brasil. Complementarmente, apresenta-se uma proposta de planejamento para projetos de estruturas em madeira, visando a durabilidade e a manutenção da edificação.

As sugestões apresentadas baseiam-se na experiência do IPT ao longo de décadas de atuação em biodeterioração e proteção de madeiras e na expectativa de que este mercado venha a se consolidar como uma importante alternativa de sustentabilidade e inovação para a construção civil.

2 BIODETERIORAÇÃO DA MADEIRA

Biodeterioração é o termo empregado para designar alterações indesejáveis produzidas pela ação, direta ou indireta de seres vivos, nos materiais em uso pelo homem. Quando essa alteração é benéfica, é designada como biodegradação.

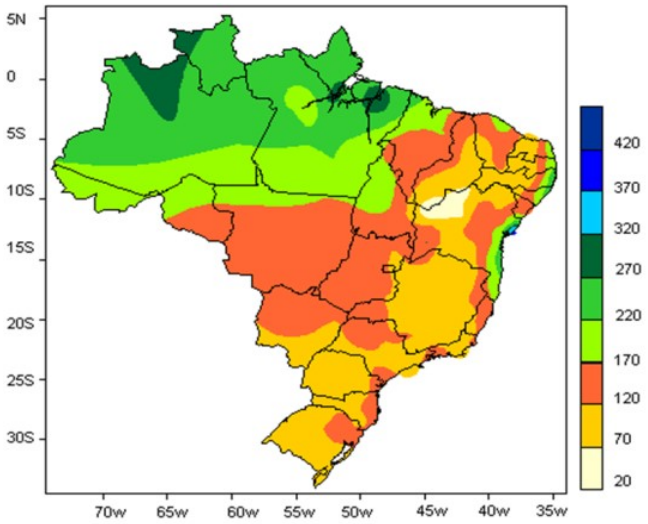
A madeira, por suas inúmeras qualidades, é um dos materiais mais utilizados pelo homem; contudo, ela é susceptível à deterioração, particularmente à biodeterioração. É é um material renovável, cujo suprimento pode ser planejado, por exemplo, por meio de reflorestamento. Seu beneficiamento consome menos energia do que outros materiais utilizados na construção civil como o aço, cimento e alumínio. Portanto, sua utilização racional e sustentável justifica cada vez mais seu uso em edificações para fins tanto estruturais quanto decorativos.

Dentre os vários grupos de organismos capazes de causar danos à madeira, os principais são aqueles denominados xilófagos (do grego: xylon = madeira; phagein = comer). Os de maior importância econômica são os fungos, no grupo dos microrganismos e os cupins e as brocas de madeira, no grupo dos insetos. Sendo a madeira a fonte de alimento desses organismos, eles se constituem nos principais agentes deterioradores. No caso de madeiras instaladas em ambiente marinho temos ainda moluscos e crustáceos, agrupados sob a denominação de perfuradores marinhos. No presente artigo, serão considerados os fungos e cupins, porém as medidas sugeridas podem ter efeito na proteção contra o ataque de outros insetos.

O Brasil é um país tropical com vasta biodiversidade de insetos e fungos xilófagos e condições propícias para o seu desenvolvimento, especialmente em grandes centros urbanos, onde a infestação de térmitas causa grandes prejuízos econômicos há muito tempo (LELIS, 1994). As cidades brasileiras não têm uma política de gestão para o controle da infestação de edificações por organismos que consomem madeira, não havendo medidas estruturantes para evitar-se a expansão de áreas infestadas.

A título de informação, a Figura 1 apresenta o Potencial de Ataque Fúngico (PAF), proposto pelo IBAMA (SILVA et al., 2011), que pode ser orientativo quanto aos riscos do surgimento de ocorrência de fungos emboloradores, manchadores e apodrecedores em madeiras.

Figura 1 – Potencial de Ataque Fúngico (PAF) – elaborado com base nas normais climatológicas de temperatura e número de dias de chuva nos períodos de 1931/1960 e 1961/1990 (Silva et al., 2011)



A umidade pode ser considerada como o agente que mais afeta o desempenho e a durabilidade dos sistemas construtivos de madeira. A incidência de umidade no sistema construtivo seja pelo contato direto com a água já no estado líquido ou fruto da condensação de seu vapor presente no ar, pode causar o crescimento de fungos emboloradores e/ou apodrecedores tanto na face externa, e pode prejudicar a durabilidade de componentes de madeira. Dessa maneira, a proteção da edificação contra a umidade deve ocorrer desde a fase de construção.

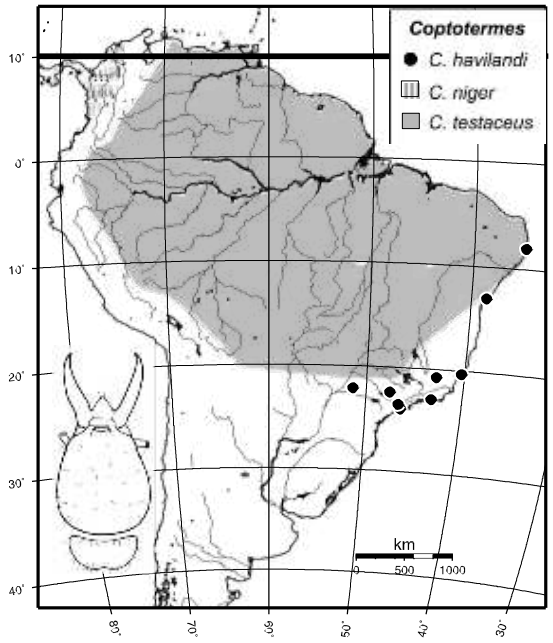
Quanto aos insetos, temos os cupins e brocas de madeira, sendo os cupins o grupo de maior importância econômica, principalmente os cupins de madeira seca e os cupins subterrâneos.

Os cupins de madeira seca podem instalar o ninho ou colônia dentro da peça de madeira serrada ou em lâminas de madeira de painéis compensados. As colônias não se estabelecem, por exemplo, em chapas de OSB e o teor de umidade da madeira deve estar abaixo de 30% (“madeira seca”), porém podem causar

danos significativos em peças estruturais.

Entre os cupins subterrâneos, a espécie *Coptotermes gestroi* é a de maior importância econômica e de ampla distribuição territorial (CONSTANTINO, 2002). Embora existam outras espécies de cupins registradas em edificações, tais como *Heterotermes* spp. e *Nasutitermes* spp., não existem dados sobre prejuízos econômicos. Já o *Coptotermes* tem ampla distribuição no Brasil (Figura 2), é de difícil controle, causa grandes danos ao patrimônio e leva a uma larga aplicação de produtos inseticidas em caráter curativo.

Figura 2 – Distribuição de espécies de *Coptotermes* na América do Sul (Constantino, 2002)



A infestação por esses cupins pode-se dar pela entrada ou saída subterrânea da instalação hidráulica, de esgoto e elétrica, com dispersão pelos *shafts* para as paredes internas e externas da edificação; espaços fechados sob escadas ou paredes duplas. Outra forma de acesso desses organismos é através do solo, subindo pela fundação de concreto, passando pelos blocos de concreto que apoiam as paredes externas e internas. Espaços de pequenas dimensões podem servir de caminhos de dispersão destes insetos e devem ser monitorados.

O tratamento da madeira, inclusive com adição de inseticida no adesivo, restringe a fonte de alimento e, portanto, mesmo que venha a ocorrer o estabelecimento de uma colônia no sistema construtivo, os componentes estariam protegidos.

Não existem no Brasil dados de pesquisas sobre a durabilidade de construções com madeira engenheirada, nem de curto ou de longo prazo, principalmente em áreas de alto risco de ataques de organismos xilófagos. Uma edificação em madeira poderá apresentar superfícies expostas e pequenos espaços por onde os insetos possam se dispersar e atacar o material, podendo comprometer seu desempenho e sua durabilidade.

Vale ressaltar que o IPT ainda não possui experiência prática da ocorrência de cupins e sua significância nesses sistemas construtivos de madeira engenheirada.

Estes fatores levam a uma tendência em adotar práticas conservadoras para a aplicação de produtos preservativos de madeira em todos componentes das estruturas, uma vez que a manutenção ou a substituição de peças atacadas pode ser difícil, custosa ou até inviável e é preciso garantir a durabilidade e a segurança estrutural das construções em madeira, especialmente quando se trata de edificações com mais de cinco pavimentos. O desafio é garantir a durabilidade e manter a sustentabilidade ambiental das construções em madeira, já que as normas técnicas preconizam 50 anos de vida útil para componentes estruturais em projetos de edificações. A adição de produtos preservativos deve ser equacionada, quanto aos riscos para a saúde humana e impactos ambientais.

3 PROTEÇÃO DA MADEIRA

A proteção da madeira pode ser definida como um conjunto de medidas que visa o aumento de sua durabilidade e a garantia de seu desempenho em uso.

Tais medidas envolvem desde a escolha de espécies adequadas ao uso a que se destinam, especialmente quanto à durabilidade natural e características físico-mecânicas, quanto à adição de produtos químicos, proteção física (revestimentos, isolamento do solo, detalhes construtivos) e medidas de monitoramento pós instalação.

3.1 Principais produtos para tratamento de madeiras no Brasil

Atualmente, para atendimento às normas de desempenho de sistemas construtivos (série ABNT 15575 – ABNT, 2013a), apenas os produtos preservativos e tratamento com vácuo e pressão garantem a durabilidade estabelecida para peças estruturais, mesmo porque as espécies de madeira utilizadas são predominantemente o pinus (*wood frame* e CLT) e o eucalipto (MLC) de baixa ou média resistência natural.

Sistemas construtivos de madeira engenheirada podem ser classificados como Categorias 2, 3 e 4, de acordo com os conceitos da NBR 16143, Preservação de Madeiras – Sistemas de categorias de uso (ABNT 2013b), o que significam condições de uso no interior de construções, sem contato com o solo, expostas ou não às intempéries e fontes de umidade e, portanto, sujeitas à ação de cupins, brocas e fungos. A partir dessa classificação são definidos os métodos e produtos adequados para a devida proteção dos componentes de madeira.

No Brasil, os seguintes produtos preservativos hidrossolúveis são registrados e aprovados para uso. São eles:

- CCA-C (arseniato de cobre cromatado tipo C),
- CCB base óxida (borato de cobre cromatado),
- CCB base salina (mistura de sais de cobre, cromo e boro) e
- CA-B (cobre-azóis tipo B).

Os elementos estruturais tanto de paredes quanto lajes de madeira são manuteníveis, mas de difícil manutenção. Tais elementos devem ter Vida Útil de Projeto – VUP de, no mínimo, 50 anos, conforme NBR 15575-1 (ABNT, 2013a). Para tanto, as peças de madeira serrada que venham a compor a estrutura ou o sistema estrutural, devem ser tratadas sob pressão, com os produtos preservativos CCA-C ou CCB numa retenção mínima de 6,5 kg/m³ ou com o produto CA-B, numa retenção mínima de 3,3 kg/m³. Para qualquer um dos produtos utilizados a penetração deve ser total em toda porção permeável.

Em alguns países, principalmente na Europa, o uso de produtos preservativos contendo arsênio e outros metais como o cromo, foi proibido. Desta forma, o grande desafio do setor é aliar proteção da madeira ao uso de métodos de tratamento ambientalmente mais amigáveis e é de se esperar a oferta de novos produtos no mercado.

Como uma nova alternativa no mercado brasileiro, foi aprovado pelo IBAMA em 2019 (MMA, 2019) o registro do μCA-C (cobre-azóis micronizados), que além de não utilizar cromo nem arsênio em sua composição, não altera a coloração da madeira.

3.2 Sistema de Controle Integrado de Organismos Xilófagos

Com base nas informações sobre os agentes biodeterioradores e os produtos de proteção da madeira disponíveis e descritos acima, sugere-se o planejamento e adoção de um Sistema de Controle Integrado de Organismos Xilófagos, considerando-se o uso de madeiras de baixa resistência natural nos sistemas construtivos. Este sistema aborda três fases: projeto, construção e pós-construção de uma edificação.

<u>Projeto</u>

- Deve-se avaliar a localização do empreendimento, antes do início da construção, verificando-se a ocorrência de cupins no terreno e nos arredores (áreas vizinhas) e fazer a identificação da espécie para se certificar de sua natureza xilófaga ou de praga;
- O tipo de construção e de uso das madeiras irá delinear a adoção de detalhes construtivos e/ou medidas de proteção física das madeiras e espaços de dispersão de cupins;

- O projeto construtivo deve identificar espaços perdidos e prever sua acessibilidade para facilitar futuras inspeções;
- As peças de madeira devem ser isoladas do contato direto com o solo;
- Deve-se prever o uso de beirais, ou outras soluções construtivas que minimizem a incidência de água nas madeiras de uso externo, especialmente janelas, portas e superfícies das paredes.

Construção

- Utilizar madeiras tratadas, conforme a exposição e risco à biodeterioração;
- Gerenciar os resíduos contendo material celulósico, garantindo que não sejam depositados no solo ou em locais inadequados e que possam servir como fonte de alimento para os cupins.

Pós construção

- Monitoramento – definição de critérios e formas de inspeção, tais como a inserção de janelas de inspeção em espaços mais suscetíveis ao surgimento dos processos de biodeterioração, como shafts e locais/ambientes lacrados e a periodicidade, que pode variar em função do risco de biodeterioração;
- Possíveis impactos ambientais das perdas provocadas pela ação dos cupins e da aplicação de inseticidas pré e pós-construção devem ser avaliados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem novas tecnologias sendo desenvolvidas com potencial de atendimento à necessidade do controle de biodeterioração em madeiras utilizadas nos sistemas construtivos. Processos de retificação térmica, modificação química, combinação de produtos químicos e processos físicos de proteção têm sido utilizados no Brasil e em outros países, com bons resultados, e devem ter sua aplicação ampliada, sempre levando em consideração as classes de risco à biodeterioração, conforme o uso.

Faz-se necessário, no entanto, o desenvolvimento de um maior arsenal de informações acerca de organismos xilófagos no Brasil (espécies, distribuição no território nacional, entre outros) para que possa ser possível otimizar a especificação das medidas de controle de biodeterioração, visando atingir a vida útil de projeto para sistemas construtivos em madeira.

Considerando o caráter inovador de sistemas construtivos com madeira engenheirada no Brasil, é da maior importância preparar profissionais especializados, aptos a atender futuras demandas tanto na área de projetos quanto de manutenção e assim contribuir para a consolidação do mercado da construção civil em madeira engenheirada no Brasil.

5 REFERÊNCIAS

CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. **Journal of Applied Entomology**. Berlin.126. p. 355-365. March 2002.

LELIS, A.T. Termite problem in São Paulo city – Brazil. In: **Congress of the International Union for the Study of Social Insects (IUSSI)**, 12., Resumos. Paris: IUSSI, 1994. p.253. Paris, France.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:** Edificações Habitacionais – Desempenho, Rio de Janeiro, 2013a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16143:** Preservação de madeiras – Sistema de categorias de uso, Rio de Janeiro, 2013b, 19p.

SILVA, J. F. et al. **Climatologia aplicada ao uso da madeira**. In: XVII CONGRESSO DE AGROMETEREOLOGIA, 2011, Guarapari, ES, 5p.

Ministério do Meio Ambiente (MMA) – Lista completa de produtos preservativos de madeiras registrados no IBAMA. Atualizada em 11 de março de 2019. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/preservativos-de-madeiras/produtos-preservativos-de-madeiras-registrados-no-ibama