

Madeira preservada e seus conceitos

Nenhuma espécie de madeira, nem mesmo aquelas de reconhecida durabilidade natural, como aroeira, candeia, braúna, jatobá, guarantã, pau-ferro, acariquara, matá-matá e tantas outras conhecidas, é capaz de resistir, indefinidamente, às intempéries, variações das condições ambientais, ataque de microrganismos e ação do próprio homem. Por ser um material de natureza orgânica e, no estado em que é normalmente utilizada, a madeira já não apresenta vida, constituindo-se na parte morta de um vegetal. Ela está sujeita à próxima etapa da seqüência natural de qualquer ser vivo: a deterioração e decomposição. Os agentes físicos, químicos e biológicos, atuando em conjunto ou, separadamente, na madeira, aceleram seu processo de deterioração.

A madeira é degradada porque os agentes biológicos, principalmente, reconhecem nos polímeros naturais da parede celular a fonte de nutrição, retirando, daí, a energia necessária para a sua sobrevivência. Entre eles, destacam-se as bactérias, fungos, insetos, moluscos e crustáceos. Além do ataque desses organismos, a madeira sofre a influência das variações da temperatura, da precipitação pluviométrica e das substâncias químicas presentes no meio, quando exposta às intempéries do tempo. O fogo, a poluição e a radiação ultravioleta são também responsáveis pela destruição da madeira. A preservação da madeira tem a função de desenvolver processos e produtos que visem ao retardamento da deterioração da madeira, protegendo-a contra os mencionados agentes deterioradores e aumentando a sua durabilidade.

Embora sejam inúmeras as vantagens e as opções de utilização, a madeira apresenta algumas desvantagens, como biodegradação, flamabilidade, degradação por radiação ultravioleta, ácido e bases, bem como variações dimensionais consideráveis, em função da absorção ou perda da umidade. Por ser de natureza orgânica, o processo de decomposição ou deterioração pode ser provocado por vários agentes:

- a) Biológicos – fungos, bactérias, insetos, moluscos e crustáceos.
- b) Físicos – fogo calor, umidade.
- c) Mecânicos – a ação do movimento mecânico provoca um desgaste na madeira. O simples atrito da madeira provoca um desgaste. Ex: degrau de uma escada, solado de um tamanco, cabo de uma ferramenta, fundo de carrocerias e containeres, pisos e corrimões etc.
- d) Químicos – substâncias ácidas, básicas.
- e) Físico-químicos – poluição ambiental, "weathering"

Todos os agentes mencionados podem degradar a madeira, embora os agentes biológicos sejam considerados os de maior importância. No ambiente terrestre, os fungos, as bactérias e os insetos são os principais agentes biológicos que destroem a madeira; no ambiente marinho, destacam-se os moluscos e os crustáceos.

Para impedir ou atenuar a deterioração da madeira, incorporam-se substâncias à madeira que lhe conferem maior resistência, como preservativos, ignífugos e acabamentos superficiais.

O tempo de vida útil da madeira dependerá fundamentalmente da interação entre as características da própria madeira e das condições locais onde a madeira será utilizada. A preservação de madeiras pode ser entendida como a adoção de técnicas, objetivando a proteção da madeira contra a ação de agentes físicos, químicos e, principalmente, biológicos. Quando se fala em preservação da madeira entram em cena três elementos importantes, que devem estar perfeitamente sintonizados: as propriedades da madeira, a natureza do produto utilizado e o método de aplicação utilizado. Preservar a madeira é, portanto, assegurar que ela tenha resistência que ela não teria naturalmente, tornando-a tão duradoura quanto possível.

Existem várias técnicas para preservar as madeiras. Quando se observa uma peça de madeira em processo de deterioração, pode-se utilizar certas técnicas com o fim de deter o processo e, se possível, conferir certo grau de proteção e evitar a reincidência dos organismos xilófagos. Os métodos curativos visam deter o agente

MATERIAL DE APOIO – PRESERVANTES DA MADEIRA – Prof. Clovis

deteriorador após este já estar estabelecido na madeira. As tecnologias disponíveis apresentam resultados válidos por algum tempo e são utilizados produtos químicos, conhecidos como biocidas. O mais sensato, no entanto, é se utilizar o tratamento preventivo, que consiste no tratamento da madeira antes de colocá-la em uso, para prevenir a sua deterioração.

Os métodos preventivos constituem a própria essência da tecnologia de preservação de madeiras; englobam processos de preservação temporária e de longo prazo, através dos quais vários produtos químicos ou biológicos são incorporados à madeira, sem modificá-la em sua natureza intrínseca ou reagindo com os componentes poliméricos da parede celular. O principal método preventivo é o uso de biocidas, através da impregnação da madeira com substâncias químicas tóxicas. **Preservativos De Madeiras** São substâncias ou formulações químicas, de composição e características definidas, empregadas na preservação de madeiras. Os preservativos devem apresentar as seguintes propriedades: Eficiência na prevenção ou controle de organismos xilófagos – é o requisito básico de todo preservativo. O produto deve apresentar toxidez à gama mais ampla possível de organismos xilófagos. A eficiência está relacionada com o tratamento empregado, quando a penetração na madeira deve ser profunda e uniforme, o que pode ser constatado através do corte da seção transversal do lenho.

Resistência à lixiviação e à volatilidade – o produto deve ter uma ação duradoura na madeira. O preservativo deve ser quimicamente estável e resistir aos riscos de uso que são a lixiviação (chuva, água de condensação e água do solo) e evaporação (ação do calor), além de não se decompor e nem se alterar quando em contato com os constituintes do lenho.

Não alterar as propriedades da madeira – a versatilidade do emprego da madeira é resultante de suas características físicas, químicas, mecânicas, organolépticas e decorativas. A madeira tratada não deve ter a sua superfície alterada, nem mesmo apresentar odores, quando em contato com homens e animais.

Não ser corrosivo – o preservativo não deve ser corrosivo a metais ou plásticos das suas embalagens e das peças com que entram em contato. Um produto corrosivo pode oxidar pregos, parafusos e outras ferragens, causando danos estéticos e comprometendo as uniões. Produtos contendo cobre corroem peças de alumínio.

Não aumentar a inflamabilidade da madeira. – uma das propriedades indesejáveis da madeira é a sua capacidade de queimar. Os produtos preservativos não devem torná-la mais inflamável ainda.

Ser acessível nos custos e disponível no mercado – a madeira preservada deve apresentar competitividade com outros materiais, em termos de custos; assim, não basta que o produto seja eficiente, mas que o seu uso seja viável, sem comprometer o custo final; o produto deve, ainda, ser facilmente encontrado no mercado.

Seguro em relação ao homem e ao meio ambiente – a toxidez do preservativo deve ser restrita aos organismos xilófagos, evitando-se a intoxicação de homens e animais, bem como alterações no equilíbrio ecológico. A questão de segurança do produto deve estar aliada aos cuidados especiais do operador, sendo obrigatório o uso de equipamentos de segurança. Em face da sua constituição, o produto deve ser manuseado com cuidados, obedecendo-se às normas gerais de segurança de quaisquer produtos químicos:

- . nunca manusear o produto ou a madeira tratada, sem o uso de luvas e roupas próprias de trabalho;
- . evitar aspirar o produto, bem como colocá-lo em contato com a pele, olhos e nariz;
- . não fumar ou alimentar-se durante o tratamento; após o período de trabalho, tomar banho em água fria e trocar a roupa;
- . lavar cuidadosamente as mãos ao mudar de atividade;
- . evitar respingos ao abrir as embalagens;
- . jamais reaproveitar as embalagens;

- . manter o produto fora do alcance de crianças e animais;
- . proteger os locais onde estão localizadas as instalações, evitando-se a entrada de pessoas estranhas e animais;
- . consultar o médico em caso de acidente.

Jamais um preservante químico conseguirá reunir todas as propriedades anteriormente relacionadas. Tanto quanto possível, a escolha deverá recair sobre um produto que reúna o maior número de propriedades. A escolha desse produto dependerá também da situação em que a madeira for utilizada. O creosoto sempre foi considerado um preservativo muito eficiente, mas torna impraticável a aplicação posterior de tintas e vernizes sobre a madeira, bem como de madeiras que ficarão próximas ao homem e animais, como habitação, mobiliário, caixa de armazenar alimentos etc. Outros produtos, como os derivados de boro, são preservativos muito eficientes e apresentam baixa toxidez ao homem e aos animais, mas são altamente lixiviáveis e não se fixam à madeira; os produtos derivados de cobre apresentam as mesmas vantagens, mas são corrosivos a metais, destruindo as peças em contato (pregos, grampos, dobradiças etc).

Tipos De Preservantes

Para introduzir o produto preservante na madeira é necessária a utilização de um solvente (água ou óleo) que serve de veículo para o mesmo. Dependendo do veículo ou solvente utilizado para introduzir as substâncias na madeira, os biocidas ou preservativos de madeira podem ser classificados como hidrossolúveis, oleosos e oleossolúveis.

Preservantes hidrossolúveis - Os preservantes hidrossolúveis são aqueles que utilizam a água como veículo; em geral, são expressos em termos de ingredientes ativos, para expressar as formulações dos preservantes numa mesma base estequiométrica. Em alguns países, a retenção de preservante na madeira é expressa em termos de sal seco, ou em kg/m³ ou, ainda, em porcentagem. Os preservantes são constituídos de sais metálicos e incluem várias substâncias químicas na sua formulação, como arsênio, cromo, cobre, boro, zinco e flúor; em geral, contêm mais de uma substância química na sua formulação, com várias finalidades:

- Melhor fixação do produto, por reagirem quimicamente com os componentes da madeira.
- Redução dos efeitos corrosivos sobre metais.
- Proteção da madeira contra um maior número de agentes xilófagos.

O sistema preservante hidrossolúvel tem ação fungicida e inseticida que será insolubilizado na madeira pela formação de complexos com os componentes poliméricos das paredes celulares; tal formação de complexos reduz a lixiviação, permanecendo no interior da madeira, com uma grande vantagem sobre outros produtos, uma vez que a aplicação dos mesmos é feita em condições sob temperatura ambiente. Uma grande vantagem dos sais é de ordem prática e econômica: os sais são comercializados na forma de pós ou pastas, de forma concentrada e são dissolvidas na água antes do uso.

As formulações mais conhecidas e utilizadas são:

Arseniato de cobre amoniacal – ACA - O arseniato de cobre amoniacal (ACA) é também conhecido como Chemonite e constitui-se numa mistura de sais de arsênio e de cobre, numa solução fortemente amoniacal. Com a secagem da madeira, a amônia se evapora, provocando a precipitação do arseniato de cobre. A inclusão da amônia tem tríplice finalidade:

- Propiciar maior permeabilidade, uma vez que contribui para uma maior abertura da estrutura das paredes celulares.

MATERIAL DE APOIO – PRESERVANTES DA MADEIRA – Prof. Clovis

-Formar um complexo com o cobre, reduzindo os efeitos corrosivos em metais.

-Retardar a formação de precipitados de arseniato de cobre.

Devido a sua alcalinidade, a madeira tratada deve apresentar alguma perda de resistência, devido ao ataque químico das hemiceluloses. A composição dos ingredientes ativos do preservante ACA, em porcentagem, é :

Cobre, como CuO49,8

Arsênio, como As₂O₅ 50,2

O produto é tóxico a um grande número de organismos xilófagos, sendo empregado no tratamento sob pressão, com retenção recomendada de, aproximadamente, 5 kg/m³. É um produto muito utilizado nos Estados Unidos e Canadá na preservação de madeira.

Arseniato de cobre cromatado – CCA - O arseniato de cobre cromatado (CCA), também conhecido como Celcure, é o preservativo hidrossolúvel mais utilizado em todo o mundo. É introduzido na madeira através de métodos que empregam pressão, uma vez que as reações de fixação entre os produtos e a madeira ocorrem muito rapidamente; pode ser empregado em várias formulações (A, B e C), cada qual contendo porcentagens variáveis de cobre, cromo e arsênio.

Quando aplicado à madeira, o cromo provoca a precipitação de grande quantidade de cobre e arsênio e reage com a madeira, tornando os produtos praticamente insolúveis. A reação de fixação desencadeada pelo cromo deixa o arsênio, como agente inseticida, e o cobre, como agente fungicida, totalmente aderidos às estruturas celulares. O CCA é largamente utilizado no tratamento de madeiras que permanecem em contato com o solo e é muito eficiente na proteção de madeiras contra insetos (cupins e brocas), fungos apodrecedores e perfuradores marinhos. As madeiras a serem preservadas deverão ser previamente descascadas e secas, já dimensionadas e preparadas para seu uso final. Após o tratamento preservativo, as peças devem ser armazenadas por duas a três semanas, para a fixação dos ingredientes ativos.

O produto mantém inalterada a condutividade elétrica da madeira, fator de grande importância para postes e redes de energia elétrica, bem como dormentes para ferrovia; não altera a combustibilidade da madeira, bem como não aumenta a corrosividade a metais utilizados em contato; não deixa resíduos em sua superfície, não exala vapores e odores, bem como os acabamentos de superfície apresentam uma durabilidade comprovadamente maior que os aplicados sem tratamento.

Borato de cobre cromatado – CCB - O borato de cobre cromatado (CCB), também conhecido como Wolmanit CB, é um produto que surgiu na Alemanha, como tentativa de substituir o arsênio das formulações CCA, devido aos perigos de manipulação e à rápida fixação do boro, que dificultaria o tratamento de madeiras impermeáveis. Os boratos possuem propriedades fungicidas, inseticidas e ignífugas e têm sido caracterizados como preservativos muito eficientes quando usados em madeiras que não fiquem em contato com o solo. É um produto que pode ser usado em autoclave ou em métodos caseiros, sob difusão. O CCB tem uma sensível perda quanto à resistência à lixiviação, provocando uma queda na eficiência de proteção contra os insetos, embora seja um dos produtos mais eficientes contra *Lyctus* sp. Para o tratamento de postes, recomenda-se a aplicação de 9,6 kg de ingredientes ativos por m³ de madeira a ser tratada. A composição química deve ser a seguinte:

cromo hexavalente, calculado como CrO₃ 63,5%

cobre, calculado como CuO26,0%

boro, calculado como B(elemento) 10,5%

FCAP - São sais de flúor, cromo arsênio e fenol. O FCAP é um produto altamente tóxico a organismos xilófagos e

tem boa resistência à lixiviação. Como o CCA, deixa a madeira esverdeada e aceita qualquer tipo de acabamento superficial.

Cloreto de zinco cromatado – CZC - O cloreto de zinco cromatado foi desenvolvido para controlar a lixiviação e o efeito corrosivo do cloreto de zinco puro. É composto de 75% de cloreto de zinco e 22% de dicromato de sódio. O produto se fixa bem na madeira, é pouco corrosivo e não é recomendado para madeiras utilizadas em locais com temperaturas elevadas e baixas umidades relativas, pois tais condições levam a madeira a se deteriorar quimicamente. Além das propriedades de preservador de madeira, o produto poderá ser utilizado como retardante de fogo.

Composto de boro -Os compostos de boro mais utilizados na preservação de madeira são o ácido bórico e o tetraborato de sódio, porém são insuficientemente solúveis. Normalmente, a solução é aquecida para mantê-la na concentração necessária, que varia conforme a espessura da peça. Os compostos de boro são muito eficientes no tratamento de madeiras suscetíveis a Lyctus sp e fungos manchadores, porém são ineficientes contra os bolores Penicillium sp e Trichoderma sp, quando a aplicação é feita por pulverização ou imersão. Para contornar essa situação, combinam-se esses produtos com pentaclorofenato de sódio e tribromofenato de sódio.

Outros produtos hidrossolúveis - Dentre outros produtos hidrossolúveis, destacam-se os sais de amônio quaternários e as aminas quaternárias. Ainda, como novos produtos, destacam-se os carbamatos, piritrina e piretróides, tiocianometiltio benzotiazol (TCMTB), azaconazol, 3-iodo 2-propinil butil carbamato (IPBC), 1,2,3,6 tetrahydro-N (1,1,2,2 tetracloetiltio ftalimida (captafol) e bis-tiocianato de metileno (MBT).

Preservativos Oleosos

Os preservativos oleosos são aqueles produtos que são utilizados diretamente na forma oleosa, não necessitando de um veículo (óleo). Os produtos oleosos naturais se caracterizam por uma coloração escura, um odor pronunciado e uma viscosidade elevada à temperatura ambiente. São, em geral, resistentes à lixiviação e muitos eficientes como inseticida e fungicida. Em geral, alteram a coloração natural da madeira e dificultam a aplicação de acabamentos, como tintas e vernizes. Os principais produtos são:

Alcatrão - O alcatrão é um produto de coloração escura e odor característico, obtido por recuperação durante o processo de carbonização de diversas matérias-primas: madeira, turfa, lignito, xisto betuminoso e hulha. A hulha é a principal matéria-prima. O alcatrão tem uso restrito na área de preservação de madeiras, devido à alta viscosidade; é empregado pelo método do banho quente-frio para a impregnação de moirões. Em processos industriais, em autoclaves, o alcatrão pode ser utilizado em misturas com creosoto, como forma de redução de custos da solução preservativa.

Creosoto do alcatrão de hulha -O creosoto do alcatrão de hulha é um óleo de coloração escura, obtido da destilação do alcatrão da hulha betuminosa, a alta temperatura. É um subproduto das usinas siderúrgicas, bastante complexo, sob o ponto de vista químico, contendo mais de 200 compostos, principalmente hidrocarbonetos aromáticos, além de ácidos e bases de alcatrão; é mais denso que a água. O creosoto é considerado o mais antigo preservativo de madeiras, apresentando excelentes propriedades de toxidez a fungos, cupins e à maioria dos perfuradores marinhos. É insolúvel em água, de baixo custo, não se fixando na madeira por reações químicas, apenas aderindo às paredes celulares ou se depositando no lume das células.

Apesar das vantagens já mencionadas, o creosoto tem apresentado o problema de exsudação, que é o excesso de produto na superfície da madeira tratada. Tal característica tem causado irritação na pele das pessoas que manuseiam as peças tratadas. É muito utilizado na preservação de postes, dormentes, moirões e outras peças estruturais, onde não houver contato direto com pessoas e animais e não houver necessidade de acabamento; independente do processo de tratamento, o produto é aplicado a quente, numa temperatura de 90oC. A concentração do creosoto recomendada é de 130 kg/m³ de madeira tratada, para postes, e de 100 kg/m³ de madeira tratada, para moirões.

Creosoto fortificado - Em certas situações, alguns organismos têm apresentado uma tolerância maior do que a

média, em relação ao creosoto. Para essas situações, se desenvolveram os chamados creosotos fortificados. Os mais importantes são:

-creosoto + 2% de pentaclorofenol – a mistura apresenta excelente desempenho e o pentaclorofenol é dissolvido no creosoto. Por ter um caráter aromático, o creosoto funciona como um excelente solvente. A mistura provoca uma forte corrosão nos equipamentos de impregnação da madeira.

-creosoto + 3% de naftenato de cobre – apesar do alto custo do composto de cobre, a mistura é particularmente indicada para ambientes marinhos e no tratamento de madeira para dormentes. A mistura é muito eficiente contra o ataque de *Limnoria tripunctatum*, principalmente em águas quentes. Os resultados podem ser otimizados quando se faz a adição direta de naftenato de cobre e pentaclorofenato de cobre com o creosoto.

-creosoto + 0,4% de As₂O₃ – ocorre uma reação do arsênio com os ácidos do alcatrão e é uma mistura considerada excelente para locais de elevada incidência de insetos, principalmente cupins.

Creosoto de madeira -O alcatrão de madeira é o mais antigo dos produtos preservativos conhecidos pela humanidade, obtido como um subproduto da destilação da madeira. O objetivo principal da destilação da madeira é a produção de carvão vegetal. Nos fornos de alvenaria mais primitivos, todos os produtos gasosos (fumaça) são perdidos; nos fornos mais modernos, existem recuperadores de gases que, após a destilação, permitem a obtenção de alcatrão e uma série de outros produtos. Parte dos gases liberados durante a carbonização pode ser condensada, dando origem ao licor pirolenhoso, que é composto de água, ácido acético e alcatrão dissolvido em suspensão; por decantação, o alcatrão insolúvel se deposita no fundo do recuperador, com um rendimento de 4 a 20%, em relação à massa inicial da madeira seca.

O rendimento e as características do alcatrão variam em função do tipo de madeira, do processo adotado e da velocidade de carbonização. A baixa disponibilidade do produto no mercado limita a sua maior utilização. No Brasil, a grande quantidade de carvão vegetal utilizado no setor industrial siderúrgico e metalúrgico poderia viabilizar o suprimento do creosoto vegetal para a tratamento preservativo de madeiras. A Associação Americana de Preservadores de Madeira (AWPA) não reconhece o creosoto vegetal como produto eficiente na preservação de madeira e não possui nenhuma especificação para o produto. Os dados práticos revelam que o desempenho do creosoto derivado de produtos minerais é nitidamente superior ao de origem vegetal, provavelmente por uma questão de maior eficiência em ensaios de campo e maior permanência dos componentes tóxicos na madeira.

Para compensar esta desvantagem, muitos pesquisadores têm recomendado a fortificação das substâncias fenólicas do creosoto vegetal pela reação do enxofre, nitrogênio e cloro. Nos Estados Unidos, o creosoto de madeira é comercializado como No-D-K; na Europa é comercializado como "alcatrão de Estocolmo". Atualmente, o termo creosoto é restrito a óleo obtido da destilação do alcatrão da hulha.

Carbolineum ou óleo de antraceno - É um óleo constituído de frações de ponto de ebulição mais elevado que o creosoto comum, destinado a aplicações domésticas, no meio rural, através dos métodos de pincelamento, pulverização e imersão da madeira. É uma fração do alcatrão de hulha betuminosa; apresenta elevada viscosidade, o que lhe confere alta resistência à lixiviação e volatilização, mas dificulta a sua penetração na madeira.

Soluções de naftenato - Os ácidos naftênicos são obtidos como subprodutos da refinação de certos tipos de petróleo. As soluções preservativas de naftenato podem ser preparadas com sais metálicas de zinco, cobre, ferro e cobalto.

-Naftenato de cobre – as soluções são utilizadas em vários processos de preservação de madeira, mas com limitações, devido aos altos custos. As soluções apresentam boa eficiência contra fungos e vêm sendo testadas em composições pastosas. O preservativo é considerado eficiente, conferindo uma coloração esverdeada à madeira; pode ser utilizado através de pincelamento ou imersão em madeiras destinadas a embarcações de luxo. Para madeiras em contato com o solo, recomenda-se uma retenção da ordem de 1 kg/m³, em termos de elemento cobre.

-Naftenato de zinco – a solução não altera a coloração da madeira, apresenta baixa toxidez a organismos

xilófagos, mas é considerado um excelente termiticida; é também utilizado como agente traçador para delimitar a profundidade de penetração do preservativo, uma vez que o elemento zinco produz uma reação colorimétrica bastante nítida.

-Naftenato de cobalto – a solução de cobalto tem o poder de abrir as duplas ligações de óleos secativos (linhaça, tungue etc), facilitando sua fixação à madeira.

Quinolinato de cobre-8 -É um produto composto de formulações à base de quelatos de cobre, utilizando derivados voláteis de petróleo, como aguarrás, como solvente, na concentração que varia de 2,5 a 5,0%. Tem sido considerado bastante eficiente como fungicida, destinado à prevenção de ataque de fungos manchadores e emboloradores, em madeiras verdes ou recém-abatidas. É um produto inodoro e incolor, sem interferência com a pintura posterior da madeira, mas de custo muito elevado, sendo recomendado, apenas, para usos mais nobres.

Uma das grandes vantagens do produto é a baixa toxidez ao homem e animais, sendo aprovado pela Food and Drug Administration, FDA, dos Estados Unidos, para o tratamento de embalagens de madeiras que ficam em contato com alimentos, como caixa de frutas, verduras, barricas, tábuas de cortar carnes e frios etc. É também recomendado para madeiras de revestimento de câmaras frigoríficas. O produto tem encontrado boa receptividade junto aos exportadores brasileiros de madeiras de Pinus sp. pela ausência de restrições ao seu uso nos países importadores e que detêm alta tecnologia no setor madeireiro.

Óxido de estanho tributílico – TBTO - É um produto que tem mostrado eficiência no tratamento contra brocas marinhas e madeira que vai permanecer fora do contato com o solo. É insolúvel em água e solúvel em diversos solventes orgânicos e têm uso restrito, devido ao alto custo. Apresenta marcante ação fungicida, bactericida e muito utilizadas na prevenção de perfuradores marinhos, cuja eficiência é cerca de dez vezes superior ao pentaclorofenol. As formulações apresentam, como vantagens adicionais, a baixa toxidez ao homem e animais, bem como a compatibilidade com acabamentos. Quando reforçado com pentaclorofenol, ortofenilfenol e boratos, o óxido de estanho tributílico tem maior eficiência no controle da podridão parda. Existem outros compostos de estanho usados em preservação de madeira: carbonato de estanho tributílica, naftenato de estanho tributílica, linoleato de estanho tributílica.

Produtos Óleos solúveis

São produtos que necessitam de um veículo oleoso para penetrar na madeira. Os principais produtos oleossolúveis são:

Pentaclorofenol - O pentaclorofenol é um produto organoclorado, obtido pela reação entre o fenol e o cloro (C6Cl5OH) até a completa substituição de todos os átomos de hidrogênio por átomos de cloro. É um produto insolúvel em água, mas solúvel em solventes orgânicos, apresentando excelente ação fungicida e uma boa ação inseticida. Por ter caráter ácido, pode originar os sais de fenatos e fenóxidos, quando submetido à ação de hidróxidos alcalinos; por essa razão, o pentaclorofenol não pode ser utilizado em ambiente marinho, pois é solubilizado pelo sal sódico do mar. Sob a ação de hidróxido de sódio, origina o pentaclorofenato de sódio, que é solúvel em água. Sua fórmula comercial contém 85% de pentaclorofeno, 6% de tetraclorofenóis, 6% de outros fenóis clorados e 3% de substâncias inertes.

A sua importância como preservativo de madeira se deve, principalmente, à alta toxidez aos agentes xilófagos e grande resistência à lixiviação, por ser praticamente insolúvel em água, à temperatura ambiente. O pentaclorofenol é um composto cristalino, encontrado comercialmente na forma de pequenas escamas, que pode ser dissolvido em muitas substâncias orgânicas, como: álcool metílico, álcool etílico, éter, acetona, querosene, aguarrás, varsol, óleo de linhaça, óleo de pinho, óleo de soja, óleo diesel, óleo de caldeira, óleo queimado, creosoto etc.

Normalmente, o pentaclorofenol é dissolvido no óleo, num teor de 5% (massa/massa). A escolha do solvente é feita em função da finalidade a que se destina a peça tratada e suas características influem diretamente na

eficiência do produto. Desse modo, certos produtos conferem à madeira um acabamento natural, outros produtos permitem acabamentos, como pintura e envernizamento e existem aqueles produtos que escurecem a madeira tratada. A utilização de óleo diesel não altera a coloração das peças, enquanto a utilização de óleo queimado e óleo de caldeira escurecem a madeira.

As retenções de pentaclorofenol na madeira dependem do tipo de madeira e da finalidade a que se destina o material. Quando se trata de madeira macia, recomenda-se uma retenção de maior quantidade do produto do que numa madeira dura. Da mesma forma, qualquer material em contato com o solo deve apresentar uma retenção maior de pentaclorofenol do que aquele que é utilizado acima do solo. Para postes de eucalipto, a retenção recomendada é de 6,5 kg/m³; para moirões, a retenção recomendada é de 5,0 kg/m³.

O produto tem como vantagens a alta toxidez aos organismos xilófagos, em geral, não é volátil, não corrói metais e é muito resistente à lixiviação. Como desvantagem, o produto é altamente tóxico ao meio ambiente e extremamente prejudicial à saúde humana; por esses motivos, o pentaclorofenol não é mais usado em preservação de madeiras, por proibição legal em muitos países, inclusive no Brasil; somente o seu sal sódico (pentaclorofenato de sódio) ainda é usado na prevenção de fungos manchadores em madeira recém-abatida ou recém-desdobrada.

Tribromofenol – TBP - O tribromofenol pode ser facilmente transformado em tribromofenato de sódio, quando exposto ao hidróxido de sódio. Esse produto está sendo utilizado em substituição ao pentaclorofenato de sódio, por ser mais barato e ser menos restritivo ambiental, embora seja menos eficiente. Em muitos países da Ásia, o TBP tem sido utilizado com sucesso contra fungos manchadores e no combate ao *Lyctus* sp.

É conveniente destacar que todos os produtos utilizados na preservação da madeira devem ser tóxicos aos organismos biológicos que degradam a madeira; por consequência, podem ser tóxicos ao homem e animais. Usá-los sem os cuidados devidos é arriscar a própria vida e contaminar o ambiente. A área do conhecimento que estuda a preservação da madeira é das mais dinâmicas e tem procurado insistentemente novos produtos que atendam às propriedades mencionadas no corpo deste trabalho.

TRATAMENTO DE MADEIRA



O tratamento da madeira deve ser realizado para prevenir sua deterioração, ampliando assim seu tempo de vida útil. O tratamento comumente utilizado é o químico, no qual ocorre a fixação de elementos preservativos na madeira, tornando-a mais resistente à ação de fungos e insetos (brocas e cupins), principalmente se a madeira ficar em contato direto com a água ou com o solo.

O tratamento da parte interna da madeira consiste na troca da seiva (madeira verde) por solução que contém elementos preservantes. Após a secagem, os elementos conservantes ficarão retidos dentro da madeira. O tratamento pode ser realizado de maneira manual ou industrial (com a utilização de equipamentos específicos).

O processo de tratamento manual é muito utilizado nas pequenas propriedades para o tratamento de mourões. Nesse sistema trabalha-se sem pressão e obrigatoriamente em galpão aberto, ventilado e com o piso impermeabilizado.

Para o tratamento de mourão, recomenda-se utilizar tambor aberto e pintado internamente com impermeabilizante. Utiliza-se madeira verde, roliça e descascada, sempre colocando a parte mais grossa para baixo no tambor que contém a solução. Após o tratamento propriamente dito, os mourões devem passar pelo processo de secagem ao ar. Para a

realização dessas etapas são necessárias algumas semanas e vários cuidados, principalmente, no manuseio das substâncias utilizadas como preservantes, pois o uso incorreto pode ocasionar sérios problemas ao homem e ao meio ambiente.

Sistema de Autoclave

O tratamento industrial é realizado a vácuo ou sob pressão em autoclave utilizando produtos preservativos regulamentados pelos órgãos competentes. Esses processos industriais são mais seguros para o meio ambiente, gerando uma contínua queda na utilização do sistema manual.

A autoclave é um cilindro que suporta pressão, onde a madeira é introduzida e em seguida os produtos químicos preservantes são injetados. As pressões utilizadas são superiores a atmosférica e as etapas de tratamento são: colocação da madeira; início do vácuo; injeção da solução preservantes; tratamento com o vácuo; término do vácuo e retirada da solução excedente.

Os preservantes de madeira podem ser compostos puros ou misturas existindo grande variação no custo, na eficiência e no modo de usar. O preservante ideal é aquele que consegue permanecer na madeira, é tóxico aos fungos e insetos, mas não é prejudicial aos homens e animais.

Os preservantes mais utilizados são:

- Oleossolúveis - Para o tratamento de madeira a ser usada em contato direto com o solo, os mais importantes são o creosoto e o pentaclorofenol.
- Hidrossolúveis - São constituídos pela associação de vários sais: sulfato de cobre, bicromato de potássio ou sódio, sulfato de zinco, ácido crômico, ácido arsênico, ácido bórico e outros compostos.

Existe outro processo de tratamento da madeira sem a utilização de produtos químicos, mas o mesmo não é utilizado no Brasil em escala industrial. Esse sistema, conhecido como termorretificação, apenas utiliza o calor e consiste em expor a madeira a temperaturas elevadas (120 a 200°C), porém que não provoquem degradação dos componentes químicos fundamentais. Em alguns estudos realizados foi comprovado que a termorretificação diminui tanto o ataque de fungos quanto a variação dimensional da madeira, porém possui como conseqüência a alteração da cor da madeira que se torna mais escura.

Secagem de madeira

A secagem da madeira visa à redução do teor de umidade que varia conforme o uso final do produto. Os objetivos da secagem são: reduzir a movimentação dimensional; inibir os ataques de fungos; melhorar a trabalhabilidade e aumentar a resistência física da madeira.

A secagem pode ser realizada ao ar livre ou em estufas com ventilação forçada (com temperatura e umidade controladas).

A secagem ao ar deve ser realizada em locais abertos, empilhando as tábuas espaçadas entre si de modo a permitir que o ar circule entre as peças e diminua sua umidade. A secagem ao ar é comumente utilizada em empresas para realização da pré-secagem de modo a otimizar o tempo de secagem em estufa. O ponto mais importante da secagem ao ar está na montagem da pilha de madeira que deve ser realizada com seguintes cuidados: isolamento do solo, alinhamento das peças e cobertura adequada.

As vantagens da secagem em estufa são o menor tempo do processo, maior controle e obtenção de teores de umidade mais baixos, porém há desvantagens como o maior custo de implantação desse sistema e de operação do equipamento. A secagem em estufa é utilizada por diversas empresas da área de movelaria, painéis, esquadrias, pisos etc. Esse tipo de secagem é composto por 3 fases distintas:

- Aquecimento – é gradativo e em condições de elevada umidade do ar;
- Secagem – Nessa fase, ocorre a elevação lenta da temperatura e diminuição gradativa da umidade do ar dentro da estufa. É necessário o monitoramento para melhor controle da secagem visando a adequação ao programa previamente estabelecido, determinado pelas características da madeira, pois estas influenciam na secagem;
- Uniformização e condicionamento – nessa última fase, o objetivo é homogeneizar a umidade dentro e entre as peças. Para a realização da secagem da madeira deve-se considerar os diversos fatores que influenciam no processo:
- Características da madeira: a espécie, o tipo de corte, a espessura da peça, o teor de umidade inicial, a relação cerne e alburno.
- Fatores do processo de secagem: a temperatura, a umidade relativa do ar e a velocidade de circulação do ar.

Durabilidade na construção

De acordo com o gerente técnico da empresa Dipil, João Luís Fernandes, para conseguir uma madeira durável na construção civil é necessário utilizar madeira preservada de acordo com as normas da ABNT – Associação brasileira de Normas Técnicas ou outros textos normativos estrangeiros como AWWPA – American Wood Preservers Association. Ele explica que os preservantes conferem durabilidade e confiabilidade ao componente tratado. “A madeira precisa ser tratada para ser considerada material de engenharia”, afirma.

Atualmente a madeira preservada oriunda de reflorestamentos, tais como pinus e eucalipto apresenta grande potencial para uso na construção civil. Os produtos utilizados para a preservação de madeiras são basicamente os hidrossolúveis como por exemplo cca – artesanato de cobre cromatado. Esses produtos são especificado para o tratamento de madeira sob pressão (em autoclave).

Fernandes diz que o Brasil é carente em normas técnicas. “As normas estrangeiras adaptadas nem sempre são adequadas p/ situação nacional”, afirma.

Além disso, o especialista recomenda maior divulgação sobre os benefícios da madeira preservada para aqueles que trabalham diretamente com projetos de construção.

Para o especialista, a tendência dos produtos preservantes para as madeiras brasileiras é a busca por componentes ambientalmente mais amigáveis, que minimizem riscos ao homem e ao ambiente. Fernandes diz que a madeira não tratada pode durar de meses a poucos anos, dependendo da exposição, enquanto a madeira preservada pode durar décadas.

Antimofo natural

O mercado dispõe de várias opções no tratamento de mofo, entre elas um antimofo natural indicado para tratamento de madeiras verdes recém serradas, no combate preventivo de fungos.

O produto é à base de extrato vegetal da Jimo Química, desenvolvido após anos de estudo em laboratório e em testes de campo, em serrarias. O produto apresenta as seguintes qualidades:

- Alta eficiência nos sistemas de pré-tratamento de madeira verde, recém serrada;
- Alternativa natural para as restrições mundiais aos produtos preservantes de madeira;
- Baixo odor;
- Biodegradável;
- Fácil manuseio;
- Não contém: fenóis clorados ou bromados, compostos de cobre, zinco ou estanho, cianatos, carbamatos, azóis ou quaternários;
- Não gera vapores tóxicos;
- Produto não inflamável;
- Produto natural;
- Produto totalmente hidrossolúvel.

Os resultados obtidos nos testes com o produto, nas serrarias, evidenciaram sua eficácia no controle das manchas de origem fúngica (mancha azul) sobre as madeiras recém serradas, através da presença de seus componentes naturais derivados de um extrativo vegetal.

Nos testes de campo realizados pelos técnicos com Jimo Ecomof, foram banhadas em uma solução com 4% do produto em água, tábuas de *Pinus elliottii*, que permaneceram expostas às intempéries por 45 dias, com precipitação pluviométrica média de 232mm/mês (condição altamente favorável para formação de mofo). O resultado foi que 95% das tábuas tiveram índice de 0% de formação de