



DOCUMENTO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PROCESSO PRESERVATIVO DE MADEIRAS – MÉTODO CÉLULA CHEIA (BETHELL)

Data: 15 de Abril de 2025

Local: Ponta Grossa, PR, Brasil

1. OBJETIVO

Este documento estabelece as especificações técnicas e os procedimentos operacionais para o tratamento preservativo de madeiras através do método de Célula Cheia (Bethell) em autoclave sob vácuo-pressão, adotado pela TWBRAZIL UPM LTDA. O objetivo principal deste método é maximizar a penetração e a retenção de solução preservativa na estrutura da madeira, visando conferir-lhe maior durabilidade e resistência ao ataque de agentes xilófagos (fungos, insetos) e intempéries, em conformidade com as normas técnicas brasileiras aplicáveis.

2. ESCOPO E APLICABILIDADE

Estas especificações aplicam-se ao tratamento de madeira serrada, roliça ou beneficiada (postes, mourões, cruzetas, dormentes, componentes estruturais, etc.) de espécies adequadas ao tratamento (principalmente Eucalipto e Pinus), utilizando preservativos hidrossolúveis registrados e aprovados pelos órgãos competentes no Brasil (MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). A TWBRAZIL utiliza atualmente o CCA-C (Arseniato de Cobre Cromatado, tipo C) devido ao grande espectro de proteção e custo viável para aplicações correntes no Brasil e principais clientes em quatro continentes.

3. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

O processo deve seguir as diretrizes e requisitos estabelecidos pelas seguintes normas ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), em suas versões mais recentes:

- **ABNT NBR 16143:** Preservação de madeiras – Sistema de categorias de uso. (Define os requisitos de retenção e penetração conforme a aplicação final da madeira).
- **ABNT NBR 6232:** Penetração e retenção de preservativos em madeira tratada sob pressão – Métodos de ensaio.
- **ABNT NBR 7331:** Preservativo para madeira – Arseniato de cobre cromatado (CCA) tipo C – Requisitos. (Se aplicável e permitido pela legislação vigente para o uso específico).
- Normas específicas para produtos (Ex: NBR 8456 para Postes de Eucalipto, NBR 9480 para Mourões de Eucalipto)

- Legislação ambiental pertinente (CONAMA, IBAMA) para manuseio, descarte e segurança.

4. MATERIAIS

- **4.1. Madeira:**
 - **Espécies:** Preferencialmente espécies permeáveis como Pinus spp. e Eucalyptus spp., ou outras indicadas para tratamento sob pressão.
 - **Qualidade:** Livre de defeitos que comprometam o tratamento ou a resistência estrutural (nós soltos grandes, rachaduras excessivas, esmagamentos, ataque prévio de organismos xilófagos).
 - **Preparo:** A madeira deve estar descascada (se roliça) e, idealmente, usinada (cortes, furos, entalhes) *antes* do tratamento.
 - **Umidade:** A madeira deve estar seca, com teor de umidade abaixo do Ponto de Saturação das Fibras (PSF), geralmente recomendado abaixo de 25-30%, para permitir a absorção adequada da solução preservativa. A umidade deve ser verificada antes do tratamento.
- **4.2. Solução Preservativa:**
 - **Tipo:** Preservativos hidrossolúveis (Ex: CCA-C) devidamente registrados no MAPA e adequados para o método de Célula Cheia e para a categoria de uso pretendida (conforme NBR 16143).
 - **Concentração:** A solução deve ser preparada na concentração exata recomendada pelo fabricante e pelas normas técnicas para atingir a retenção mínima exigida para a classe de risco da aplicação final da madeira. A concentração deve ser verificada periodicamente por métodos adequados (espectômetro e/ou termo densímetro).
 - **Qualidade da Água:** Utilizar água limpa, isenta de contaminantes que possam reagir com o preservativo ou prejudicar o processo.

5. EQUIPAMENTO

- **Autoclave (Cilindro de Tratamento):** Vaso de pressão projetado para suportar vácuo e pressão, com sistema de fechamento seguro, construído conforme normas de segurança (NR-13).
- **Bombas de Vácuo:** Capazes de atingir e manter o nível de vácuo especificado (mínimo de 550mmHg)
- **Bombas de Pressão:** Capazes de atingir e manter a pressão hidráulica especificada (máxima de 12,0kg/cm²)
- **Tanques:** Tanques de armazenamento da solução preservativa concentrada e diluída (tanque de trabalho).

- **Sistema de Transferência:** Tubulações, válvulas e bombas para transferir a solução preservativa entre os tanques e a autoclave.
- **Carrinhos (Vagonetas):** Para transportar a madeira para dentro e fora da autoclave.
- **Painel de Controle:** Instrumentos para monitoramento e controle de pressão, vácuo, tempo e níveis.
- **Equipamentos de Medição:** Medidores de umidade da madeira, Espectômetro ou termo densímetros para controle da concentração da solução.

6. PROCEDIMENTO OPERACIONAL (Ciclo Bethell)

O ciclo padrão do método Célula Cheia (Bethell) consiste nas seguintes fases:

- **6.1. Carregamento:** A madeira seca e preparada é carregada nas vagonetas e introduzida na autoclave. A porta é fechada e vedada hermeticamente.
- **6.2. Vácuo Inicial:** Aplica-se um vácuo intenso na autoclave (tipicamente entre -0,70 a -0,90 bar ou 550 a 650 mmHg) por um período determinado (geralmente 30 a 40 minutos, dependendo da espécie, dimensões e umidade da madeira). O objetivo é remover o máximo de ar contido nos lumens das células da madeira.
- **6.3. Inundação:** Mantendo o vácuo, a autoclave é completamente preenchida com a solução preservativa vinda do tanque de trabalho.
- **6.4. Fase de Pressão:** Após a inundação, o vácuo é liberado e aplica-se pressão hidráulica (tipicamente entre 6 a 12 kgf/cm² ou bar), forçando a entrada da solução preservativa nas estruturas celulares da madeira. A duração desta fase (geralmente 1 a 6 horas) e o nível de pressão dependem da espécie, dimensões da madeira, e da retenção/penetração desejada. A pressão deve ser mantida constante até que a absorção da solução pela madeira atinja o nível desejado (monitorado pelo consumo de solução no tanque de trabalho ou por tempo pré-definido e validado).
- **6.5. Alívio de Pressão e Drenagem:** A pressão é gradualmente aliviada e a solução preservativa excedente é bombeada de volta para o tanque de trabalho.
- **6.6. Vácuo Final:** Pode-se aplicar um vácuo final curto e de menor intensidade (aprox. -0,5 a -0,7 bar por 15 minutos) para remover o excesso de solução da superfície da madeira, deixando-a mais limpa e facilitando o manuseio.
- **6.7. Descarregamento:** O vácuo é quebrado, a porta da autoclave é aberta e a madeira tratada é removida.
- **6.8. Fixação:** A madeira tratada deve ser armazenada em local adequado, coberto e com boa ventilação, por um período de tempo (variável conforme o preservativo e condições ambientais) para permitir a reação e fixação completa do preservativo nas fibras da madeira antes de sua expedição ou uso.

7. PARÂMETROS DE PROCESSO

Parâmetro	Faixa Típica	Observações
Umidade Madeira	< 25-30%	Fundamental para absorção
Vácuo Inicial	-0,70 a -0,90 bar (550-650 mmHg)	Duração: 30-40 min (variável)
Pressão	6 a 12 kgf/cm ² (bar)	Duração: 1-6 horas (variável)
Vácuo Final	-0,50 a -0,70 bar (380-550 mmHg)	Duração: 15 min (variável, se aplicado)
Temperatura	Ambiente (ou levemente aquecida, se recomendado)	Consultar recomendação do fabricante do preservativo
Concentração	Conforme NBR 16143 e fabricante	Crítico para atingir a retenção correta

Nota: Estes são valores indicativos. Os parâmetros exatos (tempos, pressões, vácuo) devem ser ajustados e validados para cada combinação de espécie de madeira, dimensões, tipo de preservativo e requisitos de retenção/penetração da NBR 16143.

8. CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade é essencial para garantir a eficácia do tratamento e deve seguir a NBR 6232 e NBR 16143:

- **8.1. Retenção:**
 - **Método:** Amostragem por carga de tratamento utilizando trado de incremento (increment borer) em peças representativas. Análise química das amostras para determinar a quantidade de ingrediente(s) ativo(s) do preservativo por volume de madeira (kg/m³). A TWBRAZIL utiliza espectômetro em seu laboratório próprio.
 - **Requisito:** A retenção média da zona de ensaio deve atender ou exceder o mínimo especificado na NBR 16143 para a categoria de uso pretendida.
- **8.2. Penetração:**
 - **Método:** Inspeção visual das amostras retiradas com o trado. Uso de reagentes indicadores de penetração específicos para cada tipo de preservativo (ex: reagente de cromo para CCA/CCB, reagentes específicos para cobre em ACQ/CA) para evidenciar a área tratada. A TWBRAZIL utiliza o reagente Cromo Azurol
 - **Requisito:** A penetração deve atender aos critérios mínimos (ex: percentual do borne ou profundidade mínima em mm) definidos na NBR 16143 ou normas específicas do produto (NBR 8456, NBR 9480).

- **8.3. Frequência:** Realizar amostragem e ensaios em todas as cargas de tratamento ou conforme plano de amostragem estatisticamente validado.
- **8.4. Solução Preservativa:** Monitorar e registrar a concentração da solução de trabalho regularmente (no mínimo diariamente ou a cada ciclo de preparo).

9. SEGURANÇA E MEIO AMBIENTE

- **EPIs:** Todo pessoal envolvido na operação e manuseio de preservativos e madeira tratada deve usar Equipamentos de Proteção Individual adequados (luvas impermeáveis, óculos de segurança, máscaras com filtros apropriados, vestimenta de proteção).
- **Manuseio:** Seguir rigorosamente as Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) dos preservativos. Evitar contato direto com a pele e olhos.
- **Áreas de Trabalho:** Manter as áreas de tratamento, armazenamento de químicos e madeira tratada limpas, organizadas e com contenção para eventuais vazamentos.
- **Resíduos:** Gerenciar e destinar corretamente os resíduos do processo (soluções usadas, borras, embalagens de preservativos, madeira tratada descartada) conforme a legislação ambiental vigente (CONAMA, leis estaduais/municipais). A queima de madeira tratada com preservativos como CCA é proibida ou severamente restrita.
- **Licenciamento:** A usina de tratamento deve possuir as licenças ambientais e operacionais exigidas pelos órgãos competentes.

10. DOCUMENTAÇÃO E REGISTROS

Manter registros detalhados de cada carga de tratamento, incluindo:

- Identificação da carga (número, data).
- Espécie e dimensões da madeira.
- Volume de madeira tratada (m³).
- Teor de umidade inicial (média).
- Tipo e lote do preservativo utilizado.
- Concentração da solução preservativa.
- Gráfico ou registro dos parâmetros do ciclo (vácuo, pressão, tempos).
- Resultados do controle de qualidade (retenção e penetração) para cada carga.
- Identificação do operador responsável.

Estes registros são fundamentais para rastreabilidade, garantia da qualidade e comprovação de conformidade com as normas.

Observação Final: Estas especificações fornecem um guia geral. Procedimentos operacionais podem ser alterados conforme especificações técnicas ou demandas dos clientes TWBRAZIL.

10. GARANTIAS

A TWBRAZIL concede tempos de garantias diferentes para cada espécie botânica, cliente, ou categoria de uso constante na ABNT NBR 16143 – Preservação de Madeiras – Sistema de Categorias de Uso, que podem variar entre 5 e 50 anos conforme Certificado de Garantia emitido ou nosso termo de garantia e Política de Devolução constante em www.twbrazil.com.br/garantia.

11. RESPONSABILIDADE TÉCNICA

A TWBRAZIL UPM LTDA, CREA 58581, foi fundada em 12 de julho de 2001, sob CNPJ 04.567.439/0001-51, em Ponta Grossa/PR, possui todas as licenças para seu regular funcionamento conforme toda a legislação vigente no Brasil, e incessantemente preza desde o início pela responsabilidade técnica, ambiental e social de seus processos. Os responsáveis técnicos da empresa são:

Leonardo Puppi Bernardi
Engenheiro Civil CREA PR-69980/D
Responsável Técnico e Legal pela empresa
leo@twbrazil.com – (42) 3026-1100

e

Henrique Degraf
Engenheiro Agrônomo CREA PR-94674/D
Responsável Técnico pela atividade de Preservação de Madeiras

Mais informações podem ser obtidas em www.twbrazil.com.br ou em nossas redes sociais [@twbrazil](https://www.instagram.com/twbrazil)

