

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0616681-4 A2**

(22) Data de Depósito: 27/09/2006
(43) Data da Publicação: 28/06/2011
(RPI 2112)



(51) *Int.Cl.:*

B27K 1/00 2006.01
B27K 1/02 2006.01
B27K 3/08 2006.01
F26B 3/02 2006.01
F26B 5/04 2006.01
F26B 21/06 2006.01

(54) Título: **SISTEMA E MÉTODO PARA TRATAMENTO DE MATERIAIS DE MADEIRA**

(57) Resumo: SISTEMA E MÉTODO PARA TRATAMENTO DE MATERIAIS DE MADEIRA. A presente invenção refere-se a um método para tratamento de um material de madeira que inclui aplicação de vapor e vácuo ao material de madeira.

(30) Prioridade Unionista: 03/10/2005 US 11/240,521

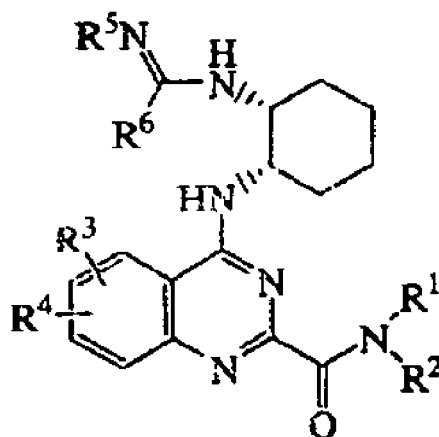
(73) Titular(es): Xorella AG

(72) Inventor(es): FRITZ STEINER, PETER R. PHILIPP

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT US2006037512 de 27/09/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/041105 de 12/04/2007



[1]



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA E MÉTODO PARA TRATAMENTO DE MATERIAIS DE MADEIRA**".

CAMPO TÉCNICO

5 A presente invenção refere-se a métodos e sistemas para tratamento de materiais de madeira.

ANTECEDENTES

10 Materiais de madeira, incluindo painéis de madeira, engradados, estrados e calços de estiva, são comumente usados para transporte e empacotamento. Materiais de madeira podem ser tratados para sanitizar a madeira e eliminar bactérias, mofo, fungos, levedo, esporos, insetos e outros organismos biológicos que possam estar presentes na madeira. Os presentes métodos de tratamento, contudo, podem consumir energia excessiva e também podem secar os materiais de madeira.

SUMÁRIO

15 Em geral, um material de madeira pode ser tratado para sanitizar e de outro modo eliminar pestes, incluindo bactérias, mofo, fungos, levedo, esporos, insetos e outros organismos biológicos, através de tratamento térmico dos materiais de madeira sob pressão reduzida.

20 Em um aspecto, um método de tratamento de um material de madeira inclui aplicação de vapor e vácuo ao material de madeira durante um período de tempo eficaz para aquecer o material de madeira para um temperatura de pelo menos 56°C. A temperatura do material de madeira pode ser mantida a 56°C durante um período de contenção. O período de contenção pode ser pelo menos 30 minutos.

25 Em determinadas circunstâncias, o método pode incluir redução de pressão em um vaso contendo o material de madeira. Em outras circunstâncias, o método pode incluir aquecimento do material de madeira em uma primeira temperatura durante um primeiro período de tempo e aplicação de vapor e vácuo inclui aquecimento do material de madeira em uma segunda
30 temperatura. As primeira e segunda temperaturas podem ser substancialmente diferentes. Por exemplo, a primeira temperatura pode ser substancialmente menor do que a segunda temperatura ou o período de tempo eficaz

pode ser substancialmente mais longo do que o primeiro período de tempo. O método pode incluir aplicação de uma quantidade eficaz de ozônio ao material de madeira. O método pode incluir aquecimento do material de madeira durante um período de tempo predeterminado em um vaso em uma temperatura predeterminada. O período de tempo eficaz pode ser pelo menos 20 minutos e menos do que 240 minutos. Um período de tempo eficaz também pode ser 60 minutos e menos do que 200 minutos. Determinadas circunstâncias, o período de tempo eficaz pode ser pelo menos 150 minutos e menos de 180 minutos. O vapor pode ter uma temperatura de menos de 100 graus e menos de 90 graus. Em determinadas circunstâncias, o vapor pode ter uma temperatura de mais de 60 graus.

Em outro aspecto, um método de fabricação de um sistema de tratamento de madeira inclui obtenção de um vaso, conexão do vaso a um gerador de vapor e conexão do vaso a um controlador configurado para aplicar vapor e vácuo a um material de madeira.

Em outro aspecto, um sistema de tratamento de madeira inclui um vaso e um controlador configurado para aplicar vapor e vácuo a um material de madeira.

O controlador pode ser configurado para aplicar vapor e vácuo a um material de madeira. O controlador pode ser configurado para reduzir a pressão no vaso. O controlador pode ser configurado para manter a temperatura do material de madeira a 56°C durante um período de contenção. O período de contenção pode ser pelo menos 30 minutos. O controlador pode ser configurado para aplicar vapor em uma temperatura de menos de 100°C, menos de 90°C ou mais do que 60°C ou combinações dos mesmos. A pressão no sistema pode oscilar de pelo menos 5 Kpa (50 mBar) e menos de 70 Kpa (700 mBar) durante tratamento. Em um vácuo, uma pressão de pelo menos 5 Kpa (50 mBar) e menos de 25 Kpa (250 mBar) pode ser produzida e, durante vaporização, a pressão pode ser pelo menos 20 Kpa (200 mBar) e menos de 70 Kpa (700 mBar).

O material de madeira pode ser um painel de madeira, estrutura de madeira, engradado, calços de estiva ou outro objeto de madeira.

Detalhes são apresentados nos desenhos em anexo e na descrição abaixo. Outras características, objetivos e vantagens serão evidentes a partir da descrição e desenhos e das reivindicações.

DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

5 A figura 1 é um diagrama esquemático representando um sistema de tratamento de madeira.

A figura 2 é um gráfico representando curvas de temperatura durante tratamento de madeira com vapor.

10 A figura 3 é um gráfico representando curvas de temperatura durante tratamento de madeira com vapor e ozônio.

A figura 4 é um esquema representando as curvas de temperatura de vapor e um material de madeira.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Um método de tratamento de materiais de madeira pode incluir aplicação de vapor e vácuo a um material de madeira. Um sistema de tratamento de madeira pode incluir um vaso para contenção da madeira, um gerador de vapor e um controlador configurado para aplicar vapor e vácuo ao material de madeira. Aplicação de vapor e vácuo pode ser conduzida durante um período de tempo eficaz, de modo que a temperatura interna do material de madeira atinge pelo menos 56 °C. A temperatura pode ser mantida a 56°C durante um período de contenção. Um período de contenção pode ser pelo menos 30 minutos. O tratamento térmico dos materiais de madeira pode proteger os materiais de madeira propensos à degradação por bactérias, mofo, fungos, levedo, esporos, insetos e outros organismos biológicos. A duração total de tratamento pode ser pelo menos 20 minutos e menos de cerca de 240 minutos. O período de tempo eficaz pode também ser pelo menos 60 minutos e menos de 200 minutos. Um período de tempo eficaz também pode ser pelo menos 150 minutos e menos de 180 minutos. A faixa pode incluir um período de tempo eficaz requerido para aquecer o material de madeira para 56°C e o tempo de contenção para manter a temperatura do material de madeira a 56°C. Materiais de madeira podem incluir por exemplo, painéis de madeira, engradados, estrados e calços de estiva, tais

como aqueles que podem ser usados para fins de comércio, transporte e empacotamento. Painéis de madeira, engradados, estrados e calços de estiva são, freqüentemente, escolhidos como materiais de empacotamento para trânsito internacional porque eles têm um custo mais eficaz do que outros materiais de não madeira, mesmo quando o custo do tratamento da madeira é considerado.

A United States and the International Plant Protection Convention (IPPC) estabeleceu restrições para cessar a introdução de pestes estranhas em virtude de surtos de peste trazidas por empacotamento de transporte. Vários países também estabeleceram restrições para materiais de empacotamento de madeira. A norma da IPPC (ISPM 15) e as regulamentações norte-americanas requerem tratamento de madeira através de tratamento térmico ou fumigação com brometo de metila. Tratamento térmico pode ser preferido em virtude das preocupações ambientais causadas pelo brometo de metila usado para fumigar o material de empacotamento. Para tratamento térmico, o material de madeira deve ser aquecido, no núcleo, para 56°C durante 30 minutos. No momento, a maioria dos métodos, incluindo ar aquecido e vapor superaquecido, tendem a secar a madeira, reduzindo sua qualidade ou falhando em aquecer o núcleo do material de madeira eficazmente. Além disso, os presentes métodos de secagem de madeira consomem energia desnecessária em virtude das altas temperaturas de operação ou longos tempos de operação. Assim, há uma necessidade de um método eficaz, energia-eficiente para tratamento de materiais de madeira, particularmente estrados de madeira e painéis de madeira, ao núcleo sem secar excessivamente a madeira, diminuindo sua qualidade.

Um processo de tratamento térmico para materiais de madeira pode incluir a sujeição de um material de madeira em um vaso a uma pressão reduzida, seguido pela introdução de vapor, o qual aquece o material de madeira. O interior do vaso pode, por fim, atingir uma temperatura de cerca de 80°C, condições as quais sanitizam o material de madeira. Pressão reduzida na faixa de pelo menos 5 Kpa (50 mbar) e menos de 70 Kpa (700 mBar) pode ser empregada. Um período de tempo eficaz pode ser pelo me-

nos cerca de 20 minutos e menos do que 240 minutos. Um período de tempo eficaz pode também ser pelo menos 60 minutos e menos do que 200 minutos. Além disso, um período de tempo eficaz pode ser pelo menos 150 minutos e menos de 180 minutos.

5 Em geral, aquecimento do material de madeira pode incluir colocação do material de madeira em um vaso ou outro recipiente e evacuação do vaso para uma pressão reduzida na faixa de cerca de 5 Kpa a 25 Kpa (50 a 250 mBar). Vapor é, então, introduzido e o calor é deixado permear o material de madeira durante um período de tratamento tipicamente entre 20 e
10 240 minutos durante o qual, na etapa de vaporização, a temperatura interna do material de madeira aumenta para aproximadamente entre 40 e 80°C. Um período de tempo eficaz também pode ser pelo menos 60 minutos e menos do que 200 minutos. Um período de tempo eficaz também pode ser pelo menos 150 minutos e menos de 180 minutos. O vaso pode, então, ser
15 evacuado, o vapor restante sendo simultaneamente extraído e condensado exterior ao recipiente. O procedimento pode ser repetido. Ao final do tratamento, o material de madeira é removido. Após um período de esfriamento apropriado, tempo durante o qual uma pequena quantidade de umidade residual evapora, o material de madeira pode ser preparado para embarque.

20 Cada etapa de tratamento com vapor pode ser de uma duração escolhida, a qual pode permitir que o interior do material de madeira atinja entre 40° e 80°C, com a temperatura do material de madeira aumentando com cada ciclo de vaporização. Uma temperatura interior final de pelo menos 56°C assegura conformidade com as normas IPPC (ISPM 15) e normas
25 norte-americanas. Monitoramento de temperatura do material de madeira pode ser conduzido usando sondas sensoras de temperatura, com o tempo da etapa de tratamento sendo orientado pela temperatura interior desejada do material de madeira. Alternativamente, a transferência de calor para o material de madeira pode ser julgada pela temperatura do vaso, sem a
30 necessidade de sensores de temperatura. Em outras circunstâncias, o tratamento térmico também pode ser durante um período de tempo pré-calculado, o qual pode ser descoberto experimentalmente, para aumentar a

temperatura interna do material de madeira para mais do que 56°C, mas sem exceder a 60°C. O cálculo pode resultar em conservação de energia e economia de custos, ao mesmo tempo em que ainda se conforma às normas da ISPM. O vácuo empregado pode estar em níveis de entre cerca de 5 e 25 Kpa (50 e 250 mbar), com o maior vácuo sendo, tipicamente, aplicado na etapa inicial de tratamento. Vácuos de 5, 10, 20, 50 Kpa (50, 100, 200, 500 mBar) para um processo com cinco ciclos podem ser aceitáveis, o vácuo servindo primariamente para facilitar a transferência de calor entra o vapor e o material de madeira. O tempo global de processo, incluindo etapas de tratamento e o tempo necessário para reevacuar a câmara entre as etapas de tratamento, pode ser da ordem de 20 a 240 minutos. Um período de tempo eficaz pode ser pelo menos 20 minutos e menos de 240 minutos. Um período de tempo eficaz também pode ser pelo menos 60 minutos e menos de 200 minutos. Um período de tempo eficaz também pode ser pelo menos 150 minutos e menos de 180 minutos.

O tratamento térmico pode ser aplicado ao material de madeira através de aumento sucessivo das temperaturas da fase vapor a partir de uma primeira temperatura durante um primeiro período de tempo para pelo menos um tratamento térmico subsequente durante um período de tempo eficaz. Se mais de um período de tempo está envolvido, uma temperatura de fase vapor de entre 40 e 80°C pode ser estabelecida em um primeiro período de tempo e entre 60 e 100°C em um outro ciclo durante um período de tempo eficaz. Aumentando o tempo de contenção em uma temperatura constante durante tratamentos térmicos subsequentes, os resultados também podem ser aperfeiçoados.

Quando de aplicação de vapor, a quantidade de água necessária para tratamento da madeira pode também ser reduzida em uma ordem de magnitude através de recirculação do líquido. O tratamento térmico e os resultados obtidos podem ser ainda aperfeiçoados de uma maneira simples repetindo um ciclo de vácuo e vapor pelo menos uma vez.

Água ou outros produtos químicos para tratamento de madeira podem ser fornecidos de recipientes dimensionados de acordo com o volu-

me do banho de líquido no vaporizador e os quais, junto com o vaporizador, formam um sistema no qual apenas líquido perdido é realimentado de fora, o líquido perdido sendo em virtude de umidade residual no material vaporizado e da evacuação.

- 5 A invenção ainda proporciona um sistema para realização do método acima também pode incluir um vaso, incluindo um vaporizador aquecido conectado a um suprimento de água e/ou produto químico e uma bomba a vácuo via controladores ou válvulas. Em pelo menos um recipiente, uma bomba e pelo menos duas válvulas são proporcionadas para o supri-
- 10 mento de líquido e/ou produto químico, as válvulas controlado a admissão de líquido e a descarga de líquido do vaporizador.

Uma variedade de sistemas de aquecimento podem ser usados. Um sistema pode ser fechado ou aberto. Sistemas de aquecimento de vapor incluindo um acumulador de vapor também podem ser usados.

- 15 Aplicação de vapor em uma pressão reduzida pode melhorar a taxa de transferência de calor para o material de madeira, permitindo que a temperatura interna do material de madeira eleve de modo relativamente rápido porque o vapor tem uma maior capacidade térmica do que o ar. Transferência de calor está teoricamente completa quando atinge uma tem-
- 20 peratura de 80°C. Transferência de calor pode ser acelerada através de redução de pressão para aproximadamente 10 Kpa (100 mBar) (vide figuras 2 e 3) e, então, aumento da temperatura tão rapidamente quanto possível para um valor predeterminado de aproximadamente 80°C após atingir um vácuo de 10 Kpa (100 mbar). Uma vez que o vapor tem uma pressão de saturação
- 25 de vapor de cerca de 45 Kpa (450 mbar) a 80°C, o diferencial de pressão é, então, $45 - 10 = 35$ Kpa ($450 - 100 = 350$ mbar), o que ajuda a forçar o calor para o material de madeira mais eficaz e rapidamente. Transferência de calor aperfeiçoada resulta em um aumento mais rápido na temperatura interna do
- 30 material de madeira. A pressão reduzida também assegura que energia é conservada porque o sistema pode operar em uma menor temperatura, desse modo, reduzindo a quantidade de energia que seria, de outro

modo, consumida.

Fazendo referência à **figura 1**, um sistema para realização do tratamento de madeira pode incluir um vaso **3**, o qual é configurado para conter o material de madeira, uma bomba a vácuo **9**, uma válvula de vácuo **18** e um gerador de vapor **11** com um controlador **20**. Um acumulador de vapor pode ser usado em conjunto com, ou em lugar de, um gerador de vapor. Um acumulador de vapor proporciona um método de armazenamento de vapor, de modo que ele pode ser liberado quando requerido e, desse modo, pode diminuir a energia de conexão, combustível e custo de manutenção. O controlador pode incluir uma válvula. Um controlador pode trocar a válvula de vácuo para abrir, de modo que um vácuo pode ser aplicado ao vaso. Da mesma forma, a válvula de vácuo pode permanecer fechada até que uma unidade de controle faça com que a válvula abra e um vácuo pode ser introduzido no vaso.

Os materiais de madeira podem ser colocados em um vaso em uma disposição que maximiza a exposição ao tratamento com vapor e vácuo. Por exemplo, os materiais de madeira podem estar soltos. Os materiais de madeira também podem estar suspensos. Os materiais podem ser depositados deitados ou ser dispostos sobre uma configuração de correia transportadora ou de rotação.

A entrada de vapor no vaso pode ser determinada por um dispositivo controlador, tais como válvulas ou aberturas de acesso de vapor, conforme descrito na Patente U.S. No. 5.291.757 e Patente U.S. No. 5.299.415, as quais são incorporadas aqui por referência.

Fazendo referência à **figura 2**, um método de tratamento de um material de madeira pode incluir o desenvolvimento de temperatura (em °C) e pressão (em Kpa (em mBar)) versus o tempo (em minutos) durante o tratamento. Em uma fase inicial, um primeiro vácuo de entre 5-25 Kpa (50 – 250 mBar) é produzido no vaso através de abertura da válvula de vácuo. Desse modo, o ar inicialmente retido no vaso é removido tanto quanto possível.

Em uma fase de vaporização, um ou mais ciclos de vaporização

durante o tempo podem ser realizados. Durante esse tempo, a válvula de vaporização pode ser aberta para encher o vaso com vapor. Após atingir a temperatura definida, a válvula de vapor pode ser fechada e a válvula de vácuo pode ser aberta para reduzir a pressão novamente para cerca de 20 Kpa (200 mBar) ou menos. Durante os períodos de vaporização, a pressão no vaso pode ser de aproximadamente 50 Kpa (500 mBar) e a temperatura pode ser de aproximadamente 80 °C. A pressão pode ser determinada pela pressão de vapor da água em uma temperatura de vaporização selecionada, a qual pode ser 80 °C. Assim, em geral, no processo de vapor e vácuo, pressão pode estar em uma faixa de 5 a 7 Kpa (50 a 700 mBar). Uma vez que a temperatura de vaporização é atingida, o período de tempo eficaz para aquecer o material de madeira pode oscilar entre 20 e 240 minutos. Um período de tempo eficaz também pode ser pelo menos 60 minutos e menos de 200 minutos. Um período de tempo eficaz também pode ser pelo menos 150 minutos e menos de 180 minutos. Um período de tempo eficaz pode ser o tempo necessário para aquecer o núcleo do material de madeira para pelo menos 56 graus C. Um tempo de contenção pode ser o tempo no qual uma temperatura específica é mantida.

Os ciclos de vaporização podem ser repetidos tão frequentemente quanto necessário para aquecer o núcleo dos materiais de madeira e a proporção de duração de vaporização e extração de vapor através de vácuo pode variar. A duração de um ciclo de vaporização pode ser determinada experimentalmente para manter a temperatura de um material de madeira em uma temperatura desejada com energia mínima. Por exemplo, após, o vapor ser aplicado sob pressão reduzida durante um período definido de tempo, o vapor pode ser desligado permitindo que a temperatura do vaso esfrie para atingir 60°C. Enquanto a temperatura do vaso se aproxima de 60°C, a temperatura do material de madeira se aproxima ou permanece em 56°C. Aquecendo os materiais de madeira dessa maneira, energia mínima é usada. A temperatura necessária do vaso e a duração de vaporização podem ser calculadas e aplicadas para aquecer o material de madeira com energia mínima. A temperatura e o período de tempo podem variar, depen-

dendo das características térmicas do sistema, tais como isolamento, tempo necessário para estabelecimento da pressão reduzida e taxa de evaporação, por exemplo.

Fazendo referência à **figura 3**, um processo generalizado é mostrado, com uma fase de ozonização opcional. A fase de vaporização pode ser seguida pela fase de ozonização, a qual pode levar aproximadamente 5 minutos e durante a qual a pressão no vaso pode atingir a pressão ambiente (100 Kpa (1 Bar)). O vaso pode ser enchido com um gás contendo ozônio a partir do reservatório de ozônio através de abertura de uma válvula de suprimento de ozônio. Um gerador de ozônio pode ser usado para suprir o reservatório de ozônio com um gás contendo ozônio. Um período de tempo eficaz pode ser escolhido para fornecer uma quantidade eficaz de ozônio. O período de tempo pode ser escolhido entre cerca de 3 minutos a cerca de 24 horas. Se geradores de ozônio de um tamanho razoável não são capazes de proporcionar os volumes necessários de ozônio em apenas uns poucos minutos com esforços razoáveis, o tempo entre as fases de ozonização pode ser usado para enchimento do reservatório de ozônio usando um gerador de ozônio com uma taxa de produção inferior. À medida que a pressão no vaso se aproxima de aproximadamente 50 Kpa (500 mBar) ou menos, o ozônio pode ser extraído para o material de madeira. Ozônio pode ser fornecido por uma fonte de gás ou um gerador de ozônio. Um gerador de ozônio pode ter sua própria fonte de gás ou pode usar uma descarga de barreira dielétrica. Uma fonte de gás pode produzir uma corrente de gás com elevada concentração de ozônio para o reservatório de ozônio. O ozônio pode ser purgado com um gás de purgação e de composto. Uma fonte de gás de purgação pode ser incluída no sistema.

Ciclos de vaporização podem também ser realizados após um ciclo de ozonização. Especificamente, etapas de ozonização podem ser precedidas por um período de pressão reduzida durante o qual a pressão dentro do vaso é diminuída para uma pressão de pelo menos 5 Kpa (50 mBar) e menos de 5 Kpa (700 mBar).

A fase de ozonização pode ser seguida por uma fase de purga-

ção. A válvula de purgação pode ser aberta e uma gás de purgação, tal como ar purificado ou oxigênio, por exemplo, pode ser fornecido pela fonte de gás até que um sensor de ozônio indique que o vaso pode ser seguramente aberto. Após o ciclo de ozonização, a fase de vapor e vácuo pode também ser repetida.

Fazendo referência à **figura 4**, o gráfico representa as curvas de temperatura de sensores de temperatura em um material de madeira plotadas junto com a temperatura do vapor usado para o tratamento. Nesse exemplo, a temperatura de vapor pode ser menos do que 100°C. A temperatura de vapor também pode ser menos do que 90°C. A temperatura de vapor pode ser maior do que 60°C. Aplicação de vapor e vácuo pode ser realizada durante um período de tempo eficaz entre 20 e 240 minutos. Um período de tempo eficaz também pode ser pelo menos 60 minutos e menos de 200 minutos. Um período de tempo eficaz pode também ser pelo menos 150 minutos e menos de 180 minutos.

Aplicação de vapor e vácuo a um material de madeira obtém uma série de vantagens surpreendentes. Primeiro, a despeito da natureza relativamente compacta dos materiais de madeira, tais como ripas ou estrados de madeira, o vapor realiza uma transferência eficiente de calor para o material de madeira. A maior capacidade térmica do vapor, comparado com aquela do ar aquecido, permite um processo de transferência de calor mais rápido e mais eficiente quanto à energia, o qual proporciona benefícios econômicos e ambientais. No contexto de um vácuo e pressão reduzida, esse benefício é ainda enfatizado porque uma menor temperatura de vapor pode ser usada, desse modo, usando menos calor e melhorando a eficiência de energia. Geralmente, a duração de aplicação de vapor e vácuo pode ser adaptada ao requisito real, tal como o tipo, densidade e espessura do material a ser tratado, por exemplo. Aplicação de vapor em uma pressão reduzida pode melhorar a taxa de transferência de calor para o material de madeira, permitindo que a temperatura interna do material de madeira eleve de modo relativamente rápido porque o vapor tem uma maior capacidade térmica do que o ar. A transferência de calor está teoricamente completa quando atinge

uma temperatura de 80°C. A transferência de calor pode ser acelerada através de redução da pressão para aproximadamente 10 Kpa (100 mBar) (vide figuras 2 e 3) e, então, aumento da temperatura tão rapidamente quanto possível para um valor predeterminado de aproximadamente 80°C após atingir um vácuo de 10 Kpa (100 mbar). Uma vez que o vapor tem uma pressão de saturação de vapor de cerca de 45 Kpa (450 mbar) a 80°C, o diferencial de pressão é, então, $45-10=35$ Kpa ($450-100 = 350$ mbar), o que ajuda a forçar a energia do vapor no material de madeira mais eficaz e rapidamente.

Aplicação de vapor e vácuo no contexto de pressão reduzida tem a vantagem surpreendente de sanitização, ao mesmo tempo em que mantém a qualidade dos materiais de madeira. Por exemplo, em uma pressão reduzida de pelo menos 50 mBar e menos de 70 Kpa (700 mBar), temperaturas de vapor de menos de 100 °C podem ser aplicadas. Conforme as Figuras 2-5 indicam, a pressão reduzida do sistema permite uma temperatura de vapor de menos de 100°C dentro do vaso. Além disso, sob pressão reduzida, uma temperatura de vapor de menos 90°C também pode ser aplicada. A pressão reduzida também permite que uma temperatura de vapor de aproximadamente 80°C seja aplicada. Surpreendentemente, quando de colocação de sensores de temperatura no material de madeira, a temperatura interna do material de madeira pode ser levada a atingir pelo menos 56°C, enquanto que a temperatura do vaso permanece em menos de 100°C. A pressão reduzida, portanto, permite que a temperatura interna do material de madeira atinja pelo menos 56°C, em conformidade com os requisitos impostos pelas Regulamentações de Empacotamento Norte Americanas e a norma de fitossanitarização da ISPM, por exemplo, sem exceder a 100°C. Como um resultado, o material de madeira pode ser sanitizado e tratado sem secagem excessiva e diminuição da qualidade do material de madeira.

O material de madeira pode estar solto e submetido à pressão reduzida no vaso, de modo que uma diferença de pressão é formada entre o interior do material de madeira e o vaso circundante. A diferença de pressão faz com que o calor seja transferido para o material de madeira, acionada pela diferença de pressão entre o núcleo do material de madeira e o exterior

do material de madeira.

O vapor pode ter uma temperatura de mais de 60°C. O vapor também pode ter uma temperatura de menos de 100°C ou menos de 90°C. O vapor também pode ter uma temperatura de aproximadamente 80°C. O vapor pode ser aplicado em uma pressão igual à pressão de vapor da água na temperatura de vaporização, a qual é cerca de 50 Kpa (0,5 Bar). Uma pressão na faixa de pelo menos 50 mBar e menos de 70 Kpa (700 mBar) também pode ser usada.

A aplicação de vapor e vácuo pode permitir que a temperatura interna do material de madeira obtenha uma temperatura de aquecimento de pelo menos 56°C. Com tratamento suficiente, a temperatura interna do material de madeira pode atingir entre 60-80°C. Nessa temperatura, a maioria das pestes biológicas, incluindo bactérias, mofo, esporos, insetos e fungos, podem ser eliminadas.

O material de madeira também pode ser tratado com vapor e vácuo durante pelo menos um período de tempo. Se mais de um período de tempo está envolvido, uma temperatura da fase vapor de entre 40 e 80°C pode ser estabelecida em um primeiro período de tempo e entre 60 e 100 °C em um outro ciclo durante um período de tempo eficaz.

Por exemplo, em um primeiro período de tempo, o material de madeira pode ser aquecido em uma primeira temperatura e, em um segundo período de tempo, o material de madeira pode ser aquecido em uma segunda temperatura. As primeira e segunda temperaturas podem ser substancialmente diferentes.

O processo de aplicação de vapor e vácuo ao material de madeira pode ser realizado em um vaso, o qual pode estar conectado a um gerador de vapor. Um gerador de vapor pode incluir um vaporizador. Um gerador de vapor pode incluir um acumulador de vapor. Vaporizadores adequados são conhecidos na técnica. Por exemplo, um vaporizador pode ser projetado para utilizar recirculação forçada, conforme ensinado na Patente U.S. No. 6.904.903, a qual é aqui incorporada por referência. Vaporizadores podem incluir uma caldeira cilíndrica passível de fechamento por uma cobertura em

pivô. Dentro do vaporizador, um banho de água pode gerar vapor por meio de um dispositivo de aquecimento e o tratamento térmico apropriado do material introduzido. Em outras circunstâncias, um vácuo pode ser gerado para permitir que o calor acesse melhor o material, tal como através de eliminação de bolsas de ar, para assegurar uma atmosfera de vapor ótima.

Um acumulador de vapor pode ser incluído em um método e sistema de tratamento de madeira. Um acumulador de vapor proporciona um método de armazenamento de energia, de modo que ela pode ser liberada como vapor conforme requerido e, desse modo, pode diminuir os custos com energia de conexão, combustível e manutenção.

Em um exemplo, ar pode ser evacuado durante uma fase de aquecimento inicial. Energia, a qual pode ser aplicada como energia elétrica, pode aquecer a água, por exemplo, para aproximadamente 180°C, a 1000 Kpa (10 bar), em um sistema fechado de energia armazenada. Sob pressão reduzida, a água pode entrar em ebulição e energia é armazenada na forma de vapor. O vapor pode, em si, acionar o ar para fora do acumulador. Um sistema de tratamento de madeira pode incluir um controlador. O controlador pode incluir um deculador. Um deculador pode ser proporcionado para forçar qualquer ar no acumulador de vapor para fora. O deculador pode incluir uma válvula, a qual é configurada para abrir à medida em que ar está sendo forçado para fora do acumulador e fechar quando apenas vapor permanece. O deculador pode ser configurado para ser à prova de vazamentos.

Em outro exemplo, um vácuo pode ser aplicado para remover qualquer ar restante no acumulador. Um controlador pode assegurar que o vaso não se abra ou vaze durante uma fase de vaporização ou vácuo.

Um acumulador de vapor pode ser usado em lugar de ou em conjunto com um banho de água. Um acumulador de vapor proporciona um método de armazenamento de energia de modo que ele pode ser liberado como vapor quando requerido e, desse modo, pode diminuir os custos de energia de conexão, combustível e manutenção. Acúmulo de vapor é o processo de armazenamento de energia excedente produzida nos momentos de baixa demanda para subsequente liberação para ir de encontro aos re-

quisitos do consumidor em momentos de alta demanda. Quando a demanda de vapor de um sistema é baixa e o acumulador é capaz de gerar mais vapor do que é requerido, a energia excedente pode emitir uma massa de água armazenada sob pressão, resultando em transferência de energia. A

5 água armazenada pode aumentar de temperatura até que finalmente obtenha a temperatura de saturação para a pressão na qual o acumulado está operando. O vaso pode ser configurado para ter um suprimento uniforme de vapor saturado. Quanto maior a queda na pressão, menor o vaso requerido, o que pode diminuir os custos do sistema, ao mesmo tempo em que proporciona uma maior capacidade de armazenamento. O acumulador de vapor

10 pode ser aplicado em várias temperaturas. Por exemplo, o acumulador de vapor pode ser aquecido para 180°C a 1000 Kpa (10 bar) antes que o material de madeira seja aquecido. Quando o material de madeira é aquecido, a temperatura e pressão no vaso podem ser reduzidas para 80° C e 47 Kpa

15 (470 mbar). A diferença na entalpia pode promover transferência de calor para o material de madeira. Vários tamanhos e designs de acumuladores de vapor asseguram que uma taxa de fluxo desejada é obtida. Acumuladores de vapor estão disponíveis, por exemplo, da David Oakland Associates no Reino Unido.

20 Em um exemplo, o vaporizador pode ser carregado com o material a ser tratado. Na próxima etapa, uma bomba a vácuo pode ser ligada até que um vácuo de pelo menos 10 Kpa (100 mbar) tenha sido gerado no vaporizador. A bomba pode, então, ser desligada. A válvula de alimentação para água ou um suprimento químico pode, então, ser aberta e um volume prede-

25 terminado de líquido é admitido no vaporizador para formar um banho de líquido. O banho de líquido e a fase vapor podem ser formados quando aquecidos para uma temperatura predeterminada. Após o material de madeira a ser tratado ter sido mantido durante um tempo predeterminado na fase de vapor saturado, o líquido é bombeado do vaporizador em um recipiente. A

30 bomba a vácuo pode, então, ser reativada. Após um período de evacuação, resfriamento e secagem pré-selecionado, a bomba a vácuo pode ser desligada e ar ambiente pode ser admitido no vaporizador e o material de madei-

ra pode ser removido.

Um período de tempo eficaz para tratamento térmico pode ser pelo menos 20 e menos de 240 minutos para permitir que o material de madeira atinja uma temperatura de pelos menos 56°C. Um período de tempo eficaz pode também ser pelo menos 60 minutos e menos de 200 minutos. Um período de tempo eficaz também pode ser 150 minutos e menos de 180 minutos. Uma vez aquecida, a temperatura do material de madeira pode ser mantida em aproximadamente 56 graus c durante um tempo de contenção. O tempo de contenção pode ser pelo menos 30 minutos. Durante o período de tempo eficaz e o tempo de contenção, bactérias, mofo, fungos, levedo, esporos, insetos e outros organismos biológicos podem ser eliminados. Opционаlmente, os materiais de madeira podem ser submetidos a um tratamento com ozônio. Um período de tempo eficaz pode ser escolhido para fornecer uma quantidade eficaz de ozônio. O período de tempo pode ser escolhido entre cerca de 3 minutos a cerca de 24 horas. As etapas podem ser repetidas durante fases e ciclos adicionais de tratamento, dependendo do resultado desejado. Por exemplo, um período de vaporização adicional pode ser realizado para reduzir a quantidade de ar no vaso. Ciclos repetidos de vaporização de materiais têxteis são descritos nas Patentes U.S. Nos. 6.557.267 e 6.094.840, as quais são aqui incorporadas por referência.

Outras modalidades estão dentro do escopo das reivindicações a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de tratamento de um material de madeira compreendendo aplicação de vapor e vácuo ao material de madeira durante um período de tempo eficaz para aquecer o material de madeira para uma temperatura de pelo menos 56°C.
5
2. Método de acordo com a reivindicação 1, em que a aplicação de vapor inclui redução de pressão em um vaso contendo o material de madeira.
3. Método de acordo com a reivindicação 1, em que o material
10 de madeira é um painel de madeira, engradados, estrados e calços de estiva.
4. Método de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo aquecimento do material de madeira durante o período de tempo predeterminado em uma vaso em uma temperatura predeterminada.
- 15 5. Método de acordo com a reivindicação 1, em que a temperatura do material de madeira é mantida a 56°C durante um período de contenção.
6. Método de acordo com a reivindicação 5, em que o período de contenção é pelo menos 30 minutos.
- 20 7. Método de acordo com a reivindicação 1, em que o vapor tem uma temperatura de menos de 100 graus C.
8. Método de acordo com a reivindicação 1, em que o vapor tem uma temperatura de menos de 90°C.
9. Método de acordo com a reivindicação 8, em que o vapor de
25 uma temperatura de mais do que 60°C.
10. Método de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo aquecimento do material de madeira para uma primeira temperatura durante um primeiro período de tempo e aplicação de vapor e vácuo inclui aquecimento do material de madeira em uma segunda temperatura, em que
30 as primeira temperatura e segunda temperatura são substancialmente diferentes.
11. Método de acordo com a reivindicação 10, em que a primeira

temperatura é substancialmente menor do que a segunda temperatura.

12. Método de acordo com a reivindicação 10, em que o período de tempo eficaz é substancialmente menor do que o primeiro período de tempo.

5 13. Método de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo aplicação de uma quantidade eficaz de ozônio ao material de madeira.

14. Método de fabricação de um sistema de tratamento de madeira compreendendo obtenção de um vaso, conexão do vaso a um gerador
10 de vapor e conexão do vaso a um controlador configurado para aplicar vapor e vácuo a um material de madeira.

15. Método de acordo com a reivindicação 14, em que o controlador é configurado para reduzir a pressão no vaso.

16. Método de acordo com a reivindicação 14, em que o controlador é configurado para aplicar vapor em uma temperatura abaixo de 100°
15 C.

17. Método de acordo com a reivindicação 14, em que o controlador é configurado para aplicar vapor em uma temperatura abaixo de 90°C.

18. Método de acordo com a reivindicação 16, em que o controlador é configurado para aplicar vapor em uma temperatura abaixo de mais
20 de 60°C.

19. Sistema de tratamento de madeira compreendendo um vaso e um controlador configurado para aplicar vapor e vácuo ao material de madeira.

25 20. Sistema de acordo com a reivindicação 19, em que o controlador é configurado para reduzir a pressão no vaso.

21. Sistema de acordo com a reivindicação 19, em que o controlador é configurado para aplicar vapor em uma temperatura abaixo de 100°C.

30 22. Sistema de acordo com a reivindicação 19, em que o controlador é configurado para aplicar vapor em uma temperatura abaixo de 90°C.

23. Sistema de acordo com a reivindicação 19, em que o contro-

lador é configurado para aplicar vapor em uma temperatura abaixo de 60°C.

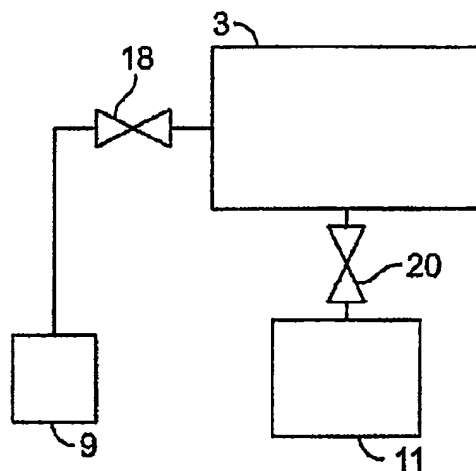


FIG. 1

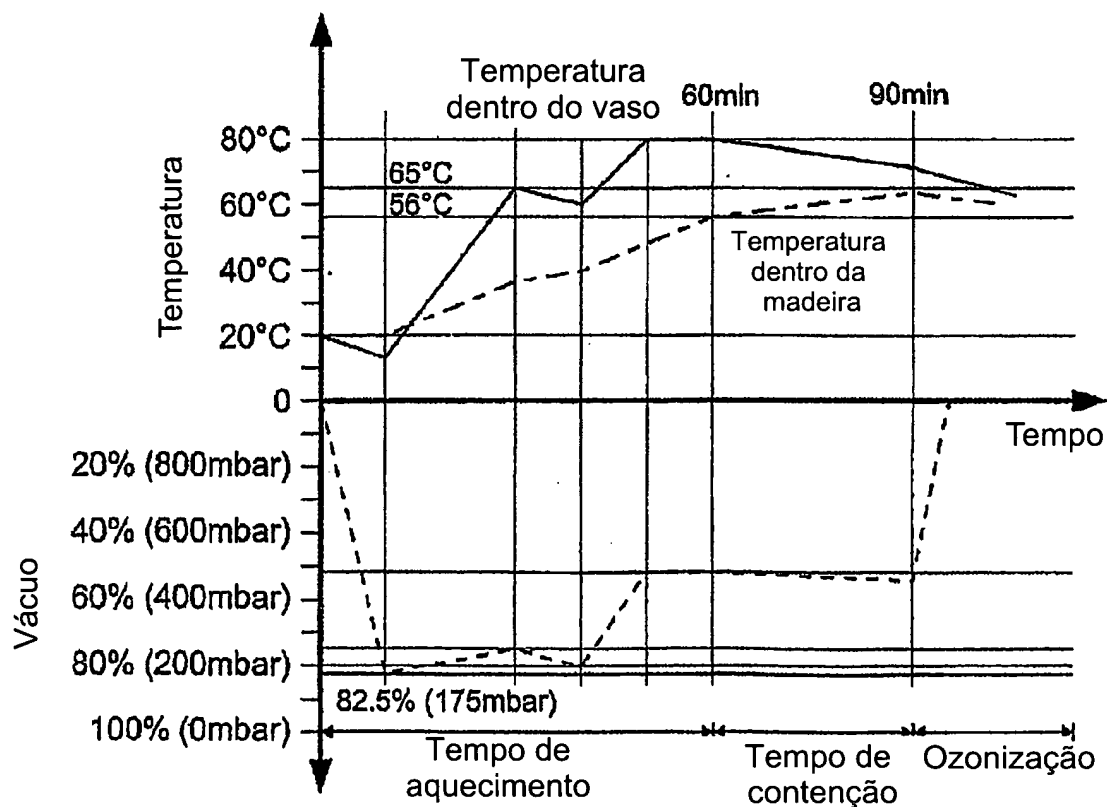


FIG. 2

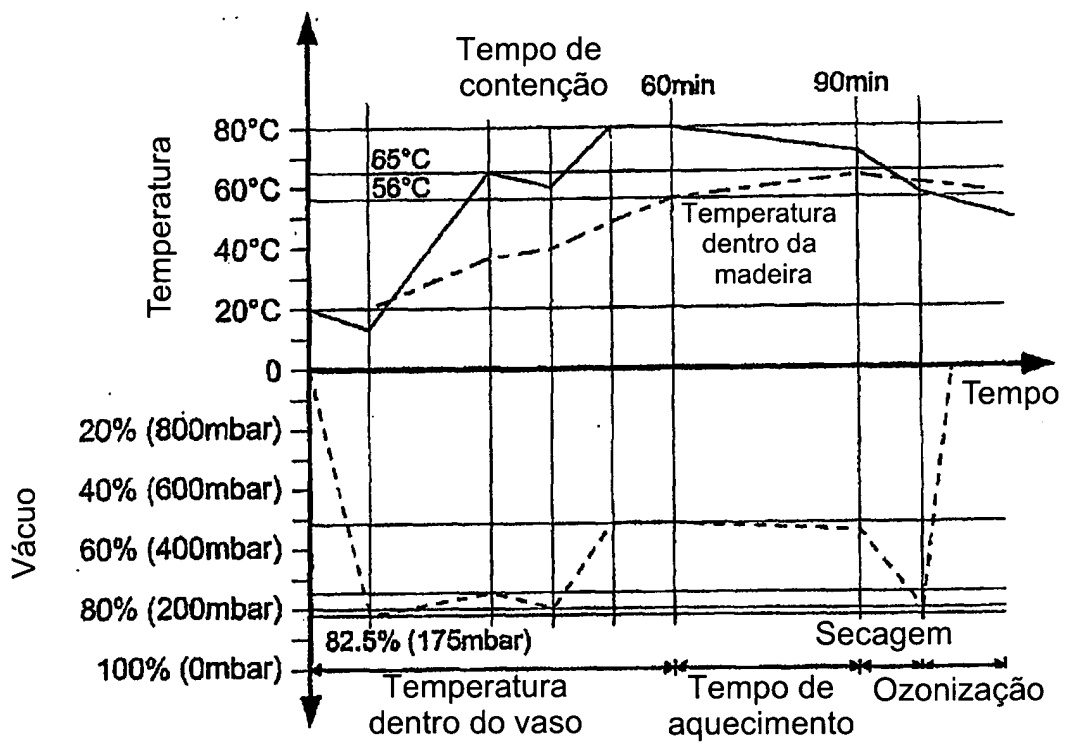


FIG. 3

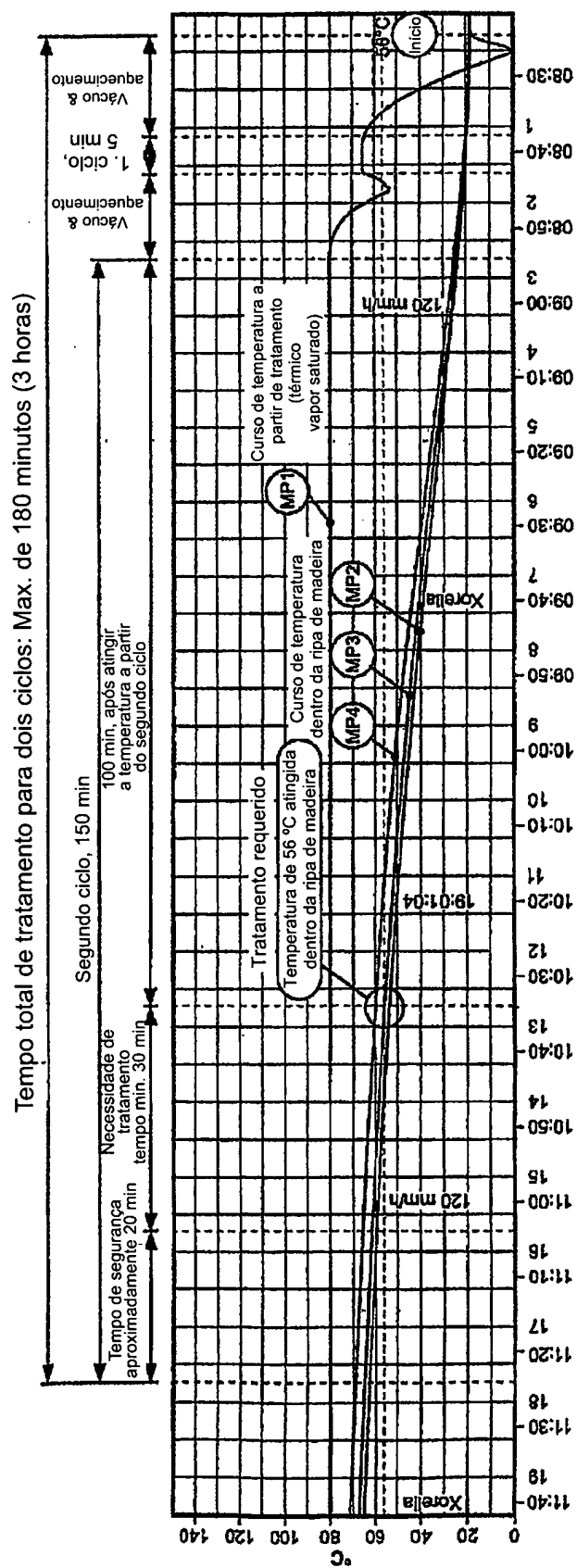


FIG. 4

PI 0616681-4

RESUMO

Patente de Invenção: **"SISTEMA E MÉTODO PARA TRATAMENTO DE MATERIAIS DE MADEIRA"**.

5 A presente invenção refere-se a um método para tratamento de um material de madeira que inclui aplicação de vapor e vácuo ao material de madeira.