



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) BR 112014005018-0 B1**



**(22) Data do Depósito:** 02/09/2012

**(45) Data de Concessão:** 10/11/2020

---

**(54) Título:** MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UM PRODUTO

**(51) Int.Cl.:** C08L 79/02.

**(30) Prioridade Unionista:** 02/09/2011 GB 1115172.7.

**(73) Titular(es):** KNAUF INSULATION.

**(72) Inventor(es):** ROGER JACKSON; CARL HAMPSON; JAMES ROBINSON; BÉNÉDICTE PACOREL.

**(86) Pedido PCT:** PCT EP2012067044 de 02/09/2012

**(87) Publicação PCT:** WO 2013/030390 de 07/03/2013

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 28/02/2014

**(57) Resumo:** COMPOSIÇÃO AQUOSA DE LIGANTE, LIGANTE, MÉTODO DE PRODUÇÃO DE UMA COMPOSIÇÃO AQUOSA DE LIGANTE, MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UM PRODUTO, E, PRODUTO. A presente invenção se refere a uma composição aquosa de ligante à base de carboidrato, compreendendo um componente carboidrato e um componente amina, em que o componente carboidrato compreende um ou mais açúcares pentose, bem como a um método da sua produção.

## MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UM PRODUTO

[001] A presente invenção se refere a uma composição aquosa de ligante à base de carboidrato, compreendendo um componente carboidrato e um componente amina, em que o componente carboidrato compreende um ou mais açúcares pentose, bem como a um método da sua produção.

[002] Ligantes são úteis em geral na fabricação de artigos que são baseados em materiais não montados/não aglomerados ou apenas vagamente montados/aglomerados. Por exemplo, ligantes são amplamente utilizados na produção de produtos compreendendo fibras consolidadas, por exemplo, na forma de composições de ligantes com termocura que são curados com tratamento térmico. Exemplos de tais composições de ligantes termocurados incluem uma variedade de fenol-aldeídos, ureia-aldeídos, melamina-aldeídos e outros materiais de polimerização por condensação, como as resinas furano e poliuretano. Composições de ligantes à base de fenol-aldeído, resorcinol-aldeído, fenol/aldeído/ureia, fenol/melamina/ureia, etc., são frequentemente usadas para ligação de fibras, têxteis, plásticos, borrachas, podendo incluir outros materiais.

[003] As indústrias de lã mineral e placas de fibra historicamente têm usado um ligante defenol-formaldeído nos seus produtos. Ligantes de fenol-formaldeído proporcionam as propriedades adequadas para os produtos finais, estão prontamente disponíveis e são fáceis de processar. No entanto, considerações ambientais levaram ao desenvolvimento de sistemas de ligantes alternativos, tais como ligantes à

base de carboidratos, que são obtidos, por exemplo, por reação de um carboidrato com um ácido multiprótico (cf. documento WO 2009/019235), ou como produtos de esterificação obtidos pela reação de um ácido policarboxílico com um poliol (cf. documento US 2005/0202224). Porque estes ligantes alternativos não são baseados em formaldeído como um reagente, eles foram referidos coletivamente como "ligantes isentos de formaldeído".

[004] Recentemente, ligantes que são obtidos como produtos de reação de um componente amina e um açúcar redutor (ou uma carbonila não carboidrato) foram identificados como uma classe promissora de tais ligantes isentos de formaldeído (WO 2007/014236). Tais ligantes podem ser feitos através de uma reação de Maillard formando melanoidinas poliméricas que fornecem força de ligação suficiente.

[005] No entanto, além de evitar sistemas de ligantes que contêm reagentes ou produtos de reação menos desejáveis, tal como o formaldeído, é constantemente desejado um aumento na taxa de cura do ligante, reduzindo assim o tempo de produção e fazendo com que o ligante seja potencialmente útil em faixas de temperatura mais baixas.

[006] Em vista do exposto acima, existe uma necessidade de uma composição de ligante ambientalmente aceitável que ofereça ainda melhores taxas de cura, quando comparada com ligantes convencionais e, de preferência, que possa ser produzida utilizando materiais naturais renováveis.

[007] Consequentemente, o problema técnico subjacente a presente invenção é, portanto, proporcionar uma composição de ligante que se baseie principalmente em

recursos renováveis e que proporcione melhores taxas de cura, bem como um método para a produção da mesma.

[008] De acordo com a presente invenção, o problema técnico descrito acima é resolvido através do fornecimento de uma composição aquosa de ligante, compreendendo um componente carboidrato(a) e um componente amina (b), em que o componente carboidrato(a) compreende uma ou mais pentoses em uma quantidade total de 3% a 70% em massa, com base na massa do componente carboidrato total (a).

[009] De acordo com a presente invenção, a expressão "composição de ligante aquosa" não é especificamente restrita e inclui qualquer mistura de pelo menos os componentes ligantes acima mencionados (a) e (b) em água ou em um solvente contendo água. Tal mistura pode ser uma solução (parcial) de um ou mais dos referidos componentes ligantes, ou pode estar presente na forma de uma dispersão, tal como uma emulsão ou uma suspensão. De acordo com a presente invenção, o termo "aquoso" não está restrito apenas à água como solvente, mas também inclui solventes que são misturas que contêm água como um componente. De acordo com uma configuração preferida da presente invenção, a composição de ligante aquosa é uma solução ou uma suspensão.

[010] O teor de sólidos da composição de ligante aquosa acima pode, por exemplo, variar de 5% a 95% em massa, de 8% a 90% em massa, ou de 10% a 85% em massa, com base na massa da composição de ligante aquosa total. Em particular, o teor de sólidos da composição de ligante aquosa pode ser ajustado para se adequar a cada aplicação individual.

[011] Particularmente, quando utilizado como um

ligante para isolamento de lã mineral, o teor de sólidos da composição de ligante aquosa pode estar na faixa de 5% a 25% em massa, de preferência na faixa de 10% a 20% em massa, ou mais de preferência na faixa de 12% a 18% em massa, com base na massa da composição de ligante aquosa total. Particularmente quando utilizado como ligante para placas de madeira, o teor de sólidos da composição de ligante aquosa pode estar na faixa de 50% a 90% em massa, de preferência na faixa de 55% a 85% em massa, ou mais de preferência na faixa de 60% a 80% em massa, com base na massa da composição de ligante aquosa total.

[012] Aqui, a expressão "componente carboidrato" não é especificamente restrita e geralmente inclui um ou mais poli-hidroxi-aldeídos e/ou poli-hidroxi-cetonas e, especificamente inclui sacarídeos, tais como monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos, ou outros açúcares redutores. O componente carboidrato da presente invenção pode compreender um ou mais compostos de fórmula geral  $C_m(H_2O)_n$ , em que m e n podem ser iguais ou diferentes um do outro, mas também inclui derivados destes em que, por exemplo, são adicionados grupos amino (por exemplo, para gerar glicosaminas) ou são removidos átomos de oxigênio (por exemplo, para gerar desoxicarboidratos). Aqui, o termo "componente carboidrato" mencionado acima inclui ainda derivados de carboidratos que ocorrem naturalmente e derivados tais, que podem se formar durante a preparação do componente carboidrato (por exemplo, durante a celulólise).

[013] Além disso, neste documento a expressão "componente amina" não é especificamente restrita e geralmente inclui quaisquer compostos que atuam como uma

fonte de nitrogênio, que pode passar por uma reação de polimerização com o componente carboidrato da presente invenção.

[014] De acordo com uma configuração preferida da presente invenção, o componente amina é selecionado do grupo que consiste em proteínas, peptídeos, aminoácidos, aminas orgânicas, poliaminas, amônia, sais de amônio de um ácido policarboxílico monomérico, sais de amônio de um ácido policarboxílico polimérico e sais de amônio de um ácido inorgânico, ou qualquer combinação destes.

[015] O componente amina pode compreender um ou mais de: citrato de triamônio, sulfato de amônio, fosfato de amônio, incluindo mono-amônio fosfato e diamônio fosfato, dietilenotriamina, aminas alifáticas, incluindo 1,4-butanodiamina, 1,5-pentanodiamina, hexametilenodiamina, 1,7-heptanodiamina, 1,8-octanodiamina, 1,9-nonanodiamina, 1,10-decanodiamina, 1,11-undecanodiamina, 1,12-dodecanodiamina, 1,5-diamino-2-metilpentano, uma Jeffamine, uma poliamina, uma poliamina compreendendo dois ou mais grupos amina primários separados por um grupo alquila, particularmente um grupo alquila compreendendo pelo menos 4 átomos de carbono, um grupo heteroalquila, um grupo cicloalquila, um grupo heterocicloalquila, bem como derivados e combinações destes.

[016] Aqui, a expressão "amônio" não é especificamente restrita e, por exemplo, inclui compostos de fórmula geral  $[^+NH_4]_x$ ,  $[^+NH_3R^1]_x$ , e  $[^+NH_2R^1R^2]_x$ , em que x é um número inteiro de pelo menos 1 e  $R^1$  e  $R^2$  são cada um independentemente selecionados dentre alquila, cicloalquila, alquenila, cicloalquenila, heterociclila, arila e heteroarila.

[017] Além disso, de acordo com a presente invenção, o termo "pentose" não é especificamente restrito e inclui quaisquer carboidratos naturais e sintéticos contendo cinco átomos de carbono. De acordo com uma configuração da presente invenção, o termo "pentose" inclui os monossacarídeos xilose, arabinose, ribose, lixose, ribulose e xilulose, incluindo os seus estereoisômeros D e L, bem como qualquer combinação destes. Além disso, as pentoses da presente invenção também incluem derivados tais, que são formados, por exemplo, pela adição de um grupo amina (pentosaminas), pela remoção de um átomo de oxigênio (desoxipentoses), por reações de rearranjo, protonação ou desprotonação.

[018] De acordo com a presente invenção, uma ou mais pentoses estão presentes no componente carboidrato em uma quantidade total de 3% a 70 % em massa, com base na massa do componente carboidrato total (a). No entanto, a quantidade de tal uma ou mais pentoses pode ser ajustada, por exemplo, para obter melhores taxas de cura da composição de ligante e pode, por exemplo, estar na faixa de 3% a 65% em massa, 3% a 60% em massa ou 3% a 55% em massa, com base na massa do componente carboidrato total (a). De acordo com outro exemplo da presente invenção, a quantidade de tal uma ou mais pentoses pode estar na faixa de 5% a 70% em massa ou na faixa de 10% a 70% em massa, ou na faixa de 15% a 70% em massa, com base na massa do componente carboidrato total (a). No entanto, de acordo com outra configuração da presente invenção, a quantidade total da uma ou mais pentoses presente no componente carboidrato também pode ser de mais de 70% em massa, tal como mais de 80% em massa ou mais de 90% em massa.

Exemplos específicos incluem teores de pentose de 50% em massa ou menos, 45% em massa e menos, bem como 40% em massa ou menos.

[019] De acordo com outra configuração, a presente invenção se refere a uma composição de ligante tal como definida acima, em que o componente carboidrato (a) compreende ainda uma ou mais hexoses em uma quantidade total de 97% a 30% em massa, com base na massa do componente carboidrato total (a).

[020] De acordo com a presente invenção, a quantidade da tal uma ou mais hexoses pode se ajustada, por exemplo, para alcançar melhores taxas de cura da composição de ligante e pode, por exemplo, estar na faixa de 97% a 35% em massa, 97% a 40% em massa ou 97% a 45% em massa, com base na massa do componente carboidrato total (a). De acordo com outro exemplo da presente invenção, a quantidade da tal uma ou mais hexoses pode estar na faixa de 95% a 30% em massa, na faixa de 90% a 30% em massa, ou na faixa de 85% a 30% em massa, com base na massa do componente carboidrato total (a).

[021] De acordo com a presente invenção, o termo "hexose" não é especificamente restrito e inclui quaisquer carboidratos naturais e sintéticos que contenham seis átomos de carbono. De acordo com uma configuração da presente invenção, o termo "hexose" inclui os monossacarídeos alose, altrose, glicose, manose, gulose, idose, galactose, talose, frutose, psicose, sorbose, tagatose, incluindo os seus estereoisômeros De L, bem como qualquer combinação destes. Além disso, as hexoses da presente invenção também incluem derivados tais, que são formados, por exemplo, pela adição de um grupo amina (hexosaminas), pela remoção de um



átomo de oxigênio (desoxihexoses), por reações de rearranjo, protonação ou desprotonação. De acordo com uma configuração preferida da presente invenção, a hexose é ou inclui dextrose.

[022] De acordo com a presente invenção, a proporção de uma ou mais pentoses para uma ou mais hexoses pode ser ajustada, por exemplo, dentro das faixas mencionadas acima, a fim de alcançar melhores propriedades de cura ou aumentar o desempenho de ligação no produto final. No entanto, a tal proporção desejada de pentose(s) para hexose(s) depende do tipo e quantidade de tais frações de hexose e pentose no componente carboidrato do ligante definido acima.

[023] Além disso, em vista das considerações ambientais, as fontes de carboidratos que constituem o componente carboidrato (a) da composição de ligante conforme definido acima são, de preferência, fontes renováveis, tais como fontes à base de celulose presente em plantas (energéticas), produtos vegetais, madeira (cavacos), papel usado, resíduos de fábrica de papel, resíduos de cervejaria, casca de madeira, etc.

[024] Em outra configuração, a presente invenção se refere a uma composição de ligante conforme definida acima, em que a tal composição de ligante compreende ainda um componente aminoácido (c).

[025] Aqui, a expressão "componente aminoácido" não é especificamente restrita e inclui todos os aminoácidos naturais e sintéticos, bem como oligômeros destes, tais como peptídeos e polímeros destes, tais como proteínas. De acordo com a presente invenção, o componente aminoácido (c)

compreende um ou mais aminoácidos em uma quantidade de 1% a 25% em massa, de 2% a 20% em massa ou de 3% a 15% em massa, com base na massa total do teor de sólidos da composição de ligante conforme definida acima.

[026] Tal componente aminoácido (c) é adequado para melhorar ainda mais as propriedades da composição de ligante, por exemplo, no que diz respeito à facilidade de aplicação a um produto e/ou rigidez aumentada e/ou estabilidade de cor.

[027] De preferência, em vista das considerações ambientais, também os aminoácidos que constituem o componente aminoácido (c) da composição de ligante definida acima são obtidos a partir de fontes renováveis, tal como fontes à base de celulose presentes em plantas (energéticas), produtos vegetais, madeira, papel usado, resíduos de fábrica de papel, etc.

[028] A composição de ligante definida acima pode ser curada por uma variedade de tecnologias conhecidas no estado da técnica, tal como a aplicação de calor, irradiação, adição de iniciadores de cura, etc. De acordo com outra configuração, a presente invenção se refere a um ligante obtenível pelo aquecimento da composição de ligante conforme definida acima.

[029] De acordo com outro aspecto, a presente invenção se refere a um método de produção de uma composição de ligante aquosa, compreendendo um componente carboidrato (a) e um componente amina (b), em que o componente carboidrato (a) compreende uma ou mais pentoses em uma quantidade total de 3% a 70% em massa, com base na massa do componente carboidrato total (a), em que o método compreende

as etapas de: (i) hidrólise de uma ou mais fontes de carboidratos à base de celulose, (ii) isolamento dos carboidratos da uma ou mais fontes de carboidratos à base de celulose hidrolisada, (iii) utilização dos carboidratos isolados da uma ou mais fontes de carboidratos à base de celulose de modo a formar um componente carboidrato (a), compreendendo uma ou mais pentoses em uma quantidade total de 3% a 70% em massa, com base na massa do componente carboidrato total (a) e (iv) adição de um componente amina (b).

[030] De acordo com o método da presente invenção, as expressões "componente carboidrato", "componente amina", "componente aminoácido", "pentose(s)" e "hexose(s)" são conforme definido acima.

[031] Além disso, a expressão "hidrólise" utilizada aqui não é especificamente restrita e se refere em geral a todas as reações químicas e físico-químicas que geram compostos carboidratos a partir de uma fonte de carboidratos à base de celulose. Por exemplo, a expressão "hidrólise" inclui o tratamento com calor/pressão, tratamento com ácido e/ou base, tratamento enzimático ou tratamento com catalisadores sintéticos, bem como a hidrólise com cloreto metálico, por exemplo, a hidrólise usando cloreto de zinco ou cloreto de cálcio, bem como qualquer combinação destes. O processo de "hidrólise" da fonte de carboidratos à base de celulose pode ser realizado em um único processo ou pode conter uma sequência de processos. Por exemplo, uma fonte de carboidratos à base de celulose pode ser hidrolisada por tratamento com um ácido, ou pode ser hidrolisada por uma combinação de tratamento enzimático e um tratamento com ácido

subsequente.

[032] De acordo com uma configuração, a presente invenção se refere a um método tal como definido acima, em que a etapa (i) de hidrólise de uma ou mais fontes de carboidratos à base de celulose compreende independentemente o tratamento com calor/pressão, enzimático e/ou o tratamento com ácido e/ou a hidrólise com cloreto metálico de cada uma das tais uma ou mais fontes de carboidratos à base de celulose.

[033] Aqui, a expressão "fonte de carboidratos à base de celulose" não está especificamente restrita e inclui qualquer material natural ou sintético, ou mistura de materiais, que contém celulose ou derivados de celulose. Neste contexto, o termo "celulose" não é especificamente restrito e não se refere apenas à celulose como tal, mas também inclui quaisquer outros oligômeros e polímeros de carboidratos que ocorrem na biomassa vegetal, tal como a hemicelulose ou seus derivados. O termo "celulose" inclui ainda quaisquer produtos de degradação resultantes da celulólise natural e sintética, tal como celodextrinas, bem como poli e oligossacarídeos de peso molecular mais baixo. Tipicamente, uma fonte carboidratos à base de celulose irá conter uma variedade de diferentes polímeros de carboidrato. Por exemplo, a maioria das biomassas vegetais contém lignocelulose compreendendo uma mistura de celulose e hemicelulose.

[034] De acordo com a presente invenção, a etapa de isolamento dos carboidratos da uma ou mais fontes de carboidratos à base de celulose hidrolisadas não está especificamente limitada e inclui qualquer tratamento químico

ou físico para obter uma composição contendo um ou mais carboidratos. Por exemplo, o termo "isolamento" pode incluir uma simples etapa de separação de sólidos, tais como fibras vegetais, da mistura da reação de hidrólise para a obtenção de uma solução de carboidratos compreendendo um ou mais carboidratos. Por outro lado, a etapa de "isolamento" pode incluir uma combinação de uma variedade de técnicas, tais como filtração, centrifugação, cristalização, precipitação, remoção do solvente por evaporação, etc., a fim de obter uma composição contendo carboidrato que tem uma pureza ou constituição desejadas.

[035] De acordo com a presente invenção, as etapas de hidrólise e isolamento do método tal como definido acima pode, de preferência, ser ajustada - considerando o tipo e a quantidade de carboidratos à base de celulose a ser hidrolisada - para se obter uma fração de carboidratos, compreendendo uma ou mais pentoses na quantidade necessária para se preparar prontamente a composição de ligante da presente invenção. Por exemplo, dependendo das fontes de carboidratos à base de celulose, as etapas de hidrólise de tais fontes e isolamento dos carboidratos assim obtidos podem ser ajustadas para se obter prontamente uma solução aquosa do tal componente carboidrato (a) compreendendo 3% a 70% em massa de uma ou mais pentoses, com base na massa do componente carboidrato total presente na referida solução aquosa. De acordo com outro exemplo da presente invenção, uma solução aquosa de um componente carboidrato (a) compreendendo 3% a 65% em massa, 3% a 60% em massa ou 3% a 55% em massa de uma ou mais pentoses, com base na massa do componente carboidrato total (a), pode ser obtida depois das etapas de

hidrólise e isolamento do método definido acima. De acordo com outro exemplo da presente invenção, a quantidade da tal uma ou mais pentoses do referido componente carboidrato (a) presente na solução aquosa obtida após as etapas de hidrólise e isolamento mencionadas acima pode estar na faixa de 5% a 70% em massa, na faixa de 10% a 70% em massa ou na faixa de 15% a 70% em massa, com base na massa do componente carboidrato total (a) presente na tal solução aquosa. Outros exemplos do teor de pentose na tal solução aquosa do tal componente carboidrato (a) obtido nas etapas de hidrólise e isolamento mencionadas acima incluem 50% em massa ou menos, 45% em massa ou menos e 40% em massa ou menos.

[036] No método da presente invenção, a etapa de utilização dos carboidratos isolados da uma ou mais fontes de carboidratos à base de celulose para formar um componente carboidrato não está especificamente restrita e inclui quaisquer técnicas adequadas para se chegar a uma composição de carboidratos desejada constituindo o componente carboidrato (a) conforme definido acima. Por exemplo, o componente carboidrato pode ser formado pela utilização de misturas de carboidratos, por exemplo, como uma mistura sólida ou na forma de uma solução ou dispersão, obtida após a etapa de isolamento como tal, ou pode ser formado através da combinação de duas ou mais misturas de carboidratos obtidas a partir da hidrólise da celulose. De acordo com a presente invenção, a etapa de utilização dos carboidratos isolados a partir da uma ou mais fontes de carboidratos à base de celulose para formar um componente carboidrato inclui também o caso em que um ou mais carboidratos são adicionados à mistura de carboidratos obtida após a hidrólise da celulose e

isolamento doscarboidratos. Por exemplo, uma mistura de carboidratos obtida a partir da hidrólise de uma fonte de carboidratos à base de celuloseespecífica, que contém principalmente xilose como uma pentose, pode ser complementada com outras pentoses ou uma ou mais hexoses, tais como dextrose.

[037] Em outra configuração, a presente invenção de refere ao método conforme definido acima, em que o componente carboidrato (a) compreende ainda uma ou mais hexoses em uma quantidade total de 97% a 30% em massa, com base na massa do componente carboidrato total (a). De acordo com outro exemplo da presente invenção, uma solução aquosa de um componente carboidrato (a) compreendendo 97% a 35% em massa, 97% a 40% em massa ou 97% a 45% em massa de uma ou mais hexoses, com base na massa do componente carboidratototal(a), pode ser obtida depois das etapas de hidrólise e isolamento do método definido acima. De acordo com outro exemplo da presente invenção, a quantidade da tal uma ou mais hexosesdo tal componente carboidrato (a) presente na solução aquosa obtida após as etapas de hidrólise e isolamento mencionadasacima pode estar na faixa de 95% a 30% em massa, na faixa de 90%a 30% em massa ou na faixa de 85% a 30% em massa, com base na massa do componente carboidrato total (a) presente na referida solução aquosa.

[038] Em tal caso, as etapas de hidrólise da uma ou mais fontes de carboidratos à base de celulose e de isolamento dos carboidratos resultantes podem, de preferência, ser ajustadas para se obter prontamente uma solução aquosa de um componente carboidrato que compreende 3% a 70% em massa, 3% a 65% em massa, 3% a 60% em massa, 3% a

55% em massa, 5% a 70% em massa, 10% a 70% em massa, ou 15% a 70% de massa de uma ou mais pentoses e 97% a 30% em massa, 97% a 35% em massa, 97% a 40% em massa, 97% a 45% em massa, 95% a 30% em massa, 90% a 30% em massa, ou 85% a 30% em massa de uma ou mais hexoses, com base na massa do componente carboidrato total presente na referida solução.

[039] De acordo com outra configuração do método conforme definido acima, a pelo menos uma pentose é selecionada do grupo que consiste em xilose, arabinose, ribose, lixose, ribulose e xilulose, ou qualquer combinação destas.

[040] De acordo com a presente invenção, é preferível utilizar uma fonte de carboidratos à base de celulose que produz, por hidrólise, uma quantidade significativa de uma ou mais pentoses prontamente utilizáveis na preparação da composição de ligante, conforme definida acima. De acordo com outra configuração da presente invenção, tais fontes de carboidratos à base de celulosesão selecionadas do grupo que consiste em resíduos agrícolas, tais comopalha de milho e bagaço de cana-de-açúcar; culturas energéticas dedicadas, tais como beterraba açucareira, "switchgrass", *Miscanthus*, cânhamo, salgueiro e milho; resíduos de madeira, tal como cavacos de madeira, casca de madeira, descartes de serraria e de fábrica de papel; resíduos de papel municipal, tal como papel usado e resíduo de papel de baixa qualidade; bem como fontes industriais de celulose, tal como resíduos de cervejaria e produtos lácteos.

[041] Por exemplo, considerando os aspectos ambientais, as fontes de celulose acima incluem todos os tipos de resíduos que contêm celulose tal como resíduos de



papel, por exemplo, gerados nos processos industriais de produção de papel (por exemplo, descartes de pasta de papel), resíduos não recicláveis de papel de baixa qualidade, resíduos contaminados contendo celulose, ou materiais compósitos contendo celulose, etc.

[042] Além disso, outra configuração se refere ao método da presente invenção definido acima, em que a etapa (iii) de formação do componente carboidrato (a), inclui os carboidratos e/ou misturas de carboidratos obtidos a partir de pelo menos duas fontes de carboidratos à base de celulose diferentes.

[043] De acordo com a presente invenção, para se obter um componente carboidrato desejado tendo uma composição de carboidrato que é eficaz em uma composição de ligante, um ou mais carboidratos ou misturas de carboidratos obtidos a partir de diferentes fontes de carboidratos à base de celulose podem ser combinados. Em tal caso, a composição química de tais misturas de carboidratos resultantes da hidrólise de cada uma das diferentes fontes de carboidratos à base de celulose pode ser identificada por métodos analíticos adequados conhecidos no estado da técnica e, subsequentemente, combinadas como desejado.

[044] Outra configuração da presente invenção se refere ao método conforme definido acima, em que a referida composição de ligante compreende ainda um componente aminoácido (c).

[045] Conforme mencionado acima, a presença de um componente aminoácido pode ser útil para obter uma composição de ligante melhorada, por exemplo, no que diz respeito às taxas de cura aumentadas.

[046] Em outra configuração, a presente invenção se refere ao método definido acima, no qual tal componente aminoácido (c) é formado usando aminoácidos obtidos a partir da etapa (i) de hidrólise de uma ou mais fontes de carboidratos à base de celulose.

[047] De acordo com a presente invenção, uma única fonte de carboidratos à base de celulose também pode ser hidrolisada mais de uma vez, por exemplo, utilizando diferentes métodos e condições de hidrólise de modo a obter composições de carboidratos (e/ou aminoácidos) diferentes e maximizar o rendimento dos carboidratos (e/ou aminoácidos) a partir de uma única fonte. Por exemplo, uma fonte de carboidratos à base de celulose, tal como uma biomassa vegetal, pode ser hidrolisada em uma primeira etapa, por exemplo, para quebrar principalmente a parte de hemicelulose desta, obtendo-se assim uma mistura de hexoses e pentoses, tais como xilose e glicose. A mesma fonte de carboidratos à base de celulose pode então ser subsequentemente submetida a outra etapa de hidrólise para, por exemplo, quebrar efetivamente a parte de celulose contida nesta, obtendo-se assim principalmente hexoses, tais como glicose. Além disso, é possível empregar uma ou mais etapas de hidrólise que proporcionam um rendimento específico de aminoácidos utilizáveis na composição de ligante aquosa da presente invenção.

[048] Em vista do exposto acima, o número total de etapas de hidrólise utilizadas para uma única fonte de carboidratos à base de celulose não está limitada aqui e inclui, por exemplo, três, quatro, cinco ou seis etapas de hidrólise subsequentes. De acordo com a presente invenção, as

respectivas frações de carboidratos/aminoácidos obtidas a partir de cada uma das referidas etapas de hidrólise podem ser combinadas de forma a ajustar uma composição desejada em relação ao teor de pentoses, hexoses e aminoácidos.

[049] No entanto, de acordo com a presente invenção, de modo a formar o componente aminoácido (c) utilizável na composição de ligante definida acima, os aminoácidos obtidos nas mesmas etapas de hidrólise e isolamento utilizadas para a obtenção do componente carboidrato ou partes deste, podem ser utilizados. Por exemplo, a hidrólise de uma fonte de carboidratos à base de celulose pode, juntamente com os carboidratos mencionados acima, produzir simultaneamente um ou mais aminoácidos, que podem então ser prontamente utilizados na composição de ligante da presente invenção. Tal processo seria altamente benéfico em termos de eficiência de produto e utilização de recursos.

[050] Composições de ligante de acordo com a presente invenção e/ou produzidas por um método de acordo com a presente invenção podem ser aplicadas, por exemplo, em um conjunto de material solto e, curadas ou reticuladas, por exemplo, por aquecimento; o ligante pode conter uma coleção de material solto junto. Alternativamente ou adicionalmente, o ligante pode ser usado para impregnar uma superfície e/ou para proporcionar um revestimento a uma superfície.

[051] Os ligantes e composições de ligante aqui descritos podem ser utilizados em relação a produtos compreendendo um produto selecionado do grupo que consiste em: isolamento de lã mineral, isolamento de lã de vidro, isolamento de lã de rocha, um conjunto de fibras, um conjunto

de partículas, um conjunto de fibras ou partículas contendo celulose, uma placa de madeira, um painel de partículas orientadas, um painel de partículas de madeira, madeira compensada, um abrasivo, um produto de fibra não-tecido, um produto de fibra tecida, um molde de fundição, um produto refratário, um briquete, um material de fricção, um filtro e um laminado impregnado.

[052] Particularmente quando utilizado como um ligante para isolamento de lã mineral, a quantidade de um ligante curado pode ser  $\geq 2\%$  ou  $\geq 3\%$  ou  $\geq 4\%$  e/ou  $\leq 15\%$  ou  $\leq 12\%$  ou  $\leq 10\%$  ou  $\leq 8\%$  em peso com relação ao peso total do ligante e da lã mineral. Isto pode ser medido por perda de ignição.

[053] Particularmente quando utilizado como um ligante para placas de madeira ou materiais celulósicos, a quantidade de um ligante curado (peso de ligante seco em relação ao peso de madeira seca ou ao peso do material celulósico seco) pode ser  $\geq 7\%$  ou  $\geq 10\%$  ou  $\geq 12\%$  e/ou  $\leq 25\%$  ou  $\leq 20\%$  ou  $\leq 18\%$  ou  $\leq 15\%$ .

[054] As figuras mostram:

[055] A Figura 1 mostra um diagrama em que a taxa de cura de várias composições de ligante está relacionada com a composição de carboidratos desta no que diz respeito a seu teor de pentose/hexose.

[056] A Figura 2 mostra um diagrama de diferentes taxas de cura obtidas a partir de várias composições de ligante contendo xilose.

[057] A Figura 3 mostra as taxas de cura em laboratório obtidas com ligantes utilizando diferentes proporções de glicose e xilose como o componente carboidrato de um ligante e sulfato de amônio como o componente amina.

[058] O sistema de ligante da presente invenção é isento de reagentes/produtos ambientalmente problemáticos e é particularmente isento de formaldeído e, ao mesmo tempo, apresenta excelentes taxas de cura que permitem a redução do tempo de cura ou da temperatura de cura, proporcionando assim uma produção mais eficiente, por exemplo, de produtos à base de fibras, tais como lã de vidro ou lã de rocha. Além disso, como outro ativo ecológico valioso, o sistema de ligante da presente invenção pode ser produzido por um método de acordo com o qual fontes de carboidratos à base de celulose e, portanto, renováveis, são utilizadas para a preparação do componente carboidrato da referida composição de ligante. Tais fontes de carboidratos à base de celulose podem ser plantas energéticas conhecidas por conter grandes quantidades de celulose, ou resíduos contendo celulose de todos os tipos, tais como resíduos de papel (de baixa qualidade), ou resíduos gerados durante a produção industrial de papel.

[059] Os exemplos seguintes destinam-se a ilustrar melhor sem a intenção de limitar o objeto da presente invenção.

[060] Exemplos:

[061] Exemplo 1: Taxas de cura de composições de ligante contendo xilose utilizando hexametilenodiamina ("HMDA").

[062] Composições de ligante aquosas foram preparadas de acordo com as formulações fornecidas na Tabela 1, abaixo. As composições em geral se baseiam em 80% em massa de açúcares + 20% em massa de hexametilenodiamina, sólidos calculados em 70% em massa.

[063] Tabela 1

		Componentes (g)					
Formulações (% em massa de pentose entre parêntesis)	Tempo de cura	HMDA	DMH	Xilose	Água	Manose	Arabinose
DMH	851	10,00	30,80	-	9,20	-	-
7/8DMH+ 1/8 Xilose (9,68)	528	10,18	27,43	2,94	9,45	-	-
3/4DMH+ 1/4 Xilose (20,01)	451	10,36	23,94	5,99	9,71	-	-
5/8 DMH+ 3/8 Xilose (31,05)	359	10,56	20,32	9,15	9,97	-	-
1/2DMH+ 1/2 Xilose (43,23)	305	10,69	16,47	12,54	10,30	-	-
3/8 DMH+ 5/8 Xilose (55,55)	286	10,96	12,66	15,82	10,56	-	-
1/4 DMH+3/4 Xilose (69,34)	266	11,14	8,58	19,40	10,87	-	-
1/8 DMH+7/8 Xilose (83,99)	251	11,40	4,39	23,03	11,18	-	-
Xilose (100,00)	-	11,49	-	26,95	11,49	-	-

		Componentes (g)					
Formulações (% em massa de pentose entre parêntesis)	Tempo de cura	HMDA	DMH	Xilose	Água	Manose	Arabinose
1/3DMH+ 1/3 Xilose+ 1/3 Manose (31,95)	380	10,56	10,16	9,15	10,85	9,33	
1/2 Arabinose+ 1/4 DMH+ 1/4 Xilose (69,23)	286	11,17	8,60	6,45	10,87		12,90

[064] As proporções de pentose versus hexose foram calculadas em uma base de molaridade (com o conteúdo em % em massa da pentose fornecido entre parêntesis) e os sólidos calculados foram mantidos os mesmos para permitir uma comparação de igual para igual das formulações.

[065] As duas últimas formulações contendo misturas de açúcares refletem misturas de carboidratos típicas obtidas com a hidrólise de madeira macia e beterraba açucareira. Como pode ser observado claramente, a partir do gráfico na Figura 1, a presença de uma pentose (aqui: xilose ou uma mistura de xilose/arabinose) melhora significativamente a taxa de cura obtida com a composição de ligante resultante. No entanto, surpreendentemente, não há uma relação linear entre o teor de pentose e a melhora nas taxas de cura e o efeito é atenuado quando da adição de grandes excessos de xilose. Por conseguinte, a quantidade de

pentose no componente carboidrato deve ser ajustada para otimizar a velocidade de cura.

[066] Ao substituir metade da hexose DMH (monohidratode dextrose) em uma composição de 2/3 de DMH e 1/3 de xilose com a hexose manose, que tem uma estrutura semelhante quando comparada com a dextrose, tal mistura resulta em uma cinética de cura semelhante em comparação com a composição mencionada acima compreendendo 2/3 de DMH e 1/3 de xilose.

[067] Além disso, a substituição de parte da xilose por outra pentose (arabinose) resulta em uma cinética de cura semelhante em comparação com a composição contendo apenas xilose.

[068] Exemplo 2: Taxas de cura de composições de ligante contendo xilose utilizando  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

[069] Três composições de ligante aquosas (até 100 ml) foram preparadas de acordo com as formulações fornecidas na Tabela 2, abaixo.

[070] Tabela 2

Formulações	85,3% Glicose + 0,8% Xilose 13,9% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	46,6% Glicose + 38,4% Xilose 15,0% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	83,7% Xilose + 16,3% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Glicose (g)	16,20	8,20	-
Xilose (g)	0,15	6,75	13,51
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (g)	2,64	2,64	2,64

[071] Estas formulações foram soltas em papéis de filtro e aquecidas a 140 °C. Se formaram polímeros castanhos nos papéis de filtro que foram, em seguida, dissolvidos em água e a absorbância das soluções foi medida para construir as taxas de cura de cada formulação ao longo do



tempo.

[072] As taxas de cura resultantes podem ser vistas na Figura 2, a partir do qual é evidente que as pequenas quantidades (catalíticas) de uma pentose não são suficientes para acelerar significativamente a taxa de cura.

[073] Exemplo 3: Taxas de cura de composições de ligante contendo glicose-xilose usando  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

[074] As taxas de cura das seguintes formulações de ligantes foram testadas em laboratório:

Amostra	A	B	C	D	E	F
% Molar glicose	100	85	70	50	30	0
% Molar xilose	0	15	30	50	70	100
% em peso real de Xilose	0%	12,82%	26,32%	45,45%	66,04%	100%
Peso de glicose (g)	4,50	3,83	3,15	2,25	1,35	0,00
Peso de xilose (g)	0,00	0,56	1,13	1,88	2,63	3,75
Peso de DMH necessário(g)	4,95	4,21	3,47	2,48	1,49	0,00
Sulfato de amônia (g)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Peso de sólidos totais (g)	5,00	4,89	4,78	4,63	4,48	4,25
Água (g)	13,05	13,12	13,18	13,27	13,36	13,50
Peso Total do lote (g)	18,50	18,39	18,28	18,13	17,98	17,75

[075] Os resultados são mostrados na Figura 3, que representa graficamente a absorbância a 470 nm ou cada

amostra sendo curada (eixo y) em função do tempo t em minutos (eixo x). É interessante notar que a amostra D (cerca de 45% em peso de xilose e 55% em peso de glicose; cerca de 50% mol de xilose e 50% mol de glicose) apresentou uma taxa de cura similar à 100% de xilose; isso indica uma sinergia entre a xilose e a glicose e, mais em geral, entre pentoses e hexoses nos ligantes descritos aqui.

### REIVINDICAÇÕES

1. MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UM PRODUTO selecionado do grupo que consiste em: isolamento de lã mineral, isolamento de lã de vidro, isolamento de lã de rocha, um conjunto de fibras, um conjunto de partículas, um conjunto de partículas ou fibras contendo celulose, uma placa de madeira, um painel de partículas orientadas, uma painel de partículas de madeira, madeira compensada, um abrasivo, um produto de fibra não tecido, um produto de fibra tecida, um molde de fundição, um produto refratário, um briquete, um material de fricção, um filtro e um laminado impregnado,

compreendendo as etapas de:

- aplicar a matéria não montada ou fracamente montada a uma composição aquosa de ligante que compreende um componente carboidrato (a) e um componente amina (b); e

- curar a composição aquosa de ligante;

caracterizado pelo componente de carboidratos (a) compreender uma ou mais pentose(s) em uma quantidade total de 3 a 45% em massa e uma ou mais hexose(s) em uma quantidade total de 97 a 30% em massa, com base na massa do componente carboidrato total (a).

2. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela quantidade de uma ou mais pentoses ser menor que 40% em massa, com base na massa do componente carboidrato total (a).

3. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela uma ou mais hexoses serem selecionadas a partir do grupo que consiste em dextrose, frutose e combinações destas.

4. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizada pela uma ou mais pentoses serem selecionadas a partir do grupo que consiste em xilose, arabinose, ribose, lixose, ribulose, e xilulose, ou qualquer combinação destas.

5. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo componente amina (b) ser selecionado a partir do grupo que consiste em proteínas, peptídeos, aminoácidos, aminas orgânicas, poliaminas, amônia, sais de amônio de um ácido policarboxílico monomérico, sais de amônio de um ácido policarboxílico polimérico, sais de amônio de um ácido inorgânico, ou qualquer combinação destes.

6. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo componente amina (b) ser selecionado a partir do grupo consistindo em amônia, sais de amônio de um ácido policarboxílico monomérico, sais de amônio de um ácido policarboxílico polimérico, e sais de amônio de um ácido inorgânico, ou qualquer combinação destes.

7. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo componente amina (b) compreender

- uma poliamina,
- uma poliamina compreendendo dois ou mais grupos de amina primária,
- uma poliamina compreendendo dois ou mais grupos de amina primária separados por um grupo de alquila,

fornevido de forma que o componente amina (b) não seja constituído por uma poliamina compreendendo dois grupos de amina primária separados por um grupo de cicloalquila

notavelmente, o componente amina compreende hexametilenediamina.

8. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela referida composição ligante compreender

ainda um componente aminoácido (c).

9. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pela quantidade de um ou mais componente(s) de aminoácido estar na faixa de 1% a 25% em massa, com base na massa total do conteúdo de sólido da composição de ligante.

10. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo conteúdo de sólido da composição aquosa de ligante estar na faixa de 5% a 25% em massa, com base na massa total da composição aquosa de ligante

11. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo conteúdo de sólido da composição aquosa de ligante estar na faixa de 50% a 90% em massa, com base na massa da composição aquosa de ligante total.

12. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela fonte de uma ou mais pentoses compreender uma fonte à base de celulose selecionada a partir do grupo consistindo em plantas, produtos vegetais, madeira, cavacos de madeira, papel usado, descartes de fábrica de papel, descartes de indústria cervejeira, casca de madeira e combinação destes.

13. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela fonte de uma ou mais hexoses compreender uma fonte à base de celulose selecionada a partir do grupo consistindo em plantas, produtos vegetais, madeira, cavacos de madeira, papel usado, descartes de fábrica de papel, descartes de indústria cervejeira, casca de madeira e combinação destes.

14. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela fonte do um ou mais componente(s) aminoácidos compreender uma fonte à base de celulose

selecionada a partir do grupo consistindo em plantas, produtos vegetais, madeira, cavacos de madeira, papel usado, descartes da fábrica de papel, descartes de cervejaria, casca de madeira e combinação destes.

15. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-14, caracterizado pela composição aquosa de ligante compreender

(i) hidrólise de uma ou mais fontes de carboidratos com base em celulose,

(ii) isolamento dos carboidratos a partir de uma ou mais fontes de carboidrato hidrolisado à base de celulose,

(iii) utilização dos carboidratos isolados a partir de uma ou mais fontes de carboidrato com base em celulose para formar um componente de carboidrato (a), e

(iv) adição do componente amina (b).

16. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pela etapa (i) de hidrólise de uma ou mais fontes de carboidrato à base de celulose independentemente compreender tratamento com calor/pressão, tratamento enzimático e/ou com ácido e/ou hidrólise com cloreto metálico de cada uma da tal uma ou mais fontes de carboidrato à base de celulose.

17. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pela uma ou mais pentoses serem selecionadas a partir do grupo consistindo em xilose, arabinose, ribose, lixose, ribulose, e xilulose, ou qualquer combinação destas.

18. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pela uma ou mais fontes de carboidrato à base de celulose serem selecionadas do grupo que consiste em resíduos agrícolas, tais como palha de milho e bagaço de

cana-de-açúcar; culturas energéticas dedicadas, tais como beterraba açucareira, "switchgrass", *Miscanthus*, cânhamo, salgueiro e milho; resíduos de madeira, tal como cavacos de madeira, madeira crua, descartes de serraria e de fábrica de papel; resíduos de papel municipal, tal como papel usado e resíduo de papel de baixa qualidade; bem como fontes industriais de celulose, tal como resíduos de cervejaria e produtos lácteos.

19. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo componente amina (b) ser selecionado a partir do grupo que consiste em proteínas, peptídeos, aminoácidos, aminas orgânicas, poliaminas, amônia, sais de amônio de um ácido policarboxílico monomérico, sais de amônio de um ácido policarboxílico polimérico e sais de amônio de um ácido inorgânico, ou qualquer combinação destes.

20. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pela etapa (iii) de formar o componente de carboidrato (a) incluir a combinação de carboidratos e/ou misturas de carboidratos obtidos a partir de pelo menos duas fontes de carboidratos à base de celulose diferentes.

21. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pela referida composição de ligante compreender ainda um componente aminoácido (c).

22. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado por tal componente aminoácido (c) ser formado usando os aminoácidos obtidos na etapa (i) de hidrólise da uma ou mais fontes de carboidrato à base de celulose.

23. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelas etapas de hidrólise da uma ou mais fontes de carboidrato com base em celulose e de isolamento dos

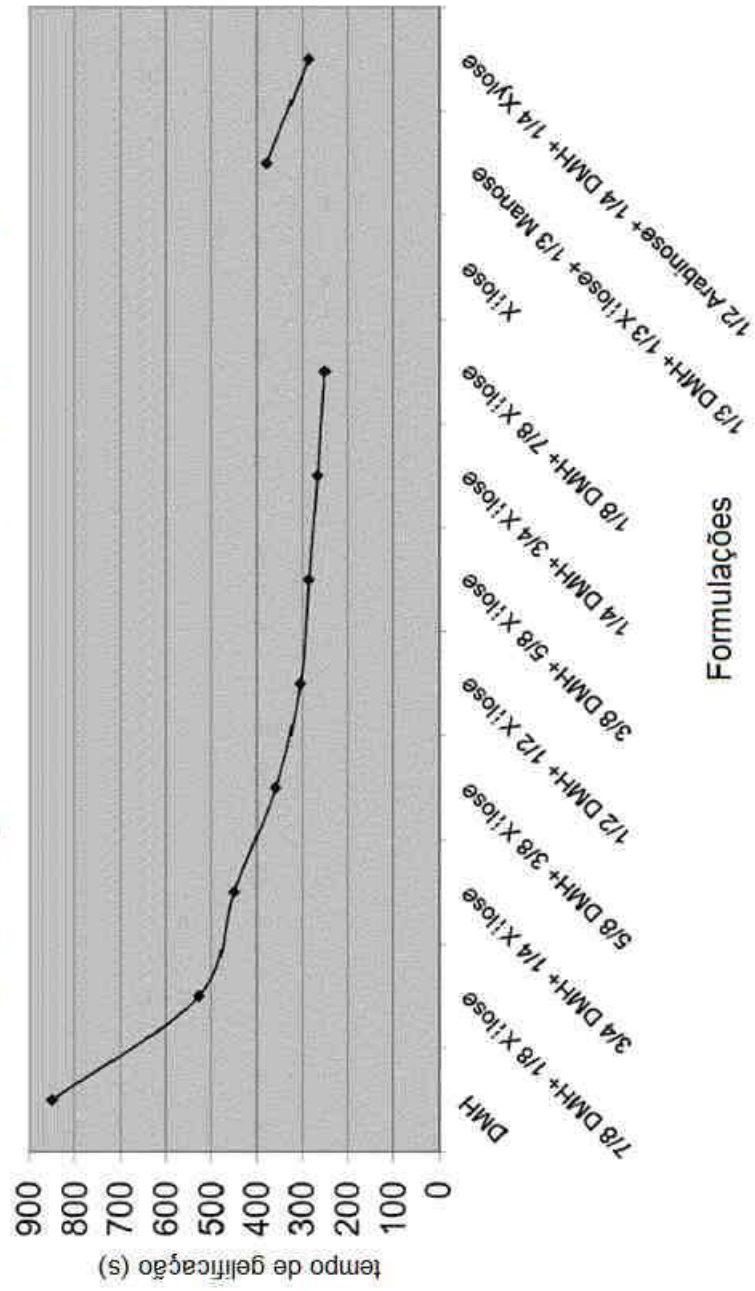
carboidratos resultantes produzir uma solução aquosa de um componente carboidrato que compreende 3% a 70% em massa de uma ou mais pentoses e 97% a 30% em massa de uma ou mais hexoses, com base na massa do componente carboidrato total presente na referida solução.

24. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-23, caracterizado pelo produto ser isolamento de lã mineral e a quantidade de ligante curado no isolamento de lã mineral ser menor que 15%, e maior que 2% em peso em relação ao peso total de ligante e de lã mineral.

25. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-23, caracterizado pelo produto ser uma placa de madeira ou material celulósico e a quantidade de ligante curada na placa de madeira ou material celulósico ser inferior a 25%, e maior que 7% em peso em relação ao peso total de ligante e madeira seca ou material que contém celulose seca.



**Figura 1**  
Receitas de ligantes: 80% de açúcares + 20% de HMDA



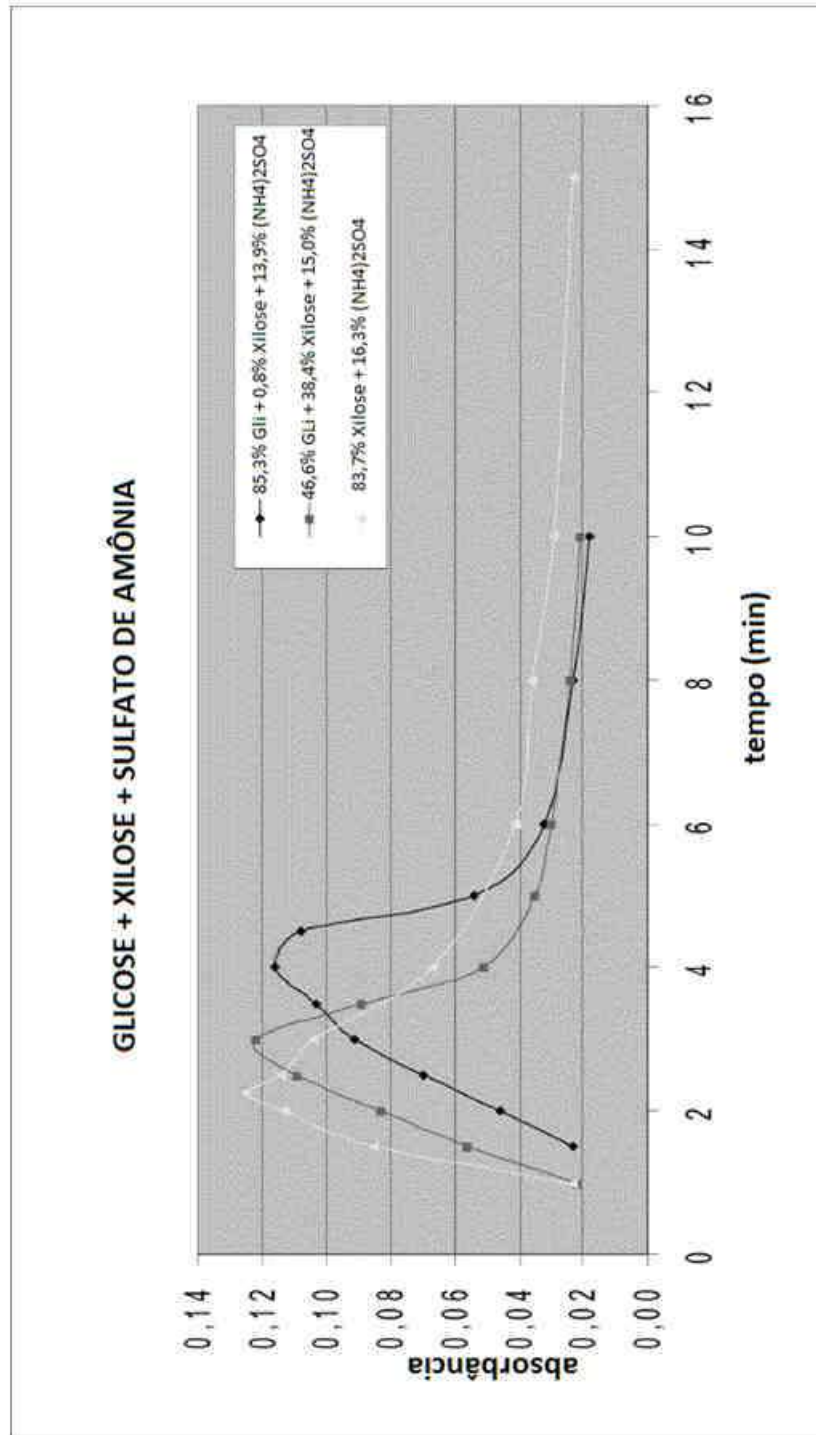


Figura 2

Figura 3

