

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2011.05.16	(73) Titular(es): UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA C/JORDI GIRONA 31 08034 BARCELONA ES
(30) Prioridade(s): 2010.05.14 EP 10382123	
(43) Data de publicação do pedido: 2013.03.20	(72) Inventor(es): MARGARITA CALAFELL MONFORT ES
(45) Data e BPI da concessão: 2015.02.11 109/2015	(74) Mandatário: JOÃO PAULO SENA MIOLUDO RUA SOUSA MARTINS, 10 1050-218 LISBOA PT

(54) Epígrafe: **PROCESSO PARA RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DE PAPEL, PRODUTOS ASSIM OBTIDOS E SUAS UTILIZAÇÕES**

(57) Resumo:

A PRESENTE INVENÇÃO REFERE-SE A UM BIOPROCESSO PARA RECICLAGEM DE PAPEL RESIDUAL PROVENIENTE DE PAPEL DE ALTA QUALIDADE, COMPREENDENDO AS SEGUINTE ETAPAS: A) PREPARAÇÃO DA PASTA; B) DILUIÇÃO COM ÁGUA DO MATERIAL PASTOSO OBTIDO EM A); C) TRATAMENTO ENZIMÁTICO DA PASTA; D) ADIÇÃO DE SAIS INORGÂNICOS E COLAS; E) DILUIÇÃO COM ÁGUA DO MATERIAL OBTIDO EM D); F) FILTRAÇÃO POR VÁCUO; COMPRESSÃO OPCIONAL; E G) SECAGEM. EM PARTICULAR, O REFERIDO PAPEL DE QUALIDADE É PAPEL IMPRESSO. A PRESENTE INVENÇÃO TAMBÉM SE REFERE AO PRODUTO OBTENÍVEL ATRAVÉS DO PROCESSO ACIMA MENCIONADO. A PRESENTE INVENÇÃO REFERE-SE ADICIONALMENTE A DIFERENTES UTILIZAÇÕES DO PRODUTO, TAIS COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E EDIFICAÇÃO, MATERIAIS DE ECO-EMBALAGEM E MATERIAIS ECO-DECORATIVOS.

DESCRIÇÃO

PROCESSO PARA RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DE PAPEL, PRODUTOS ASSIM OBTIDOS E SUAS UTILIZAÇÕES

Domínio técnico da invenção

A presente invenção divulga um processo para reciclagem de resíduos de papel provenientes de papel de alta qualidade. A presente invenção também descreve os produtos obteníveis pelo referido processo e usos diferentes dos referidos produtos.

Antecedentes da invenção

Atualmente e devido ao aumento da recolha seletiva de papel e cartão, o problema para os resíduos de papel está a tornar-se importante em cidades e áreas industrializadas. Embora, hoje em dia, uma grande quantidade destes resíduos de papel sejam reciclados. Muitos destes resíduos de papel regressam ao ciclo do papel ou cartão, mas uma parte significativa destes resíduos de papel incluem quantidades significativas de aditivos, tintas, colas, resina de resistência húmida, etc., tornando o processo de reciclagem muito dispendioso e em muitos casos não é sustentável do ponto de vista ambiental. Este tipo de resíduos deve ser enviado para um aterro, tornando-se então um problema para o meio ambiente e um problema económico para uma empresa.

Este problema é particularmente frequente nas gráficas e empresas de design gráfico, uma vez que elas tentam evitar gerar resíduos ou subprodutos por razões ambientais e económicas. Em geral, há uma tendência para reduzir o volume de papel enviado para as lixeiras e aterros e/ou incineradoras. Por estas razões, tem sido amplamente divulgada a reciclagem de papel e de cartão. Por meio da recuperação e reciclagem o papel já utilizado prolonga o

tempo de vida útil da celulose e é evitado o consumo de fibra virgem. As gráficas e as empresas de design gráfico usam uma gama diferente de papéis e tintas.

Alguns dos seus subprodutos ou resíduos já possuem um tratamento conhecido e sua reciclagem é uma parte do processo normal do ciclo de vida de um produto nesta indústria.

No entanto, há algum papel que não está incluído neste conhecido tratamento de reciclagem. É o papel de alta qualidade contendo um conteúdo elevado de aditivos. Um processo de impressão de alta qualidade não consegue recuperar os resíduos de papel principalmente devido às tintas e aditivos presentes, que tornam a repolpagem e a reciclagem processos muito difíceis. Atualmente, todos os resíduos produzidos durante o processo de produção deste tipo de papel devem ser tratados como um resíduo de aterro, tornando-se assim numa fonte contaminante e numa perda significativa de energia e materiais, além de envolver um custo elevado.

Adicionalmente, as empresas que produzem papel de alta qualidade para impressão e escrita, não podem utilizar papel reciclado principalmente porque há uma perda de qualidade no produto final devido ao uso de pastas no processo de reciclagem.

Uma abordagem no sentido de resolver este problema é através da eliminação dos aditivos e tintas. Há inúmeros documentos divulgando processos de destintagem (ver, por exemplo: US 2009165967; US 2007158039; *Separation of ink particles from waste paper by fine-bubbles*. El-Shall H., Moudgil B. M., El-Midany A. KONA (2005), 23, 122-128; WO 2005124016 A1; US 2005098278; WO 2004011717; *The role of particle size on the deposition efficiency of ink on plastic spheres*. AZZAM Mohammed O. J., MOUSA Hasan, AL-MAQRAEI Abduljalil A. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and*

Engineering Aspects (2003), 230(1-3), 207-216; US 2003106654; *Coagulation using kerosene for magnetic deinking of waste office paper*. Oki Tatsuya, Owada Shuji, Yotsumoto Hiroki, Tanuma Hirokazu, Takeuchi Yuu. *Materials Transactions* (2003), 44 (2), 320-326; WO 2002012618); mas a maioria deles utiliza produtos químicos que podem mesmo produzir uma maior contaminação ambiental. Em alguns dos outros casos, depois de retirar estes aditivos, têm de ser adicionados outros produtos, obrigando a uma tarefa demorada com um consumo de energia e materiais e, conseqüentemente, tornando-se um processo eficaz, de custo reduzido.

Outro exemplo é o documento WO 00/15899 que divulga um método para destintagem e descoloração do papel impresso, compreendendo (a) a polpagem do papel impresso para obter uma mistura de pasta e (b) a diluição da mistura da pasta, mas em que o corante é descolorado com uma ou mais lacases na presença de oxigénio e, opcionalmente, uma ou mais mediadores químicos.

Tecnologia de Reciclagem

A tecnologia de reciclagem provou ser eficaz para o papel proveniente de jornais e cartão. Estes produtos são feitos de papel, contendo baixo teor de enchimentos e a repolpagem é fácil de ser realizada. Portanto, para os produtos com um teor elevado em enchimentos, o processo de repolpagem é mais difícil.

Nos métodos atuais para obtenção de pasta a partir de papel de alta qualidade usado, observa-se sempre uma perda de resistência da fibra recuperada, uma perda no rendimento total da fibra e um problema na remoção de aditivos e tintas do papel. Também há o problema adicional de ter que adicionar pasta virgem à polpa recuperada para obter uma resistência

aceitável no produto final. Isso torna o processo e o produto mais dispendiosos.

Por vezes, os processos mecânicos, tais como a flutuação e floculação, são usados para remover aditivos não-celulósicos do papel usado, tais como resinas, plásticos, polímeros, vernizes, revestimentos, preparações pré- e pós-tinta ou outros produtos não-celulósicos.

De um modo geral, os aditivos são removidos a partir das fibras durante a desfibrilação. O papel usado é tratado num despulpador sob condições alcalinas a 50-60 °C, a fim de conseguir uma boa desfibrilação e uma pasta despulpável. Um processo alternativo é realizar esta operação sob condições de frio, espessar a polpa até obter uma consistência superior a 15%, aquecer com vapor a 60 °C e, em seguida, introduzir um agente de destintagem e um branqueador. A pasta é então deixada durante 2 ou 3 horas numa torre de maceração com agitação mecânica.

Um primeiro problema observado com este método é que, no tratamento com aquecimento, todas as substâncias no ponto de fusão permanecem dispersas na pasta e já não podem ser removidas, causando problemas subsequentes na máquina de fazer papel, obstruindo os filtros, grelhas, válvulas e vias de circulação.

Um segundo problema observado é que, estas técnicas de destintagem são pouco eficientes para as tintas mais modernas. As tintas atuais utilizam resinas com uma resistência húmida como um veículo de fixação na fibra e com estes processos, as tintas não podem ser separadas da superfície do papel e mesmo a aderência ao papel não é enfraquecida.

Um terceiro problema é que a temperatura do processo de destintagem pode ser aumentada, os tratamentos prolongados para uma fibra de celulose em meio alcalino a altas

temperaturas faz com que a pasta adquira uma cor amarelada, especialmente quando pedaços de madeira permanecem no papel. Um dos presentes inventores divulgou anteriormente um processo (ES2241408 B1) para a reciclagem de resíduos de papel impresso em ilustração, com tintas resistentes à humidade. No entanto, o referido processo utilizou um pH muito ácido e é originada uma grande quantidade de resíduos durante o processo, juntamente com uma redução drástica de comprimento das fibras de celulose, causando assim uma redução da resistência à rutura no material reciclado. O novo processo divulgado na presente invenção supera os referidos inconvenientes e, além disso, permite a obtenção de um produto com propriedades melhoradas, tais como resistência ao fogo, isolamento térmico e acústico, características de resistência à água, estabilidade dimensional, baixa densidade, alta resistência mecânica, rigidez semelhante à da madeira, embora moldável e reciclável.

Portanto, um primeiro objeto da presente invenção é um bioprocessos otimizado para reciclagem de resíduos de papel provenientes de papel de alta qualidade (papel impresso).

Um segundo objeto da presente invenção é o produto obtível a partir do bioprocessos, de acordo com o primeiro objeto.

Este material "ecológico" não tem impacto ambiental, quer na sua produção ou no seu uso. Além disso, ele proporciona valor acrescentado às toneladas de resíduos de papel e cartão que são acumulados nas grandes cidades. O material da presente invenção tem propriedades equivalentes às dos materiais não ecológicos que podem ser, então, substituídos, com a vantagem de ser um material natural. Além disso, o processo de produção do material não tem um impacto negativo, pois não gera resíduos e todos os componentes residuais utilizados são reciclados no próprio processo.

Como mencionado acima, o produto tem propriedades melhoradas, tais como a resistência ao fogo, isolamento térmico e acústico, características de resistência à água, estabilidade dimensional, baixa densidade, elevada resistência mecânica, rigidez semelhante à da madeira, embora moldável e reciclável.

Um objeto adicional da presente invenção é o uso do produto, de acordo com o segundo objeto, como material de edificação e construção, material de embalagem ecológica e como material eco-decorativo.

Breve descrição das figuras

A Figura 1 representa o processo biotecnológico da presente invenção para reciclagem de resíduos de papel proveniente de papel de elevada qualidade.

- (1) Fornecimento dos resíduos de papel
- (2) Despolpador
- (3) Primeiro recipiente para diluição
- (4) Agitação
- (5) Segundo recipiente para diluição
- (6) Filtro de vácuo
- (7) Processo de compressão
- (8) Secadora
- (9) Coletor do filtrado da água
- (10) Produto Final

A Figura 2 apresenta as diferentes definições de resistência à tração no gráfico da curva tensão-deformabilidade.

A Figura 3 apresenta as dimensões das amostras de resistência à tração.

A Figura 4 apresenta as dimensões das amostras de compressão.

A Figura 5 apresenta a fotografia de uma amostra de material após teste com fogo.

A Figura 6 apresenta as amostras M1 e M2, com pressão acústica ponderada normalizada, medida para diferentes frequências.

A Figura 7 apresenta as amostras M3 e M4, com pressão acústica ponderada normalizada, medida para diferentes frequências.

A Figura 8 apresenta os aumentos do coeficiente de som α para uma amostra de frequências.

Sumário da Invenção

A presente invenção refere-se a um bioprocesso para reciclagem de resíduos de papel provenientes de papel de alta qualidade, compreendendo as seguintes etapas:

- (a) preparação da pasta;
- (b) diluição com água do material da pasta obtido em (a);
- (c) tratamento enzimático da polpa;
- (d) adição de sais inorgânicos e colas;
- (e) diluição com água do material obtido em (d)
- (f) filtração por vácuo; compactação opcional; e
- (g) secagem

Em particular, o referido papel de alta qualidade é impresso em papel.

A presente invenção refere-se também ao produto obtível através do referido processo.

A presente invenção refere-se adicionalmente aos diferentes usos do produto, tais como materiais de edificação e construção, material de eco-embalagem e material eco-decorativo.

Descrição detalhada da invenção

A presente invenção refere-se a um processo para reciclagem de resíduos de papel provenientes de papel de alta qualidade, compreendendo as seguintes etapas:

(a) Preparação da polpa, em que resíduos de papel são fornecidos a um despulpador com água, obtendo uma consistência entre 15 e 20%;

(b) diluição com água reciclada do material despulpado obtido na etapa a) até uma consistência entre 5 e 10%;

caracterizado por compreender também as etapas de:

(c) tratamento enzimático do material despulpado diluído obtido na etapa b);

(d) adição de um ou mais sais inorgânicos e uma ou mais colas ao material obtido no tratamento (c);

(e) diluição com água do material obtido na etapa (d) até obter uma consistência entre 1 e 3%;

(f) filtração do material obtido em e) por vácuo e compressão opcional;

(g) secagem do material filtrado obtido em f).

em que há um retorno das águas residuais em suspensão após a filtração na etapa (f) para os recipientes onde as etapas (b) e (e) têm lugar.

Os termos "resíduo" e "residuais" são usados como sinónimos na presente invenção para designar materiais sem utilidade ou sem rentabilidade.

O termo "consistência" é referido na presente invenção para designar a percentagem de matérias-primas secas (geralmente um resíduo) num solvente (usualmente água).

A não ser quando indicado de outra forma, o termo "resíduos de papel" refere-se sempre a resíduos de papel originados a

partir de papel de alta qualidade. Os "resíduos de papel" são estruturalmente entendidos como sendo polímeros naturais com uma base de celulose, tais como celulose de papel, algodão, palha, etc. Numa forma de realização mais preferida, estes resíduos de papel têm cinzas (entre 15% e 40%) e fibras celulósicas (entre 60% e 85%) que compreendem fibras curtas com rigidez semelhante à da madeira (entre 70% e 80%) com fibras longas das coníferas (entre 20% e 30%).

Por resíduos de papel provenientes de "papel de alta qualidade" entende-se resíduos de papel que não podem ser repolpados nem reciclados na indústria do papel e do cartão, tais como papel *offset* ou gravuras de alta qualidade, papel de revista com concentrações elevadas de resinas impermeabilizantes e tintas resistentes à água.

Etapa (a)

A etapa a) do presente processo é realizada no despulpador (2) por adição dos resíduos de papel (1) geralmente, do tamanho de uma folha de papel e tendo uma consistência entre 15 e 20% em água corrente. Esta etapa (a) pode ser realizada na presença de enzimas, o que torna todo o processo mais rápido e melhora a desfibração, à temperatura ambiente ou mantendo a temperatura entre 25 e 40°C. O pH deve ser mantido entre 5 e 9, preferencialmente cerca de 7.

Numa forma de realização preferida, as referidas enzimas são hidrolases.

Etapa b)

Na etapa (b), o material já despulpado é introduzido num recipiente (3) com água para a diluição. 90% desta água é reciclada a partir do coletor (9) e 10% é água corrente, de modo a compensar a evaporação, conseguindo assim uma consistência para o material entre 10% e 5%.

Etapa (c)

A mistura obtida na etapa (b) é levada ao recipiente (4) com um mecanismo de agitação. Ali, a pasta é tratada com enzimas (entre 0,05% e 1% em termos de matéria seca -DM-). A temperatura é controlada (entre 25-50°C) e o pH é controlado (entre 6 e 9) para um funcionamento ótimo da reação enzimática.

Numa forma de realização preferida, as referidas enzimas são oxidoreduases e lacases.

Etapa (d)

Entre meia e uma hora mais tarde, os sais inorgânicos, preferencialmente sais de alumínio e mais preferencialmente sulfato de alumínio, e uma ou mais colas naturais compreendendo ácidos de resinas naturais, tais como o ácido abiético, ou seus ésteres de glicerol ou seus sais de sódio ou seus sais de amônio quaternário, são adicionados numa quantidade entre 1 e 5% relativamente à DM. Nesta etapa, o pH é preferencialmente mantido no pH 7 e a uma temperatura entre 25 e 50°C.

A concentração de enzimas da etapa (c) e os aditivos da etapa (d), irão determinar a variabilidade nas propriedades mecânicas.

Etapa (e)

A mistura obtida na etapa (d) é então introduzida num segundo recipiente (5) com água para a diluição, em que a referida água é reciclada a partir do coletor (9). A referida diluição permite obter um material com uma consistência entre 1 e 3 %, de preferência cerca de 1%, num pH 6-9 e a uma temperatura de 25-40 °C.

Etapa (f)

O produto obtido na etapa (e) sob vácuo é filtrado num molde (6). O filtrado da água é recolhido num recipiente (9) e re-alimentado novamente no processo, nomeadamente nos recipientes (3) e (5).

Opcionalmente, o produto sólido obtido a partir do filtro (6) é comprimido numa prensa (7) para obter um material mais compacto.

Etapa (g)

O produto obtido na etapa (f) é removido do molde e em seguida introduzido num secador com entrada de ar forçada (8), durante alguns minutos a 150 °C. Em seguida, é aplicado um gradiente decrescente de 1 °C/min a 80 °C e mantido durante 60 a 120 minutos (dependendo do formato e design do material) para a desidratação e cura do produto final (10).

A presente invenção também se refere ao produto obtenível através do processo da presente invenção.

O referido produto, que é um material celulósico, foi caracterizado pelos seguintes testes:

- Permeabilidade ao ar
- Absorção de água (método Cobb 30)
- Absorção de água por imersão e deformação
- Hígro-expansão
- Isolamento acústico de impacto
- Isolamento acústico do ruído de antena
- Comportamento na presença do Fogo
- Densidade
- Resistência à tração
- Tensão de compressão
- Resistência flexural

Uma breve descrição ou referência é feita para cada teste, conforme se segue.

Determinação da permeabilidade ao ar

A permeabilidade ao ar foi determinada de acordo com a norma UNE 57-066-86. O método permite determinar o volume médio de ar que atravessa uma unidade de superfície por aumento de pressão e unidade de tempo. É expressa em $\mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$ e é calculada da seguinte forma:

$$\text{Permeabilidade} = \frac{V}{1000 \cdot A \cdot \Delta P \cdot t} \quad (1)$$

Em que:

V: Volume de ar que atravessa a superfície durante o teste (mL)

A: Área de superfície de teste (m^2)

t: Duração do teste (s)

ΔP : Diferença de Pressão (Pa)

O teste foi realizado com um equipamento Bekk.

Método

Preparar uma amostra com 15x15 mm no aparelho de medição. Com um manómetro, ajustar 100 mL de ar sobre a amostra, permitindo que o ar atravessasse a amostra e controlando o tempo necessário.

O tempo é expresso em segundos Bekk.

Determinação da absorção de água. Método Cobb30.

O teste foi realizado de acordo com a norma UNE 54-027-74.
A absorção de água é expressa em gramas por metro quadrado e calculada da seguinte forma:

$$C_{30} = 200 \cdot m \quad (2)$$

Em que:

C30: Índice de Cobb de 30 Segundos ou capacidade para absorver água por unidade de superfície durante 30 segundos (g/m²).

m: aumento de peso (g)

O aparelho utilizado para o teste está descrito na norma UNE 54-027-74.

Método

Pesar uma amostra de teste. Deve ser inferior a 100g com uma aproximação ao peso inferior a 1 mg.

Preparar a amostra com o tecido (a superfície em contacto com o papel de filtro) no aparelho. Bloquear a amostra e colocar 70 cm³ de água a 20° ± 1° C. A partir desse momento, o tempo é controlado por meio de um cronómetro. Depois de 20 segundos, inverta o aparelho para recuperar toda a água e retire a amostra. Colocar a amostra entre duas folhas de papel absorvente e passe um rolo da massa sobre o orifício para retirar o excesso de água.

Finalmente, pese a amostra antes da evaporação parcial ocorrer.

Determinação da absorção de água e aumento da espessura por meio de imersão em água

O teste foi realizado de acordo com a norma UNE 57-112-79.

Método

Preparar as amostras para testar a 23 °C e 50% de humidade relativa. Pesquisar e medir a espessura da amostra. Submergir em água destilada as amostras numa posição vertical, durante 24h e 15 minutos.

Retirar a amostra da água e mantendo-a num canto, deixar drenar durante 2 minutos todo o excesso de água. Finalmente, pesar e medir a espessura da amostra.

A absorção relativa de água é calculada da seguinte forma:

$$A_r = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100 \quad (3)$$

Em que:

A_r : Absorção relativa de água (%)

m_1 : peso da amostra condicionado antes da imersão em água (g)

m_2 : peso da amostra após imersão em água (g)

O aumento relativo da espessura também é calculado da seguinte forma:

$$E_r = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \cdot 100 \quad (4)$$

Em que:

E_r : aumento relativo da espessura (%)

t_1 : espessura da amostra condicionada antes da imersão em água (mm)

t_2 : espessura da amostra após imersão em água (mm)

Foi determinado o aumento/decréscimo no comprimento que a amostra sofre quando a humidade é alterada (higroexpansividade) é expressa em percentagem. O teste foi realizado de acordo com a norma UNE 57-097-78.

Método

Introduzir as amostras num recipiente a $45 \pm 2\%$ de humidade relativa. Alcançado o equilíbrio (pelo menos 12 horas), medir a espessura, o comprimento e a largura. Subsequentemente, introduzir as amostras num recipiente a $83 \pm 2\%$ de humidade relativa e deixar atingir o equilíbrio novamente (12 horas). Por último, efetuar as mesmas medições que anteriormente.

Os resultados são expressos da seguinte forma:

$$X = 100 \frac{I}{I_0} \quad (5)$$

Em que:

X: Aumento relativo da espessura, largura, e/ou comprimento (em %)

I: Aumento de espessura, comprimento e/ou largura (mm) nas amostras

I_0 : espessura, largura e/ou comprimento da amostra a 45% de humidade relativa (mm)

Medição da melhoria no Isolamento para Ruído de Impacto

O teste do ruído de impacto é efetuado de acordo com a norma UNE-74040/8 equivalente à norma ISO 140-8.

O nível de pressão acústica ponderado (L_{now}), é calculado com base na norma UNE 21314/75 equivalente à norma ISO 717-2.

Método

Com o objetivo de avaliar o isolamento para o ruído de impacto de um material, foram usadas duas salas verticalmente adjacentes, designadas por sala emissora e sala recetora.

As duas salas são separadas por um piso/teto com estrutura normalizada onde está instalado o painel isolante para testar.

A pressão acústica é medida em diferentes áreas das amostras a testar:

M_0 : estrutura base

M_1 : parquet sem painel

M_2 : parquet com painel

M_3 : parquet sem painel e com carga

M_4 : parquet com painel e com carga

O piso da sala emissora é uma estrutura com área de 20 m² (M_0) feita de betão armado com uma espessura de 120 mm. Esta estrutura encontra-se situada na parte superior da sala recetora. Entre a placa e as paredes, encontra-se uma camada de neopreno.

Os testes foram realizados em parquet, com e sem painel, com e sem 30 Kg/m² de carga (M_1 , M_2 , M_3 , M_4). O Parquet foi feito a partir de 1,264 m² de tiras de melamina coladas. O parquet em painéis foi do mesmo tipo mencionado acima, com 90 folhas cujas dimensões foram 12 x 12 x 0,7 cm. As folhas foram coladas com a mesma cola que o parquet ao betão armado. A

fonte de ruído de impacto é colocada sobre as amostras (máquina do tipo Bruel 3204 de acordo com o que a norma específica).

Na sala recetora (50, 48 m³), a pressão sonora é medida (L_n) por meio de microfones. Os 3 microfones utilizados são posicionados em diferentes alturas, aleatoriamente.

As condições ambientais de teste são 22 °C e 65% de humidade relativa.

As magnitudes e medições são definidas como se segue:

- O nível de pressão acústica (L_n) com ruído normalizado para cada uma das frequências analisadas é definido pela seguinte expressão:

$$L_n = L_{no} + 10 \log \frac{A}{A_0} \quad (6)$$

Em que:

L_{no}: O nível de pressão acústica para cada banda de frequência na sala recetora (dB).

A: A área de absorção equivalente medida na sala recetora (m²).

A₀: Área da estrutura (m²).

- A definição da melhoria do isolamento do ruído de impacto (ΔL) numa determinada banda de frequência é: A redução do nível de pressão do ruído de impacto acústico normalizado resultante após colocação dos painéis no piso/teto da estrutura das duas salas adjacentes. Pode ser resumido como se segue:

$$\Delta L = L_{no} - L_n \quad (7)$$

Em que:

L_{no} : Nível de pressão do ruído de impacto normalizado na sala recetora sem colocação de painéis (dB).

L_n : Nível de pressão do ruído de impacto normalizado na sala recetora com colocação de painéis (dB).

A fonte de ruído de impacto é colocada em 5 posições diferentes na superfície testada. As medições do nível da pressão acústica são realizadas na sala recetora. Para cada posição, são efetuadas 3 medições do nível de pressão acústica.

A medição do tempo de integração é de 5 segundos por cada leitura. L_{no} e L_n são lidos em tempo real com um analisador de espectro. As bandas de frequência do espectro entre 100 e 5000 Hz são analisadas em 1/3 oitavas.

O nível de pressão acústica ponderada (L_{now}), é usado para obter um nível de pressão acústica normalizada, que tem em consideração o campo acústico da sensibilidade à frequência de audição dos seres humanos.

A melhoria do isolamento ponderado do ruído de impacto, ΔL_w , é a diferença entre o nível de pressão acústica ponderada de referência e o nível de pressão acústica ponderada da amostra:

$$\Delta L_w = L_{now} - L_{nw} \quad (8)$$

Em que:

L_{now} : O nível de pressão acústica ponderada de referência (dB).

L_{nw} : O nível de pressão acústica ponderada da amostra (dB).

Medição da melhoria no Isolamento para Ruído de Antena

Foi determinada a capacidade de isolamento do ruído de antena material, através de dois métodos: o coeficiente de isolamento do ruído de antena teórico (R) e o coeficiente de absorção do som experimental (α) determinado pelo tubo de Kundt.

Coeficiente de Isolamento do Ruído de Antena (R)

Este coeficiente é calculado teoricamente, trabalhando sobre os dados obtidos no teste de ruído de impacto.

De acordo com a norma NBE-CA-88 a melhoria do ruído de antena material é determinada como se segue:

$$L_{nw} = 135 - R \quad (9)$$

Em que:

L_{nw} : nível de pressão acústica de impacto ponderado (dB)

R: isolamento do ruído de antena medido (dB).

O coeficiente R é uma medida que relaciona os níveis de intensidade acústica entre dois espaços separados pelo material a estudar. As normas relativas aos níveis acústicos para construção e edificação, baseiam-se neste parâmetro.

Determinação do coeficiente de absorção de som do tubo de Kundt

O coeficiente de absorção de som experimental (α) é determinado de acordo com a norma EN-ISO 110534-1.

A medição foi efetuada de acordo com o método da onda estacionária. Um altifalante emite um som no interior de um tubo com determinadas dimensões. Numa extremidade, tem um analisador ligado a um microfone que pode deslizar ao longo do interior do tubo. A amostra reflete as ondas emitidas pelo altifalante, resultando nas ondas estacionárias no interior do tubo. As ondas estacionárias podem ser capturadas com o microfone. Através da medição dos níveis de pressão acústica máxima e mínima, o coeficiente de absorção da amostra pode ser calculado. O coeficiente será específico para a onda incidente a um ângulo de zero graus.

As frequências de audição humanas vão desde 20 a 20.000 Hz. As frequências mais usuais no ambiente são cerca de 1000 e 5000 Hz. Estes intervalos de frequências são aqueles que podem ser incomodativos.

Método

Colocar uma amostra de 9 cm ou 3 cm numa das extremidades do tubo (dependendo do tubo de Kundt para uso). Colocar um microfone na superfície da amostra (o sinal de dB máximo pode ser lido no analisador). De seguida, deslizar ao longo do tubo até obter um sinal mínimo da onda estacionária. Com a diferença entre os níveis de pressão máximo e mínimo, o coeficiente de absorção pode ser obtido. Repetir este processo para cada frequência.

Tubo de Kundt de frequência elevada (Equipamento Standing Wave tipo 4002, Bruel & Kjaer) diâmetro interno 30 mm e 280 mm de comprimento. Banda de trabalho de frequência elevada: entre 800 e 6500 Hz.

Tubo de Kundt de baixa frequência, diâmetro interno 90 mm e 170 mm de comprimento. Banda de trabalho de baixa frequência: entre 90 e 1800 Hz.

Estudo do comportamento na presença de fogo

Os testes ao comportamento na presença de fogo foram realizados de acordo com a norma UNE 23-721-90.

A norma define um método de teste ao comportamento na presença de fogo capaz de ser aplicado a todos os materiais simples ou de construção e edificação, independentemente da sua espessura.

O teste foi realizado numa câmara de radiação.

Método

Foi efetuada uma amostra com 400 x 300 mm. Foi introduzida numa câmara de radiação. Foi submetida durante 20 minutos a 300°C. Durante este período, foram emitidos gases e foi produzida chama.

Densidade

A densidade é uma medida de massa por unidade de volume e é determinada de acordo com a EN 323. Quanto maior a densidade de um objeto, maior a sua massa por volume.

$$\rho = m/V$$

$$\rho = \text{Densidade} \quad (10)$$

$$m = \text{massa}$$

$$V = \text{Volume}$$

$$V = r \cdot d^2 \pi$$

$$V = \text{Volume} \quad (11)$$

r = raio

d = espessura

As amostras foram deixadas durante 12 horas a 23 °C com 50% de umidade relativa.

Posteriormente, o seu peso foi medido com uma balança e o seu volume calculado através da medição das dimensões do material. A densidade foi determinada através da medição da massa total e sua divisão pelo volume total.

A densidade do material aqui divulgado é inferior a 0,500 g/cm³ quando o material não é comprimido, e igual ou superior a 0,700 g/cm³, mas inferior a 1, quando comprimido.

Resistência à tração

A resistência à tração foi medida com referência à norma ISO 1924-1:1992. De um modo geral, a resistência à tração determina a força necessária para tracionar um material até ao ponto em que quebra. Esta questão revela um parâmetro muito importante, especialmente nos domínios técnicos da ciência material ou engenharia mecânica.

De um modo mais específico, a resistência à tração de um material é a quantidade máxima de tensão que é possível aplicar antes de quebrar, em que a definição de quebra é variável.

As três definições típicas de resistência à tração são:

- Força de alongamento: A força aplicada que um material consegue suportar sem sofrer deformação permanente
- Resistência à tração: A tensão máxima que um material consegue suportar
- Resistência à quebra: A coordenada tensão na curva tensão-extensão no ponto de quebra

As diferentes definições de resistência à tração são apresentadas na figura 2.

A progressão da curva é altamente dependente do material, devido à sua força, fragilidade ou elasticidade. A resistência à tensão é medida em unidades de força por unidade de área; as unidades são Newtons por metro quadrado (N/m^2) ou Pascal (Pa). Os valores para representação da curva de extensão são calculados pelas fórmulas 12 e 13.

$$\sigma = \frac{F}{d \cdot b} \quad (12)$$

σ = tensão

F = força

d = espessura

b = largura

$$\varepsilon = \frac{D}{l} \quad (13)$$

ε = deformação

D = deslocamento

l = comprimento inicial

Para analisar a resistência à tração do material, foram empregues discos com um diâmetro de 18 cm. De acordo com as normas, seis amostras foram cortadas a partir destes discos para efetuar a medição, de modo a que o valor resultante represente a média dos seis testes individuais.

As dimensões das amostras são representadas na figura 3.

As amostras são fixadas com uma distância entre os meios de fixação de exatamente 63 mm. A velocidade de medição é de 1 mm/min.

Os testes foram realizados numa máquina de testes de resistência, da marca ADAMEL LOMARGHI.

Resistência à compressão

A resistência à compressão é a capacidade de um material para suportar forças nele aplicadas axialmente. Quando o limite da resistência à compressão é atingido, os materiais geralmente quebram.

Para determinar a resistência à compressão, é aplicada uma tensão compressiva sobre o material, o que leva à sua compactação ou decréscimo do volume. O carregamento de um elemento estrutural ou de uma amostra fará aumentar a tensão compressiva até atingir a resistência compressiva.

A tensão compressiva tem unidades de força (força aplicada por unidade de área).

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (14)$$

σ = tensão

F = força

A = superfície

$$\varepsilon = \frac{D}{d} \quad (15)$$

ε = deformação

D = deslocamento

d = espessura

Para medir a resistência à compressão, as amostras são produzidas com um diâmetro de aproximadamente 9 cm e uma espessura de cerca de 1 - 1,3 cm.

A carga máxima do aparelho de teste era 8000 N, conseqüentemente a área de superfície das amostras foi reduzida para 400 mm² (figura 4) para obter resultados valoráveis.

O limite do deslocamento do aparelho de teste marca 4 mm, portanto não podendo ser obtidos valores máximos durante a medição. As amostras foram comparadas em termos da quantidade de deformação para uma determinada carga de compressão. Os testes foram realizados com uma velocidade de 2,5 mm/min.

Tal como para a resistência à tração, a resistência à compressão tem de ser determinada com base nos dados fornecidos pelo aparelho de teste (máquina de testes de resistência ADAMEL LOMARGHI).

Tensão flexural

A resistência flexural, também conhecida como módulo de rutura ou resistência ao fracionamento: Este parâmetro mecânico foi medido com referência à norma ISO 178-2001 e é definido como a capacidade do material para resistir à deformação sob carga.

Este teste emprega uma amostra de barra com uma secção retangular, a qual é flexionada até à sua rutura, utilizando uma técnica de teste flexural com base em três pontos. A resistência flexural representa a tensão mais elevada experimentada pelo material no seu momento de rutura. É medida em termos de tensão, aqui representada pelo símbolo σ .

Cálculo da tensão flexural σ_f

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bd^2}$$

nestas fórmulas são usados os seguintes parâmetros:

- σ_f = Tensão nas fibras externas no ponto médio, (MPa)
- P = carga num dado ponto da curva de deflexão da carga, (N)
- L = Amplitude de suporte, (mm)
- b = Largura do feixe de teste, (mm)
- d = Profundidade do feixe de teste, (mm)

A resistência flexural para um material comprimido aqui divulgado é superior a 30 MPa.

Os resultados destes testes levam à conclusão de que o produto obténível através do processo divulgado na presente invenção apresenta as seguintes características: resistente ao fogo, isolamento térmico e acústico, características de resistência à água, estabilidade dimensional, densidade reduzida, resistência mecânica elevada, rigidez semelhante à da madeira, embora moldável, maleável e reciclável.

Devido a estas propriedades presentes no produto obténível através do processo divulgado pela presente invenção, referem-se aqui diferentes utilizações do referido produto.

Uma primeira utilização é como material de construção e edificação: por exemplo, como isolante do parquet, paredes divisórias, ou isolamento do piso.

Uma segunda utilização refere-se a um material de embalagem ecológica e especial.

Uma terceira utilização é como material eco-decorativo.

A expressão "material eco-decorativo" é aqui usada como significado de um material que pode ser usado em decoração e/ou remodelação, que é reciclado ou reciclável ou ser proveniente de um processo de revalorização de resíduos.

De um modo vantajoso, o presente produto é ecológico, ultrapassando as desvantagens de alguns produtos usados para este efeito, tais como o poliestireno expandido ou produtos com uma consistência menor e mais fragilidade, tais como placa de gesso cartonado ou materiais com uma produção menos ecológica devido à formação de VOCs, tais como a placa de aglomerado.

Usos na Indústria de Edificação e Construção

As propriedades apresentadas pelo material, quando moldado: mais resistente que as partes obtidas no atual processo de moldagem de fibras, com propriedades anti-fogo e à prova de água, com isolamento térmico e acústico, tornando-se ideal para substituir as partes plásticas utilizadas na indústria da construção e edificação.

O mercado do poliestireno expandido na indústria da construção e edificação é enorme. As partes com propriedades especiais desenvolvidas, moldadas com o novo material para substituir o poliestireno expandido são:

Painéis e paredes pré-fabricados

Este novo material pode ser usado como um componente dos painéis e paredes pré-fabricados e todos os tipos de placas (estruque, estilhas, fibras, etc.).

Este material pode ser aplicado de acordo com o presente pedido, para as placas especiais consideradas (à prova de água e resistentes ao fogo).

Campânulas, Placas estriadas e *Pan Slab*

Este material torna o peso da estrutura mais leve e, simultaneamente, reduz o consumo de betão.

Painéis para o teto

As propriedades de isolamento térmico e acústico são necessárias para esta aplicação, além do que existe a possibilidade de produzir um acabamento de superfície com a qualidade necessária para uma pintura direta.

Isolamento da fachada

Para esta aplicação, este material usado na frente do poliestireno expandido tem a vantagem de ser um material à prova de fogo.

Isolamento do teto e do piso

Há um número elevado de formas em que se pode considerar o poliestireno expandido como um isolante para pisos e tetos. A oportunidade para o novo material desenvolvido é no sentido de juntar funções dos vários componentes necessários para instalar parquet: o próprio parquet com o material de isolamento, reduz os problemas com a instalação (fendas, piso levantado, etc.).

Usos na Indústria das Embalagens

Existem duas formas de reduzir a contaminação: Aumentando a capacidade nacional para reciclar o produto em questão, ou reduzindo a sua utilização. Considerando os diferentes sucessos nacionais no âmbito da reciclagem do papel e do cartão, há uma intenção política de reduzir o consumo de plásticos a favor de outros materiais. Alguns exemplos propostos nesta direção: supressão dos sacos de plástico em supermercados em Espanha, a proibição de poliestireno expandido nas embalagens alimentares em França, etc. Tudo isto proporciona às embalagens recicláveis uma nova oportunidade e confere importância às propriedades de resistência à água, presentes no material aqui divulgado.

Indústria de embalagem: alimentação, cosmética, eletrodomésticos e em todas as áreas, de um modo geral. Há produtos que são rejeitados devido a possuírem embalagens desadequadas. Como a maioria é utilizada uma única vez, estão a ser implementadas medidas para iniciar a reutilização e reciclagem dos materiais.

Caixas isotérmicas para transporte de alimentos e medicamentos.

Além das propriedades de isolamento necessárias, o novo material tem um desempenho melhor em termos de resistência mecânica, suportando cargas maiores.

Várias aplicações com material moldado

Elementos de isolamento e decorativos, protetores de cantos, elementos de decoração, artesanato, etc.

Os seguintes exemplos destinam-se a ilustrar adicionalmente a presente invenção e não devem ser considerados como limitantes.

Exemplo 1: 8 kg dos resíduos de papel são despulpados num despulpador com água até uma consistência de 15%, durante 15 min. Posteriormente, a pasta é diluída até uma consistência de 5% com água reciclada e é introduzida num reator aquecido com agitação mecânica.

Um por cento na DM de uma mistura de enzimas contendo: 30% de endocelulase (EC 3.2.1.4), 20% de xilanase (EC 3.2.1.8) e 50% de glucosoxidase (EC 1.1.3.4) são adicionadas à pasta. A agitação é mantida a 300 rpm durante 30 min. a 40°C e controlando o pH a 7. Posteriormente, a velocidade é aumentada até 500 rpm e são adicionados 5% da DM em cola natural e sais de alumínio. Mantendo a temperatura a 40°C, é agitado durante 15 min à mesma velocidade de rotação. Após

este tratamento, a pasta é diluída até uma consistência de 1% e depois é filtrada num filtro retangular com dimensões de 230 X 450 mm. O aglomerado é retirado do filtro e colocado num forno de convecção com circulação de ar. Este forno encontra-se inicialmente a 150°C e posteriormente segue um gradiente de 1°C/min até alcançar 80°C, permanecendo a esta temperatura até o aglomerado se encontrar totalmente seco (aproximadamente 5h). Aproximadamente, entre 15 e 20 placas de teste com dimensões 230x450x10 mm são obtidas. As águas do filtrado são recicladas na primeira e na segunda diluições da pasta no processo. O rendimento em peso do material em termos da DM inicial é de 98%.

Propriedades:

Resultados da permeabilidade do ar: 0,0059 $\mu\text{m}/\text{Pa}\cdot\text{s}$

Resultado Cobb30. 49,6 g/m^2

Absorção relativa de água (%): 21,68

Aumento da espessura relativa (%): 3,44

Aumentos relativos da espessura, largura e comprimento

$X_{\text{espessura}}$	$X_{\text{comprimento}}$	X_{largura}
0	0	-0,9

Comportamento na presença de fogo (figura 5)

A amostra testada apresenta uma área queimada, onde foi aplicada a radiação térmica. A combustão não propagou ao resto da amostra. O material foi reduzido a cinzas sem praticamente quaisquer focos incandescentes.

Durante os 20 minutos do teste, não foram emitidos gases inflamáveis (possivelmente a maioria sendo CO_2).

As observações efetuadas durante o teste foram:

- sem queimaduras
- sem chamas
- sem escorrimento
- sem focos incandescentes
- os gases emitidos não eram inflamáveis, de cor cinza clara (possivelmente CO₂).

O material foi classificado como M₁ (de acordo com a norma UNE 23-721-90). O que depende do tipo de gases emitidos.

Exemplo 2: 8 kg de resíduos de papel, provenientes da recolha de embalagens de cartão de embalagem são despulpados, adicionando 0,1% em DM de endocelulase (EC 3.2.1.4), num despulpador com água para obter uma consistência de 15% durante 15 min. A pasta é então diluída para obter uma consistência de 10% com água reciclada e é introduzida num reator aquecido com agitação mecânica. Posteriormente, 1% em DM de lacase (EC 1.10.3.2) é adicionada. A agitação é mantida a 300 rpm durante 30 min, a 40°C e controlando o pH a 6. Posteriormente, a velocidade é aumentada até 500 rpm e são adicionados 5% da DM em cola natural contendo colofónia e sais de alumínio. Mantendo a temperatura a 40°C, é agitado durante 15 min, à mesma velocidade. Após este tratamento a pasta é diluída para obter uma consistência de 1% sendo posteriormente filtrada num filtro retangular cujas dimensões são 230 X 450 mm.

Após ser filtrado, o aglomerado é comprimido a 30 bar numa prensa eletro-mecânica a uma velocidade de 400 N/s e posteriormente colocado num forno de convecção com circulação de ar. Este forno encontra-se a uma temperatura inicial de 150°C e segue um gradiente de 1°C/min até alcançar 80°C, permanecendo a esta temperatura até que o aglomerado se encontre completamente seco (aproximadamente 5h). As águas do

filtrado são recicladas na primeira e na segunda diluições da pasta no processo. O rendimento em peso do material relativamente à DM inicial é 98%

Propriedades:

Resistência à tração

Amostra comprimida: Tensão 8 MPa
Deformação 1,6%

Resistência à compressão

Amostra não comprimida: Tensão 5,5 MPa
Deformação 40%

Densidade: Amostra comprimida 0,700 g/cm³

Amostra não comprimida: 0,430 g/cm³

Exemplo 3: 8 kg de resíduos de papel são despulpados, adicionando 1% em DM de endo, 1-4 beta xilanas (EC 3.2.1.8), num despulpador com água (15% de consistência) durante 15 min. A pasta é então diluída para obter uma consistência de 10% com água reciclada e é introduzida num reator aquecido com agitação mecânica. 0,2% em DM de um preparado aquoso de hidrolases: endocelulase, hemicelulase e esterase são adicionados à pasta e a temperatura é mantida a 50°C, durante 30 min a pH 7. Posteriormente, a velocidade de rotação é aumentada até 500 rpm e são adicionados 5% da DM em cola aquosa contendo colofónia e sais de alumínio. Mantendo a temperatura a 40°C, é agitada durante 15 min à mesma velocidade. Após este tratamento, a pasta é diluída para obter uma consistência de 1% sendo posteriormente filtrada

num filtro de molde cujas dimensões são 450 x 320 X 200 mm. O aglomerado é filtrado e retirado do filtro, sendo colocado num forno de convecção com circulação de ar. Este forno encontra-se a uma temperatura inicial de 150°C e segue um gradiente de 1°C/min até alcançar 80°C, permanecendo a esta temperatura até o aglomerado se encontrar totalmente seco. As águas do filtrado são recicladas na primeira e segunda diluições da pasta no processo. O rendimento em peso do material em termos da DM inicial é de 90%.

Propriedades:

Resistência flexural

Amostra comprimida: 35 MPa

Resultados do nível de pressão acústica ponderada normalizada:

Amostra	M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
L _{nw} (dB)	79	62	60	65	62
ΔL _{nw} (dB)	-1	16	18	13	16

A figura 6 representa o nível de pressão acústica do ruído de impacto, ponderada normalizada (L_n) para diferentes frequências das amostras M₁ e M₂.

A figura 7 representa o nível de pressão acústica do ruído de impacto, ponderada normalizada (L_n) para diferentes frequências das amostras M₃ e M₄.

Coefficiente de amostra α

Frequência (Hz)	2000	1600	1250	1000	800	700	600	500	400	300	200
α	0,426	0,39	0,242	0,249	0,242	0,237	0,26	0,247	0,18	0,337	0,655

A figura 8 representa os aumentos do coeficiente para frequências entre 250 e 2500 Hz, intervalo para o qual o som é incomodativo para os seres humanos

Lisboa, 11 de Maio de 2015.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para reciclagem de resíduos de papel (1) provenientes de papel de alta qualidade compreendendo as etapas de

(a) Preparação da pasta, em que os resíduos de papel são alimentados num despulpador com água, tendo uma consistência entre 15 e 20%;

(b) diluição com água reciclada do material despulpado obtido na etapa a) até uma consistência entre 5 e 10%;

caracterizado por compreender também as etapas de:

(c) tratamento enzimático do material despulpado diluído obtido na etapa b);

(d) adição de um ou mais sais inorgânicos e uma ou mais colas ao material obtido no tratamento (c);

(e) diluição com água do material obtido em (d) até uma consistência entre 1 e 3%;

(f) filtração do material obtido em (e) por vácuo e compressão opcional;

(g) secagem do material filtrado obtido em (f);

em que há um retorno das águas residuais em suspensão após a filtração na etapa (f) para os recipientes (3,5) onde as etapas (b) e (e) têm lugar.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, em que a etapa (a) é realizada também por adição de hidrolases.

3. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que a temperatura para a etapa (a) é desde 25 a 40°C e o pH entre 5 e 9.
4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o pH para a etapa (c) está entre 6 e 9.
5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que a atividade enzimática na etapa (c) é realizada por oxidoreduases e lacases.
6. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o sal inorgânico usado na etapa (d) é o sulfato de alumínio.
7. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que as colas usadas na etapa (d) compreendem resinas ácidas ou os seus sais ou os seus ésteres.
8. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que a consistência do material no final da etapa (e) é cerca de 1%.
9. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que a temperatura para a etapa (e) é entre 25 a 40°C e o pH entre 6 e 9.
10. Material celulósico caracterizado por uma densidade inferior a 0,500 g/cm³ quando o material não é comprimido e igual ou superior a 0,700 g/cm³, mas inferior a 1, quando comprimido, uma tensão flexural quando o material

é comprimido acima de 30 MPa e um comportamento perante o fogo correspondente ao de um material M_1 de acordo com a norma UNE 23-721-90.

11. Utilização do produto de acordo com a reivindicação 10 como material de edificação e construção.
12. Utilização do produto de acordo com a reivindicação 10 como material de eco-embalagem.
13. Utilização do produto de acordo com a reivindicação 10, como material eco-decorativo.

Lisboa, 11 de Maio de 2015.

RESUMO

PROCESSO PARA RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DE PAPEL, PRODUTOS ASSIM OBTIDOS E SUAS UTILIZAÇÕES

A presente invenção refere-se a um bioprocesso para reciclagem de papel residual proveniente de papel de alta qualidade, compreendendo as seguintes etapas: a) preparação da pasta; b) diluição com água do material pastoso obtido em a); c) tratamento enzimático da pasta; d) adição de sais inorgânicos e colas; e) diluição com água do material obtido em d); f) filtração por vácuo; compressão opcional; e g) secagem. Em particular, o referido papel de qualidade é papel impresso. A presente invenção também se refere ao produto obtível através do processo acima mencionado. A presente invenção refere-se adicionalmente a diferentes utilizações do produto, tais como materiais de construção e edificação, materiais de eco-embalagem e materiais eco-decorativos.

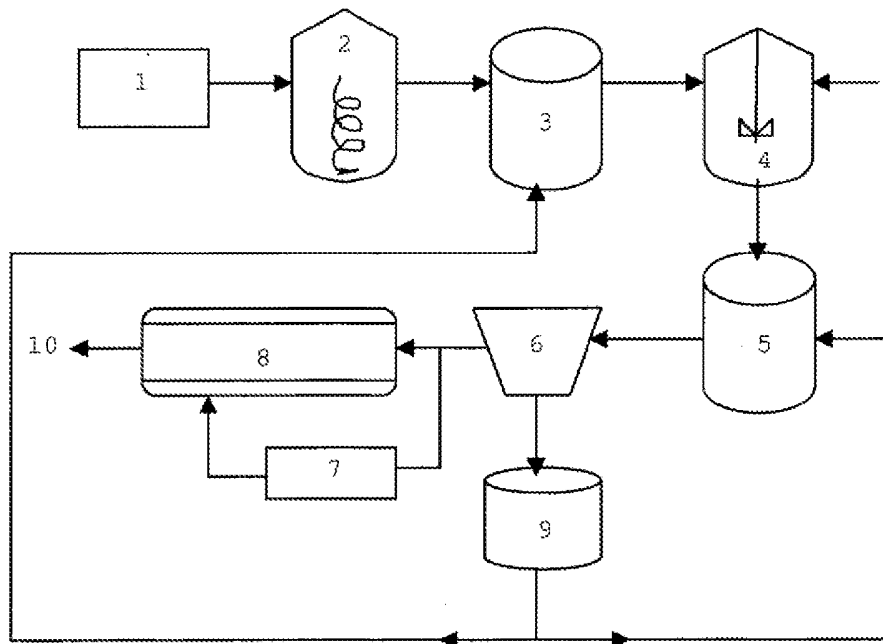


Figura 1

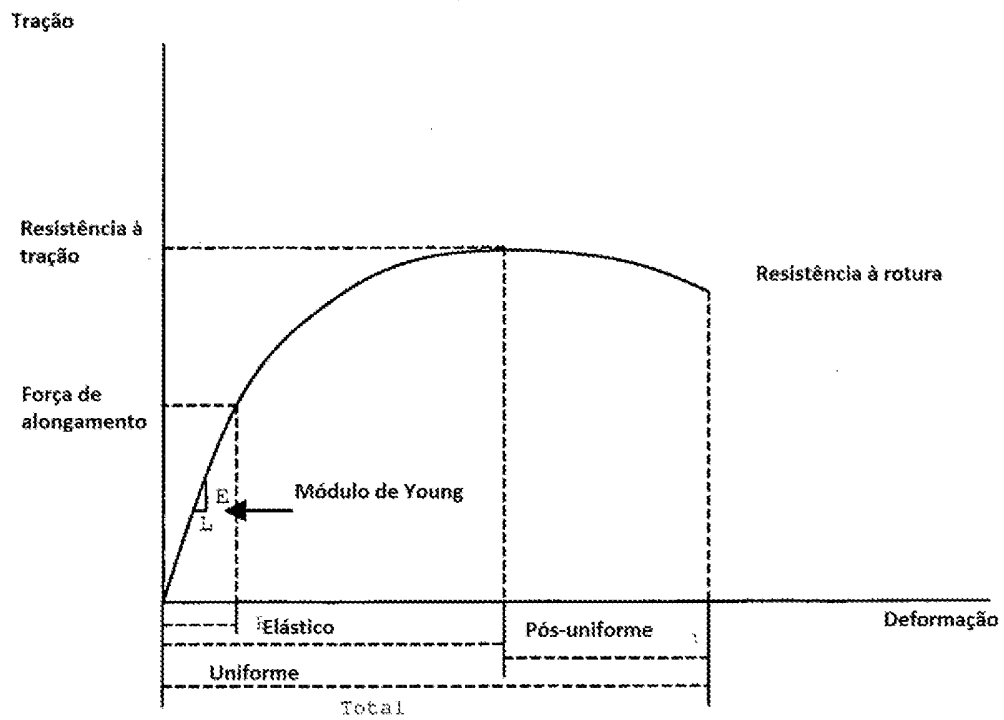


Figura 2

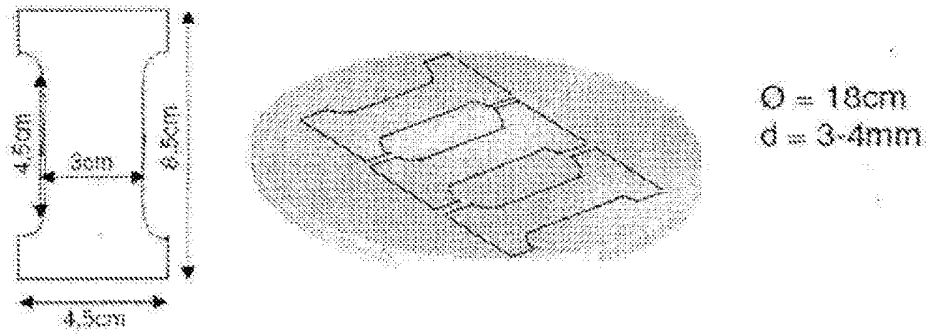


Figura 3

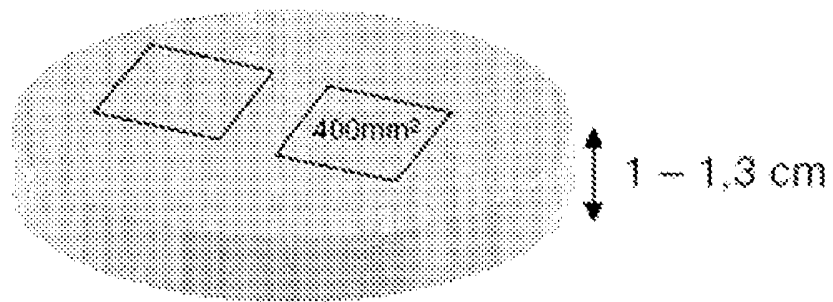


Figura 4

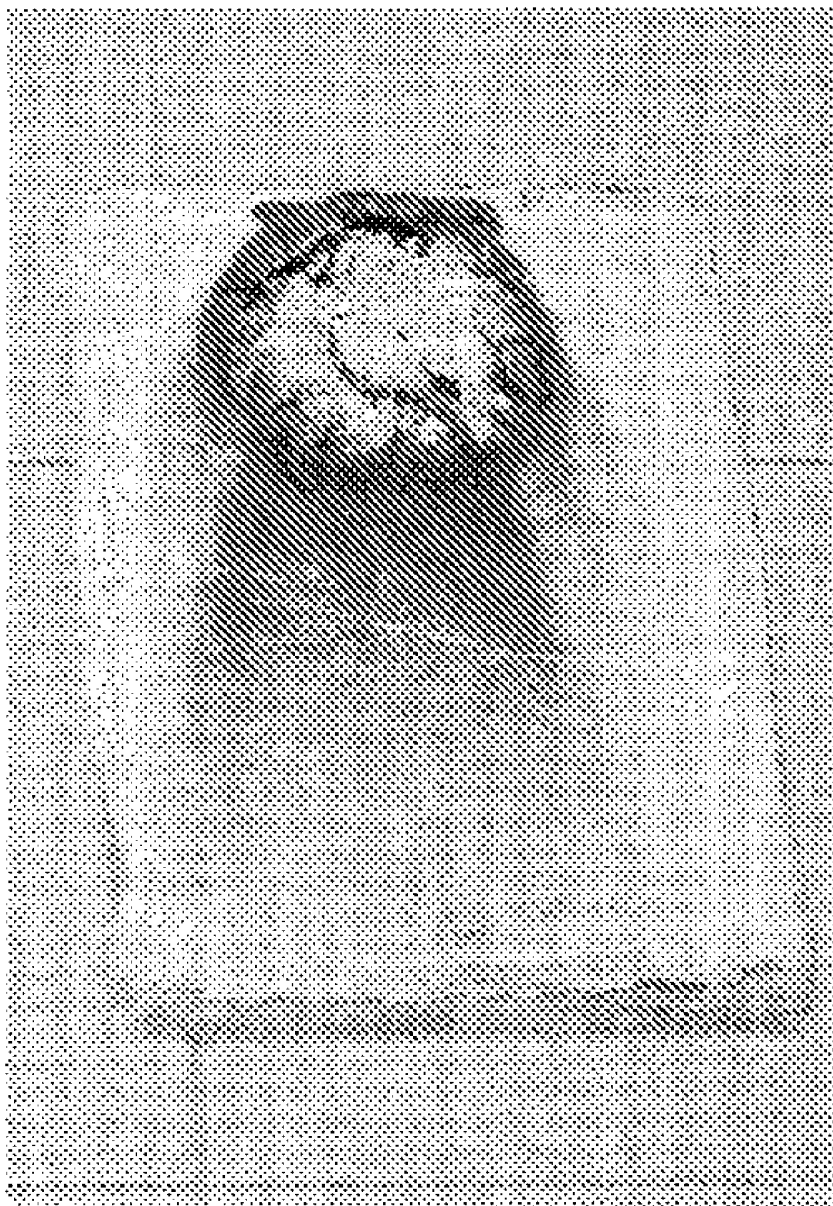


Figura 5

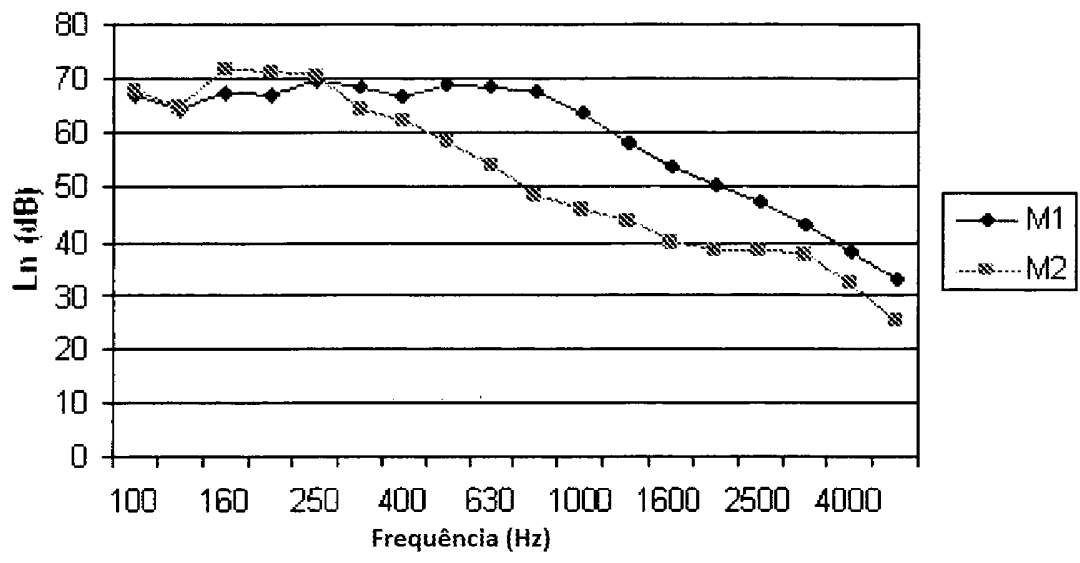


Figura 6

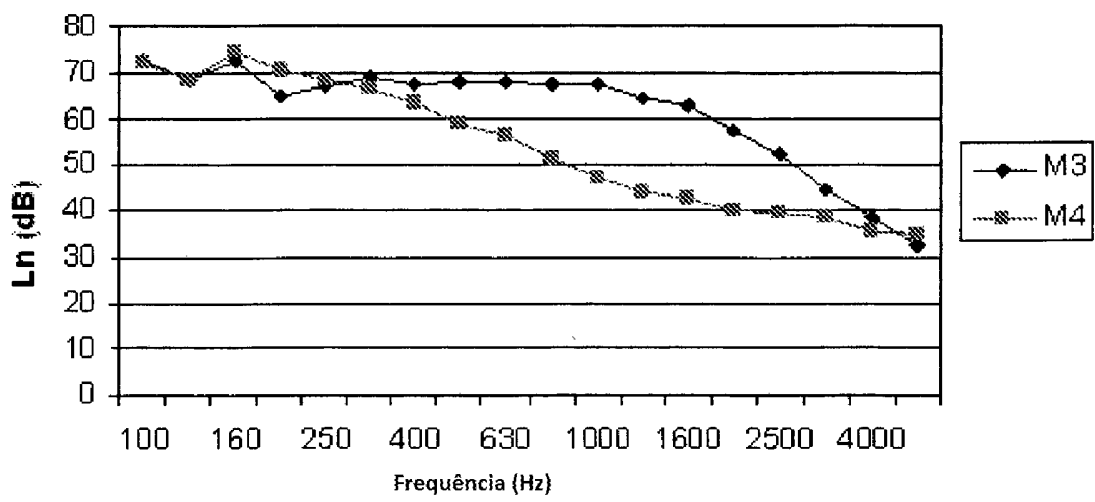


Figura 7

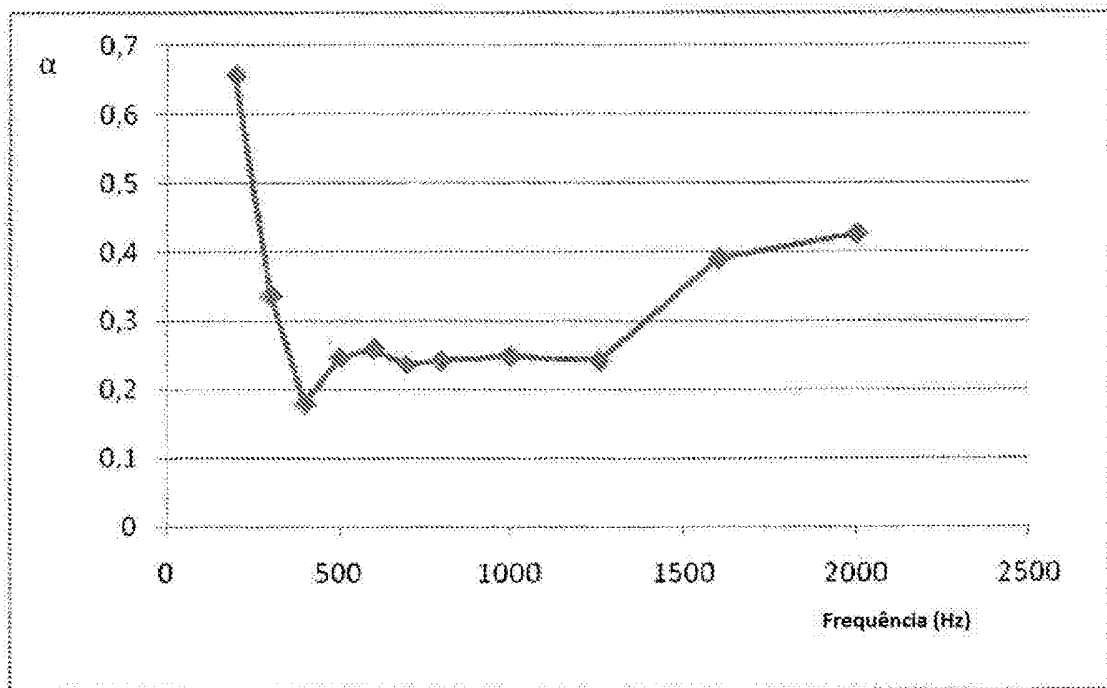


Figura 8