

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

(21) **PI0619765-5 A2**

(22) Data de Depósito: 08/11/2006
(43) Data da Publicação: 18/10/2011
(RPI 2128)



(51) *Int.Cl.:*
D21B 1/02

(54) **Título:** PROCESSO DE PRODUZIR POLPA DE ALTO RENDIMENTO

(30) **Prioridade Unionista:** 02/12/2005 EP 05 111643.2

(73) **Titular(es):** AKZO NOBEL N.V.

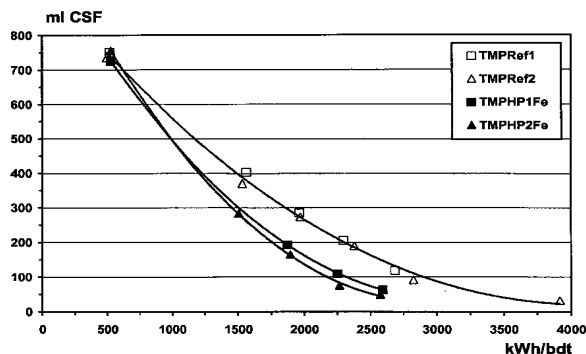
(72) **Inventor(es):** Eva Linnea Elisabeth Wackerberg, Karin Susanne Maria Walter, Magnus Lars Paulsson

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

(86) **Pedido Internacional:** PCT SE2006050460 de 08/11/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/064287 de 07/06/2007

(57) **Resumo:** PROCESSO DE PRODUZIR POLPA DE ALTO RENDIMENTO. A presente invenção refere-se a um processo para preparar uma polpa de alto rendimento compreendendo a) tratar um material contendo lignocelulose quimicamente por meio de um sistema de oxidação compreendendo pelo menos um oxidante não enzimático substancialmente isento de ozônio e dióxido de cloro e um ativador em um pH de cerca de 2 a cerca de 6,5; e b) tratar o material contendo lignocelulose mecanicamente durante um tempo suficiente para produzir uma polpa de alto rendimento, em que o material contendo lignocelulose é quimicamente tratado antes e/ou durante qualquer estágio de tratamento mecânico, e em que o material contendo lignocelulose não é quimicamente tratado em um pH de cerca de 11,5 a cerca de 14 entre os estágios a) e b).





PI0619765-5

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "PROCESSO DE PRODUZIR POLPA DE ALTO RENDIMENTO".

A presente invenção refere-se a um processo para produzir uma polpa de alto rendimento a partir de um material contendo lignocelulose.

5 Antecedentes da Invenção

Produção realçada e utilização eficiente de produtos lignocelulósicos são questões de alta importância tanto para a indústria de polpa e papel quanto para a sociedade. A produção de polpas mecânicas e quimimecânicas é um modo eficiente de usar os recursos naturais mundiais visto que o rendimento destes processos de fabricação é alto e o impacto ambiental é relativamente baixo. A extração de polpa mecânica e quimimecânica constitui cerca de 25 % da produção de fibra virgem total no mundo. Uma desvantagem com os processos de extração de polpa mecânica é o alto consumo de energia que representa cerca de 20 % da demanda de energia da fabricação de papel no mundo. A energia sozinha representa 25 a 50 % do custo de fabricação total de uma polpa termomecânica (TMP) dependendo de onde no mundo o moinho de polpa mecânica está localizado. Em um moinho de TMP, cerca de 80 % da energia é consumida durante a refinação de linha principal (primária, secundária etc.), refinação de refugo e baixa consistência. O restante da energia é consumida em bombas, agitadores, telas, sopradores, ventiladores e acionadores mecânicos. Isto significa que a maioria da energia é usada para a separação da fibra e para o desenvolvimento das fibras para torná-las adequadas para o uso final definido. Portanto é extremamente importante encontrar modos adequados de reduzir o consumo de energia. Entretanto, um processo que reduz o consumo de energia durante a produção de polpa mecânica é de interesse limitado para produtos convencionais se a resistência da polpa ou papel é, ao mesmo tempo, substancialmente reduzida ou se o efeito ambiental é substancialmente prejudicado.

30 A EP 494 519 A1 refere-se a um processo compreendendo impregnar fragmentos com uma solução de peróxido alcalina contendo estabilizadores para peróxido seguido por desfibração mecânica, em que os

fragmentos de madeira são pré-tratados antes da impregnação com peróxido. Entretanto, o processo da EP 494 519 A1 envolve investimento extensivo e não resulta em economia de energia suficiente com propriedades de rendimento de polpa e polpa mantidas.

- 5 Um objetivo da invenção é reduzir o consumo de energia em um processo que é simples para instalar em um processo de extração de polpa de alto rendimento e sem reduzir substancialmente o comprimento da fibra ou propriedades de resistência da polpa produzida. Um outro objetivo da presente invenção é fornecer um tal processo enquanto mantendo o rendimento da polpa em um nível aceitável. Uma outra intenção da presente invenção é fornecer um processo facilitado sem necessidade de investimentos consideráveis. Uma outra intenção é fornecer um processo na ausência de estágios de tratamento alcalino enquanto melhorando ou pelo menos não substancialmente afetando as propriedades da polpa de alto rendimento obtida, por exemplo, propriedades de resistência.

A invenção

A presente invenção refere-se a um processo para preparar uma polpa de alto rendimento compreendendo

- a) tratar um material contendo lignocelulose quimicamente por meio de um sistema de oxidação compreendendo pelo menos um oxidante não enzimático substancialmente isento de ozônio e dióxido de cloro e um ativador em um pH de cerca de 2 a cerca de 6,5; e
- b) tratar o material contendo lignocelulose mecanicamente durante um tempo suficiente para produzir uma polpa de alto rendimento, em que o material contendo lignocelulose é quimicamente tratado antes e/ou durante qualquer estágio de tratamento mecânico, e em que o material contendo lignocelulose não é quimicamente tratado em um pH de cerca de 11,5 a cerca de 14 entre os estágios a) e b).

- De acordo com uma modalidade, o pH é de cerca de 2,5 a cerca de 6, por exemplo de cerca de 2,5 a cerca de 5,5 ou de cerca de 3 a cerca de 5,5 tal como de cerca de 3 a cerca de 4. De acordo com uma modalidade, o pH é de cerca de 3,5 a cerca de 5.

De acordo com uma modalidade, o material contendo lignocelulose não é quimicamente tratado entre os estágios a) e b) em um pH de cerca de 7 a cerca de 14, por exemplo de cerca de 8 a cerca de 14 ou de cerca de 9 a cerca de 14, por exemplo, de cerca de 10 a cerca de 14 ou de cerca de 10,5 a cerca de 14 ou de cerca de 11 a cerca de 14.

De acordo com uma modalidade, o material contendo lignocelulose não é quimicamente tratado antes do estágio a) em um pH de cerca de 7 a cerca de 14, por exemplo de cerca de 8 a cerca de 14 ou de cerca de 9 a cerca de 14, por exemplo, de cerca de 10 a cerca de 14 ou de cerca de 10,5 a cerca de 14 ou de cerca de 11 a cerca de 14 ou de cerca de 11,5 a cerca de 14.

O termo polpa de alto rendimento pode compreender por exemplo, polpa mecânica (MP), polpa mecânica de refinador (RMP), polpa mecânica de refinador pressurizado (PRMP), polpa termomecânica (TMP), polpa química termomecânica (TMCP), TMP de alta temperatura (HT-TMP) RTS-TMP, Termopolpa, polpa mecânica (GW), polpa mecânica de desfibrador (SGW), polpa mecânica de desfibriladores sob pressão (PGW), polpa mecânica sob superpressão (PGW-S), polpa termomecânica (TGW), polpa termomecânica de desfibrador (TSGW), polpa quimimecânica (CMP), polpa quimimecânica de refinador (CRMP), polpa quimitemomecânica (CTMP), CTMP de alta temperatura (HT-CTMP), polpa termomecânica modificada com sulfito (SMTMP), CTMP de refugo (CTMP_R), CTMP de polpa de madeira (G-CTMP), polpa semiquímica (SC), polpa semiquímica de sulfito neutro (NSSC), polpa de sulfito de alto rendimento (HYS), polpa biomecânica (BRMP), polpas produzidas de acordo com o processo OPCO, processo de extração de polpa por explosão, processo Bi-Vis, processo de sulfonação com água de diluição (DWS), processo de fibras longas sulfonadas (SLF), processo de fibras longas quimicamente tratadas (CTLF), processo CMP de fibras longas (LFCMP) ou quaisquer modificações e combinações destes. De acordo com uma modalidade, a polpa de alto rendimento tem um rendimento de pelo menos cerca de 60 %, por exemplo pelo menos cerca de 70 %, ou pelo menos cerca de 80 %, ou pelo menos

cerca de 85 %. De acordo com uma modalidade, a polpa de alto rendimento tem um rendimento de pelo menos cerca de 90 % tal como pelo menos cerca de 95 %. A polpa pode ser uma polpa branqueada ou não branqueada.

5 De acordo com uma modalidade, o material contendo lignocelulose compreende madeira não desfibrada. De acordo com uma modalidade, o material contendo lignocelulose compreende material contendo lignocelulose mecanicamente tratado. De acordo com uma modalidade, o sistema de oxidação é aplicado entre dois estágios de
10 tratamento mecânico. O material contendo lignocelulose pode compreender por exemplo, toras de madeira, matérias-primas finamente divididas, incluindo materiais de madeira, tais como partículas de madeira (por exemplo, na forma de fragmentos de madeira, raspas de madeira, fibras de madeira e serragem) e fibras de plantas anuais ou perenes incluindo não
15 madeira. A matéria-prima de madeira pode ser derivada de espécies de madeira dura ou madeira mole, tais como vidoeiro, faia, álamo tremedor tal como álamo tremedor europeu, amieiro, eucalipto, bordo, acácia, madeira dura tropical mista, pinheiro tal como pinheiro da América do Norte, abeto, cicuta, lariço, abeto vermelho tal como Espruce negro ou abeto da Noruega,
20 e misturas destes. A matéria-prima vegetal que não madeira pode ser fornecida por exemplo, de palhas de safras de grão, capim-amarelo, canas, linho, cânhamo, kenaf, juta, rami, sisal, abacá, fibra de coco, bambu, bagaço ou combinações destes.

De acordo com uma modalidade, o oxidante é selecionado de
25 compostos de peróxi, oxidantes contendo hologênio, oxigênio, óxidos de nitrogênio ou combinações destes. O sistema de oxidação, incluindo o oxidante não enzimático, sendo substancialmente isento de ozônio pode ser vantajoso devido ao fato de que o ozônio não fornece um rendimento de polpa suficiente devido à seletividade baixa e é usualmente uma alternativa
30 mais onerosa. Pelo termo “substancialmente isento de ozônio” é significado que o sistema de oxidação compreende menos do que 5 % em peso, por exemplo menos do que 2 % em peso ou menos do que 1 % em peso de

ozônio (calculado como 100 %) com base no peso total do sistema de oxidação. Pelo termo “substancialmente isento de dióxido de cloro” é significado que o sistema de oxidação compreende menos do que 5 % em peso, ou menos do que 2 % em peso ou menos do que 1 % em peso de dióxido de cloro (calculado como 100 %) com base no peso total do sistema de oxidação.

De acordo com uma modalidade, o oxidante não enzimático e o ativador podem ser adicionados em qualquer posição antes ou durante qualquer estágio de tratamento mecânico. De acordo com uma modalidade, o sistema de oxidação é aplicado ao material contendo lignocelulose em um ou vários estágios antes ou durante o tratamento mecânico. De acordo com uma modalidade, o sistema de oxidação é aplicado como um tratamento interestágio entre dois estágios de tratamento mecânico. De acordo com uma modalidade, o processo usa dois ou três estágios de tratamento mecânico tais como estágios de refinação entre os quais o tratamento do material contendo lignocelulose pode ser realizado com o sistema de oxidação. Entretanto, qualquer outro número de estágios também pode ser usado incluindo um ou vários estágios de refinação de refugo. De acordo com uma modalidade, o sistema de oxidação é aplicado a um estágio de refinação de refugo.

O ativador pode ser qualquer substância adequada capaz de acelerar a oxidação na presença de um oxidante não enzimático. De acordo com uma modalidade, o ativador é selecionado de íons de metal, TAED, cianamida, sulfato de cobre, sulfato de ferro, e misturas destes. De acordo com uma modalidade, o ativador é um metal de transição.

De acordo com uma modalidade, o sistema de oxidação compreende um realçador que facilita/controla a oxidação. De acordo com uma modalidade, o realçador é selecionado de ácidos policarboxílicos contendo nitrogênio, ácidos polifosfônicos contendo nitrogênio, poliálcoois contendo nitrogênio, ácido oxálico, oxalato, glicolato, ácido ascórbico, ácido cítrico, acetato de nitrilo, ácido gálico, ácido fúlvico, ácido itacônico, hemoglobina, hidroxibenzenos, catecolatos, quinolinas, ácidos

dimetoxibenzóicos, ácidos diidroxibenzóicos, álcoois dimetoxibenzílicos, piridina, histidilglicina, ftalocianina, acetonitrila, éter 18-coroa-6, ácido mercaptossuccínico, cicloexadienos, polioxometalatos, e combinações destes.

5 De acordo com uma modalidade, o realçador é selecionado de compostos orgânicos contendo nitrogênio, principalmente ácidos policarboxílicos contendo nitrogênio, ácidos polifosfônicos contendo nitrogênio, poliálcoois contendo nitrogênio, e misturas destes. De acordo com uma modalidade, o realçador é selecionado de ácido

10 dietilēnotriaminapentaacético (DTPA), ácido etilenodiaminatetraacético (EDTA), ácido nitrilotriacético (NTA), e combinações destes. De acordo com uma modalidade, o realçador é selecionado de compostos com base em outros aminoácidos policarboxílicos, polifosfatos ou ácidos polifosfônicos, hidroxicarboxilatos, ácidos hidrocarboxílicos, ditiocarbamato, ácido oxálico,

15 ácido iminodissuccínico, ácido [S,S']-etilenodiaminadissuccínico, glicolato, ácido ascórbico, ácido cítrico, acetato de nitrilo, ácido gálico, ácido fúlvico, ácido itacônico. De acordo com uma modalidade, o realçador é selecionado de oxalato, hemoglobina, diidroxibenzeno (por exemplo, hidroquinona), triidroxibenzeno, catecolatos (por exemplo, 4,5-dimetoxicatecol, 2,3 diidróxi-

20 benzeno, 4-metil catecol), quinolina, hidroxiquinolina (por exemplo, 8-hidroxiquinolina), ácido diidroxibenzóico (por exemplo, ácido 3,4-diidroxibenzóico, ácido 2,3-diidroxibenzóico), álcool 3,4-dimetoxibenzílico, ácido 3,4-dimetoxibenzóico, 3,4-dimetóxi tolueno, piridina, histidilglicina, ftalocianina, acetonitrila, 18-coroa-6 éter, ácido mercaptossuccínico, 1,3-

25 cicloexadieno, polioxometalatos. De acordo com uma modalidade, o sistema de oxidação compreende como um realçador também pelo menos uma enzima.

De acordo com uma modalidade, o material contendo lignocelulose é tratado com o sistema de oxidação durante cerca de um

30 segundo a cerca de dez horas. De acordo com uma modalidade, o material contendo lignocelulose é tratado com o sistema de oxidação durante cerca de cinco segundos a cerca de cinco horas. De acordo com uma modalidade,

o material contendo lignocelulose é tratado com o sistema de oxidação durante cerca de dez segundos a cerca de três horas.

De acordo com uma modalidade, o material contendo lignocelulose é tratado em uma temperatura de cerca de 30 a cerca de 200°

- 5 C. De acordo com uma modalidade, o material contendo lignocelulose é tratado em uma temperatura de cerca de 50 a cerca de 180° C. De acordo com uma modalidade, o material contendo lignocelulose é tratado em uma temperatura de cerca de 80 a cerca de 180° C.

- De acordo com uma modalidade, o oxidante não enzimático
10 (calculado como 100 %) é adicionado em uma quantidade de cerca de 0,1 a cerca de 5 % em peso com base no peso do material contendo lignocelulose. De acordo com uma modalidade, o oxidante não enzimático (calculado como 100 %) é adicionado em uma quantidade de cerca de 0,2 a cerca de 3 % em peso com base no peso do material contendo
15 lignocelulose. De acordo com uma modalidade, o oxidante não enzimático (calculado como 100 %) é adicionado em uma quantidade de cerca de 0,3 % a cerca de 2 % em peso com base no peso do material contendo lignocelulose.

- De acordo com uma modalidade, um ativador (calculado como
20 100 %) é adicionado em uma quantidade de cerca de 0,0001 a cerca de 1 % em peso com base no peso do material contendo lignocelulose. De acordo com uma modalidade, um ativador (calculado como 100 %) é adicionado em uma quantidade de cerca de 0,001 a cerca de 0,5 % em peso com base no peso do material contendo lignocelulose. De acordo com uma modalidade,
25 um ativador (calculado como 100 %) é adicionado em uma quantidade de cerca de 0,0025 a cerca de 0,1 % em peso com base no peso do material contendo lignocelulose. De acordo com uma modalidade, um ativador é adicionado antes ou durante qualquer estágio de tratamento mecânico, separada ou simultaneamente com um oxidante não enzimático. O ativador
30 assim pode ser adicionado antes, simultaneamente ou depois da adição de um oxidante não enzimático. Isto pode ser exatamente antes da adição de um oxidante não enzimático antes de um estágio de tratamento mecânico tal

como um refinador, mas também pode ser antes por exemplo, de um refinador primário ao passo que o oxidante não enzimático é adicionado depois do refinador primário mas antes de um refinador secundário.

De acordo com uma modalidade, um realçador (calculado como 5 100 %) é adicionado em uma quantidade de cerca de 0,001 a cerca de 1 % em peso com base no peso do material contendo lignocelulose. De acordo com uma modalidade, um realçador (calculado como 100 % de composto puro) é adicionado em uma quantidade de cerca de 0,01 a cerca de 0,5 % em peso com base no peso do material contendo lignocelulose. De acordo com uma modalidade, um realçador (calculado como 100 %) é adicionado 10 em uma quantidade de cerca de 0,05 a cerca de 0,3 % em peso com base no peso do material contendo lignocelulose. De acordo com uma modalidade, um realçador é adicionado antes ou durante qualquer estágio de tratamento mecânico, separada ou simultaneamente com um oxidante 15 não enzimático e opcionalmente um ativador. O realçador assim pode ser adicionado antes, simultaneamente ou depois da adição de um oxidante não enzimático. Isto pode ser exatamente antes da adição do oxidante não enzimático antes de um estágio de tratamento mecânico tal como um refinador, mas também pode ser antes por exemplo, de um refinador 20 primário ao passo que o oxidante não enzimático é adicionado depois do refinador primário mas antes de um refinador secundário.

O tratamento mecânico pode ser realizado em um ou vários estágios. Tipicamente, o tratamento mecânico pode ser realizado em dois estágios ou mais incluindo um estágio de tratamento mecânico de refugo 25 onde até 60 % em peso do material contendo lignocelulose podem ser experimentados. Os estágios de tratamento mecânico usualmente são realizados passando-se o material contendo lignocelulose através de moedores e/ou refinadores. Entretanto, outros tratamentos mecânicos também podem ser realizados em equipamentos como, por exemplo, 30 parafusos de bujão (por exemplo, impressafiner), moinhos a cilindros (por exemplo, moinho Szego), extrusoras de eixo duplo (extrusora de rosca Bi-Vis), o aparelho recíproco, RT Fiberizer®, dispersadores ou em qualquer

combinações destes.

De acordo com uma modalidade, o oxidante não enzimático é selecionado de compostos inorgânicos de peróxi tais como peróxido de hidrogênio ou compostos geradores de peróxido de hidrogênio tais como
5 sais de percarbonato, perborato, peroxissulfato, peroxifosfato, peroxissilicato ou ácidos fracos correspondentes.

De acordo com uma modalidade, o oxidante não enzimático é selecionado de compostos orgânicos de peróxi tais como ácidos peróxi carboxílicos, por exemplo, ácido peracético e ácido perbenzóico.

10 De acordo com uma modalidade, o sistema de oxidação compreende oxidantes contendo hologênio tais como clorita, hipoclorita, sal de sódio clorado de ácido cianúrico. De acordo com uma modalidade, o sistema de oxidação compreende oxigênio e/ou óxidos de nitrogênio tais como NO ou NO₂. De acordo com uma modalidade, o sistema de oxidação
15 compreende combinações de oxidantes diferentes, que podem ser adicionados ou re-utilizados a partir das etapas do processo que geram os oxidantes não enzimáticos.

De acordo com uma modalidade, o sistema de oxidação compreende ainda ativadores tais como íons de metal, por exemplo, Fe, Mn,
20 Co, Cu, W ou Mo, ou TAED, cianamida ou combinações destes. De acordo com uma modalidade, íons de metal tais como íons de metal de transição podem ser usados na forma de ácidos ou sais ou complexos com compostos orgânicos ou inorgânicos comuns.

De acordo com uma modalidade, a radiação ultravioleta ou outra
25 radiação é aplicada ao oxidante não enzimático ou ao material contendo lignocelulose que é tratado com o oxidante não enzimático, opcionalmente em combinação com um realçador.

De acordo com uma modalidade, realçadores, por exemplo, agentes complexantes, agentes quelantes ou ligandos estão compreendidos
30 no sistema de oxidação. Estes realçadores podem facilitar/controlar o efeito de oxidação dependendo da quantidade destes que é adicionada.

De acordo com uma modalidade, tanto um realçador quanto um

ativador estão compreendidos no sistema de oxidação.

Os exemplos seguintes ilustrarão como a invenção descrita pode ser realizada sem limitar o escopo dela.

5 Todas as partes e porcentagens referem-se à parte e porcentagem em peso ultra-seco, se não de outro modo estabelecido. Os produtos químicos são calculados como 100 %.

Exemplo 1

10 A madeira de espruce negro (*Picea mariana*) foi usada para a produção de polpa termomecânica (TMP). As toras de madeira foram desembarcadas e lascadas e lavadas antes de preaquecimento (pressão de vapor de 414 KPa (4,14 bar), tempo de retenção de 40 s) e operações de refinação. Um projeto de refinação de três estágios foi usado e a entrada de energia foi variada no último estágio de refinação para obter polpas com níveis de liberdade (refinação) diferentes. Um refinador pressurizado de 15 96,52 cm (36") de disco único (modelo 36-1CP conduzido a 1800 rpm) foi usado no primeiro estágio de refinação e um refinador atmosférico de 96,52 cm (36") de disco duplo (modelo 401, 1200 rpm) no segundo e terceiro estágios. A entrada de energia no refinador primário foi de cerca de 500 kWh/tonelada métrica ultra-seca (bdmt) e no segundo estágio de refinação 20 aproximadamente 1000 kWh/bdmt. Na maioria dos casos, três estágios de refinação terciários com uma entrada de energia alvejada de 400, 800 e 1200 kWh/bdmt foram realizados. Todas as experiências foram conduzidas em condições constantes que significam que a variação no consumo de energia específico e propriedades de polpa e papel é um resultado dos 25 produtos químicos adicionados durante as experiências. O consumo de energia medido na planta piloto para as referências (TMP_{Ref1} e TMP_{Ref2} , vide tabelas e figuras abaixo) é comparável à operação comercial.

Cada série de refinação descrita nos exemplos seguintes foi produzida de acordo com o procedimento descrito acima.

30 Uma referência de TMP (TMP_{Ref1} nas figuras e tabelas abaixo) foi produzida sem adição de produtos químicos. O grau de refinação (liberdade) como uma função do consumo de energia específico (SEC) pode

ser observado na Figura 1 e a resistência da polpa resultante nas Tabelas 1 e 2. A Figura 2 mostra a distribuição do comprimento da fibra e a Figura 3 a distribuição da largura da fibra da polpa resultante (liberdade de aproximadamente 100 ml de CSF).

5 Uma referência de TMP produzida sob condições mais ácidas (denotada TMP_{Ref2}) também foi fornecida para certificar-se que a redução de energia obtida é uma consequência do método descrito na presente invenção e não um efeito de diminuir o pH durante a refinação. O pH foi diminuído adicionando-se 0,19 % em peso de ácido sulfúrico (H_2SO_4) com
10 base no peso de madeira ultra-seca ao olho do refinador (entrada) do refinador primário. O pH da polpa resultante foi de 3,8. As propriedades de TMP da polpa produzida podem ser encontradas nas Figuras 1 a 3 e Tabelas 1 a 2 abaixo.

 Uma TMP fabricada de acordo com a presente invenção usando
15 peróxido de hidrogênio ácido (H_2O_2) foi produzida adicionando-se 0,08 % em peso de sulfato de ferro ($FeSO_4 \times 7 H_2O$) com base no peso de madeira ultra-seca ao olho do refinador do refinador primário e 1,0 % em peso de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) com base no peso de madeira ultra-seca à linha de sopro do refinador primário. O pH da polpa resultante foi de 3,6. A
20 polpa é denotada TMP_{HP1Fe} nas figuras e tabelas abaixo.

 Uma segunda TMP fabricada de acordo com a presente invenção usando peróxido de hidrogênio ácido (H_2O_2) foi produzida adicionando-se 0,15 % em peso (de madeira ultra-seca) de sulfato de ferro ($FeSO_4 \times 7 H_2O$) ao olho do refinador do refinador primário e 1,1 % em peso
25 (de madeira ultra-seca) de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) à linha de sopro do refinador primário. O pH da polpa resultante foi de 3,4. A polpa é denotada TMP_{HP2Fe} nas Figuras 1 a 3 e Tabelas 1 a 2 abaixo.

 O grau de refinação, medido como o valor de liberdade de uma polpa, é o parâmetro mais importante que influencia propriedades de polpa e
30 papel tais como resistência e capacidade de dispersão da luz. Portanto é necessário comparar polpas em um valor de liberdade constante. Tanto valores medidos quanto interpolados (para liberdade de 100 ml de CSF)

assim são fornecidos no texto abaixo.

A Figura 1 ilustra a liberdade como uma função do consumo de energia específico (SEC) para as referências (TMP_{Ref1} e TMP_{Ref2}) e as polpas produzidas de acordo com a invenção (TMP_{HP1Fe} e TMP_{HP2Fe}). É evidente a partir da Figura 1 que uma economia de energia substancial é obtida para as polpas produzidas de acordo com a invenção ao passo que não houve nenhuma diferença significativa entre a TMP_{Ref1} e TMP_{Ref2} quando ela aproxima-se do consumo de energia. As polpas produzidas de acordo com a invenção consomem 20 % (TMP_{HP1Fe}) e 25 % (TMP_{HP2Fe}) menos energia a um nível de liberdade constante (100 -ml de CSF) quando comparado ao consumo de energia das referências (TMP_{Ref1} e TMP_{Ref2} , vide Tabela 2). A economia de energia para TMP_{HP1Fe} e TMP_{HP2Fe} foi obtida com 1,0 e 1,1 % em peso (em madeira ultra-seca) de H_2O_2 , respectivamente.

Além disso, também é evidente que as propriedades de resistência (índice de tração e ruptura, TEA) das polpas preparadas de acordo com a invenção (TMP_{HP1Fe} e TMP_{HP2Fe}) são similares às propriedades de resistência das referências de TMP (vide Tabelas 1 e 2).

Tabela 1: as características da polpa e consumo de energia das polpas produzidas

	Liberdade (ml de CSF)	Consumo de energia (kWh/bdt)	Índice de tração (Nm/g)	Índice de ruptura (kPam ² /g)	TEA (J/m ²)	Comprimento da fibra ¹ (mm)
TMPRef1	119	2687	42,4	2,6	30,4	1,6
TMPRef2	91	2825	54,0	3,2	54,0	1,5
TMPHP1Fe2	109	2250	44,3	2,9	34,3	1,6
TMPHP2Fe2	75	2265	54,2	3,0	46,0	1,5

¹O comprimento da fibra médio (comprimento ponderado) foi medido com o analisador de tamanho da fibra Kajaani FS-100.

²Produzida de acordo com a invenção.

Tabela 2: as características da polpa e economias de energia das polpas produzidas interpoladas a um valor de liberdade constante (100 ml de CSF)

	Economia de energia ¹ (%)	Índice de tração (Nm/g)	Índice de ruptura (kPam ² /g)	TEA (J/m ²)	Comprimento da fibra ² (mm)
TMPRef1		49,5	2,7	32,3	1,6
TMPRef2		54,3	3,2	54,0	1,6
TMPHP1Fe ³	20	50,7	3,0	40,3	1,6
TMPHP2Fe ³	25	51,1	2,8	42,6	1,5

¹A economia de energia é fornecida em relação ao consumo de energia das referências de TMP (TMP_{Ref1} e TMP_{Ref2}).

5 ²O comprimento da fibra médio (comprimento ponderado) foi medido com o analisador de tamanho da fibra Kajaani FS-100.

³Produzida de acordo com a invenção.

Um modo de reduzir o consumo de energia é cortar as fibras durante a refinação. Entretanto, uma das características mais importantes durante a produção de polpas quimimecânicas ou mecânicas como por exemplo, TMP é reter o comprimento da fibra até a maior extensão possível. Normalmente, um comprimento de fibra médio elevado fornece uma polpa com bom potencial para produzir papéis fortes. Como observado nas Tabelas 1 e 2, o comprimento da fibra médio das referências (TMP_{Ref1} e TMP_{Ref2}) e das polpas produzidas de acordo com a invenção (TMP_{HP1Fe} e TMP_{HP2Fe}) foi mantido. Isto é explicado ainda na Figura 2 que mostra a distribuição do comprimento da fibra de TMP_{Ref1} , TMP_{Ref2} e polpas selecionadas dos Exemplos 1 a 3 produzidas de acordo com a invenção e na Figura 3 que mostra a distribuição da largura da fibra para as mesmas polpas medidas com o instrumento FibreMaster. Os valores de liberdade das polpas são fornecidos nas Tabelas 1, 3 e 5. Assim, o método de acordo com a invenção torna possível produzir uma polpa de alto rendimento com consumo de energia muito mais baixo sem destruir as propriedades de resistência da polpa.

25 Exemplo 2

Polpa termomecânica de espruce negro (*Picea mariana*) (TMP)

foi desembarcada, lascada, preaquecida, e refinada de acordo com o procedimento descrito no Exemplo 1 acima.

Uma referência de TMP (denotada TMP_{Ref1}) foi produzida sem adição de produtos químicos na mesma maneira como foi descrito no Exemplo 1.

Uma TMP de referência produzida sob condições mais ácidas (denotada TMP_{Ref2}) foi produzida adicionando-se 0,19 % em peso de ácido sulfúrico (H_2SO_4) com base no peso de madeira ultra-seca ao olho do refinador (entrada) do refinador primário na mesma maneira como foi descrito no Exemplo 1.

Uma TMP produzida de acordo com a presente invenção usando peróxido de hidrogênio ácido (H_2O_2) foi produzida misturando-se 0,12 % em peso de Na_4EDTA com base no peso de madeira ultra-seca e 0,08 % em peso de sulfato de ferro ($FeSO_4 \times 7 H_2O$) com base no peso de madeira ultra-seca e depois adicionando a mistura ao olho do refinador do refinador primário. Peróxido de hidrogênio (H_2O_2 , 1,1 % em peso com base no peso de madeira ultra-seca) foi adicionado à linha de sopro do refinador primário. O pH da polpa resultante foi de 3,7. A polpa é denotada $TMP_{HP1FeEDTA}$ nas Figuras 2 a 4 e Tabelas 3 a 4.

O grau de refinação, medido como o valor de liberdade da polpa, é o parâmetro mais importante que influencia propriedades de polpa e papel tais como resistência e capacidade de dispersão da luz. Portanto é necessário comparar as polpas em um valor de liberdade constante. Tanto valores medidos quanto interpolados (para liberdade de 100 ml de CSF) assim são fornecidos nas figuras e tabelas.

A Figura 4 ilustra liberdade como uma função do consumo de energia específico (SEC) para as referências de TMP (TMP_{Ref1} e TMP_{Ref2}) e $TMP_{HP1FeEDTA}$ produzidas de acordo com a invenção. $TMP_{HP1FeEDTA}$ consome 19 % menos energia para um valor de liberdade constante (100 ml de CSF) comparado ao consumo de energia das referências TMPs (TMP_{Ref1} e TMP_{Ref2} , vide Tabela 4).

Tabela 3: as características da polpa e consumo de energia das polpas produzidas

	Liberdade (ml de CSF)	Consumo de energia (kWh/bdt)	Índice de tração (Nm/g)	Índice de ruptura (kPam ² /g)	TEA (J/m ²)	Comprimento da fibras ¹ (mm)	Coefficiente de dispersão da luz (m ² /kg)
TMPRef1	119	2687	42,4	2,6	30,4	1,6	53,2
TMPRef2	91	2825	54,0	3,2	54,0	1,5	53,1
TMPHP1FeEDTA 2A	118	2173	52,0	2,9	51,6	1,6	54,4
TMPHP1Fe2,3	109	2250	44,3	2,9	34,3	1,6	49,4

¹O comprimento da fibra médio (comprimento ponderado) foi medido com o analisador de tamanho da fibra Kajaani FS-100.

5 ²Produzida de acordo com a invenção.

³Dados tomados da Tabela 1.

Tabela 4: as características da polpa e economias de energia das polpas produzidas interpoladas a um valor de liberdade constante (100 ml de CSF)

	Economia de energia ¹ (%)	Índice de tração (Nm/g)	Índice de ruptura (kPam ² /g)	TEA (J/m ²)	Comprimento da fibras ² (mm)	Coefficiente de dispersão da luz (m ² /kg)
TMPRef1		49,5	2,7	32,3	1,6	54
TMPRef2		54,3	3,2	54,0	1,6	52
TMPHP1FeEDTA 3	19	53,5	2,9	49,1	1,6	55
TMPHP1Fe3,4	20	50,7	3,0	40,3	1,6	49

10 ¹A economia de energia é fornecida em relação ao consumo de energia das referências de TMP (TMP_{Ref1} e TMP_{Ref2}).

²O comprimento da fibra médio (comprimento ponderado) foi medido com o analisador de tamanho da fibra Kajaani FS-100.

³Produzida de acordo com a invenção.

⁴Dados tomados da Tabela 2.

O nível de economia de energia para $TMP_{HP1FeEDTA}$ é o mesmo como para TMP_{HP1Fe} , isto é, cerca de 20 % quando comparado ao consumo de energia das referências (TMP_{Ref1} e TMP_{Ref2}). Nos experimentos de $TMP_{HP1FeEDTA}$ as propriedades de resistência (isto é, índice de ruptura e TEA) são, entretanto, melhoradas ou fortemente melhoradas comparadas à TMP_{Ref1} e melhoradas comparadas à TMP_{HP1Fe} (conforme as Tabelas 3 e 4). A capacidade de dispersão da luz, um parâmetro importante para papéis de impressão, é mantida no mesmo nível como para as referências (TMP_{Ref1} e TMP_{Ref2}). As distribuições do comprimento e largura da fibra foram similares àquelas das referências de TMP (TMP_{Ref1} e TMP_{Ref2} , ver as Figuras 2 a 3). Isto significa que a presente invenção melhora fortemente a eficiência de energia e propriedades de resistência da polpa resultante com capacidade de dispersão da luz mantida da polpa.

Exemplo 3

Polpa termomecânica (TMP) de espruce negro (*Picea mariana*) foi desembarcada, lascada, preaquecida, e refinada de acordo com o procedimento descrito no Exemplo 1.

Uma TMP de referência (denotada TMP_{Ref1}) foi produzida sem adição de produtos químicos na mesma maneira como descrito no Exemplo 1.

Uma referência de TMP produzida sob condições mais ácidas (denotada TMP_{Ref2}) foi produzida adicionando-se 0,19 % em peso (de madeira ultra-seca) de ácido sulfúrico (H_2SO_4) ao olho do refinador (entrada) do refinador primário na mesma maneira como descrito no Exemplo 1.

Uma TMP produzida de acordo com a presente invenção usando peróxido de hidrogênio ácido (H_2O_2) foi produzida adicionando-se 0,08 % em peso de sulfato de ferro ($FeSO_4 \times 7 H_2O$) com base no peso de madeira ultra-seca ao olho do refinador do refinador primário e 2,2 % em peso de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) com base no peso de madeira ultra-seca à linha de sopro do refinador primário. O pH da polpa resultante foi de 3,3. A polpa é denotada TMP_{HP3Fe} na Figura 5 e Tabelas 5 a 6.

Uma TMP produzida de acordo com a presente invenção usando

peróxido de hidrogênio ácido (H_2O_2) foi produzida adicionando-se 0,14 % em peso de sulfato de ferro ($FeSO_4 \times 7 H_2O$) com base no peso de madeira ultra-seca ao olho do refinador do refinador primário e 2,1 % em peso de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) com base no peso de madeira ultra-seca à linha de sopro do refinador primário. O pH da polpa resultante foi de 3,2. A polpa é denotada TMP_{HP4Fe} nas Figuras 2 a 3 e 5 e Tabelas 5 a 6.

O grau de refinação, medido como o valor de liberdade de uma polpa, é o parâmetro mais importante que influencia propriedades de polpa e papel tais como resistência e capacidade de dispersão da luz. Portanto é necessário comparar as polpas em um valor de liberdade constante. Tanto valores medidos quanto interpolados (para liberdade de 100 ml de CSF) assim são fornecidos nas tabelas abaixo.

A Figura 5 ilustra liberdade como uma função do consumo de energia específico (SEC) para TMP_{Ref1} , TMP_{Ref2} e as polpas produzidas de acordo com a invenção (TMP_{HP3Fe} e TMP_{HP4Fe}). As polpas produzidas de acordo com o método descrito consomem 33 % (TMP_{HP3Fe}) e 37 % (TMP_{HP4Fe}) menos energia para um valor de liberdade constante (100 ml de CSF) quando comparado ao consumo de energia das referências (TMP_{Ref1} , TMP_{Ref2}).

Tabela 5: as características da polpa e consumo de energia das polpas produzidas

	Liberdade (ml de CSF)	Cons. De energia (kWh/bdt)	Índice de tração (Nm/g)	Índice de ruptura (kPam ² /g)	TEA (J/m ²)	Comprimento da fibra ¹ (mm)
TMP_{Ref1}	119	2687	42,4	2,6	30,4	1,6
TMP_{Ref2}	91	2825	54,0	3,2	54,0	1,5
TMP_{HP3Fe2}	116	1885	47,1	2,4	40,3	1,6
TMP_{HP4Fe2}	109	1810	47,8	2,4	41,1	1,5

¹O comprimento da fibra médio (comprimento ponderado) foi medido com o analisador de tamanho da fibra Kajaani FS-100.

²Produzida de acordo com a invenção.

Tabela 6: as características da polpa e economias de energia das polpas produzidas interpoladas a um valor de liberdade constante (100 ml de CSF)

	Economia de energia ¹ (%)	Índice de tração (Nm/g)	Índice de ruptura (kPam ² /g)	TEA (J/m ²)	Comprimento da fibra ² (mm)
TMPRef1		49,5	2,7	32,3	1,6
TMPRef2		54,3	3,2	54,0	1,6
TMPHP3Fe3	33	48,0	2,5	40,6	1,5
TMPHP4Fe3	37	49,2	2,6	41,1	1,5

¹A economia de energia é fornecida em relação às referências de TMP (TMP_{Ref1} e TMP_{Ref2}).

5 ²O comprimento da fibra médio (comprimento ponderado) foi medido com o analisador de tamanho da fibra Kajaani FS-100.

³Produzida de acordo com a invenção.

É evidente a partir da Figura 5 que uma economia de energia extensiva de até 37 % (em um nível de liberdade de 100 ml de CSF) é possível para obter com exatamente mais de 2 % em peso de peróxido de hidrogênio de acordo com o procedimento descrito na invenção. As propriedades de resistência (índice de ruptura, TEA) das polpas resultantes são melhores do que ou iguais às propriedades de resistência da TMP_{Ref1} (conforme as Tabelas 5 a 6), e nenhuma deterioração das características de comprimento da fibra e largura da fibra foi obtida (conforme as Figuras 2 a 3). A possibilidade para preservar esta quantidade de energia elétrica sem perder as propriedades de resistência da polpa resultante é notável.

Exemplo 4

Madeira de abeto da Noruega (*Picea abies*) foi usada para a produção de polpa termomecânica (TMP). As toras de madeira foram desembarcadas e lascadas e lavadas antes de preaquecimento e operações de refinação. Um refinador pressurizado de 50,8 cm (20 polegadas) (modelo OVP-MEC conduzido a 1500 rpm) foi usado para produzir uma polpa de liberdade alta (cerca de 540 ml de CSF). A entrada de energia no refinador foi de cerca de 1150 kWh/tonelada métrica ultra-seca (bdmt). O ativador e oxidante depois foram adicionados à polpa desfibrada em um misturador

(Electrolux BM 10S) imediatamente antes de outra refinação em um refinador Wing. O ativador foi primeiro adicionado à polpa seguido pela adição do oxidante. O tempo de mistura foi de 30 segundos tanto para o ativador quanto para o oxidante. A polpa de referência (TMP_{Ref3}) foi tratada do mesmo modo com a exceção de que água desionizada foi adicionada ao misturador para fornecer a mesma consistência de polpa como para a polpa tratada de acordo com a invenção. Isto foi feito visto que é bem-conhecido que a consistência da polpa influencia as propriedades da polpa resultante e consumo de energia da refinação. As polpas depois foram transferidas ao refinador Wing para outro tratamento.

O refinador Wing é um equipamento de laboratório que fornece um consumo de energia mais alto a um nível de liberdade fixo devido a seu tamanho menor comparado a um refinador comercial.

Cada série de refinação descrita nos exemplos seguintes foi produzida de acordo com o procedimento descrito acima.

Uma referência de TMP (TMP_{Ref3}) foi produzida sem adição de produtos químicos como descrito acima. O grau de refinação (liberdade) como uma função do consumo de energia específico (SEC) pode ser observado na Figura 6.

Uma TMP fabricada de acordo com a presente invenção usando peróxido de hidrogênio ácido (H_2O_2) foi produzida adicionando-se 0,13 % em peso de sulfato de cobre ($CuSO_4 \times 5 H_2O$) com base no peso de madeira ultra-seca e 2,0 % em peso de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) com base no peso de madeira ultra-seca à polpa de liberdade alta. O pH da polpa resultante foi de 3,5. A polpa é denotada TMP_{HP5Cu} na Figura 6.

A Figura 6 ilustra a liberdade como uma função do consumo de energia específico (SEC) para a referência (TMP_{Ref3}) e a polpa produzida de acordo com a invenção (TMP_{HP5Cu}). É evidente a partir da Figura 6 que uma economia de energia substancial é obtida para a polpa produzida de acordo com a invenção. TMP_{HP5Cu} consome 37 % menos energia a um nível de liberdade constante (175 ml de CSF) quando comparado ao consumo de energia da polpa de referência (TMP_{Ref3}). A economia de energia para

TMP_{HP5Cu} foi obtida com 2,0 % em peso (em madeira ultra-seca) de H₂O₂ e 0,13 % em peso (em madeira ultra-seca) de CuSO₄ x 5 H₂O.

O comprimento da fibra médio (em 175 ml de CSF, medido com o instrumento Pulp Quality Monitor PQM 1000) foi de 1,7 mm para a referência (TMP_{Ref3}) e 1,8 mm para a polpa produzida de acordo com a invenção (TMP_{HP5Cu}), isto é, nenhuma redução no comprimento da fibra ocorreu.

O Exemplo 4 mostra que substancialmente as economias de energia são obtidas usando-se sulfato de cobre como o ativador e peróxido de hidrogênio como o oxidante de acordo com o método descrito - na invenção.

Exemplo 5

Madeira de espruce negro (*Picea mariana*) foi usada para a produção de polpa termomecânica (TMP). As toras de madeira foram desembarcadas e lascadas e lavadas antes de preaquecimento (pressão de vapor de 414 KPa (4,14 bar), tempo de retenção de 40 s) e operações de refinação. Um refinador pressurizado de 96,52 cm (36") de disco único (modelo 36-1CP conduzido a 1800 rpm) foi usado para produzir uma polpa de liberdade alta (cerca de 750 ml de CSF). A entrada de energia no refinador foi de cerca de 500 kWh/tonelada métrica ultra-seca (bdmt). O ativador e o oxidante depois foram adicionados à polpa desfibrada em um misturador (Electrolux BM 10S) imediatamente antes de outra refinação em um refinador Wing. O ativador foi primeiro adicionado à polpa seguido pela adição do oxidante. O tempo de mistura foi de 30 segundos tanto para o ativador quanto para o oxidante. A polpa de referência (TMP_{Ref4}) foi tratada do mesmo modo com a exceção de que água desionizada foi adicionada ao misturador para fornecer a mesma consistência da polpa como para a polpa tratada de acordo com a invenção. Isto foi feito visto que é bem-conhecido que a consistência da polpa influencia as propriedades da polpa resultante e o consumo de energia da refinação. As polpas depois foram transferidas ao refinador Wing para outro tratamento.

O refinador Wing é um equipamento de laboratório que fornece

um consumo de energia mais alto a um nível de liberdade fixo devido a seu tamanho menor comparado a um refinador comercial. É bem-conhecido que um refinador menor tem um consumo de energia mais alto comparado a uma unidade maior.

5 Cada série de refinação descrita nos exemplos seguintes foi produzida de acordo com o procedimento descrito acima.

 Uma referência de TMP (TMP_{Ref4}) foi produzida sem adição de produtos químicos como descrito acima. O grau de refinação (liberdade) como uma função do consumo de energia específico (SEC) pode ser
10 observado na Figura 7.

 Uma TMP produzida adicionando-se apenas um oxidante (H_2O_2) e nenhum ativador ou realçador foi produzida adicionando-se 1,0 % em peso de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) com base no peso de madeira ultra-seca à polpa de liberdade alta. O pH da polpa resultante foi de 4,0. A polpa é
15 denotada TMP_{HPref} na Figura 7.

 Uma TMP fabricada de acordo com a presente invenção usando peróxido de hidrogênio ácido (H_2O_2) foi produzida adicionando-se 0,02 % em peso de sulfato de ferro ($FeSO_4 \times 7 H_2O$) com base no peso de madeira ultra-seca e 1,0 % em peso de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) com base no
20 peso de madeira ultra-seca à polpa de liberdade alta. O pH da polpa resultante foi de 3,9. A polpa é denotada TMP_{HP6Fe} na Figura 7.

 Uma TMP fabricada de acordo com a presente invenção usando peróxido de hidrogênio ácido (H_2O_2) foi produzida adicionando-se 0,08 % em peso de sulfato de ferro ($FeSO_4 \times 7 H_2O$) com base no peso de madeira
25 ultra-seca e 1,0 % em peso de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) com base no peso de madeira ultra-seca à polpa de liberdade alta. O pH da polpa resultante foi de 3,8. A polpa é denotada TMP_{HP7Fe} na Figura 7.

 Uma TMP fabricada de acordo com a presente invenção usando peróxido de hidrogênio ácido (H_2O_2) foi produzida adicionando-se 0,14 % em
30 peso de sulfato de ferro ($FeSO_4 \times 7 H_2O$) com base no peso de madeira ultra-seca e 1,0 % em peso de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) com base no peso de madeira ultra-seca à polpa de liberdade alta. O pH da polpa

resultante foi de 3,7. A polpa é denotada TMP_{HP8Fe} na Figura 7.

A Figura 7 ilustra a liberdade como uma função do consumo de energia específico (SEC) para as polpas de referência (TMP_{Ref4} e TMP_{HPref}) e as polpas produzidas de acordo com a invenção (TMP_{HP6Fe} , TMP_{HP7Fe} e TMP_{HP8Fe}). É evidente a partir da Figura 7 que uma economia de energia substancial é obtida para as polpas produzidas de acordo com a invenção ao passo que nenhuma economia de energia é obtida quando apenas peróxido de hidrogênio (oxidante) está presente (TMP_{HPref}). A polpa produzida de acordo com a invenção consome 10 % (TMP_{HP6Fe}), 15 % (TMP_{HP7Fe}) e 33 % (TMP_{HP8Fe}) menos energia a um nível de liberdade constante (175 ml de CSF) quando comparado ao consumo de energia das polpas de referência (TMP_{Ref4} e TMP_{HPref}). A economia de energia para TMP_{HP6Fe} foi obtida com 1,0 % em peso (em madeira ultra-seca) de H_2O_2 e 0,02 % em peso (em madeira ultra-seca) de $FeSO_4 \times 7 H_2O$. Para TMP_{HP7Fe} e TMP_{HP8Fe} , as adições químicas correspondentes foram de 1,0 % em peso de H_2O_2 /0,08 % em peso de $FeSO_4 \times 7 H_2O$ e 1,0 % em peso de H_2O_2 /0,14 % em peso de $FeSO_4 \times 7 H_2O$, respectivamente.

O comprimento da fibra médio (em 175 ml de CSF, medido com o analisador de tamanho da fibra Kajaani FS-100) foi de 1,7 mm para a polpa de referência TMP_{Ref4} e 1,7 mm (TMP_{HP6Fe}), 1,7 mm (TMP_{HP7Fe}) e 1,6 mm (TMP_{HP8Fe}) para as polpas produzidas de acordo com a invenção. O comprimento da fibra médio para TMP_{HPref} foi de 1,8 mm. É evidente que nenhum encurtamento de fibra extensivo ocorre como um resultado do tratamento químico descrito nesta invenção.

Está claro a partir dos dados apresentados na Figura 7 e no texto acima que a adição de um oxidante sozinho, tal como H_2O_2 , não é o bastante para gerar redução no consumo de energia da refinação. Um ativador assim deve ser adicionado, até certo ponto que o método descrito nesta invenção estipula.

30 Exemplo 6

Madeira de álamo tremedor (*Populus tremula*) foi usada para a produção de polpa quimitermomecânica (CTMP). As toras de madeira foram

desembarcadas e lascadas e lavadas antes de preaquecimento e operações de refinação. Um refinador pressurizado de 50,8 cm (20 polegadas) (modelo OVP-MEC conduzido a 1500 rpm) foi usado para produzir uma polpa de liberdade alta (cerca de 420 ml de CSF). A entrada de energia no refinador foi de cerca de 1450 kWh/tonelada métrica ultra-seca (bdmt). O ativador e oxidante depois foram adicionados à polpa desfibrada em um misturador (Electrolux BM 10S) imediatamente antes de outra refinação em um refinador Wing. O ativador foi primeiro adicionado à polpa seguido pela adição do oxidante. O tempo de mistura foi de 30 segundos tanto para o ativador quanto para o oxidante. A polpa de referência (CTMP_{Ref}) foi tratada do mesmo modo com a exceção de que água desionizada foi adicionada ao misturador para fornecer a mesma consistência da polpa como para a polpa tratada de acordo com a invenção. Isto foi feito visto que é bem-conhecido que a consistência da polpa influencia as propriedades da polpa resultante e consumo de energia da refinação. As polpas depois foram transferidas ao refinador Wing para outro tratamento.

O refinador Wing é um equipamento de laboratório que fornece um consumo de energia mais alto a um nível de liberdade fixo devido a seu tamanho menor comparado a um refinador comercial. É bem-conhecido que um refinador menor tem um consumo de energia mais alto comparado a uma unidade maior.

Cada série de refinação descrita nos exemplos seguintes foi produzida de acordo com o procedimento descrito acima.

Uma referência de TMP (CTMP_{Ref}) foi produzida sem adição de produtos químicos como descrito acima. O grau de refinação (liberdade) como uma função do consumo de energia específico (SEC) pode ser observado na Figura 8.

Uma CTMP fabricada de acordo com a presente invenção usando peróxido de hidrogênio ácido (H₂O₂) foi produzida adicionando-se 0,14 % em peso de sulfato de ferro (FeSO₄ x 7 H₂O) com base no peso de madeira ultra-seca e 2,0 % em peso de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) com base no peso de madeira ultra-seca à polpa de liberdade alta. O pH da polpa

resultante foi de 3,8. A polpa é denotada $CTMP_{HPFe}$ na Figura 8.

A Figura 8 ilustra a liberdade como uma função do consumo de energia específico (SEC) para a polpa de referência ($CTMP_{Ref}$) e a polpa produzida de acordo com a invenção ($CTMP_{HPFe}$). É evidente a partir da
 5 Figura 8 que uma economia de energia substancial é obtida para a polpa produzida de acordo com a invenção. $CTMP_{HPFe}$ consome 32 % menos energia a um nível de liberdade constante (175 ml de CSF) quando comparado ao consumo de energia da polpa de referência ($CTMP_{Ref}$). A economia de energia para $CTMP_{HPFe}$ foi obtida com 2,0 % em peso (em
 10 madeira ultra-seca) de H_2O_2 e 0,14 % em peso (em madeira ultra-seca) $FeSO_4 \times 7 H_2O$.

O comprimento da fibra médio (em 175 ml de CSF, medido com o instrumento Pulp Quality Monitor PQM 1000) foi de 0,95 mm para a polpa de referência ($CTMP_{Ref}$) e 0,94 mm para a polpa produzida de acordo com a
 15 invenção ($CTMP_{HPFe}$). É evidente que nenhum encurtamento da fibra ocorre como um resultado do tratamento químico descrito nesta invenção.

É evidente a partir dos resultados apresentados no Exemplo 6 que o método de acordo com a invenção também gera economias de energia substanciais para uma polpa quimtermomecânica de álamo
 20 tremedor sem cortar as fibras durante a refinação.

Designações da Figura

Nas figuras anexas, as unidades e termos seguintes estão sendo usados:

Figuras 1, 4 a 8: liberdade fornecida em ml de CSF (Liberdade-
 25 padrão Canadense) no eixo Y vertical, SEC (Consumo de energia específico) no eixo X horizontal medido como kWh/bdt.

Figuras 2 e 3: proporção do comprimento total, 1/1000 no eixo Y vertical, comprimento da fibra em mm (figura 2); largura da fibra em μm (figura 3) respectivamente no eixo X horizontal.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para preparar uma polpa de alto rendimento compreendendo

5 a) tratar um material contendo lignocelulose quimicamente por meio de um sistema de oxidação compreendendo pelo menos um oxidante não enzimático substancialmente isento de ozônio e dióxido de cloro selecionado de compostos de peróxi, oxidantes contendo hologênio, oxigênio, óxidos de nitrogênio, ou combinações dos mesmos e um ativador selecionado de íons de metal, TAED, cianamida, ou combinações dos
10 mesmos em um pH de cerca de 2 a cerca de 6,5; e

b) tratar o material contendo lignocelulose mecanicamente durante um tempo suficiente para produzir uma polpa de alto rendimento, em que o material contendo lignocelulose é quimicamente tratado antes e/ou durante qualquer estágio de tratamento mecânico, e em que o material
15 contendo lignocelulose não é quimicamente tratado em um pH de cerca de 11,5 a cerca de 14 entre os estágios a) e b).

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, em que o pH é de cerca de 2,5 a cerca de 6.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que o pH
20 é de cerca de 3 a cerca de 5,5.

4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que a polpa de alto rendimento é polpa mecânica, polpa mecânica de refinador, polpa mecânica, polpa quimimecânica, polpa semiquímica, polpa termomecânica e/ou quimtermomecânica.

25 5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, em que o dito material contendo lignocelulose compreende madeira não desfibrada.

6. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o material contendo lignocelulose compreende material
30 contendo lignocelulose mecanicamente tratado.

7. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o sistema de oxidação é aplicado entre dois estágios de

tratamento mecânico.

8. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o material contendo lignocelulose compreende madeira mole e/ou madeira dura.

5 9. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o material contendo lignocelulose compreende madeira mole.

10 10. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o oxidante não enzimático é selecionado de compostos de peróxi.

11. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o oxidante não enzimático é peróxido de hidrogênio.

12. Processo de acordo com a reivindicação 13, em que os íons de metal são selecionados de íons de metal de transição.

15 13. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o sistema de oxidação compreende ainda um realçador selecionado de ácidos policarboxílicos contendo nitrogênio, ácidos polifosfônicos contendo nitrogênio, poliálcoois contendo nitrogênio, ácido oxálico, oxalato, glicolato, ácido ascórbico, ácido cítrico, acetato de nitrilo, 20 ácido gálico, ácido fúlvico, ácido itacônico, hemoglobina, hidroxibenzenos, catecolatos, quinolinas, ácidos dimetoxibenzóicos, ácidos diidroxibenzóicos, álcoois dimetoxibenzílicos, piridina, histidilglicina, ftalocianina, acetonitrila, 18-coroa-6 éter, ácido mercaptossuccínico, cicloexadienos, polioxometalatos, e combinações dos mesmos.

25 14. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o sistema de oxidação compreende ainda um realçador selecionado de EDTA, DTPA, NTA ou combinações dos mesmos.

1/4

Fig 1

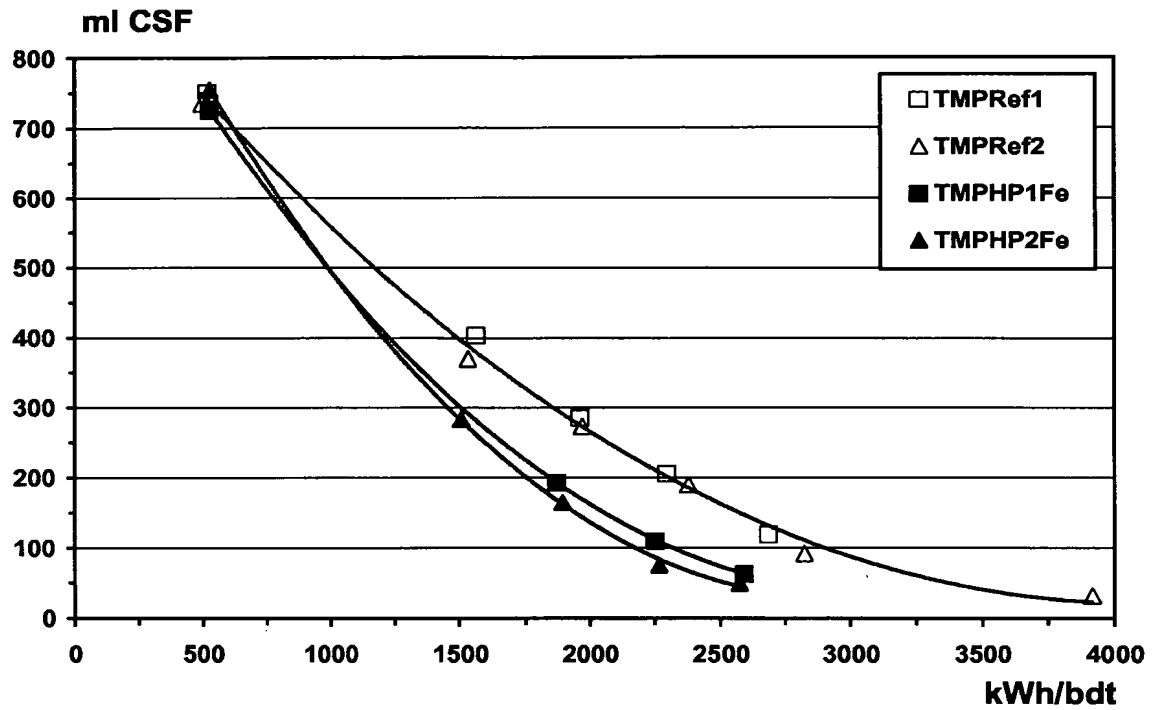


Fig 2

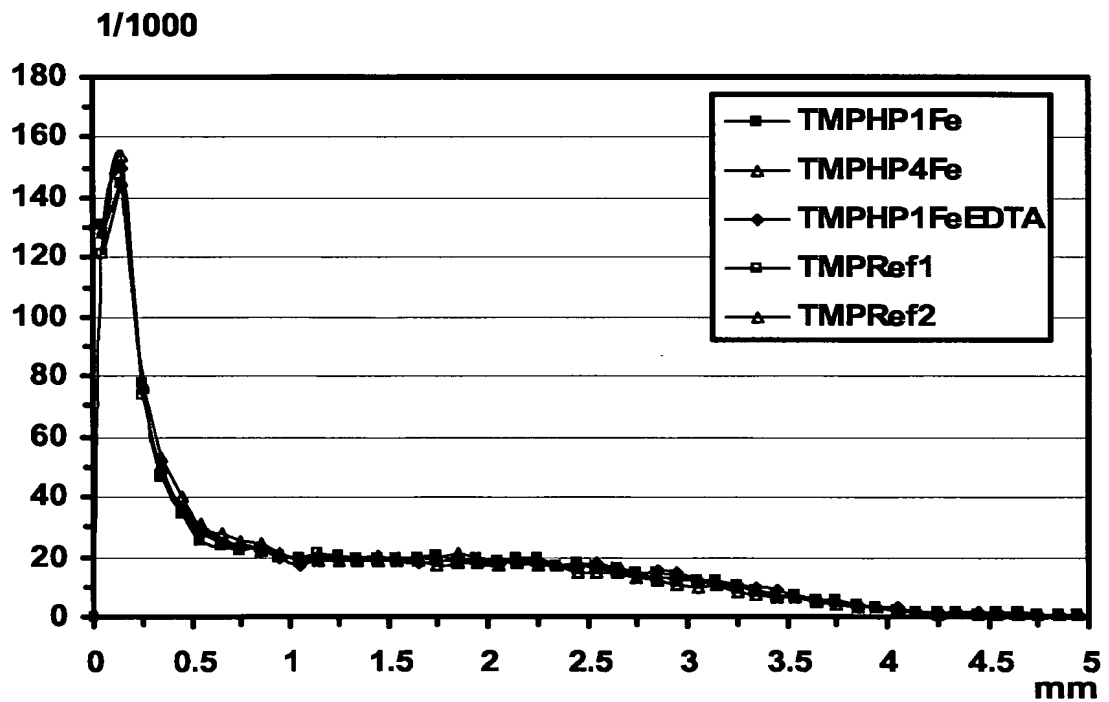


Fig 3

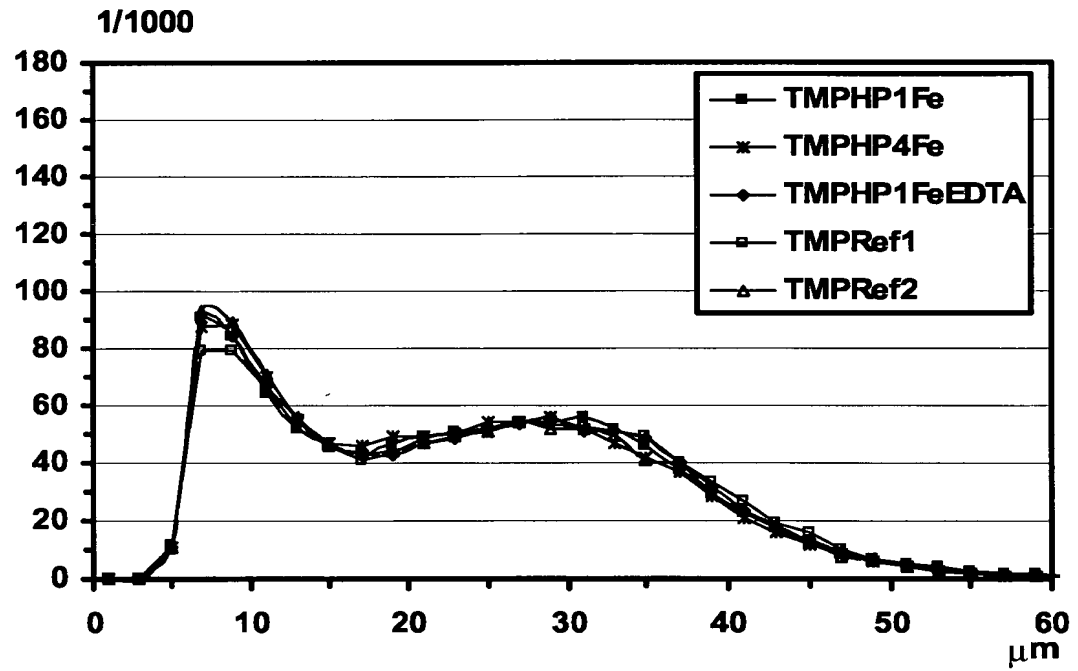


Fig 4

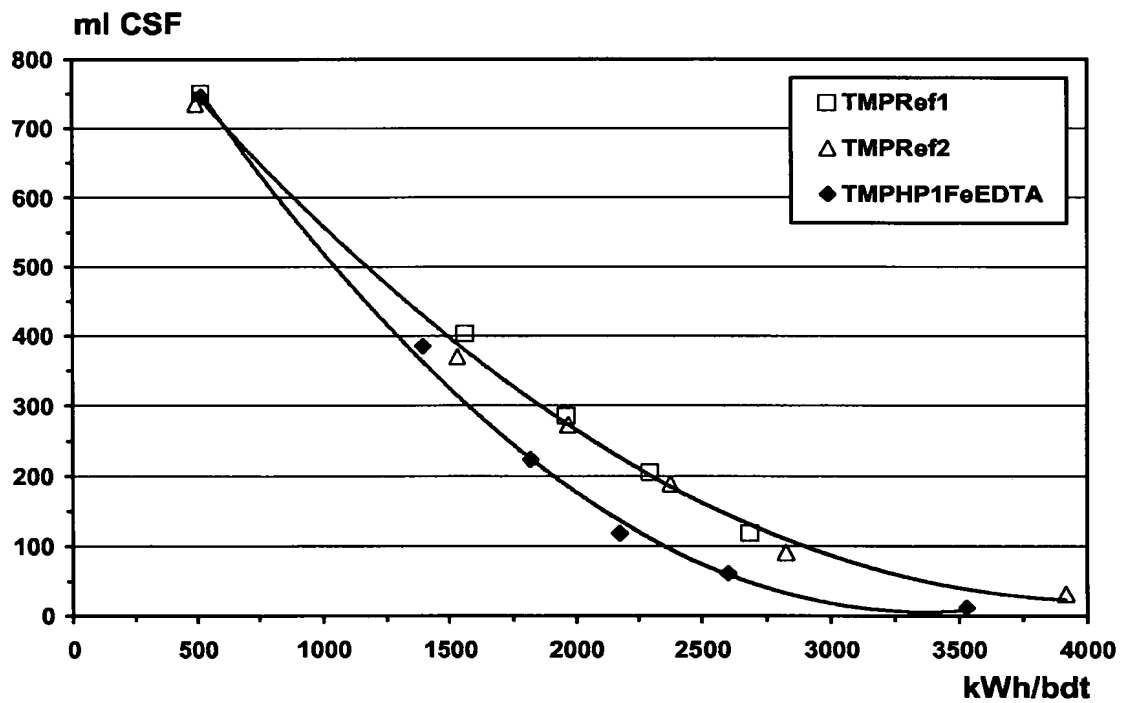


Fig 5

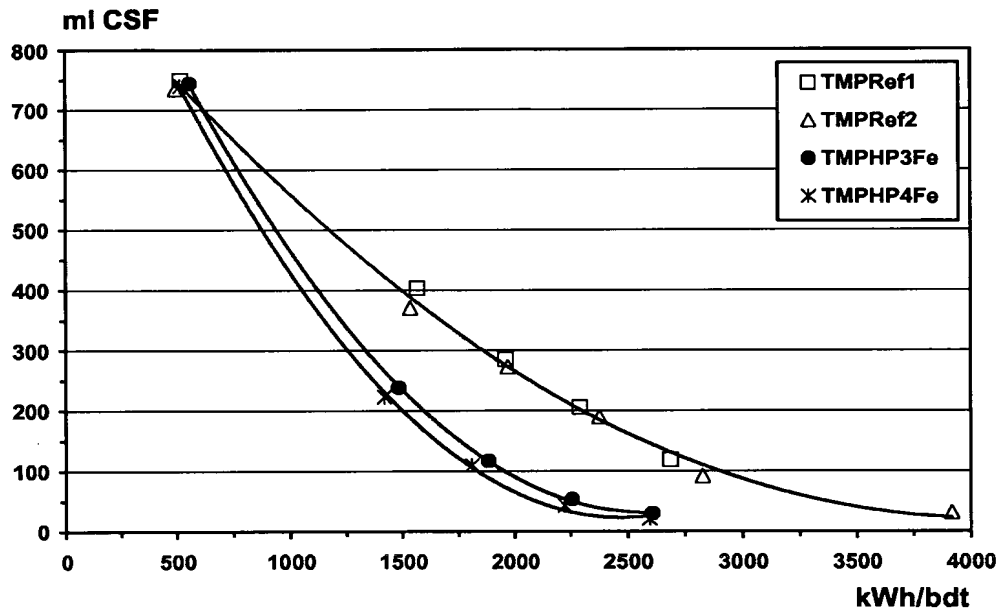


Fig 6

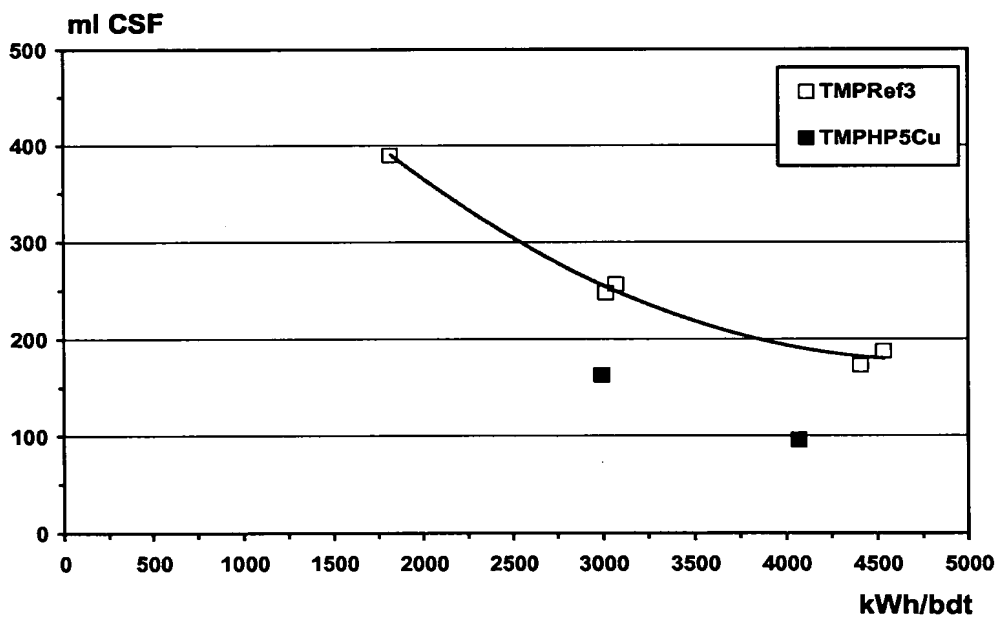


Fig 7

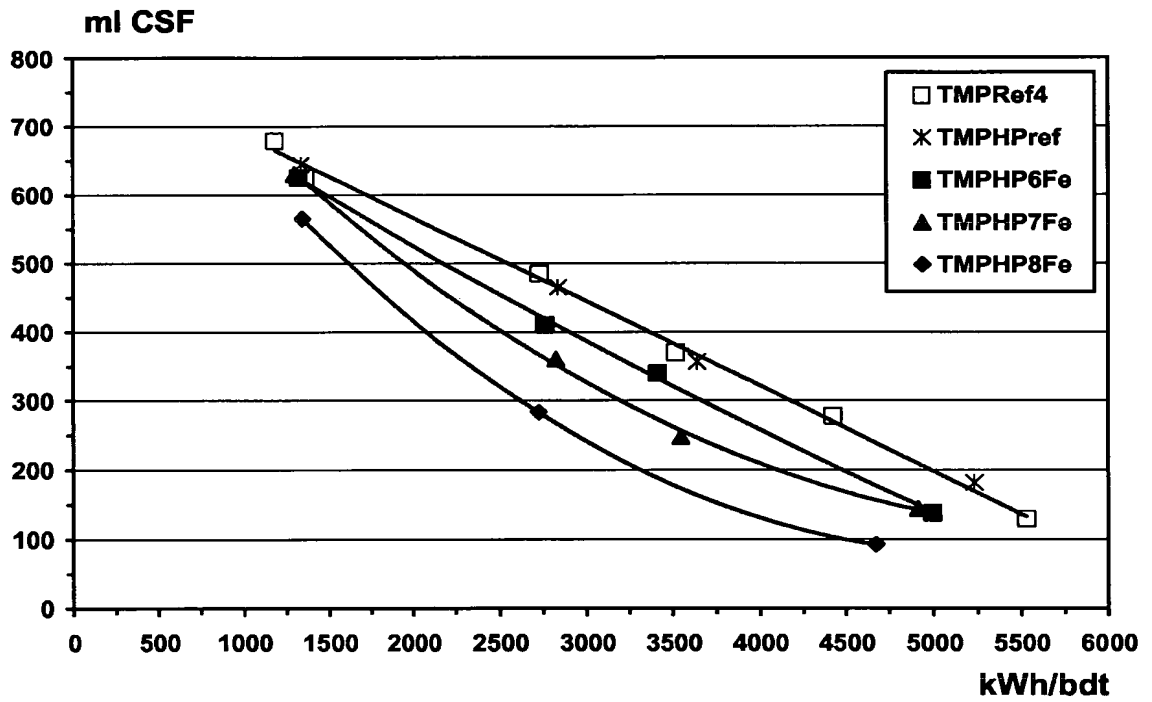
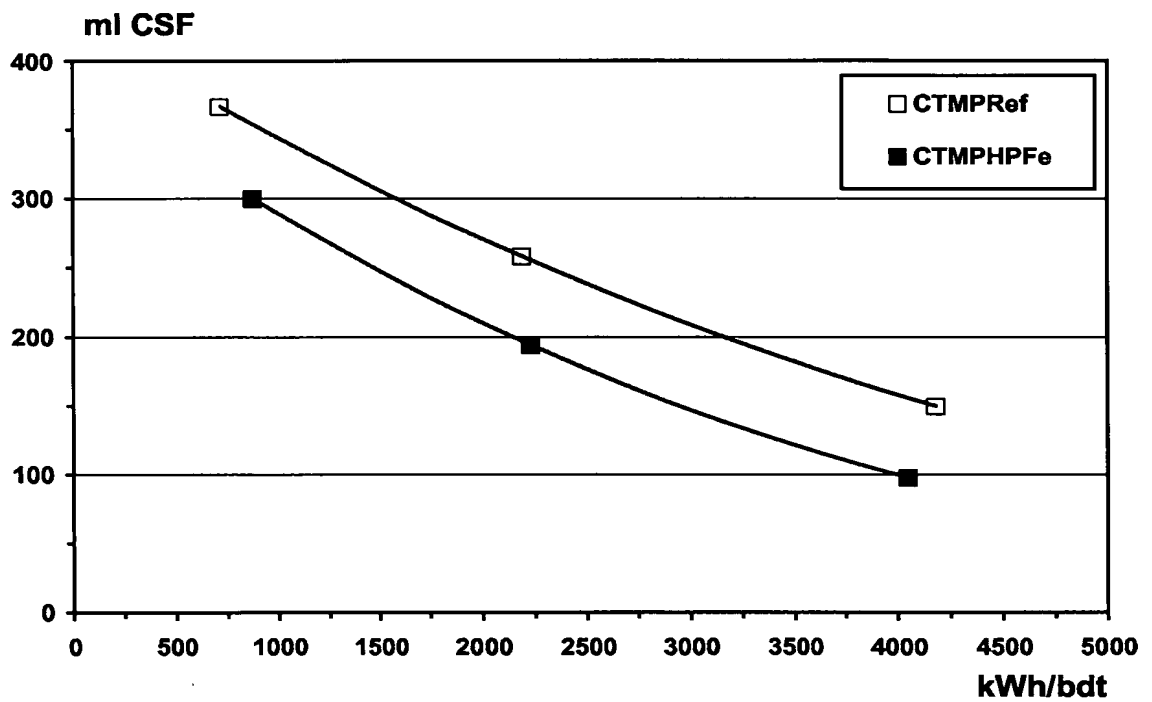


Fig 8



RESUMO

Patente de Invenção: "**PROCESSO DE PRODUZIR POLPA DE ALTO RENDIMENTO**".

A presente invenção refere-se a um processo para preparar uma polpa de alto rendimento compreendendo a) tratar um material contendo lignocelulose quimicamente por meio de um sistema de oxidação compreendendo pelo menos um oxidante não enzimático substancialmente isento de ozônio e dióxido de cloro e um ativador em um pH de cerca de 2 a cerca de 6,5; e b) tratar o material contendo lignocelulose mecanicamente durante um tempo suficiente para produzir uma polpa de alto rendimento, em que o material contendo lignocelulose é quimicamente tratado antes e/ou durante qualquer estágio de tratamento mecânico, e em que o material contendo lignocelulose não é quimicamente tratado em um pH de cerca de 11,5 a cerca de 14 entre os estágios a) e b).

tratamento mecânico.

8. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o material contendo lignocelulose compreende madeira mole e/ou madeira dura.

5 9. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o material contendo lignocelulose compreende madeira mole.

10 10. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o oxidante não enzimático é selecionado de compostos de peróxi.

11 11. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o oxidante não enzimático é peróxido de hidrogênio.

12. Processo de acordo com a reivindicação 13, em que os íons de metal são selecionados de íons de metal de transição.

15 13. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o sistema de oxidação compreende ainda um realçador selecionado de ácidos policarboxílicos contendo nitrogênio, ácidos polifosfônicos contendo nitrogênio, poliálcoois contendo nitrogênio, ácido oxálico, oxalato, glicolato, ácido ascórbico, ácido cítrico, acetato de nitrilo, 20 ácido gálico, ácido fúlvico, ácido itacônico, hemoglobina, hidroxibenzenos, catecolatos, quinolinas, ácidos dimetoxibenzóicos, ácidos diidroxibenzóicos, álcoois dimetoxibenzílicos, piridina, histidilglicina, ftalocianina, acetonitrila, 18-coroa-6 éter, ácido mercaptossuccínico, cicloexadienos, polioxometalatos, e combinações dos mesmos.

25 14. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o sistema de oxidação compreende ainda um realçador selecionado de EDTA, DTPA, NTA ou combinações dos mesmos.