

DESCRIÇÃO
DA
PATENTE DE INVENÇÃO

N.º 100569

REQUERENTE: ICI CANADA INC., canadiana, industrial e
comercial, com sede em 90 Sheppard Avenue
East, North York, Ontario, Canadá.

EPÍGRAFE:
"PROCESSO DE BIOBRANQUEAMENTO"

INVENTORES: JANICE HAMILTON, JOHN RICHARD DU MANOIR
E DAVIA J. SENIOR

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4.º da Convenção de Paris
de 20 de Março de 1883.
Canadá, 7 de Junho de 1991, sob o N.º 2,,044,100.



Descrição referente à patente de invenção de ICI Canada Inc., canadiana, industrial e comercial, com sede em 90 Sheppard Avenue East, North York, Ontario, Canadá, (inventores: Janice Hamilton, John Richard du Manoir e David J. Senior, residentes no Canadá) "PROCESSO DE BIOBRANQUEAMENTO"

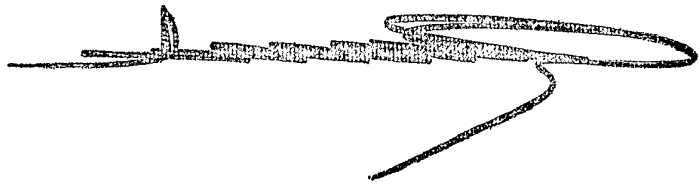
DESCRIÇÃO

ÂMBITO DA INVENÇÃO

A invenção refere-se a um processo de branqueamento de material linhocelulósico utilizando um tratamento enzimático seguido por uma fase de cloração.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELACIONADA

O material linhocelulósico em forma fibrosa tem uma grande utilização comercial como matéria prima para o fabrico de papel, cartão, cartão para construção, e produtos semelhantes. A matéria prima é geralmente a madeira em que os componentes principais são a celulose, e uma macromolécula tri-dimensional de lenhina, que é considerada como estando embebida numa matriz de



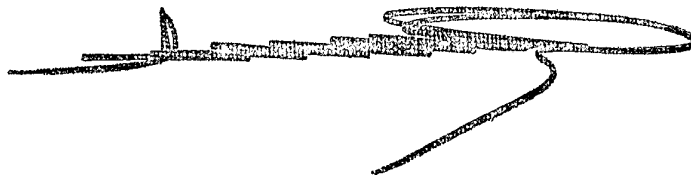
polissacáridos celulósicos e hemicelulósicos. É geralmente aceite que a ligação que existe entre os diferentes componentes é estabelecida através de natureza química diferente. Por exemplo, pensa-se que os blocos de lenhina estão associados através de cadeias de hemicelulose, sendo a hemicelulose outro componente do material linhocelulósico.

Outros materiais linhocelulósicos adequados incluem a madeira, bagaço, grânhas e produtos semelhantes.

Para se obterem fibras de produção de papel fortes e susceptíveis de branqueamento, o material linhocelulósico deve ser tratado de forma a ser removida a lenhina, e normalmente, a parte inicial deste tratamento tem lugar num digestor na presença de produtos químicos como por exemplo hidróxido de sódio e sulfito de sódio (para produzir uma polpa de tipo kraft) ou sulfitos, geralmente de sódio ou de magnésio, (para produzir uma polpa de sulfito), obtendo-se assim as polpas químicas. A remoção da lenhina é referida como deslenhificação.

O teor de lenhina das polpas é medido por um ensaio de oxidação com permanganato de acordo com um método padrão da "Technical Association of the Pulp and Paper Industry" (TAPPI), e é geralmente referido como Número Kappa.

A polpa química obtida no digestor contém ainda uma quantidade apreciável de lenhina residual nesta fase, e nalguns casos é adequada para a preparação de papel de

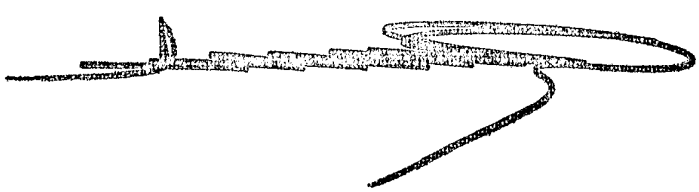


construção ou de embalagem sem purificação adicional. Para a maior parte das aplicações, como por exemplo o fabrico de papéis para impressão, escrita, e sanitários, a polpa é, contudo, demasiadamente escura e deve ser clareada por branqueamento. Durante as fases iniciais do branqueamento ocorre uma deslenhificação adicional da polpa.

O processo convencional para a deslenhificação adicional e branqueamento da polpa tem sido utilizar várias sequências de branqueamento multi-fases, incluindo entre três e seis fases, opcionalmente com lavagem com água entre qualquer das fases. O objectivo do branqueamento é obter uma polpa, no caso das polpas químicas, com uma brancura e uma resistência suficientemente elevadas para o fabrico de papel e de produtos de tecido.

Caracteristicamente, são obtidas para fins de comercialização, polpas com um brancura de 85% a 90% ISO. Podem ser obtidas polpas com maior brancura a partir de certos tipos de polpa não branqueada mas geralmente com custos superiores e com o risco ou à custa da perda de resistência da polpa. O limite assintótico da brancura que se pode obter para um dado tipo de polpa em processos convencionais de branqueamento é referido na indústria das polpas como o limite da brancura. Este limite de brancura é o índice de branqueamento, acima do qual o processo de branqueamento adicional seria considerado como demasiadamente prejudicial para a qualidade da polpa, muito anti-económico, ou impossível de conseguir para alguns

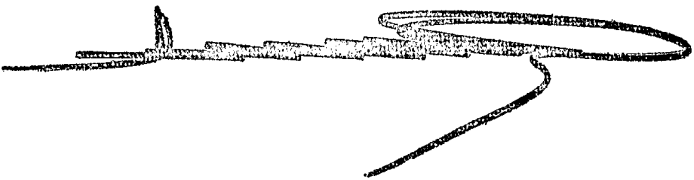
1



materiais.

Tradicionalmente, as sequências de branqueamento têm sido baseadas na utilização de cloro e de compostos contendo cloro. Alguns dos compostos contendo cloro que são utilizados são o cloro, dióxido de cloro, e hipocloritos, geralmente do tipo do hipoclorito de sódio, que são utilizados numa fase de cloro, representada por C, uma fase de dióxido de cloro, representada por D, e uma fase de hipoclorito, representada por H. O cloro, com um sem dióxido de cloro misturado, é vulgarmente utilizado na fase inicial de branqueamento da polpa química, seguido por extracção da polpa tratada com cloro num meio alcalino aquoso, também designado por C-E quando não está presente cloro. A carga de cloro (ou cloro e dióxido de cloro expressa numa base equivalente oxidante de cloro) na fase C é proporcional ao teor de lenhina, e assim ao Número Kappa da polpa a tratar. A fase de extracção alcalina é utilizada para solubilizar e remover uma grande parte da lenhina residual clorada e oxidada.

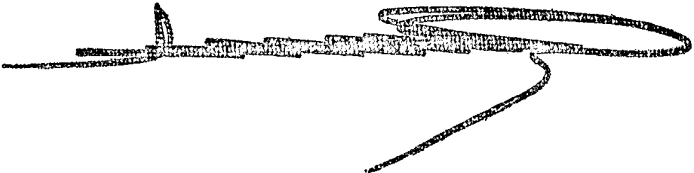
Durante o branqueamento com cloro, é observada alguma degradação da fibra celulósica, e essa degradação afecta prejudicialmente as propriedades físicas da polpa branqueada. A degradação das fibras de celulose da polpa pode ser quantificada medindo a viscosidade de uma solução da polpa em cuprietilenodiamina de acordo com um outro processo padrão TAPPI. As polpas que têm uma pequena degradação da fibra celulósica terão geralmente uma alta



viscosidade, enquanto que as polpas com degradação de fibras terão geralmente uma viscosidade inferior.

O dióxido de cloro é geralmente adicionado à fase de cloração, em substituição parcial do cloro utilizado numa base equivalente oxidante, de modo a inibir esta degradação da fibra celulósica, e manter assim uma alta viscosidade. O grau de substituição de dióxido de cloro varia desde uma substituição "baixa", de cerca de 10% de substituição da carga equivalente total, até valores de substituição "elevados" de até cerca de 80% ou superior da carga equivalente total. A quantidade da degradação da fibra depende geralmente do valor da substituição. Contudo, foi observado que a ordem de adição do cloro e do dióxido de cloro pode afectar a viscosidade da polpa branqueada. Em condições adequadas, a viscosidade da polpa pode ser mantida a um valor elevado pela sequência adequada de cloro e dióxido de cloro. Dado o custo relativamente baixo do cloro e o custo relativamente elevado do dióxido de cloro, a indústria das polpas tem geralmente tentado minimizar o grau de substituição, e tem utilizado uma adição adequada como um dos processos para manter a viscosidade da polpa.

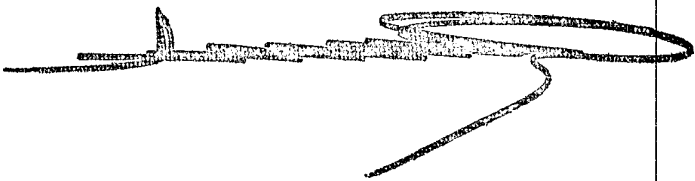
É geralmente aceite na indústria das polpas, e na literatura científica, que a adição de dióxido de cloro a valores elevados de substituição de dióxido de cloro, de por exemplo 30% ou superior, antes da adição do cloro pode proporcionar uma protecção à viscosidade da polpa, e tem a vantagem adicional de diminuir a carga de cloro equivalente



total utilizada na fase de cloração necessária para branquear a polpa até um dado valor final da brancura quando comparado com uma fase de cloração em que o dióxido de cloro é adicionado depois do cloro, ou misturado no cloro. A adição de dióxido de cloro é feita geralmente antes da adição de cloro, cerca de 5 a 60 segundos, dependendo das condições de processo utilizadas. Este processo é habitualmente referido como adição sequencial de dióxido de cloro e de cloro.

Embora os processos de branqueamento das polpas tenham sido estudados e praticados pela indústria desde há alguns anos, o aumento crescente das preocupações do público ácerca do ambiente criou uma tendência para a substituição ou redução dos agentes químicos, em particular de compostos clorados, e mais particularmente do cloro, utilizados no branqueamento das polpas. Uma técnica promissora para minimizar a utilização de reagentes químicos de branqueamento é a aplicação da biotecnologia nos processos de branqueamento.

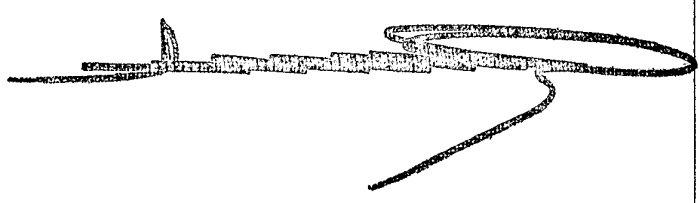
Foram estudadas enzimas para a sua utilização no tratamento de material linhocelulósico. Por exemplo, foi demonstrado que as enzimas lenhínicas, obtidas particularmente a partir de fungos brancos-vermelhos, degradavam a lenhina em vários graus. Além disso sabe-se também bem que as enzimas de celulase degradam a celulose e têm interesse comercial na indústria alimentar e no fabrico de álcoois. No fabrico de polpa para a produção de papel, o



efeito de uma celulase enzima seria prejudicial devido à diminuição resultante do grau de polimerização da celulose, e assim a diminuição da viscosidade da polpa, que poderia ocorrer.

Tendo em consideração o componente de hemicelulose do material linhocelulósico, foram feitos estudos sobre os efeitos de uma enzima de xilanase em polpas de madeira. Verificou-se que a xilanase reagia selectivamente com o xilano presente como parte da hemicelulose.

O conceito de branqueamento biológico de xilanases resultou de esforços para remover selectivamente a hemicelulose de polpas químicas e para preparar por dissolução polpa adequada para a transformação em acetato de celulose, rayon, e produtos semelhantes. Verificou-se depois que a utilização de pré-tratamento da polpa com xilanase, antes do branqueamento, provocava reduções no teor de lenhina, e resultava assim numa poupança na quantidade de agentes químicos necessários durante o branqueamento. Em particular, a utilização de uma xilanase isenta de celulase resultou numa menor necessidade de agentes de branqueamento, e num aumento na viscosidade da polpa. A redução na utilização do cloro, em parte devida ao tratamento da polpa com xilanase permitiu também diminuir a quantidade de agentes químicos orgânicos clorados detectados nos efluentes de instalações de tratamento de polpa.



Verificou-se agora, com surpresa, que para se efectuar o branqueamento a uma brancura constante, pode utilizar-se uma menor quantidade de agentes químicos e/ou obter-se uma maior viscosidade da polpa branqueada, numa sequência que envolve o pré-tratamento da polpa com xilanase, quando é invertida a sequência da adição de dióxido de cloro e de cloro numa fase de cloração de forma a que o cloro seja adicionado à polpa antes da adição do dióxido de cloro.

Resumo da Invenção

Desta forma, a presente invenção proporciona um processo para o branqueamento de um material linhocelulósico compreendendo as fases seguintes:

i) tratamento de uma polpa química com xilanase para se obter uma polpa de xilanase pré-tratada, e

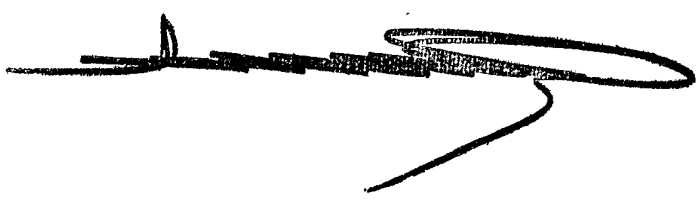
ii) cloração da referida polpa pré-tratada com cloro e dióxido de cloro, em que a referida cloração da referida polpa de xilanase pré-tratada é caracterizada por todo ou uma parte do cloro utilizado na cloração ser adicionado à polpa pré-tratada antes da adição do dióxido de cloro.

No processo da presente invenção, o dióxido de cloro é de preferência adicionado à polpa pré-tratada num período de 1 a 120 segundos, e mais preferivelmente num período de 5 a 60 segundos, da adição do cloro. O tempo óptimo para a adição de dióxido de cloro e de cloro

dependerá do tipo de polpa, temperatura da reacção, concentração (percentagem do teor de polpa de uma solução aquosa de polpa numa base ponderal) da polpa, e características semelhantes, podem ser determinados por experimentação.

O tratamento da polpa química, e de preferência uma polpa de tipo kraft derivada da madeira, com xilanase pode ser efectuada por qualquer processo de tratamento com xilanase adequado conhecido. O tratamento com xilanase utilizado na presente invenção compreende contudo, de preferência, o tratamento de uma suspensão aquosa do material linhocelulósico, com uma concentração de 1 a 20% em peso, de preferência 2 a 12%, com um material contendo xilanase utilizando uma taxa de aplicação de 0,1 a 500 UI/g da polpa seca em estufa, a uma temperatura compreendida entre 20 e 80°C durante um período de tempo compreendido entre 0,5 e 48 horas, e, mais preferivelmente, durante um período de tempo compreendido entre 2 e 3 horas. A temperatura, é de preferência, de cerca de 50°C. Além disso, o tratamento é de preferência efectuado num meio aquoso a um valor de pH de cerca de 4 a cerca de 8, e mais preferivelmente numa gama de pH de 5,5 a 6,5. O meio pode ser opcionalmente tamponado para controlar o valor do pH. Os tampões adequados incluem, mas não se limitam a um tampão de acetato e a um tampão de acetato/citrato.

O termo UI (Unidade Internacional) é a quantidade de enzima que cataliza a formação de 1 umole de

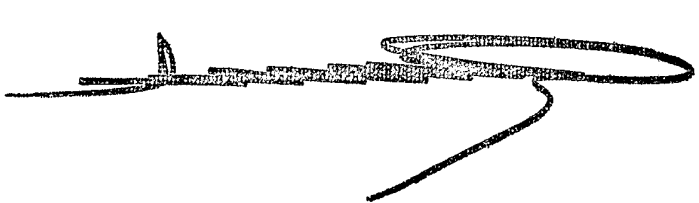


xilose por minuto de uma solução contendo xilano.

A xilanase utilizada na prática da presente invenção é de preferência essencialmente isenta de celulose e é obtida a partir da fermentação de qualquer microorganismo produtor de xilanase adequado como por exemplo uma bactéria produtora de xilanase. O microorganismo pode ser uma estirpe de ocorrência natural, ou um seu mutante, ou uma estirpe obtida por engenharia genética, isto é, uma estirpe recombinante, para aumentar a produção da xilanase e/ou produzir uma mistura mais pura de xilanase, por exemplo, essencialmente isenta de celulase.

O termo "essencialmente isento de celulase" significa que não existe celulase suficiente presente para efectuar a hidrólise desfavorável das ligações glucosídicas. Esta hidrólise seria prejudicial e indesejável no tratamento de material linhocelulósico quando se pretende melhorar as propriedades do material. A quantidade de celulase que pode ser tolerada depende do objectivo particular pretendido na prática da invenção.

A xilanase é, de preferência, obtida sob uma forma essencialmente isenta de celulase a partir de um microorganismo do género Trichoderma, Escherichia, Bacillus ou do género Streptomyces, sendo o referido microorganismo obtido por engenharia genética de forma a revelar uma actividade essencialmente negativa à celulase. Mais preferivelmente, a xilanase é obtida sob uma forma essencialmente isenta de celulase a partir de um



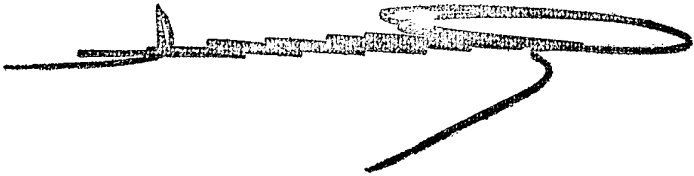
microorganismo contendo um gene de xilanase recombinante da espécie Streptomyces lividans. Podem ser encontrados mais pormenores da produção de materiais de xilanase adequados na Patente da África do Sul No. 90/0897.

Quando uma mistura de enzimas contendo a xilanase também contém quantidades inaceitáveis de celulase, a celulase pode ser removida por qualquer processo conhecido para a purificação da xilanase, ou a celulase é tornada selectivamente inactiva por qualquer processo de tratamento químico ou físico aceitável.

A xilanase pode ser aplicada tal como obtida num caldo de fermentação, ou sob a forma de uma sua mistura concentrada, ou sob a forma de uma mistura preparada a partir de uma mistura mais concentrada de xilanase ou de uma composição seca de xilanase. O tratamento com xilanase pode ser conduzido em qualquer fase de reacção adequada e pode ser facilmente aplicado no reservatório de armazenagem da instalação de produção de polpa em que as condições de processo possam ser compatíveis com as condições óptimas para a acção da xilanase.

O tratamento com xilanase do material linhocelulósico pode ser efectuado com ou sem agitação. No final do período de tempo para o tratamento com xilanase, a polpa tratada resultante pode ser utilizada directamente ou tornada mais concentrada. Pode ser incluída, opcionalmente, uma lavagem.

O filtrado contendo a xilanase residual activa



da fase de concentração e/ou lavagem após o tratamento com xilanase é de preferência reciclado por aplicação do filtrado a uma polpa química que se pretende tratar com xilanase.

A fase de cloração pode ser efectuada de forma semelhante aos processos actualmente praticados na indústria. O processo de cloração compreende de preferência o tratamento de uma suspensão aquosa da polpa pré-tratada, com uma concentração compreendida entre 1 a 20% em peso, mais de preferência de 2 a 10%, com cloro e dióxido de cloro possuindo um equivalente oxidante de cloro total compreendido entre 0,1% e 10%, e mais de preferência entre 1% e 6%, e utilizando um grau de substituição de dióxido de cloro por cloro por exemplo de 10 a 90%, e mais de preferência de 25 a 80%, a uma temperatura compreendida entre 20 e 80°C durante um período de tempo compreendido entre 10 minutos e 10 horas. A cloração é, de preferência, conduzida a uma temperatura compreendida entre 30 e 60°C durante um período de tempo compreendido entre 20 e 40 minutos.

O equivalente oxidante de cloro, também designado como cloro disponível total, é a soma do teor de cloro mais 2,63 vezes o teor de dióxido de cloro presente, e é expresso como percentagem do peso seco em estufa (od) da polpa.

A carga de cloração pode também ser expressa como um "múltiplo" de cloro que é o valor do cloro total

dividido pelo número Kappa da polpa.

O grau de substituição do dióxido de cloro é, de preferência, tal que o dióxido de cloro proporciona entre 10 e 90%, e mais de preferência de 25 a 80% do equivalente oxidante de cloro total do cloro e do óxido de cloro. Numa via de produção de dióxido de cloro normal pode estar presente algum cloro no dióxido de cloro. Este cloro não necessita de ser removido, e não é prejudicial para o processo da presente invenção.

Após a cloração, a polpa pode ser tratada por qualquer processo de branqueamento conhecido que se segue tipicamente à cloração. Estes processos compreendem de preferência após a fase de cloração, descrita acima de acordo com a presente invenção, com a seguinte sequência de fases:

i) extracção, designada como E, em meio aquoso com uma base alcalina, e

ii) tratamento num meio aquoso com dióxido de cloro, designado por D.

Este processo de tratamento pode ser designado, na sua globalidade, como X-(CD)-E-D, em que X representa um tratamento com xilanase, e (CD) representa uma fase de cloração praticada de acordo com a presente invenção, isto é, a adição sequencial de cloro seguida de dióxido de cloro após um período escolhido de tempo.

No processo da presente invenção, pode também ser conduzido o branqueamento da polpa por processos

adicionais conhecidos de forma e ordem razoáveis, tal como é convencionalmente seguido na prática. Por exemplo, o processo da presente invenção pode ser seguido pelas fases -E-D-E-D. Além disso, O processo da presente invenção pode ser seguido por uma sequência que envolve a extracção oxidante em que é adicionado oxigénio, ar ou peróxido de hidrogénio ao hidróxido de sódio utilizado na fase de extracção. O tratamento com xilanase da presente invenção pode também ser precedido por uma fase de tratamento com oxigénio para redução adicional do teor de lenhina da polpa química.

Podem ser utilizadas outras fase de acordo com a prática e elas podem incluir, por exemplo, a utilização de uma fase de peróxido de hidrogénio, representada por P, e uma fase de hipoclorito, designada por H.

O processo da presente invenção proporciona um produto branqueado possuindo uma brancura e viscosidade satisfatórias que são equivalentes ou melhores do que o que é observado com as polpas branqueadas na mesma extensão por processo convencionais. Além disso, podem também ser conseguidos maiores níveis de brancura utilizando o presente processo, dado que estes níveis de brancura podiam ser apenas conseguidos à custa de uma utilização significativamente maior de agentes químicos contendo cloro e/ou a perda indesejável de viscosidade.

O processo da presente invenção proporciona uma polpa branqueada utilizando menor quantidade de compostos



contendo cloro, reduzindo assim o custo de agentes químicos utilizados no processo de branqueamento, e reduzindo também a quantidade de agentes químicos presentes nos efluentes das fábricas de polpa.

Num aspecto adicional, a presente invenção também proporciona um material linhocelulósico produzido por um processo de acordo a presente invenção da forma acima descrita.

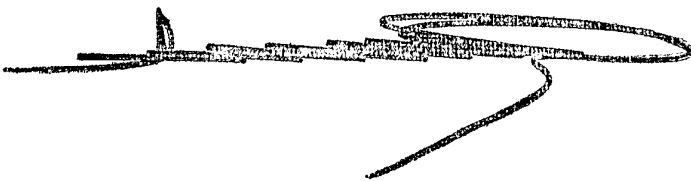
DESCRIÇÃO DAS REALIZAÇÕES PREFERIDAS

EXEMPLOS

A invenção será agora ilustrada como referência apenas, com os seguintes exemplos não limitativos. Nos exemplos, as propriedades das polpas utilizadas foram medidas pelos seguintes processos normalizados:

Número Kappa	Método TAPPI T-236 M-76
Viscosidade	Método TAPPI T-230 om-82
Brancura	Método TAPPI T-452 om-83

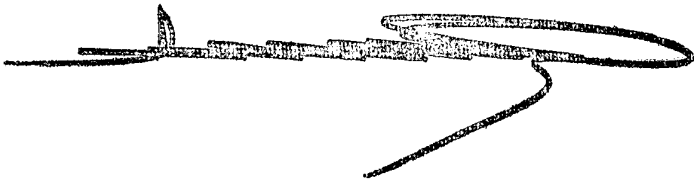
A enzima de xilanase utilizada em todos exemplos foi obtida por fermentação em lotes de *Streptomyces lividans* [pIAF18]. Este microrganismo negativo à celulase e altamente produtor de xilanase foi obtido por engenharia genética. A preparação da enzima é descrita por Bertrand e col. ("Expression of the xylanase gene of *Streptomyces lividans* and production of the enzyme on natural substrates", Biotechnol. Bioeng. 33 (1989), pg. 791-794). A actividade da composição da enzima era de 1033 UI/ml. Foi



dissolvida uma solução guardada de 1,5% (p/v) da fracção solúvel em água de xilano contido em pedaços de aveia e tampão de McIlvaine 50 mM, pH 6,0 e a mistura resultante foi utilizada um substrato de ensaio. O tempo de reacção do ensaio foi de 10 minutos e os açúcares redutores obtidos foram determinados, em relação à solução de xilose padrão de acordo com o processo do ácido dinitrossalicílico de acordo com Miller (Analytical Chem. 31 (1959), pg. 426-428).

Os tratamentos com xilanase foram efectuados em lotes de 200 g (od) de polpa de tipo kraft de madeira a partir de lotes mistos, obtidos a partir da fábrica da Eastern Canadian. A polpa foi ajustada a um valor de pH de 5,5 a 6,0 pela adição de uma solução 1M de ácido sulfúrico. A xilanase foi adicionada à polpa e misturada num Mark II Quantum Reactor com uma concentração de 6% (em peso). A reacção da enzima foi efectuada mantendo a temperatura da polpa a 50°C durante 2 horas. Foi aplicada uma carga de enzimas de 0,012% na polpa que era equivalente a 85 UI/g de polpa. Após o tratamento com enzimas, as polpas foram lavadas até uma concentração de 1% em água e filtradas por sucção. As polpas de controlo foram preparadas de forma idêntica às polpas tratadas com enzima, com a substituição da enzima pela água.

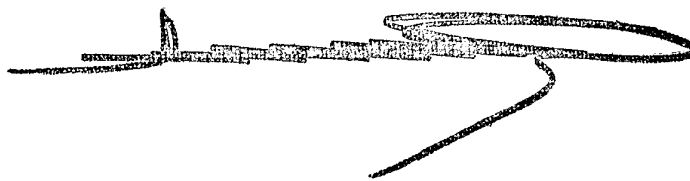
As polpas de controlo e tratadas com xilanase foram submetidas a uma sequência de branqueamento convencional (C&D) EDED em que a percentagem da



substituição de dióxido de cloro por cloro era de 40%. O termo (C&D) nesta secção refere-se à fase de cloração que compreende cloro e dióxido de cloro. A ordem de adição dos dois reagentes químicos variará dependendo do exemplo particular.

Durante a fase de cloração, a concentração da polpa foi ajustada a 3,5% e a reacção de cloração, utilizando 150 g (od) de amostra de polpa foi efectuada num reactor com agitação a 40°C durante 30 minutos. Para as polpas tratadas com xilanase, foi aplicado um múltiplo de cloro de 0,10. As polpas de controlo foram tratadas com múltiplos superiores de cloro de 0,15 e 0,20. Após a fase de cloração, as polpas foram lavadas com agitação até 1% de concentração em água e filtradas por sucção. Foi efectuada uma extracção cáustica imediatamente após a fase de lavagem. Na fase de extracção, foram misturadas a polpa e o hidróxido de sódio em solução (2% na polpa) num misturador de Hobart, e a mistura foi transferida para um vaso de polietileno onde foi aquecida durante 1 hora a 70°C.

A primeira fase de dióxido de cloro, designada para D₁, foi efectuada em amostras de 20 g (od) em jarros de vidro selados utilizando cargas de cloro de 0,4 a 1,2% na polpa, a menos que seja especificado o contrário, e com uma concentração de 6% e a 70°C durante 3 horas. Todas as fase D₁ foram optimizadas com hidróxido de sódio para conseguir um valor de pH de saída de 3,5 a 4,0. A segunda fase de extracção foi efectuada utilizando cargas cáusticas



de 0,6% na polpa com a mesma concentração, temperatura e tempo da primeira fase de extracção. Foi utilizada uma fase de dióxido de cloro secundária constante, designada por D₂, com uma carga de 0,4% na polpa em todos os exemplos a uma temperatura de 70°C durante 3 horas com uma concentração de 6%.

A polpa utilizada em todos os exemplos tinha as características que se apresentam na Tabela 1. Após o tratamento com xilanase, pode ser observado que o tratamento com xilanase resultava num aumento da viscosidade e de uma diminuição no Número Kappa. Esse aumento da viscosidade confirma um enriquecimento da fracção de celulose de elevado peso molecular que ocorre quando o xilano é selectivamente removido.

Tabela 1: Propriedades da polpa antes e após o tratamento da xilanase

Polpa	Brancura (% ISO)	No. Kappa	Viscosidade (mPa.s)
Polpa castanha *	31,3	13,2	28,8
Tratada com xilanase	33,9	11,9	30,9

* - A polpa castanha é a polpa de controlo que foi lavada em condições idênticas à polpa tratada com xilanase com a excepção de não ter sido adicionada enzima.

Foi feito o branqueamento de uma amostra de polpa tratada com xilanase utilizando sequências em foi utilizado dióxido de cloro durante 30 segundos antes da fase da carga de cloro, em que o dióxido de cloro foi adicionado simultaneamente com a carga de cloro, e em que o

dióxido de cloro foi adicionado 30 segundos após a adição de cloro. O grau de substituição utilizado era de 40%, e foi aplicado um múltiplo de cloro de 0,10 (equivalente a 1,12% do Cloro Disponível Total (TAC)) à primeira fase de cloração. Os resultados das sequências de branqueamento são apresentados na Tabela 2. Na Tabela 2, é também apresentada uma amostra de controlo de polpa que não foi tratada com xilanase. Os valores de cloração de 2,36% de TAC e 1,98 correspondem a um múltiplo de cloro de 0,20 e 0,15 respectivamente.

Tabela 2: Efeito da Ordem de Adição de Cloro e de Dióxido de Cloro no Rendimento de Branqueamento da Polpa Tratada com Xilanase Utilizando uma Substituição de 40%.pr

Sequência	Fase de extracção No. Kappa	Brancura (% ISO)	D ₁ carga (% na polpa)	D ₁ Brancura (% ISO)	D ₂ Viscosidade (% ISO)	D ₂ mPa.s
(DC) EDED ^a	5,0	48,3	0,4 0,8 1,2	74,9 83,3 85,6	88,7 90,4 91,2	-- -- 23,0
(C+D) EDED ^b	2,9	51,4	0,4 0,8 1,2	81,2 86,3 87,4	89,3 90,4 90,8	25,7 23,1 23,2
(CD) EDED ^c	3,2	52,6	0,4 0,8 1,2	82,1 86,6 87,4	90,1 90,8 91,2	25,2 24,0 22,2
Controlo (não tratado com xilanase)						
(DC) EDED ^a	2,63 % TAC ^d	na polpa	1,2 1,2	-- --	91,3 89,8	18,5 --

a - A adição de cloro foi efectuada 30 segundos após a adição de dióxido de cloro da primeira fase.

b - O cloro e o dióxido de cloro foram adicionados simultaneamente na primeira fase.

c - O cloro foi adicionado 30 segundos antes da adição de



dióxido de cloro na primeira fase (de acordo com a presente invenção)

d - Cloro Disponível Total

A adição de dióxido de cloro antes do cloro, como é prática comum na fase de cloração das polpas não tratadas com xilanase, era claramente menos eficaz do que quando os reagentes foram adicionados simultaneamente, ou quando o cloro foi adicionado em primeiro lugar. Isto é demonstrado por um número Kappa bastante superior, e uma menor brancura na primeira fase de extracção.

Após a primeira fase de extracção, foram tratadas amostras de cada polpa com várias cargas de dióxido de cloro na fase de branqueamento D_1 . Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram claramente que a brancura para cada valor de carga de dióxido de cloro na fase D_1 , é superior para a sequência em que o cloro foi adicionado à fase de cloração antes da adição do dióxido de cloro.

O efeito do modo de adição de cloro e de dióxido de cloro é menos aparente após a fase de branqueamento com dióxido de cloro D_2 , contudo, a tendência geral para o aumento da brancura D_2 podia ser observado para a sequência em que foi adicionado cloro antes do dióxido de cloro.

Além disso, na Tabela 2, pode ser observado, a partir das experiências de controlo, que para se conseguirem valores de brancura D_2 semelhantes aos obtidos pelo processo da presente invenção, é necessário utilizar uma carga de cloro bastante superior.

Desta forma, pode observar-se que o processo da

presente invenção permite que a fábrica de polpa reduza o consumo de reagentes químicos para conseguir um dado valor da brancura, ou branquear a um valor de brancura superior com um custo constante de agentes químicos e sem diminuição substancial das propriedades físicas.

Tendo sido descritas as realizações específicas da presente invenção deve ser entendido que podem ser sugeridas modificações suas pelos especialistas, e pretende-se que todas essas modificações estejam dentro do âmbito das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

- 1ª -

Processo para o branqueamento de um material linhocelulósico compreendendo as fases seguintes:

i) tratamento de uma polpa química com xilanase para se obter uma polpa de xilanase pré-tratada, e

ii) cloração da referida polpa pré-tratada com cloro e dióxido de cloro,

em que a referida cloração da referida polpa de xilanase pré-tratada é caracterizada por todo ou uma parte do cloro utilizado na cloração ser adicionado à polpa pré-tratada antes da adição do dióxido de cloro.



- 2ª -

Processo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por o referido dióxido de cloro ser adicionado à polpa pré-tratada num período de 5 a 60 segundos após a adição do cloro.

- 3ª -

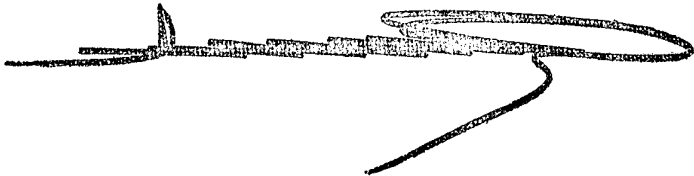
Processo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por o referido tratamento da polpa química com xilanase compreender tratar-se uma suspensão aquosa do referido material linhocelulósico, com uma consistência de 1 a 20 % em peso, com um material contendo xilanase com uma carga de aplicação de 0,1 a 500 UI/g de polpa seca em estufa, a uma temperatura compreendida entre 20 e 80°C durante um período de tempo compreendido entre 0,5 e 48 horas.

- 4ª -

Processo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por a referida cloração da referida polpa pré-tratada compreender tratar-se uma suspensão aquosa da referida polpa pré-tratada, com uma consistência de 1 a 20 % em peso, com cloro e dióxido de cloro possuindo um equivalente de cloro oxidante total compreendido entre 0,1 e 10 %, a uma temperatura compreendida entre 20 e 80°C durante um período de tempo compreendido entre 10 minutos e 10 horas.

- 5ª -

Processo de acordo com a



reivindicação 4 caracterizado por o dióxido de cloro proporcionar entre 25 e 80 % do equivalente de cloro oxidante total do cloro e do dióxido de cloro.

- 6ª -

Processo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por se seguir a seguinte sequência:

- i) extracção em meio aquoso com base alcalina, e
- ii) tratamento em meio aquoso com dióxido de cloro.

- 7ª -

Processo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por o referido material linhocelulósico ser uma polpa química preparada a partir de madeira.

- 8ª -

Processo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por a referida polpa química ser uma polpa kraft.

- 9ª -

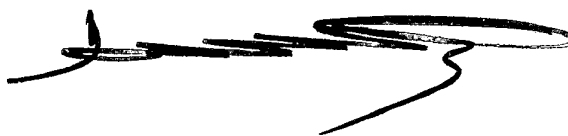
Processo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por a referida xilanase ser isenta de celulase e ser obtida a partir de um microorganismo contendo o gene da xilanase do género Streptomyces.

- 10ª -

Material linhocelulósico branqueado obtido pelo processo da reivindicação 1.

A requerente reivindica a prioridade do pedido
canadiano apresentado em 7 de Junho de 1991, sob o nº de
série 2,044,100.

Lisboa, 5 de Junho de 1992
SECRETARIA GERAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and strokes, positioned below the official stamp.

"PROCESSO DE BIOBRANQUEAMENTO"

RESUMO

A invenção refere-se a um processo para a preparação de um material linhocelulósico branqueado que compreende o tratamento biológico de um polpa química com xilanase, seguido por uma fase de cloração efectuada com cloro e dióxido de cloro. A fase de cloração é caracterizada pela adição do cloro antes da adição do dióxido de cloro. O processo produz polpa branqueada com menor consumo de reagentes químicos e a menor custo.

•
•
•