

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

(21) **PI0609343-4 A2**



(22) Data de Depósito: 24/11/2006
(43) Data da Publicação: 30/03/2010
(RPI 2047)

(51) *Int.Cl.:*
D21C 3/24 (2010.01)
D21C 3/22 (2010.01)
D21C 7/00 (2010.01)

(54) Título: **MÉTODO E ARRANJO PARA COZIMENTO CONTÍNUO DE POLPA**

(30) Prioridade Unionista: 29/11/2005 SE 0502626-5

(73) Titular(es): Metso Fiber Karlstad AB

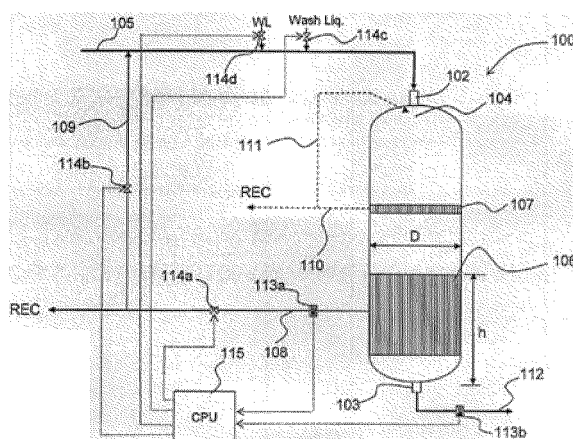
(72) Inventor(es): Mikael Lindström, Vidar Snekenes

(74) Procurador(es): MAGNUS ASPEBY

(86) Pedido Internacional: PCT SE2006050507 de 24/11/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/064293 de 07/06/2007

(57) **Resumo:** MÉTODO E ARRANJO PARA COZIMENTO CONTÍNUO DE POLPA. A invenção se refere a um arranjo e a um método para o cozimento contínuo de polpa de celulose química em um sistema digestor contínuo (100). O sistema digestor contínuo (100) compreende uma admissão (102) para a alimentação de uma suspensão de aparas, e uma descarga (103) para a descarga de uma suspensão cozida de polpa. A suspensão de aparas é alimentada para a admissão através de uma linha (105) no começo do cozimento, onde a suspensão de aparas tem um volume de fluido de cozimento de partida que estabelece uma razão de fluido/madeira que é maior do que 3,5. A invenção é caracterizada em que um fluido de cozimento final está presente durante o cozimento para a maior parte do cozimento, e é retirado através de um filtro de retirada (106) somente durante os 15 minutos finais do cozimento. O fluido de cozimento final assegura uma razão de fluido/madeira que é maior do que 3,5 em associação com a retirada. O fluido de cozimento final retirado durante os 15 minutos finais do cozimento consiste de licor negro gasto, que mantém um nível de álcali residual que está abaixo de 15 g/l.



"MÉTODO E ARRANJO PARA COZIMENTO CONTÍNUO DE POLPA".**Área Técnica**

A presente invenção se refere a um método para o
5 cozimento contínuo de polpa de celulose química, conforme
especificado pela introdução da reivindicação 1, e a um
arranjo para o cozimento contínuo de polpa de celulose
química, de acordo com a introdução da reivindicação 7.

A Técnica Anterior

10 Um número de métodos tem sido desenvolvido para o
cozimento contínuo de aparas (ou cavacos) de madeira de
modo a aperfeiçoar em modos diferentes a qualidade da polpa
com relação a, por exemplo, resistência a rasgo, capacidade
de resistência a golpe, resistência à tensão, etc. Muitos
15 destes métodos têm se focalizado em modos diferentes de
controlar a concentração de álcali no digestor de modo a,
desse modo, influenciar o processo de deslignificação. Foi,
em adição, descoberto, que de modo a obter uma qualidade de
polpa constante, é de grande importância que o perfil de
20 álcali através da seção transversal do digestor seja
mantido o mais constante possível, e que o perfil de álcali
seja constante e não alto bastante durante as várias fases
do cozimento.

Várias sugestões para o ajuste do álcali durante o
25 cozimento têm sido usadas de modo a tornar constante o
perfil de álcali durante o cozimento. É possível, por
exemplo, usar fluxos de ajuste, no qual um volume de fluido
de cozimento é retirado a partir do digestor, e retornado

para o digestor após ajuste do álcali, ou onde o fluido de cozimento retirado que é retornado para o digestor é substituído totalmente ou parcialmente pelo fluido de diluição, que principalmente dá uma redução no o que são conhecidos como "DOMs" (um acrônimo para "materiais orgânicos dissolvidos"), onde o DOM é principalmente constituído por hemicelulose e lignina, mas também de celulose e outras substâncias extraídas a partir das aparas de madeira. A retirada de fluido de cozimento em várias posições, e a substituição subsequente do fluido de cozimento retirado por outro fluido, contudo, envolve uma redução no rendimento, visto que fibras residuais e hemicelulose desaparecem com o fluido de cozimento retirado.

A Figura 1 mostra tecnologias de cozimento diferentes para digestores contínuos introduzidos durante os anos de 1957, 1962, 1983, 1991, 1993, 1997, junto com uma variante patenteada posterior conhecida como "Xylan". Seções de filtro são mostradas como seções tracejadas com retiradas para instalações de recuperação/REC (uma seta ampla com uma seta com ponta sólida), ou na forma de fluxos de digestor /Circ, no qual o fluido é recirculado de volta para o centro do digestor através de tubos centrais convencionais. C_{Liq}FLUXO indica a direção de fluxo do fluido de cozimento no digestor. A adição de licor branco é mostrada por WL. Em adição aos fluxos que são mostrados, existe também, naturalmente, a adição de fluido de diluição no fundo do digestor, e um separador superior na admissão ao digestor.

TC denota uma primeira circulação de digestor com aquecimento em que a adição de licor branco pode ser efetuada em adição àquela que é adicionada antes do digestor, ou na parte superior do digestor. WC denota o
5 fluxo de lavagem inferior em que ele é aquecido a uma temperatura de lavagem alta (tipicamente a 120-130°C) nos sistemas.

Na tecnologia muito anterior para digestores contínuos, todos os químicos de cozimento eram adicionados
10 em bateladas antes do cozimento, ou em sua parte superior, e o fluido de cozimento estava presente durante a maior parte do cozimento, para ser finalmente retirado a partir do digestor através de filtros de retirada dispostos no fundo. Esta tecnologia era principalmente pretendida para
15 digestores pequenos com uma capacidade de produção de umas poucas centenas de toneladas de polpa por dia, onde o digestor tinha um diâmetro limitado da ordem de um máximo de 3-4 metros. Era ainda possível, nestes digestores pequenos, retirar-se volumes suficientemente grandes de
20 fluido de cozimento gasto a partir do digestor, visto que ele estava somente a 1,5-2 metros do centro da coluna de aparas dentro do digestor, e a velocidade das aparas era baixa devido a baixa produção. Este tipo de processo de cozimento é mostrado esquematicamente na Figura 1; - 57.

25 A tecnologia na qual o digestor não tem várias seções de filtro no digestor, e tem somente uma seção de filtro única no fundo, foi usada também para o cozimento de lascas finamente aparadas, serragem, e instalação de um ano, onde

o material original era, desse modo, finamente dividido, que era difícil de efetuar a retirada a partir do digestor, visto que o material em aparas estava muito hermeticamente acondicionado.

5 Na tecnologia de digestor convencional estabelecida durante o período de 1960-1970 para digestores contínuos maiores com capacidades de produção de aproximadamente 1000 toneladas de polpa por dia, essencialmente todo álcali foi adicionado em batelada na parte superior do digestor com
10 filtros de retirada altamente localizados no digestor, onde um REC de retirada de fluido de cozimento gasto para o processo de recuperação ocorre em um tempo no qual as aparas tenham tido um tempo de retenção de aproximadamente 50-70% do tempo de retenção total no digestor. Era
15 convencional que uma zona de cozimento em contra-corrente e fluxo de lavagem eram estabelecidos sob este filtro de retirada onde o fluido de lavagem introduzido no fundo era retirado oposto ao fluxo das aparas em depósito. O fluido nesta zona de cozimento em contra-corrente e de lavagem
20 assenta essencialmente bem sob a temperatura de cozimento durante a parte principal do tempo de retenção das aparas nesta zona de fluxo em contra-corrente. Era normal que existisse também um fluxo de aquecimento mais baixo nesta zona de fluxo em contra-corrente (no começo do fluxo em
25 contra-corrente) em que o fluido foi aquecido a uma temperatura que tipicamente assenta em 10-30°C sob a temperatura de cozimento estabelecida na zona de cozimento superior. Este tipo de zona de lavagem em contra-corrente é

conhecido também como lavagem "Hi-Heat". Este tipo de processo de cozimento é mostrado esquematicamente na Figura 1; - 62.

A tecnologia de cozimento contínuo modificada, MCC, foi introduzida durante os anos 80, a medida que requerimentos mais altos para a qualidade de polpa eram desejados. A tecnologia de MCC significa que o álcali é dividido em várias bateladas, e é típico que também uma pequena batelada de licor branco/WL foi adicionada em um fluxo para torná-lo igualado fora do disposto sob o filtro de retirada, e na zona de fluxo em contra-corrente. Foi possível, desse modo, obter uma certa igualdade do perfil de álcali no cozimento, e uma grande parte do digestor foi ativamente usada como uma zona de cozimento com um nível efetivo de álcali, que permite tempos de cozimento mais longos e temperaturas de cozimento inferiores, que dão melhor qualidade de polpa, e capacidade de produção mais alta.

Este tipo de processo de cozimento é mostrado esquematicamente na Figura 1; -83, onde o fluxo de MCC foi indicado.

O método adicional para aperfeiçoar a qualidade da polpa com a tecnologia de ITC (uma abreviação para "Cozimento Iso Térmico"), onde a temperatura de cozimento mais alta e o nível de álcali foram reduzidos em relação à técnica anterior, e foram mantidos em níveis constantes através de todo o cozimento. Esta tecnologia significa que fluido de lavagem e fluido de cozimento adicionados no

fundo do digestor foram retirados em uma seção de filtro extra, e foram aquecidos à temperatura de cozimento total antes de retornarem ao digestor. O tempo durante o qual as aparas foram mantidas à temperatura de cozimento total foi
5 estendido desta maneira para ser válido para essencialmente a zona completa de fluxo em contra-corrente sob a seção de retirada que retirou fluido de cozimento gasto para o processo de recuperação. Este tipo de processo de cozimento é mostrado esquematicamente na Figura 1; -91, onde o fluxo
10 de ITC foi indicado.

Razões muito altas de fluido/madeira começaram a serem usadas em vasos de pré-impregnação, e nas zonas de cozimento do digestor com o objetivo de igualar adicionalmente o perfil de álcali durante o cozimento. Esta
15 tecnologia constitui uma das bases do conceito COMPACT COOKINGTM desenvolvido por Kvaerner Pulping. A concentração de álcali no fluido de cozimento pode, deste modo, ser reduzida, enquanto que, ao mesmo tempo, a quantidade de álcali necessária para um processo de neutralização efetivo
20 permanece no fluido de cozimento. Visto que a fração de fluido por medida de aparas é consideravelmente elevada, tipicamente com uma razão de fluido/madeira que assenta bem acima de 3,0, permanece possível garantir que uma quantidade suficiente de álcali, medida como uma quantidade
25 de quilogramas de álcali por quilogramas de madeira, está presente para o processo de deslignificação, enquanto que a concentração de álcali, ao mesmo tempo, não necessita ser tão alta. À medida que a produção é elevada a níveis

maiores do que 1.800-2.000 toneladas de polpa por dia, também a posição do fluido de cozimento final retirado é deslocada para baixo no digestor, freqüentemente em combinação com várias posições de retirada durante o cozimento. Este tipo de processo de cozimento é mostrado esquematicamente na Figura 1; -93, onde duas posições de retirada são indicadas, e na Figura 1; -97, onde três posições de retirada são indicadas.

Capacidades de produção de 2.500-3.500 toneladas de polpa por dia são requeridas nos digestores contínuos para aparas que são instaladas agora. Estes digestores contínuos são muito grandes com diâmetros de digestor de 8-10 metros, e, ocasionalmente, ainda maiores - ao redor de 12 metros de diâmetro. O problema de implementar seções de retirada é exacerbado nestes digestores, visto que torna-se mais difícil retirar fluido de cozimento a partir do centro da coluna de aparas com estas seções de filtro. As seções de retirada alcançam rapidamente um limite para o volume de fluido de cozimento que é possível de retirar. Um desejo, portanto, é limitar o número de seções de filtro, e reter o fluido de cozimento o mais distante possível no digestor com uma razão de fluido/madeira alta, de acordo com o conceito COMPACT COOKING™.

É também sabido que o rendimento de polpa é aperfeiçoado pela adição de aditivos de tipo polisulfito, conforme é mostrado em, por exemplo, US 6.241.851 e US 6.569.851. A concentração de álcali efetiva e as condições de temperatura na primeira zona de tratamento são tais que

essencialmente nenhuma quebra de álcali da celulose ocorre: ao invés, o material é efetivamente penetrado pelo polisulfito. O material é subsequenteiramente tratado com um licor de cozimento de álcali na temperatura de cozimento de modo a produzir uma polpa de celulose química com rendimento mais alto a partir do processo de cozimento do que seria alcançado se pré-tratamento a baixa temperatura, álcali baixo, e na ausência de polisulfito.

Através do documento SE 520 956 é conhecido um método para aumentar a qualidade da polpa com relação à resistência da polpa, branqueabilidade e amarelamento subsequente reduzido, enquanto que o rendimento do digestor aumenta ao mesmo tempo. Isto é possível em que todos os fluídos de retirada, e, em particular, o fluido de impregnação rico em hemicelulose, são permitidos um tempo de retenção estendido fora do digestor antes deste ser retornado para a mesma zona, ou para a zona imediatamente subsequente. Isto significa que o fator H dos fluídos de cozimento e impregnação aumenta, isto é, significa que a este fluido de cozimento é dado um tempo de retenção mais estendido na temperatura de cozimento do que o tempo de retenção que às aparas são dados. O princípio é que um tempo longo é requerido antes que a hemicelulose comece a precipitar nas fibras, que é um processo que ocasionalmente toma um tempo de retenção para o fluido de cozimento rico em hemicelulose mais longo que 60 minutos. É possível com esta tecnologia simplificar para estender o tempo de retenção do fluido de cozimento no sistema, tal que este

processo de precipitação possa ser iniciado, às vezes que é apropriado para os sistemas de cozimento que não têm tempo suficiente para ativar o processo de precipitação com o tipo relevante de madeira. É a intenção que tanto quanto possível à hemicelulose será dada a oportunidade de ter tempo para precipitar na fibra, o que dá um rendimento aumentado de fibra e, em certos casos, um aumento em suas propriedades de resistência.

Tem se comprovado, contudo, ser o caso que o método do documento SE 520 956 não dá o aumento pretendido das propriedades de resistência da fibra de polpa em todos os sistemas de cozimento, ou para todos os tipos de madeira. O aumento do fator H do licor de impregnação através de um tempo de retenção que aumenta o tempo, será, de fato, o caso que muita da hemicelulose que é dissolvida a partir das aparas re-precipitarão na fibra de polpa, mas as propriedades que elevam a resistência da hemicelulose diminuem com o tempo. A resistência da polpa da fibra de polpa, por esta razão, será somente levemente aumentada em vários processos de cozimento. Tornou-se, surpreendentemente aparente que o que é desejado a um grau maior é somente obter-se esta parte da hemicelulose dissolvida que tem as cadeias mais longas, e, nesta fração da hemicelulose que precipita primeiro. Se o tempo em certos sistemas de cozimento torna-se muito longo, também aquelas frações da hemicelulose com comprimentos de cadeia curtos precipitarão, enquanto que, ao mesmo tempo, as

cadeias mais longas de hemicelulose que já foram re-precipitadas serão quebradas.

Outra variante para a influência da precipitação de hemicelulose na fibra é revelada em EP B 1.115.943. Nesta variante, o fluido de cozimento que é rico em hemicelulose é retirado anteriormente no cozimento, e este fluido de cozimento com um alto teor de hemicelulose dissolvida é retornado para a fase final do cozimento. Um tempo de retenção substancial na fase final do cozimento, maior do que 60 minutos, é requerido de modo que ao processo de precipitação seja dado um tempo suficiente para ser ativado. Este tipo de processo de cozimento é mostrado esquematicamente na Figura 1, "Xylan", onde é mostrado que fluido de cozimento com um alto teor de hemicelulose é retirado anteriormente (a segunda seção de filtro a partir da parte superior), e retornado para o digestor em um fluxo de cozedor (a quarta seção de filtro a partir da parte superior), onde um certo volume de fluido de cozimento gasto pode, ao mesmo tempo, ser retirado. Este fluido de cozimento com um alto teor de hemicelulose pode, desta maneira, ser reintroduzido no cozimento, de modo a estar presente durante a fase final do cozimento, com uma duração de pelo menos 60 minutos.

O Objetivo da Invenção

Um primeiro objetivo é oferecer uma invenção que solucione total ou parcialmente as desvantagens e problemas acima descritos, e que seja capaz efetivamente de reduzir o tempo de retenção do fluido de cozimento através do

cozimento completo em sistemas com um tempo de retenção muito longo do licor no sistema de digestão. O fluido de cozimento é para estar presente com as aparas (ou cavacos) no vaso de cozimento tanto quanto possível, mas o tempo de retenção é para ser reduzido ao máximo possível.

O princípio da invenção é que o nível de hemicelulose dissolvida seja mantido no fluido de cozimento através de todo o cozimento, cuja hemicelulose é dissolvida muito anteriormente no cozimento, tipicamente dentro dos primeiros 20-30 minutos do cozimento. O processo para re-precipitação de hemicelulose requer um tempo de retenção longo de modo a notar um efeito mensurável na elevação do rendimento, tipicamente um tempo de retenção de pelo menos 50-70 minutos sendo requerido.

Um segundo objetivo da invenção é oferecer um método e um arranjo para cozimento contínuo que dê uma polpa de celulose com qualidade de polpa otimizada e aperfeiçoada com relação a resistência à tensão, resistência à rasgo e capacidade de resistência a golpe da fibra de polpa.

Têm-se comprovado ser o caso que o rendimento e a resistência da polpa aumentam com o aumento da precipitação anterior da hemicelulose na fibra, mas as cadeias de hemicelulose mais longas são quebradas com tempos de retenção mais longos, e a resistência da polpa diminui.

Um terceiro objetivo é manter a hemicelulose dissolvida no cozimento, e assegurar que ela se mantenha conveniente até os 15 minutos finais de cozimento, de modo

a assegurar que ela tenha tempo suficiente para re-precipitar na fibra de polpa.

Um quarto objetivo da invenção é reduzir especificamente o fator H do fluido de cozimento, isto é, o
5 tempo que o fluido de cozimento é mantido na temperatura de cozimento. Isto significa que é possível controlar ativamente o tempo de retenção da hemicelulose que foi liberada a partir das aparas no cozimento, tal que ela não tenha tempo suficiente para ser quebrada: ela pode, ao
10 contrário, ser influenciada de uma maneira controlada tal que a forma e estruturas originais da hemicelulose não sejam mudadas como um resultado da quebra, e ela possa ser precipitada na fibra de polpa nesta forma.

Um quinto objetivo é ter uma razão de fluido/madeira
15 alta através do cozimento completo. Isto proporciona várias vantagens, visto que a concentração de álcali pode ser mantida mais constante durante o cozimento, visto que uma maior quantidade de quilogramas de álcali por quilogramas de aparas pode ser estabelecida no fluido de cozimento, o
20 que assegura que a concentração de álcali não caia tão grandemente durante o processo de cozimento, conforme o álcali é consumido à medida que a madeira é deslignificada.

Um sexto objetivo é implementar em digestores contínuos modernos que tenham capacidades de produção na
25 faixa de 2.000-3.000 toneladas, ou maiores, de polpa por dia, onde estas instalações de digestão consistem de digestores com diâmetros que excedem facilmente 6-8 metros, um conceito de cozimento completamente novo que adota

seções de filtro extremamente grandes na extremidade do digestor, onde volumes muito grandes de fluido de cozimento gasto são retirados, ou do ponto de vista de controle, tenta-se retirar tais volumes. Esta técnica de cozimento é

5 totalmente diferente das outras técnicas de cozimento modernas para instalações de digestão grandes nas quais várias posições de retirada no cozimento são disponíveis para várias propostas diferentes, e o cozimento, deste modo, perde a hemicelulose que foi dissolvida no fluido de

10 cozimento antes das fases finais do cozimento. Um objetivo da pluralidade de retiradas é manter níveis baixos dos DOMs dissolvidos (incluindo hemicelulose) durante o cozimento, mas isto inevitavelmente dá perdas da hemicelulose dissolvida. Outro objetivo é que limitações foram vistas na

15 retirada de fluido de cozimento a partir do cozimento nestes digestores grandes, e é, portanto, necessário usar várias posições de retirada, e isto também remove hemicelulose dissolvida a partir do cozimento antes das fases finais do cozimento.

20 Um sétimo objetivo é tornar possível reduzir a concentração de álcali mais alta durante o cozimento, tipicamente aquela que é estabelecida no começo do cozimento, enquanto, ao mesmo tempo, retém uma concentração de álcali relativamente alta e constante durante o

25 cozimento completo, até as fases finais do cozimento. O tempo durante o qual o álcali no fluido de cozimento é consumido é reduzido através do estabelecimento de uma razão de fluido/madeira alta no cozimento, e a redução do

tempo de retenção do fluido de cozimento no cozimento, sob a condição que as aparas têm um tempo de retenção pré-determinado. Se, por exemplo, uma e a mesma carga de álcali é usada no começo do cozimento, enquanto o tempo de retenção do fluido de cozimento é reduzido, o nível de álcali residual no licor negro retirado aumentará como um resultado da redução no tempo de reação. Isto pode ser explorado através da redução, ao contrário, da carga de álcali no começo do cozimento com o objetivo de manter o mesmo nível de álcali residual no licor negro. A razão de fluido/madeira alta e a redução no tempo de retenção do fluido de cozimento operam juntos para reduzir a concentração de álcali no começo do cozimento, sob a condição que é ainda possível assegurar um dado nível de álcali residual no licor negro retirado, e uma concentração de álcali efetiva durante o cozimento completo. Isto permite uma melhor resistência da polpa, visto que é sabido que concentrações de álcali durante o cozimento que são muito altas podem ter uma influência adversa na resistência da polpa.

Os objetivos descritos acima são alcançados com um método de acordo com a reivindicação 1, e com um arranjo de acordo com a reivindicação 7.

Breve Descrição da Invenção

A invenção sugerida se refere à um método e a um arranjo que, em combinação com o cozimento contínuo de polpa de celulose química, é para dar uma fibra de polpa de

celulose com alta durabilidade à tensão, resistência a rasgo e capacidade de resistência a golpe.

A fibra de polpa forte é alcançada tendo-se uma razão de fluido/madeira alta mantida através do cozimento
5 completo com essencialmente o mesmo fluido de cozimento no final do cozimento como em seu começo. O tempo de retenção para o fluido de cozimento no digestor é, deste modo, reduzido, e, deste modo, também o fator H do fluido de cozimento. A quantidade total de hemicelulose dissolvida é,
10 deste modo, reduzida, cuja hemicelulose precipita de volta na fibra de polpa de celulose, e dá à fibra suas propriedades de aumento de resistência. Contudo, visto que as propriedades de aumento de resistência da hemicelulose são mais altas no começo do cozimento, e tornam-se menores
15 com o tempo, as aparas obterão resistência à tensão, resistência à rasgo e capacidade de resistência a golpe mais altas do que a que teria ocorrido em um processo de cozimento com um fator H mais alto e tempo de retenção mais longo do fluido de cozimento. É, contudo, necessário que a
20 maior parte do fluido de cozimento seja retida através de toda passagem completa através do cozimento, tal que tanto quanto possível das propriedades de aumento de resistência a partir da hemicelulose tenha tempo suficiente para precipitar na fibra.

25 Outras características e aspectos da invenção, e suas vantagens, tornar-se-ão claras a partir das reivindicações de patentes em anexo, e pela descrição detalhada de algumas concretizações dadas abaixo.

Descrição dos Desenhos

A Figura 1 mostra as etapas de desenvolvimento para cozimento contínuo desde 1957 até o presente; e

A Figura mostra concretizações preferidas de acordo
5 com a invenção.

Descrição Detalhada da Invenção

O conceito "suspensão de aparas" será usado na descrição seguinte da invenção. "Suspensão de aparas" é aqui usado para denotar um fluxo consistindo de aparas e
10 fluido que é continuamente alimentado em uma instalação de cozimento contínuo. O fluido na suspensão de aparas é principalmente constituído por condensado, umidade de aparas, licor branco, fluido de lavagem e licor negro a partir do cozimento completado. O termo "licor negro a
15 partir do cozimento completado" é aqui usado para denotar uma retirada de fluido de cozimento gasto a partir do digestor durante os 15 minutos finais do cozimento, cujo licor negro gasto contém um nível de álcali residual de menos do que 15 g/l. O termo "os 15 minutos finais do
20 cozimento" é aqui usado para denotar os 15 minutos finais do tempo de retenção das aparas no digestor na temperatura de cozimento total, e em um tempo durante o qual as aparas estão ainda na forma de uma coluna compacta de aparas, e em associação com a coluna de aparas que alcança o filtro de
25 retirada final. É típico que o tempo de retenção para a coluna de aparas nesta seção de filtro final atinge a 30-70 minutos, dependendo da altura de filtro total da seção de filtro.

A coluna de aparas alcança sob esta seção de filtro uma zona de diluição e lavagem na qual fluido de diluição mais frio é introduzido e retirado acima em direção à seção de filtro, por cuja maneira um arrefecimento é alcançado.

5 O conceito "razão de fluido/madeira" também será usado. O termo "razão de fluido/madeira" é aqui usado para denotar a razão entre fluido e madeira que prevalece na suspensão de aparas.

Em adição, os conceitos "fluido de cozimento de
10 partida" e "fluido de cozimento final" serão usados. O termo "fluido de cozimento de partida" é aqui usado para denotar o volume de fluido na suspensão de aparas que estabelece uma certa razão de fluido/madeira no início do
te de retenção na instalação de cozimento. Este fluido de
15 cozimento de partida é constituído por um ou mais fluídos consistindo de condensado, licor branco fresco, umidade de aparas, filtrado de lavagem, e licor negro gasto, cujo licor negro gasto tenha estado presente em pelo menos 75% do tempo de cozimento total do cozimento. O termo "fluido
20 de cozimento final" é aqui usado para densidade um volume fluido de cozimento que é um volume parcial do fluido de cozimento partida, e onde este volume parcial está presente no cozimento durante a parte principal do cozimento, e é primeiro retirado durante os 15 minutos finais do tempo de
25 retenção das aparas no cozimento, onde o fluido de cozimento final assegura uma razão de fluido/madeira que é maior do que 3,5. O volume de fluido de cozimento final é

menor do que ou igual ao volume de fluido do cozimento de partida.

Finalmente, as expressões "filtro de retirada" e "seção de retirada" serão usadas. "Filtro de retirada" é aqui usado para denotar uma área da qual fluido é retirado em associação com o cozimento. Esta área pode ser, ou uma placa de filtro, isto é, uma placa com divisões de retirada, ou pode ser um filtro de haste composto de hastes essencialmente paralelas com uma certa distância entre elas que estabelece as divisões de retirada. Uma "seção de retirada" pode consistir de filtros de retirada dispostos sobre a seção de retirada completa, ou pode ser construída a partir de um número de filtros de retirada que cobrem pelo menos 50% da seção de retirada total. A capacidade de retirada total pode ser estabelecida com filtros de retirada dispostos em um modelo de tabuleiro de xadrez conhecido como "peneira disparada", com placas cegas entre os filtros de retirada, onde aproximadamente 50% da seção de retirada consiste de superfícies com divisões de retirada, e 50% consiste de placas cegas. Dentro do conceito de "seção de retirada" está também compreendido o que são conhecidos como "canais de filtrado" ou "travessões", que estão localizados por convenção sob uma série de filtros, e que tem uma área sem divisões que faceiam na coluna de aparas, a função da qual sendo coletar o fluido de cozimento de retirada a partir da série de filtros que está acima do mesmo, e conduzir este para fora do digestor. Uma seção de retirada, desse modo, pode

consistir de um número de séries de filtros, com ou sem placas cegas entre superfícies de filtro nesta série, e canais de filtrado que assentam abaixo de cada série de filtros. Desse modo, várias variantes de seção de retirada
5 são possíveis.

A Figura 2 mostra uma primeira concretização preferida de um arranjo de acordo com a invenção no qual o método é usado. O arranjo é usado durante o cozimento contínuo de polpa de celulose química em uma instalação de cozimento
10 contínuo 100. A instalação de cozimento contínuo 100, mostrada na Figura 2, revela um sistema de vaso simples com um digestor no qual impregnação ocorre na parte superior do digestor. Contudo, sistemas de dois vasos (não mostrados no desenho) com um vaso de impregnação separado antes do
15 digestor, são possíveis.

A instalação de cozimento contínuo 100 tem uma linha 105 para a alimentação de uma suspensão de aparas para uma admissão 102 em uma extremidade da instalação de cozimento contínuo, preferivelmente em sua parte superior 101 para a
20 admissão da suspensão de aparas. A instalação de cozimento tem também uma descarga 103 em sua outra extremidade, preferivelmente o fundo, para a descarga de aparas cozidas na forma duma suspensão de polpa para a linha 112.

No início do cozimento, isto é, na parte superior 104
25 da instalação de cozimento superior, a suspensão de aparas tem um volume de fluido de cozimento de partida, cujo fluido de cozimento de partida estabelece uma razão de

fluido/madeira que é maior do que 3,5, mais preferivelmente maior do que 4, e, mais preferivelmente, maior do que 4,5.

Um volume parcial no fluido de cozimento de partida no começo do cozimento, conhecido como "fluido de cozimento final" está presente no cozimento durante a maior parte do cozimento, e é retirado primeiro durante os 15 minutos finais do cozimento através de uma seção de retirada 106 na qual o fluido de cozimento final assegura uma razão de fluido/madeira em conjunto com a retirada que é maior do que 3,0, preferivelmente maior do que 3,5, mais preferivelmente maior do que 4,0 e, mais preferivelmente, maior do que 4,5.

O fluido de cozimento final que foi retirado a partir do filtro de retirada 106 consiste de licor negro gasto, que mantém um nível de álcali residual menor do que 15g/l, preferivelmente menor do que 12 g/l. O volume de fluido de cozimento final é menor do que ou igual ao volume de fluido de cozimento de partida. A diferença na razão de fluido/madeira entre o começo do cozimento e os 15 minutos finais do cozimento pode ser baixa, dentro do intervalo de 0-0,5 unidades, embora diferenças maiores na razão de fluido/madeira possam ser estabelecidas em certas circunstâncias se o volume retirado na retirada 110 é grande.

Desse modo, um volume parcial do fluido de cozimento de partida pode ser retirado via uma ou várias seções de retirada 107, e enviado em uma ou várias linhas 110 direta ou indiretamente para o processo de recuperação (REC). Uma

parte desta retirada a partir da linha 110 pode ser enviada para o começo do cozimento em uma linha 111.

Mais do que 70%, preferivelmente mais do que 80%, e mais preferivelmente mais do que 90% do licor negro gasto a partir do filtro de retirada 106 é enviado direta ou indiretamente para o processo de recuperação (REC) via uma linha 108. O volume remanescente que não é enviado para o processo de recuperação pode ser enviado através de uma linha 109 para a suspensão de aparas antes do digestor, ou no começo do cozimento.

É uma vantagem se o digestor 101 tem um diâmetro que é maior do que 5 metros. A seção de retirada 106 tem uma área que constitui mais do que 70%, preferivelmente mais do que 80% da área de retirada total do digestor 101. A seção de retirada 106 está localizada a uma altura h acima do fundo do digestor, onde h é menor que $2 \times$ o diâmetro D do digestor.

O tamanho da área de seção de retirada medido em metros quadrados depende estritamente da produção atual de polpa digerida a partir do digestor calculado como toneladas de polpas por dia.

Desse modo, a área necessária da seção de retirada para várias posições de processo no digestor pode ser expressa como um relacionamento de acordo com:

Área de seção de retirada $[m^2] = \text{fator } K * \text{produção}$
(toneladas de polpa por dia)

A seção de retirada total 106 no final do cozimento é para ter, de acordo com a invenção, um fator k que excede 0,06, e que preferivelmente excede 0,08.

O fator k normalmente assenta dentro do intervalo
5 0,08-0,12.

Os seguintes relacionamentos são, deste modo, obtidos para níveis diferentes de produção:

Produção (toneladas/dia)	Área de seções de retirada [m ²] para fator $k=0,06$	Área de seções de retirada [m ²] para fator $k=0,08$	Diâmetro de digestor típico [m]
1000	60	80	6-8
1500	90	120	
2000	120	160	8-10
2500	150	200	
3000	180	240	10-12

O fator H para fluido de cozimento no digestor será
10 reduzido por ter razões de fluido/madeira muito grandes
através de todo digestor completo 101, e uma retirada
grande no final do cozimento, visto que o tempo de retenção
para o fluido de cozimento no digestor será reduzido, dado
que a polpa alimentada para fora a partir do fundo do
15 digestor mantém essencialmente a mesma consistência, e que
o fluxo de retirada total a partir da seção de retirada 106
é aumentado por um volume que corresponde ao volume
retornado através da linha 109, e dado que todos os outros

volumes adicionados como bateladas são mantidos essencialmente iguais, exceto para um ajuste na razão de carga de álcali para licor branco, de modo a ajustar a concentração de álcali.

5 O método, de acordo com a invenção, requer que a quantidade total de hemicelulose que é precipitada a partir do fluido de cozimento nas aparas seja um tanto reduzida em extensão. Contudo, visto que as cadeias mais longas da hemicelulose dissolvida dominam no início do cozimento, e
10 diminuem com o tempo como um resultado de suas quebras, a polpa de celulose cozida virá a ter resistência à tensão, resistência a rasgo e capacidade de resistir à golpe mais altas do que aquelas que teriam sido alcançadas em um processo de cozimento tendo um fator H mais alto, e um
15 tempo de retenção mais longo para o fluido de cozimento no cozimento. É, contudo, necessário que a maior parte do fluido de cozimento esteja presente através de todo o cozimento completo, tal que o máximo possível das propriedades de aumento de resistência a partir da
20 hemicelulose tenha tempo suficiente para ser precipitado na fibra.

Isto pode ser comparado com a tecnologia a partir de 1957 (Figura 1), em que as aparas e fluido de cozimento têm essencialmente o mesmo tempo de retenção no digestor e,
25 desse modo, essencialmente o mesmo fator H. O que foi adicionado na parte superior do digestor foi também aquele que foi retirado no fundo. Se, por exemplo, uma razão de fluido/madeira de 2,5 foi estabelecida na parte superior do

digestor, então o volume total de licor negro retirado e polpa de descarga (excluindo o fluido de diluição adicionado no fundo) corresponde a essencialmente a mesma razão de fluido/madeira.

5 Alternativa 1: reduzir o fator H com licor negro retornado

Pelo aumento do volume retirado a partir da seção de retirada 106 por um volume parcial especificado e retornando este dado volume parcial de licor negro gasto para o início do cozimento, enquanto se mantém outros fluxos, é possível regular o fator H do fluido de cozimento, visto que a velocidade do fluido de cozimento através do digestor é, desse modo, aumentada. A regulação em direção a um fator H inferior para o fluido de cozimento especificamente requer um volume aumentado de licor negro gasto que é retirado a partir da seção de retirada 106, e retornado para o início do cozimento, e inversamente, uma regulação em direção ao fator H mais alto para o fluido de cozimento requer especificamente um volume reduzido de licor negro gasto que é retirado a partir da seção de retirada 106, e retornado para o início do cozimento.

Alternativa 2: diminuição do fator H com um volume aumentado de filtrado de lavagem

Pelo aumento do volume de Líq. de Lav. de filtrado de lavagem adicionado através de 114 com um dado volume parcial e aumento do volume retirado a partir da seção de retirada 106 por um volume parcial correspondente, enquanto se mantém outros fluxos, é possível regular o fator H do

fluido de cozimento, visto que a velocidade do fluido de cozimento através do digestor é, desse modo, aumentada. A regulação em direção a um fator H inferior para o fluido de cozimento especificamente requer um volume aumentado de

5 Líq. de Lav. de filtrado de lavagem adicionado, e um volume correspondente de licor negro gasto que é retirado a partir da seção de retirada 106, e inversamente, uma regulação em direção ao fator H mais alto para o fluido de cozimento requer especificamente um volume reduzido de Líq. de Lav.

10 de filtrado de lavagem adicionado e volume reduzido correspondente de licor negro gasto que é retirado a partir da seção de retirada 106.

É, naturalmente possível, efetuar uma combinação destas duas alternativas, e estes são os parâmetros

15 regulatórios que são mais facilmente de influenciar. O volume de condensado que acompanha as aparas não pode ser influenciado de uma maneira simples, visto que este volume depende diretamente de quanto vapor direto é suprido às aparas para aquecimento.

20 O volume de licor branco é regulado com o objetivo principal de manter pelo menos uma de uma certa concentração de álcali no cozimento, e a um certo nível de álcali residual no licor negro, e este volume é uma regulação secundária que depende dos volumes mudados dos

25 fluidos.

A Figura 1 mostra esquematicamente como é possível detectar em uma maneira adequada as propriedades da polpa na linha de sopro 112 com um sensor em linha 113b, ou com

outros meios de amostragem apropriados. A detecção das propriedades de resistência da polpa pode ocorrer aqui, ou a fração de hemicelulose precipitada na fibra cozida, ou ambos estes fatores podem ser detectados. É também possível
 5 detectar a fração de hemicelulose no fluxo de retirada 108 usando-se um sensor em linha apropriado 13a, ou usando meios de amostragem correspondentes.

O resultado a partir da detecção de pelo menos um sensor, ou meios de amostragem 113a/113b, é usado em uma
 10 unidade de controle 115 para regular o fluxo de retirada através de, por exemplo, a válvula 114a de modo a aumentar ou diminuir o volume parcial regulado atual. Um aumento ou diminuição correspondentes no volume parcial de licor negro retornado ocorrem ao mesmo tempo, pela regulação da válvula
 15 114b, ou um aumento ou diminuição correspondentes no volume parcial de filtrado de lavagem adicionado ocorrem ao mesmo tempo, pela regulação da válvula 114c, ou ambas destas podem ocorrer.

Exemplo:

20 Quando aplicado em uma instalação de cozimento contínuo que produz 2.000 toneladas de polpa por dia, e em que 8 m³ de licor negro por tonelada de polpa é retirado para recuperação a partir da seção de retirada 106, é possível reduzir o tempo de retenção para o fluido de
 25 cozimento por 33% se o volume de retirada é aumentado para 10 m³ de licor negro por tonelada de polpa, e para retornar 2 m³ para o início do cozimento, dado que o fator de diluição é mantido constante a 2.0. O fator de diluição

significa que de um total de 8 m³ que é retirado para recuperação, 6 m³ é retirado a partir da zona de cozimento, e 2 m³ é retirado a partir do fluido de diluição, enquanto no caso em que 10 m³ é retirado para recuperação, então 8 m³ é retirado a partir da zona de cozimento, e 2 m³ a partir do fluido de diluição.

Isto mostra que o fator H do fluido de cozimento pode ser substancialmente influenciado com ajustes relativamente limitados dos volumes de retirada. Se o tempo de retenção é reduzido por 33%, o fator H é influenciado a um grau correspondente.

Dependendo do tipo de madeira sendo usado, madeira/aucaulipto decídua (madeiras duras), madeira conífera (madeiras macias), etc, e do processo de cozimento sendo usado, o tempo de retenção do fluido de cozimento é ajustado de tal maneira que precipitação da hemicelulose é otimizada tal que é principalmente as cadeias mais longas de hemicelulose dissolvidas que são precipitadas na fibra, e não têm tempo suficiente para serem quebradas durante o cozimento. Se, por exemplo, a amostragem da polpa cozida mostra que a resistência da polpa alcança um dado valor, então os volumes regulados que influenciam o tempo de retenção podem ser aumentados tal que o tempo de retenção do fluido de cozimento diminui. Se pode ser substancialmente mostrado que a resistência da polpa aumenta, é possível continuar a aumentar os volumes regulados em etapas, considerando-se que ou o desenvolvimento da resistência de polpa é positiva, ou a

fração de hemicelulose precipitada na fibra tendo estruturas de ceia mais longas aumenta, ou ambos.

A invenção não está limitada às concretizações aqui mostradas: várias variantes são possíveis dentro da
5 estrutura das reivindicações de patente em anexo.

É, naturalmente, possível, implementar a invenção em um sistema digestor de dois vasos em que impregnação, e, em certos casos, também tratamento de vapor das aparas, ocorrem em um primeiro vaso separado, e onde o fluido de
10 cozimento/impregnação adicionado como uma batelada no primeiro vaso acompanha as aparas durante impregnação no primeiro vaso, e o cozimento no segundo vaso. Uma retirada correspondente à retirada 107-110 pode, ao invés, ocorrer em tais sistemas de dois vasos a partir do fluxo de
15 retirada que é obtido a partir de um separador superior na parte superior do segundo vaso. Um primeiro filtro superior pode também ser colocado em tais sistemas de dois vasos na parte superior do vaso de impregnação, cujo filtro principalmente retira condensado e pequenos volumes de
20 licor negro a partir di vaso de impregnação longo antes do processo de impregnação das aparas tiver iniciado e, por esta razão, tais superfícies de filtro são excluídas a partir das figuras de percentagem que se referem ao tamanho do filtro de retirada em relação às outras áreas de filtro
25 total no vaso de impregnação, ou no digestor, ou ambos.

REIVINDICAÇÕES

1.- Método para o cozimento contínuo de aparas de madeira para a produção de polpa de papel em um sistema digestor (100), onde o sistema digestor (100) compreende pelo menos um digestor contínuo (101) no qual aparas são continuamente alimentadas para o topo do digestor, e a polpa cozida é continuamente alimentada para fora a partir do fundo do digestor a uma dada consistência de polpa, onde a suspensão de aparas no começo do cozimento tem um volume de fluido de cozimento de partida que é constituído por um ou mais fluidos a partir do condensado, fluido de cozimento fresco, umidade de aparas, filtrado de lavagem, e licor negro gasto, cujo licor negro gasto tenha estado presente durante pelo menos 75% do tempo de retenção do cozimento no digestor, cujo fluido de cozimento de partida tem um volume para estabelecer uma razão de fluido/madeira que é maior do que 3,5, caracterizado pelo fato de

- que um fluido de cozimento final que é um volume parcial do fluido de cozimento de partida onde o fluido de cozimento final está presente no cozimento durante a maior parte do cozimento, e é retirado somente durante os 15 minutos finais do cozimento, onde o fluido de cozimento final assegura uma razão de fluido/madeira que é maior do que 3,5;

- que o fluido de cozimento final retirado durante os últimos 15 minutos do cozimento consiste de licor negro

gasto, que mantém uma concentração de álcali residual de menos do que 15 g/l;

- que o volume de fluido de cozimento final é menor do que ou igual ao volume de fluido de cozimento de partida;

5 • que o volume de fluido de cozimento de partida é influenciado, com o objetivo de regular o fator H para hemicelulose que está presente no fluido de cozimento, e que tenha sido dissolvido a partir das aparas de admissão, de tal maneira que, com a manutenção da consistência de

10 polpa da polpa de descarga, que o volume de fluido de cozimento de partida é aumentado quando o fator H para hemicelulose que está presente no fluido de cozimento, e que tenha sido dissolvido a partir das aparas de admissão é para ser reduzido, e inversamente que o volume de fluido de

15 cozimento de partida é reduzido quando o fator H para hemicelulose que está presente no fluido de cozimento, e que tenha sido dissolvido a partir das aparas de admissão é para ser aumentado, onde o volume de fluido de cozimento de partida é influenciado principalmente através da influência

20 no volume de, ou filtrado de lavagem, ou licor negro gasto, cujo licor negro gasto tenha estado presente durante pelo menos 75% do tempo de retenção do cozimento no digestor.

2.- Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o fluido de cozimento de

25 partida estabelece uma razão de fluido/madeira que é maior do que 4,0 no começo do cozimento, e que o fluido de cozimento final assegura uma razão de fluido/madeira

durante os 15 minutos finais do cozimento que é maior do que 4,0.

3.- Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o fluido de cozimento de partida estabelece uma razão de fluido/madeira que é maior do que 4,5 no começo do cozimento, e que o fluido de cozimento final assegura uma razão de fluido/madeira durante os 15 minutos finais do cozimento que é maior do que 4,5.

10 4.- Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-3, caracterizado pelo fato de que pelo menos 75%, preferivelmente pelo menos 80%, e ainda mais preferivelmente pelo menos 90% do volume de fluido de cozimento de partida está presente no digestor através de
15 todo o cozimento completo.

5.- Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a zona de cozimento antes da retirada de fluido de cozimento final é uma zona de cozimento concorrente em que ambos o fluido de cozimento e
20 as aparas se movem para baixo no digestor.

6.- Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a zona de cozimento completo no digestor ocorre como um cozimento concorrente no qual ambos o fluido de cozimento e as aparas se movem para baixo
25 no digestor.

7.- Arranjo para o cozimento contínuo de polpa de celulose química em um sistema digestor contínuo (100), para a regulação do fator H da hemicelulose dissolvida no

licor de cozimento, onde o sistema digestor contínuo (100) compreende pelo menos uma admissão (102) para a alimentação contínua de uma suspensão de aparas, e uma descarga (103) para a descarga contínua de uma suspensão cozida de polpa, a suspensão de aparas é alimentada para a admissão através de uma linha (105), a suspensão de aparas tem na parte superior (104) do sistema digestor um volume de fluido de cozimento de partida que estabelece uma razão de fluido/madeira que é maior do que 3,5, onde o fluido de cozimento de partida é constituído por um ou vários dos condensado de fluidos, fluido de cozimento fresco, umidade de aparas, filtrado de lavagem e licor negro gasto, cujo licor negro gasto tenha estado presente durante pelo menos 75% da duração total do cozimento, caracterizado pelo fato de

- que um volume de fluido de cozimento final que é um volume parcial do fluido de cozimento de partida, onde o fluido de cozimento final está presente no cozimento para a maior parte do cozimento, e é retirado através de uma seção de retirada (106) que é disposta a uma altura (h) que é menor do que $2 \cdot D$ a partir da borda superior da seção de retirada abaixo do flange de fundo do digestor;

- que o fluido de cozimento final constitui uma razão de fluido/madeira na posição de retirada de pelo menos 3,5;

- que a área da seção de retirada (106) como uma função a partir da produção de polpa de celulose cozida é expressa como:

área de seção de retirada $[m^2] = k \cdot \text{produção}$
[toneladas de polpa por dia]

onde o fator $k \geq 0,06$, e, preferivelmente $\geq 0,08$;

que a área da seção de retirada (106) constitui mais
5 do que 70% da área total de seções de retirada do digestor;
e

que o diâmetro do digestor é maior do que 5 metros.

8.- Arranjo, de acordo com a reivindicação 7,
caracterizado pelo fato de que mais do que 80% da retirada
10 a partir da seção de retirada (106) é conduzida em uma
linha (108) para o processo de recuperação (REC).

9.- Arranjo, de acordo com a reivindicação 7,
caracterizado pelo fato de que mais do que 90% da retirada
a partir da seção de retirada (106) é conduzida em uma
15 linha (108) para o processo de recuperação (REC).

10.- Arranjo, de acordo com a reivindicação 7,
caracterizado pelo fato de que mais do que 95% da retirada
a partir da seção de retirada (106) é conduzida em uma
linha (108) para o processo de recuperação (REC).

20 11.- Arranjo, de acordo com qualquer uma das
reivindicações 8-10, caracterizado pelo fato de que um
volume parcial da retirada na linha (108) é conduzido para
o fluido de cozimento de partida (105), via uma linha de
retorno (109).

25 12.- Arranjo, de acordo com qualquer uma das
reivindicações 8-11, caracterizado pelo fato de que o fator
k está dentro do intervalo 0,08-0,12.

13.- Arranjo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8-12, caracterizado pelo fato de que as razões de fluido/madeira do fluido de cozimento de partida e do fluido de cozimento final na posição da retirada são
5 maiores do que 4,0, e, mais preferivelmente, maiores do que 4,5.

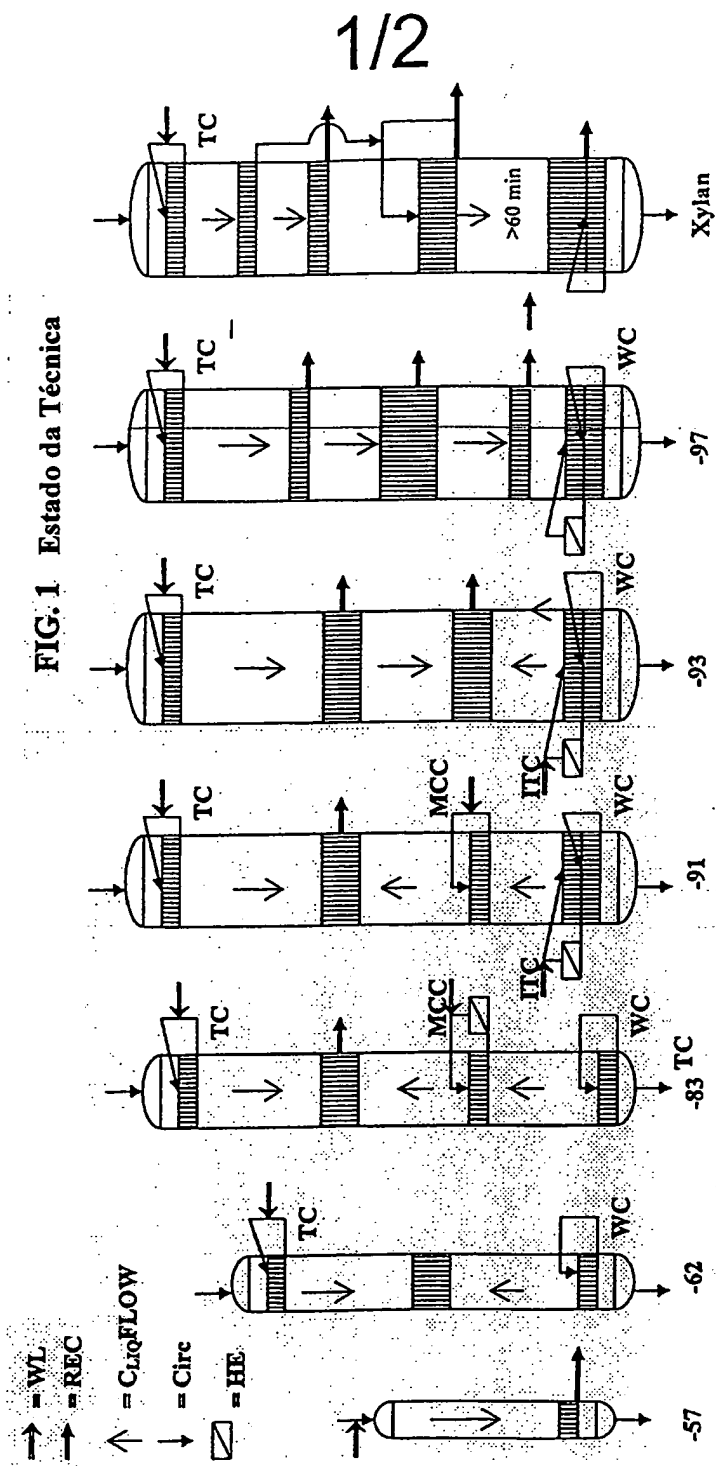


FIG. 1 Estado da Técnica

FIG.1

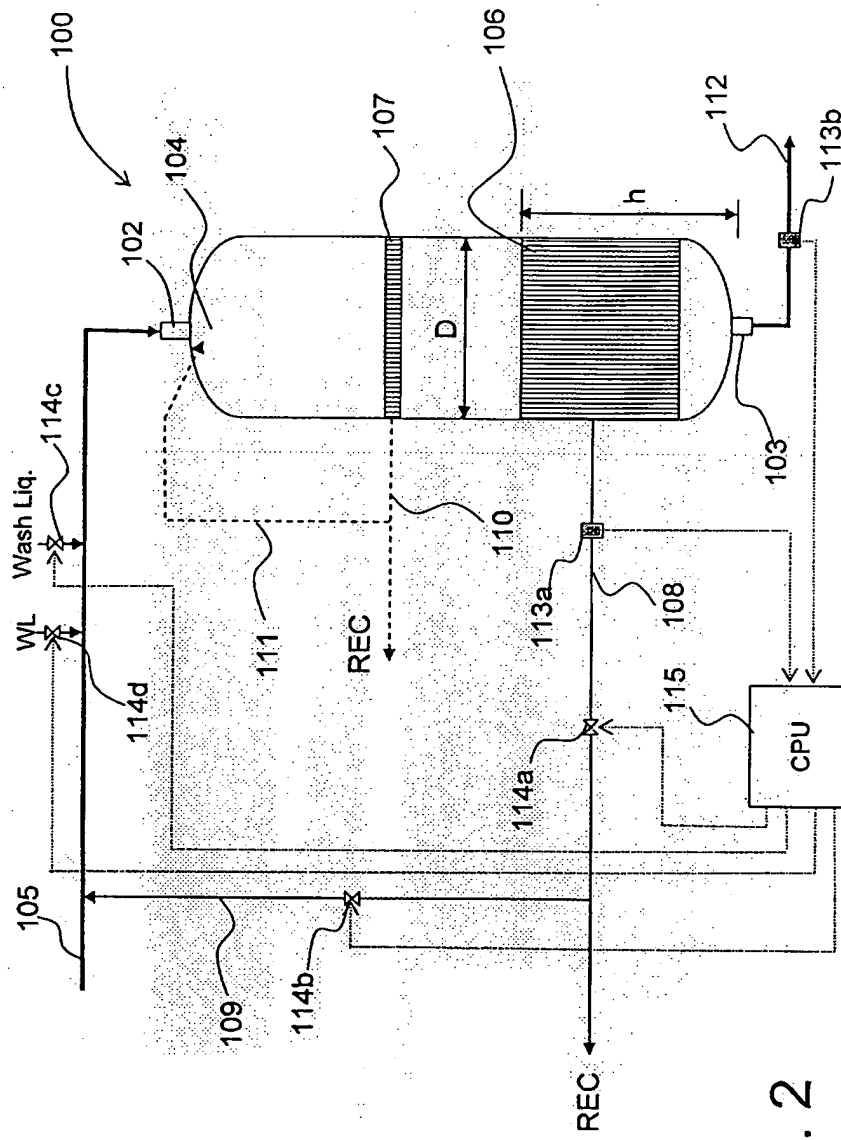


Fig. 2

RESUMO

"MÉTODO E ARRANJO PARA COZIMENTO CONTÍNUO DE POLPA".

A invenção se refere a um arranjo e a um método para o
5 cozimento contínuo de polpa de celulose química em um
sistema digestor contínuo (100). O sistema digestor
contínuo (100) compreende uma admissão (102) para a
alimentação de uma suspensão de aparas, e uma descarga
(103) para a descarga de uma suspensão cozida de polpa. A
10 suspensão de aparas é alimentada para a admissão através de
uma linha (105) no começo do cozimento, onde a suspensão de
aparas tem um volume de fluido de cozimento de partida que
estabelece uma razão de fluido/madeira que é maior do que
3,5. A invenção é caracterizada em que um fluido de
15 cozimento final está presente durante o cozimento para a
maior parte do cozimento, e é retirado através de um filtro
de retirada (106) somente durante os 15 minutos finais do
cozimento. O fluido de cozimento final assegura uma razão
de fluido/madeira que é maior do que 3,5 em associação com
20 a retirada. O fluido de cozimento final retirado durante os
15 minutos finais do cozimento consiste de licor negro
gasto, que mantém um nível de álcali residual que está
abaixo de 15 g/l.