



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

(11) PI 0812941-0 B1



(22) Data do Depósito: 12/06/2008

(45) Data de Concessão: 12/05/2020

(54) Título: MÉTODO RELACIONADO À LAVAGEM DE POLPA EM UMA FÁBRICA DE CELULOSE DE POLPA QUÍMICA

(51) Int.Cl.: D21C 9/02.

(30) Prioridade Unionista: 15/06/2007 FI 20070477; 22/02/2008 FI 20080144.

(73) Titular(es): ANDRITZ OY.

(72) Inventor(es): JANNE VEHMAA; OLAVI PIKKA; PEKKA TERVOLA.

(86) Pedido PCT: PCT FI2008000063 de 12/06/2008

(87) Publicação PCT: WO 2008/152185 de 18/12/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/12/2009

(57) Resumo: MÉTODO RELACIONADO À LAVAGEM DE POLPA EM UMA FÁBRICA DE CELULOSE DE POLPA QUÍMICA A presente invenção se refere a um método relacionado à lavagem de polpa em uma fábrica de celulose de polpa química que compreende pelo menos um processo de cocção alcalina para produzir polpa, tratamento de matéria-prima castanha com ciclos de líquidos essencialmente fechados, em que um último dispositivo de lavagem é um dispositivo de lavagem baseado na prensagem de polpa, em uma prensa ou em uma prensa de lavagem, uma usina de branqueamento de polpa que utiliza branqueamento por ECF, onde são formados efluentes que contêm cloreto, uma usina de recuperação química e de purificação de efluente. Um objetivo da presente invenção consiste em oferecer um método para utilizar fluxos de líquidos gerados em uma fábrica de celulose de polpa química com objetivo vantajoso e para fazê-los circular eficientemente sem perturbarem o processo principal e reduzindo ao mínimo as emissões provenientes da fábrica. Um aspecto característico da invenção é que o efluente purificado na quantidade de pelo menos 1 m³/adt de polpa é introduzido na diluição após a prensa ou a prensa de lavagem, e dessa forma o efluente proveniente da diluição passa para (...).

MÉTODO RELACIONADO À LAVAGEM DE POLPA EM UMA FÁBRICA DE
CELULOSE DE POLPA QUÍMICA

A presente invenção se refere a um método relacionado à lavagem de polpa em uma fábrica de celulose de polpa química que compreende pelo menos um processo de cocção alcalina para produzir polpa, ao tratamento de matéria-prima castanha com ciclos de líquidos essencialmente fechados, em que um último dispositivo de lavagem é um dispositivo de lavagem baseado na prensagem de polpa, uma prensa ou uma prensa de lavagem, uma fábrica de branqueamento de polpa que utiliza branqueamento por ECF, onde são formados efluentes que contêm cloreto, uma instalação de recuperação química e purificação de efluente.

O tamanho das fábricas de celulose de polpa química tem crescido intensamente durante os últimos anos, quando atualmente uma fábrica de celulose que produz 1 milhão de toneladas/ano é de tamanho normal e não parece que o crescimento do tamanho das fábricas de polpa venha a parar. Ao mesmo tempo em que o tamanho das fábricas de polpa está aumentando, as fábricas estão sendo construídas em áreas e adjacências com regulamentações ambientais muito rigorosas. Por exemplo, a quantidade de água usada por uma fábrica é fortemente restringida. Uma vez que o tamanho da fábrica cresce, diminuições menos importantes nas quantidades de água usadas pela fábrica por uma tonelada de polpa não diminuem absolutamente a quantidade de água usada pela fá-

brica, mas a quantidade é compensada de volta ao mesmo nível em que o tamanho da produção aumenta. Este desenvolvimento é muito difícil, especialmente em países onde a fábrica simplesmente não tem água suficiente disponível ou os recursos de água precisarão ser poupados para as necessidades do povo e do cultivo. Nesta espécie de situação é simplesmente impossível construir uma fábrica em um local onde outras demandas de produção são facilmente preenchidas, mas devido aos recursos de água não é possível construir uma fábrica. Além disso, em muitas áreas é desejável um ambiente mais limpo de tal maneira que as fábricas produzam substâncias que são menos prejudiciais para o ambiente. Consequentemente, é essencial procurar soluções no sentido de encontrar um processo cada vez mais fechado.

É comum o uso de produtos químicos que contêm cloro durante toda a produção de polpa química em diversas formas diferentes, e dentre eles o cloro elementar Cl_2 , o dióxido de cloro ClO_2 e o hipoclorito NaOCl ou CaOCl são os mais conhecidos. Os produtos químicos que contêm cloro têm sido usados também, por exemplo, na forma de ácido hipocloroso no branqueamento, mas nenhuma aplicação permanente permaneceu em uso. Por outro lado, a indústria de celulose de polpa química desejou manter rigorosamente uma técnica, em que a polpa é branqueada com produtos químicos que contêm cloro de forma que o dióxido de cloro é o produto químico principal no processo de branqueamento da fábrica. A

pressão de longos anos no sentido de reduzir a quantidade de compostos de cloro orgânico nos efluentes de branqueamento conduziu ao ponto de que, primeiro, o uso de cloro e hipoclorito foi abandonado e, além disso, o número kappa da polpa depois da digestão foi diminuído do nível 30 para o nível 10-15 para madeira macia e do nível 16-20 para o nível 10-13 para madeira dura, utilizando-se um estágio de oxigênio. Nos anos 90, o objetivo foi também o de abandonar o uso de dióxido de cloro e muitas fábricas mudaram para o uso da técnica de branqueamento isenta de cloro total (TCF), em que o uso de dióxido de cloro, também, foi substituído por produtos químicos de branqueamento totalmente isentos de cloro, tais como ozônio e peróxido. Com esta técnica, as fábricas evitaram todos os produtos químicos que contêm cloro, mas por outro lado muitos fabricantes de papel ficaram insatisfeitos com as propriedades da polpa produzida sem os produtos químicos à base de cloro. Portanto, a conclusão marginal para todas as soluções relacionadas com o fechamento da fábrica é que o dióxido de cloro é ainda usado como o produto químico de branqueamento.

Desta forma, a posição dominante do dióxido de cloro como produto químico de branqueamento alcançou ainda mais força durante os últimos anos, e nem mesmo as mais recentes pesquisas ou experiências industriais conseguiram desestabilizar a sua posição, mas como regra a totalidade da indústria de celulose, com apenas

umas poucas exceções, aprovou o uso do dióxido de cloro como o produto químico chave no branqueamento. Assim, se uma fábrica vai diminuir mais a quantidade de compostos de cloro orgânico, o objetivo das fábricas será, primeiro e acima de tudo, eliminá-los e tratá-los dentro da fábrica, preferivelmente, para diminuir o uso do dióxido de cloro.

O moderno branqueamento por ECF usado para o branqueamento de polpa é, tipicamente, formado de pelo menos três estágios de branqueamento e três aparelhagens de lavagem. Em um caso especial pode haver somente duas aparelhagens de lavagem, mas essas aplicações são raras. O branqueamento por ECF cobre todas essas sequências de branqueamento, que têm pelo menos um estágio de dióxido de cloro e que não usam cloro elementar em qualquer estágio de branqueamento. Uma vez que o uso de hipoclorito é devido a razões de qualidades de polpa restritas à produção de somente umas poucas polpas especiais, tais como polpas de dissolução, também o hipoclorito não é considerado para ser usado na produção de polpa ECF, mas não está totalmente excluído. Adicionalmente, a sequência de branqueamento compreende um estágio alcalino, em que os produtos químicos adicionais usados atualmente são tipicamente ou o oxigênio, ou o peróxido ou os dois. Além disso, os branqueamentos modernos podem usar ozônio, vários tipos de estágios ácidos e um estágio de quelato para remover metais pesados. Na literatura, os estágios de branquea-

mento são descritos com letras:

O= deslignificação por oxigênio

D= estágio de dióxido de cloro

H= estágio de hipoclorito

5 C= estágio de cloração

E= estágio de extração alcalina

EO= estágio de extração alcalina utilizando-se oxigênio
como produto químico adicional

EO= estágio de extração alcalina utilizando-se peróxido
10 como produto químico adicional

EOP (PO) = estágio de extração alcalina utilizando-se
oxigênio e peróxido como produto químico adicional

P= estágio de peróxido alcalino

A= estágio de hidrólise ácida, estágio de remoção de
15 ácidos hexenurônicos

a= estágio de acidulação de polpa

Z= estágio de ozônio

PAA= estágio de ácido peracético, estágio de peróxido
ácido.

20 No presente pedido de patente, a quantidade
química e outras quantidades são dadas por uma tonelada
de polpa submetida à secagem por ar (polpa adt, isto é,
tonelada métrica de secagem ao ar de polpa química seca
90%).

25 Quando o branqueamento é chamado branqueamento
por ECF, a quantidade de dióxido de cloro usado na se-
quência de branqueamento é maior do que 5 kg act.Cl/adt
polpa. Se for utilizado dióxido de cloro em um estágio

de branqueamento, mais tipicamente as doses estão entre 5-15 kg act. Cl/adt. As doses se referem a cloro ativo, sendo que quando se converte para dióxido de cloro a dose tem de ser dividida por uma relação de 2,63.

5 Se o uso de peróxido no branqueamento é restringido a doses menores do que 6 kg e se o dióxido de cloro for o produto químico de branqueamento principal, então a dose de dióxido de cloro no branqueamento aumenta a partir de um nível de 25 kg/adt na dependência
10 das propriedades de branqueamento da polpa e de como o número kappa da polpa foi diminuído antes de se iniciar o branqueamento utilizando-se produtos químicos que contêm cloro. Desta forma, em vista do processo, a técnica de branqueamento pode ser razoavelmente ajustada
15 livremente para vários níveis de consumo de dióxido de cloro de forma que as quantidades de produtos químicos que contêm cloro que saem do branqueamento correspondam à capacidade do ciclo químico para receber cloretos.

 Em relação com a presente invenção, de maior
20 preferência em vista da prática, escolhe-se como sequência de referência para madeira dura uma sequência de branqueamento A/D-EOP-D-P efetuada com quatro estágios de branqueamento e exclui-se o ozônio. A correspondente sequência para a madeira macia é D-EOP-D-P.
25 Assim, a qualidade da polpa pode ser considerada como correspondendo às qualidades requeridas a partir da polpa ECF e o rendimento da polpa permanece moderado. Dessa forma, as doses de dióxido de cloro para madeira

macia estão tipicamente entre 25-35 kg/adt polpa e para madeira dura são de 20-30 kg/adt. Estes valores podem ser considerados como valores de medição, e não há necessidade de prover quaisquer novas técnicas específicas para branqueamento. A teoria de branqueamento e várias alternativas relativas produzem uma possibilidade de incontáveis sequências de branqueamento diferentes, começando de duas aparelhagens de lavagem até sequências de branqueamento de seis estágios. Ao mesmo tempo, o número de estágios de dióxido de cloro pode variar desde um até quatro e entre eles existem estágios alcalinos conforme apropriado.

Quando a quantidade de cloro ativo é calculada como descrita anteriormente na forma da quantidade de cloreto, observa-se que mesmo com madeira macia, para se obter um bom resultado de branqueamento, a linha de branqueamento produz cerca de 10 kg de cloretos por uma tonelada de polpa e ainda menos em uma linha de branqueamento de madeira dura. Se a fábrica for completada de forma tal que cada vez menos água potável é conduzida para o branqueamento, poderá haver uma necessidade de preparar doses de dióxido de cloro de até 50% maiores, e por outro lado a quantidade de cloretos nos efluentes de branqueamento aumenta até um nível de aproximadamente 15 kg, significando que, na prática, as doses maiores de cloro ativo são de 60-70 kg/adt. Valores mais altos do que estes não podem ser considerados economicamente aceitáveis, mas a solução de branqueamento

anui com estes pontos de partida.

Uma técnica sugerida para diminuir os efeitos ambientais de produtos químicos que contêm cloro é o fechamento dos ciclos líquidos de fábricas de branqueamento, e as modernas fábricas de branqueamento alcançaram um nível de 10-15 m³ de polpa de efluente/adt sem uma diminuição na qualidade da polpa. Não obstante, mesmo quando se diminui a quantidade de efluente de branqueamento de um nível de 15 m³/adt de polpa para um nível de 10 m³/adt, observa-se um aumento no consumo de produtos químicos, o que deste modo conduz a uma quantidade sempre crescente de compostos de cloro orgânico a partir do branqueamento. Assim, pode-se tirar uma conclusão de que o fechamento dos ciclos de água de branqueamento em si não tem uma influência direta na quantidade de compostos de cloro orgânico, mas, por outro lado, uma quantidade menor e uma concentração maior de efluentes permitem a sua purificação mais fácil e mais econômica.

Os produtos químicos que contêm cloreto são usados no branqueamento de forma que a dose de cloreto total no ciclo químico é de 5-10 kg de cloretos por uma tonelada de polpa química. Uma vez que tem de se fazer passar esta quantidade de maneira que a quantidade de líquido a ser evaporada no processo permaneça aceitável, o desafio consiste em encontrar um arranjo de processo onde um líquido que contêm cloreto substitua algum outro líquido usado em um processo na fábrica. Des-

ta forma, não há necessidade de estágios de tratamento separados, novos sub-processos não produtivos na fábrica, mas o tratamento pode ser realizado por meio de estágios de processos existentes.

5 A fim de se ter a capacidade de otimizar o tratamento de um líquido que contém cloreto e, na prática, o tratamento do efluente de branqueamento, é inevitável conhecer primeiro as propriedades do efluente. No branqueamento, os compostos inorgânicos que contêm clo-
10 ro e os compostos de cloro orgânicos provenientes das reações de dióxido de cloro ou de cloro permanecem no processo. O branqueamento separa a partir das fibras vários compostos de lignina, os quais permanecem no efluente na forma de moléculas orgânicas. Adicionalmen-
15 te, utiliza-se ácido sulfúrico no branqueamento para regulagem do pH e como produto químico principal na hidrólise de ácidos hexenurônicos. Também se utiliza hidróxido de sódio para regulagem do pH e extração de lignina nos estágios alcalinos. Adicionalmente a isto,
20 na dependência da sequência de branqueamento, utilizam-se oxigênio e peróxido no branqueamento, que, entretanto, estão na análise elementar dessas substâncias que a sua contribuição, por exemplo, nos processos de purificação não é notada. Em alguns casos especiais, também
25 pode ser usado ácido clorídrico na regularização do pH e dióxido de enxofre ou outros redutores na eliminação de resíduos químicos provenientes do branqueamento, isto é, na eliminação dos produtos químicos de branquea-

mento que não reagiram.

O fechamento do branqueamento é baseado na reciclagem dos filtrados dos aparelhos de lavagem provenientes dos estágios de branqueamento posteriores para os estágios precedentes. O branqueamento é planejado somente para filtrados em circulação entre estágios de branqueamento e polpa de um estágio para o outro para reagir com diferentes produtos químicos de branqueamento. Desta forma, o fechamento da totalidade do branqueamento é como uma idéia baseada no fato de que todas as substâncias separadas no branqueamento terminam em filtrados. A otimização do fechamento do branqueamento é em grande parte baseada na maneira como os produtos de reação de branqueamento causam transtornos ao processo de branqueamento. Muito embora em muitas relações diferentes, tenha sido dito que são possíveis diferentes graus de fechamento, a experiência prática mostrou que tais disposições de água de lavagem de branqueamento, onde os filtrados são conectados de forma que a quantidade de efluente é menor do que 12-13 m³/adt, aumenta o consumo de produtos químicos de branqueamento. Naturalmente, a qualidade da polpa e a construção da fábrica de branqueamento ditam a quantidade de produtos químicos adicionais usados no branqueamento quando a quantidade de efluente da fábrica decresce abaixo do nível acima apresentado.

Frequentemente uma pesquisa relacionada com o fechamento de branqueamento termina em uma conclusão de

que o fechamento do branqueamento é bem sucedido, mas o branqueamento deverá ser fornecido com um sorvedouro ou filtro para remover impurezas, em que as substâncias inorgânicas prejudiciais poderão ser separadas do processo. Esta espécie de filtro é, frequentemente, descrita como um processo que opera seja com uma técnica de membrana ou ultra-filtração, que novamente será uma espécie de sub-processo novo e separado na fábrica. Adicionalmente a esta situação, os processos são completamente novos e questionou-se o seu desempenho técnico contínuo. Uma vez que o exposto anteriormente é combinado com custos operacionais extraordinários, o desenvolvimento da tecnologia não se generalizou.

Assim, o fechamento parcial do branqueamento e purificação externa dos filtrados de geração (com um volume de 10-15 m³/adt) utilizando-se, por exemplo, filtração, várias formas conhecidas de tratamento biológico, diferentes técnicas de tratamento químico e clarificação foram considerados como a chamada melhor tecnologia disponível para efluentes de branqueamento. Depois disto, a água tratada é conduzida de volta aos cursos de água para o mesmo canal de onde o líquido foi captado para o processo da fábrica ou para um canal diferente. Isto está em uso nas fábricas tanto de polpa TCF quanto ECF. O tratamento biológico é eficiente especificamente quando a proporção de substâncias orgânicas prejudiciais é diminuída, que compreendem principalmente compostos de lignina separados no branqueamen-

to, hemiceluloses e componentes originários dos extra-
tos, que constituem uma parte significativa do efluente
proveniente da fábrica de branqueamento. Existe uma am-
pla quantidade de vários compostos originários da ma-
5 deira, e parte dos compostos são clorados e parte deles
são compostos de carbono de baixo peso molecular e hi-
drogênio. Uma vez que micróbios atuam de forma que eles
usam como meio de nutrição somente a parte orgânica do
efluente, todas as substâncias inorgânicas, pelo menos
10 elementos inorgânicos permanecem no efluente. Desta
forma, o efluente biologicamente tratado tem uma carga
orgânica que o torna claramente mais limpo do que o e-
fluente tratado de outras maneiras, mas devido às subs-
tâncias inorgânicas a única escolha tem sido descarre-
15 gá-la do processo.

A presente invenção elimina os problemas men-
cionados anteriormente e proporciona um processo de
produção de polpa com efluentes reduzidos ao mínimo.
Um objeto da presente invenção é o de oferecer um méto-
20 do de utilização de fluxos de líquidos gerados em uma
fábrica de celulose de polpa química com um objetivo
vantajoso e para fazê-los circular eficientemente sem
perturbar o processo principal, reduzindo ao mínimo as
emissões provenientes da fábrica.

25 Realizou-se uma pesquisa pública na University
of Oulu, Finland, sobre o processo de lavagem de bran-
queamento de polpa e a eficiência operacional de está-
gios de processo entre os processos de lavagem compara-

dos com a eficiência de um estágio de lavagem precedente (Viirimaa, M., Dahl, O., Niinimäki, J., Ala-Kaila, K. and Perämäki, P. Identification of the wash loss compounds affecting the ECF branqueamento of softwood kraft polpa. *Appita Journal* 55(2002)6, 484-488). A diminuição na eficiência do estágio de branqueamento é observada seja como desenvolvimento de brilho diminuído ou como um número kappa mais alto depois de um estágio de branqueamento ou estágios de branqueamento. De acordo com um resultado essencial da pesquisa, o componente individual mais importante no filtrado que prejudica o branqueamento é a lignina. Com base na dita pesquisa, podem ser obtidas duas conclusões: A quantidade de substâncias orgânicas em um estágio de branqueamento não é essencial em vista do resultado de branqueamento e por se remover especificamente a lignina ou diminuir drasticamente a quantidade de lignina, o resultado do branqueamento podia ser claramente aperfeiçoado e finalmente se alcançaria um resultado de branqueamento que está no mesmo nível que em uma usina de branqueamento, cujos ciclos de filtrado não estão fechados. Este resultado exprime uma possibilidade de otimizar de forma significativa o processo de branqueamento. Uma vez que o efeito de compostos inorgânicos no consumo químico não é basicamente significativamente essencial para a lavagem de polpa, pode ser usada uma água de lavagem que tem quantidades significativas de compostos inorgânicos. Estas conclusões são utilizadas no proces-

so de acordo com a presente invenção.

A presente invenção se refere a um método relacionado à lavagem de polpa em uma fábrica de celulose que compreende pelo menos

- 5 - um processo de cocção alcalino que utiliza licor de cocção para produzir polpa,
- tratamento de matéria-prima castanha com ciclos de líquido essencialmente fechados, em que o último dispositivo de lavagem é um dispositivo de lavagem baseado
- 10 na prensagem da polpa, uma prensa ou uma prensa de lavagem,
- uma usina de branqueamento de polpa que utiliza branqueamento de ECF, em que são formados efluentes que contêm cloreto,
- 15 - uma usina de recuperação química que compreende pelo menos uma usina de evaporação de licor negro, e uma usina de purificação de efluente para tratamento de efluentes formados na fábrica.

Um aspecto característico da invenção é que o

20 efluente purificado em uma quantidade de pelo menos 1 m³/adt de polpa é introduzido na diluição depois da prensa ou da prensa de lavagem, efluente esse que se faz passar arrastado na polpa proveniente da diluição dentro do primeiro estágio de processo do branqueamento.

25 to.

De acordo com uma concretização preferida da invenção, o primeiro estágio de processo de branqueamento é o tratamento ácido, um estágio D, um estágio de

ozônio, um estágio de extração alcalino (tal como EO, EP, EOP) ou um estágio de ácido peracético.

O líquido de lavagem usado para matéria-prima castanha é tipicamente, água potável, condensado da usina de evaporador, e/ou água de circulação de máquina de secagem.

Um processo de cocção alcalino, tal como um processo kraft ou um processo de sulfato ou um processo de soda, é baseado na cocção por bateladas ou cocção contínua que compreende um digestor ou vários digestores. O tratamento de matéria-prima castanha compreende um processo de lavagem, e tipicamente deslignificação por oxigênio, tipicamente um processo de peneiramento e lavagem depois de deslignificação por oxigênio, lavagem essa que pode compreender um ou vários dispositivos de lavagem. O peneiramento pode ser localizado depois do arraste do digestor, no meio ou depois do processo de lavagem ou depois da deslignificação por oxigênio. Estes estágios de processo são seguidos por um processo de branqueamento baseado na técnica de ECF, que compreende uma usina de branqueamento de polpa com um ou mais estágios de branqueamento baseado no uso de dióxido de cloro, além dos estágios que utilizam outros produtos químicos de branqueamento. A relação com a fábrica também compreende uma usina de recuperação química, a qual compreende um processo de evaporação de licor negro, tipicamente com uma usina de evaporação acoplada em série, uma caldeira de recuperação química, e uma

usina de produção de produtos químicos para produzir produtos químicos de cocção.

Relacionada com a presente invenção, o último dispositivo de lavagem da zona de tratamento de matéria-prima castanha na direção do fluxo da polpa é uma prensa ou uma prensa de lavagem. A operação das prensas é, tipicamente, baseada ou em mistura de diluição simples e prensagem ou numa combinação de diluição, espessamento, deslocamento e prensagem. Tipicamente, uma prensa compreende pelo menos um tambor revestido de tela ou revestido de chapa perfurada. A polpa é tipicamente alimentada sob uma consistência de 1 a 12%, e por exemplo, sob uma consistência de 3 a 8%. O corpo do tambor é provido tipicamente de compartimentos, de onde o filtrado é conduzido para fora por intermédio de uma câmara na periferia externa. O tambor também pode ser aberto, de tal forma que o filtrado é coletado dentro do tambor e encaminhado para fora por intermédio de uma abertura na extremidade do tambor. Em uma solução de prensa, a polpa é alimentada para dentro de um espaço situado entre um tambor perfurado e uma cuba que circunda o tambor parcialmente, cujo espaço diminui na direção de rotação do tambor. Desta forma, é obtida uma textura de polpa na superfície do tambor ou dos tambores, e depois disso o líquido de lavagem é alimentado para dentro da polpa. A polpa é conduzida para uma ranhura estreita, isto é, uma fenda, entre os tambores ou o tambor e um cilindro por meio de um movimento girató-

rio dos tambores ou tambor e cilindro, e deste modo a remoção de água é efetuada por intermédio dos furos formados no tambor. Este filtrado é coletado em um recipiente de filtrado, de onde ele é conduzido ainda para outro local. Em uma solução de prensa de lavagem, a suspensão de polpa é introduzida dentro da fenda formada entre dois tambores a fim de formar uma textura de polpa sobre as superfícies dos tambores. Depois da fenda, a polpa é lavada e a textura da polpa é adensada por prensagem da mesma, por exemplo, em um intervalo que se estreita gradualmente formado entre o tambor e uma aba de lavagem que circunda o tambor parcialmente. A polpa lavada pode ter uma consistência de 25 a 40%. Não obstante, o deslocamento é realizado, tipicamente, sob uma consistência de 10 a 15%. Prensas de lavagem foram expostas, por exemplo, em publicações tais como EP 1098032 e WO 02/059418, as quais são mencionadas somente como exemplos.

De acordo com uma concretização preferida da invenção, o efluente purificado que está sendo retornado é aquecido por meio de calor obtido a partir do efluente que está sendo conduzido para purificação e o efluente aquecido é usado na fábrica de celulose. Preferencialmente, a conexão compreende um sistema de trocador de calor, em que o efluente que está sendo retornado da purificação é aquecido por meio de calor obtido a partir do efluente que está sendo conduzido para purificação. O efluente aquecido, purificado, é usado,

por exemplo, em um último estágio de lavagem incluído no tratamento de matéria-prima castanha.

De acordo com a invenção, pelo menos 20% do efluente purificado é reciclado para a fábrica de celulose, e preferencialmente pelo menos 40%, com maior preferência de pelo menos 60%.

Uma vez que a técnica apresentada neste contexto é baseada em soluções que afetam as disposições da fábrica e o equilíbrio da fábrica, não é possível neste caso definir com maiores detalhes todos os processos que são influenciados pela nova disposição. Não obstante, por exemplo, a literatura descreve processos conhecidos da fábrica completa, e as aparelhagens e métodos de produção de polpeamento incluídos neste pedido de patente são essencialmente conhecidos de per se. Além disso, a aplicação da presente invenção é baseada em aparelhagens de per si conhecidas. Assim, o desenvolvimento de inovações técnicas novas em algum momento no futuro não é necessário para implementar a presente invenção. A presente invenção pode ser implementada em uma fábrica de celulose de polpa química que tem um processo de digestão, de branqueamento, de outro tratamento de polpa, de recuperação química e de produção química, que compreende vários reatores, vasos, bombas, misturadores, filtros que são conhecidos ou um dispositivo correspondente para lavagem de polpa.

Quando o efluente proveniente da usina de branqueamento for purificado em uma usina de tratamento de

efluente biológico que representa as tecnologias mais recentes, a sua demanda de oxigênio químico, COD, diminuiu em mais de 70% e o teor de compostos de cloro orgânico por medição de AOX diminuiu em mais de 50%. Na
5 eventualidade de se adicionar ao sistema um estágio de tratamento anaeróbio, então também a coloração da água que está sendo tratada diminuiu notavelmente. Desta forma, a água tratada biologicamente é claramente mais limpa do que os filtrados reciclados convencionalmente
10 no estágio D₀ e no primeiro estágio alcalino da usina de branqueamento. O efluente também pode ser submetido a métodos de purificação química que são baseados em precipitação ou oxidação dos compostos oxidáveis. A disponibilidade deste efluente tratado de acordo com a
15 presente invenção, pelo que ele é levado a passar em uma quantidade extraordinária arrastada na polpa para o primeiro estágio de branqueamento, é muito melhor em vista da matéria orgânica do que o uso dos filtrados provenientes dos ditos estágios de branqueamento, por
20 exemplo, provenientes do estágio D₀, no branqueamento ou mesmo na lavagem de matéria-prima castanha. Por exemplo, a definição de tecnologia da União Européia que trata da tecnologia da indústria florestal, Bat, isto é, Best Available Technology, define o objetivo da a-
25 plicação do filtrado proveniente do primeiro estágio alcalino como sendo a lavagem em seguida ao estágio de oxigênio. Por outro lado, já faz muitos anos que os produtores de polpa química que utilizam tecnologia de

prensagem diluíram a polpa somente com um filtrado proveniente do estágio D_0 antes do estágio D_0 . Em decorrência desta relação, o consumo químico por parte do branqueamento como um todo aumentou, sendo que, não obstante, ele permaneceu em um nível que, em muitos casos, tem sido aceitável.

Quando a última aparelhagem antes do branqueamento é uma prensa ou uma prensa de lavagem, então o seu consumo de água é dividido de forma tal que a lavagem usa líquido na quantidade de 3 a 6 m³/adt, e a polpa é descarregada da aparelhagem sob uma consistência mais alta do que 20%, tipicamente de 25 a 35%. Depois disto, a situação é tal que a polpa deve ser diluída antes do branqueamento para uma consistência de bombeamento de 8 a 16%, propósito este para o qual o consumo de líquido de diluição é de 3 a 6 m³/adt. Agora, se os dois líquidos são efluentes purificados provenientes da usina de purificação, fazem-se passar os cloretos para o ciclo químico. Quando somente o líquido de diluição é substituído com efluente purificado proveniente da usina de purificação, a remoção de lignina proporciona vantagens excepcionais no consumo químico em comparação com os filtrados não purificados provenientes do branqueamento, mas então o ciclo químico permanece inalterado e os cloretos não são levados para a caldeira de recuperação. Esta pode ser uma relação recomendável quando a caldeira de recuperação não é provida de dispositivos por meio dos quais os níveis de cloreto podem

ser controlados.

O uso de uma prensa nesta conexão possibilita várias conexões de forma que o uso de efluente na passagem de cloretos para recuperação pode ser otimizado.

5 Desta maneira, podem ser formados modelos de conexão alternativos, dos quais é possível escolher-se a alternativa ou combinação de alternativas mais adequadas em vista do equilíbrio de cada fábrica individual.

1. A solução básica é mencionada anteriormente,
10 em que efluente purificado é introduzido dentro do dispositivo de lavagem por prensa tanto para a lavagem quanto para a diluição. Então, a pré-condição é que a usina de recuperação química seja provida de um sistema adequado para controle de nível de cloreto e a vantagem
15 sistêmica do efluente proporciona o resultado final melhor possível em vista da economia de água.

2. Uma solução em que algum líquido de lavagem, atualmente conhecido, tais como, por exemplo, água quente, condensado de usina de evaporação, água quente
20 ou água de circulação de máquina de secagem, é introduzido no dispositivo de lavagem por prensa. Então, o efluente purificado é introduzido somente para diluição localizada depois do dispositivo de prensa de lavagem. No caso do branqueamento de polpa de consistência média
25 (MC), o consumo de efluente purificado é no máximo 6 m³/adt de polpa. Neste caso, não se fazem passar quaisquer cloretos para a recuperação química e a especificação da recuperação pode permanecer inalterada. Neste

caso, o uso de efluente purificado é primeiro e antes de tudo conectado para aperfeiçoar o resultado do branqueamento, porque é feita a comparação com uma situação onde algum filtrado de branqueamento seria usado no mesmo local de processo. O efluente purificado é mais limpo quanto às suas propriedades, e, deste modo, ele não provoca, por exemplo, perda de brilho, consumo químico extra, sem falar do limite de luminescência.

3. Se o dispositivo de lavagem que precede o branqueamento não for uma prensa de lavagem, mas somente uma prensagem for realizada no dispositivo, não ocorre introdução de líquido de lavagem dentro do equilíbrio de lavagem no dispositivo de lavagem propriamente dito, mas em diluições que precedem a prensa. Assim, qualquer objeto de diluição entre dispositivos de lavagem conectados em série é um possível ponto de adição de líquido de lavagem. Além disso, o líquido de lavagem pode ser tomado parcialmente ou mesmo totalmente para um dispositivo de lavagem que precede a última prensa e o último dispositivo de lavagem opera de tal forma que seu próprio filtrado funciona como líquido de diluição. Existem várias soluções técnicas, mas em vista do sistema global, não é essencial que o efluente purificado seja introduzido fisicamente dentro do ciclo químico. Uma situação correspondente pode ocorrer também em relação às prensas de lavagem. Se uma quantidade suficiente de líquido de lavagem não pode ser introduzida dentro de uma prensa de lavagem por razões de capacida-

de ou por outras razões, uma parte do líquido vai ser introduzido no sistema por intermédio de líquidos de diluição.

4. Existem também conexões nas quais o dispositivo de lavagem que precede o branqueamento é aberto, isto é, o seu ciclo de água não é conectado em contracorrente e, conseqüentemente, a introdução de efluente purificado como um todo tem de ser efetuada de tal maneira que seja realizada em um dispositivo de lavagem que precede o equipamento de lavagem aberto.

5. Alternativas de branqueamento podem operar sob a faixa de baixa consistência (LC) de polpa, de 3 a 6%. Em tal caso, a quantidade de líquido de diluição introduzido para a diluição após o dispositivo de lavagem de prensa pode ser até mesmo de 30 m³/adt.

Quando se utiliza efluente tratado na diluição após a lavagem da matéria-prima castanha, faz-se passar parte dos compostos do efluente arrastados na polpa para o branqueamento, especialmente para o primeiro estágio de branqueamento. Tal como pode ser observado a partir destas definições resumidas, as propriedades do efluente tratado são especialmente preferíveis no branqueamento, especificamente em vista das substâncias orgânicas. Entretanto, as substâncias inorgânicas e especialmente várias formas de molécula de cloro em formas orgânicas e inorgânicas têm impedido a utilização deste efluente na usina de branqueamento e, especificamente, na lavagem de matéria-prima castanha. Entretanto, o

branqueamento de ECF sempre gera compostos de cloreto, porque o dióxido de cloro como tal é um composto que contém moléculas de cloro.

Devido às propriedades químicas da polpa, a tecnologia de branqueamento está em uma situação onde os efluentes de branqueamentos são de 7 a 17 m³/adt de efluente de maneira que a emissão de AOX proveniente da linha de branqueamento é de 0,15 a 0,5 kg/adt e COD é de 20 a 40 kg/adt, e depois da purificação, o AOX é de 0,06 a 0,3 kg/adt e o COD é de 4 a 15 kg/adt. Desta forma, pode-se estabelecer que se for desejado um nível de emissão mais baixo de uma maneira economicamente sustentável, ele não poderá acontecer pelo desenvolvimento convencional de processos que visam o fechamento. Existe uma necessidade de se determinar uma tecnologia em que todo o sistema é compreendido de uma nova maneira, por exemplo, conforme descrita na presente invenção.

O pedido de patente US 12/107877 e o correspondente pedido PCT/FI2008/000053 descrevem técnicas possíveis para tratar os efluentes de branqueamento de forma que eles sejam finalmente levados a passar na caldeira de recuperação para combustão e separação. Um aspecto essencial deste pedido é que o tratamento dos líquidos que contém cloreto no processo da caldeira de recuperação não conduz a uma corrosão mais forte e que o processo da caldeira de recuperação é excelente para separar do processo os compostos que contém cloreto a

fim de prevenir o acúmulo de cloro. Nele, o teor de cloro dos gases de combustão é elevado ao máximo pelo aumento da temperatura da zona de combustão, onde o líquido que contém cloreto é queimado. Condições de combustão preferíveis são determinadas para a caldeira de recuperação, sob as quais os cloretos começarão a volatilizar em gases de combustão, e um processo de localização, onde o cloreto pode ser removido do processo. Desta forma, a caldeira de recuperação pode ser proporcionada como um sumidouro de cloreto da fábrica e todo o problema provocado pelo cloreto é eliminado na mesma, onde se supunha anteriormente ser o mais prejudicial. Se o teor de cloreto crescer excessivamente nesta solução em vista da temperatura de vapor ou temperaturas de vapor desejadas, o superaquecimento final ou os superaquecimentos finais do vapor podem ser realizados de uma maneira tal como descrita nos pedidos de patente U.S. 2005/0252458 e 2006/0236696, utilizando-se os combustíveis de câmara frontal que não provocam corrosão.

Entretanto, a disposição apresentada neste caso, onde se utiliza efluente purificado na diluição depois da lavagem da matéria-prima bruta antes do branqueamento, permite a circulação de efluente purificado para dentro do processo de branqueamento de tal forma que, tipicamente, não é requerido um processo de separação de cloro separado no processo de caldeira de recuperação.

Um aspecto especial da presente invenção con-

siste em criar um processo que é claramente mais fechado do que os processos de fábricas de polpa anteriores. As metas de todas as soluções apresentadas são:

1. Diminuir a carga ambiental da fábrica de celulose de polpa química.

2. Conservar o uso dos produtos químicos e produtos da fábrica de celulose pelo menos no nível atual.

3. Manter a qualidade da polpa da fábrica de celulose de polpa química, essencialmente, no mesmo nível dos processos existentes.

4. Diminuir a quantidade de água usada pela fábrica de celulose de polpa química.

Destas metas, os pontos 1 e 4 poderão ser alcançados com as mesmas técnicas, mas no caso das metas 2 e 3 será muito trabalhoso e difícil alcançá-las com os mesmos métodos. Portanto, a técnica apresentada neste contexto torna possível alcançar todas as quatro metas simultaneamente.

O branqueamento ECF compreende estágios tanto ácido quanto alcalino. Em uma disposição de branqueamento ECF típico, um filtrado é descarregado como efluente a partir do primeiro estágio D e do primeiro estágio alcalino. O fechamento do branqueamento foi estudado a partir de muitos pontos de partida em diversas publicações e a conclusão geral foi um nível em que a conexão com o branqueamento foi disposta de tal modo que uma fábrica de celulose ECF moderna produz efluente de branqueamento na quantidade de 6 a 20 m³/adt, mais ti-

picamente de 7 a 16 m³/adt. Quando a quantidade de efluente gerado é menor do que 10 m³/adt, ficou comprovado que devido à baixa quantidade de efluente, também o uso dos produtos químicos de branqueamento na fábrica
5 começa a crescer. Desta forma, é essencial que a usina de branqueamento receba uma quantidade adequada de tais frações de água limpa e purificada, que não aumente o consumo de produtos químicos de branqueamento.

Uma sequência de branqueamento, das quais várias são determinadas pela literatura relevante no campo partindo-se seja de sequências de dois estágios até sequências de sete estágios históricas de forma que depois de um primeiro estágio de combinação ácida ou primeiros estágios de combinações ácidas, segue-se um estágio alcalino e depois desse atual estágio segue-se um
15 outro estágio ácido mais ácido ou um estágio ácido mais alcalino. Os estágios ácidos compreendem estágios de dióxido de cloro, estágios de ozônio, um estágio de remoção de ácido hexenurônico ou algum estágio baseado em
20 tratamento com peróxido ácido. Um estágio alcalino é tipicamente um tratamento em que o pH é aumentado para exceder 7 por meio de algum composto hidróxido, mais tipicamente hidróxido de sódio, e em que se utilizam como produtos químicos adicionais peróxido de hidrogênio,
25 nio, oxigênio, hipoclorito ou algum outro produto químico de oxidação. Nesta espécie de disposição, a água de circulação originária de um processo de secagem de polpa depois da usina de branqueamento é introduzida

para a última aparelhagem de lavagem localizada depois de todos os estágios de branqueamento, mas ela também pode ser usada em estágios anteriores. Uma vez que esta água é originária do processo de remoção de água da máquina de secagem, ela pertence ao ciclo interno da fábrica de celulose de polpa química e, desta maneira, não aumenta a quantidade de água consumida.

O tratamento da matéria-prima castanha depois do processo de cocção inclui um processo de lavagem e tipicamente um estágio de oxigênio, peneiramento e um estágio de oxigênio seguido por lavagem. Sabe-se que este complexo de processos é disposto de tal forma que a última aparelhagem de lavagem no estágio de oxigênio recebe o líquido de lavagem mais puro para facilitar o branqueamento da polpa, e o filtrado obtido a partir deste último aparelho de lavagem é usado de acordo com princípios de lavagem em contracorrente com líquido de lavagem e em diluições. Quando o filtrado é recuperado a partir da primeira aparelhagem de lavagem de matéria-prima castanha, ele é enviado seja diretamente para a usina de evaporação de licor negro ou ele é usado nos processos da usina de digestão para diluição e deslocamento, e depois disso ele termina no fluxo de licor negro.

Na nova solução, o consumo de água da usina foi modernizado. Para uma tonelada de polpa submetida à secagem ao ar, uma disposição convencional teria que usar:

- de 3 a 5 m³ de condensado ou água quente na produção de licor branco.
- de 4 a 10 m³ de condensado ou água quente na lavagem de matéria-prima castanha. Água quente proveniente da usina de digestor.
- de 1 a 3 m³ de líquido originário do branqueamento. Produtos químicos, principalmente de dióxido de cloro.
- de 1 a 5 m³ de água quente para lavagens de branqueamento. Para a lavagem seja do tambor ou cilindros e, por exemplo, para a lavagem de EOP como água de lavagem.
- de 2 a 4 m³ de água potável para a máquina de secagem para lavagem de feltros.
- de 1 a 3 m³ de água limpa ou bruta a ser usada como água de vedação e para resfriamentos. Desta água aproximadamente de 60 a 80% podem ser levados a circular para dentro da fábrica.

Adicionalmente, a usina de digestor utiliza de 0 a 6 m³ de água potável para o resfriamento, e esta água é a fonte principal de água quente. Pelo fato da usina de digestor ser considerada convencionalmente como a fonte principal de água quente, o objetivo foi produzir uma determinada quantidade de água quente, por exemplo, de 2 a 5 m³.

Como um resultado desta classe de consumo de água, os fluxos que saem da fábrica podem ser determinados:

- de 8 a 11 m³ em conjunto com o licor negro para evaporação. Deste modo, o condensado forma um ciclo inter-

no.

A matéria sólida de licor negro é formada de muitas classes de compostos que se originam de compostos orgânicos, principalmente lignina e compostos à base de carboidratos.

Condensados são formados a partir de vários estágios da usina de evaporação na quantidade de 7 a 10 m³.

- de 8 a 10 m³ de efluente proveniente do branqueamento para a usina de purificação que contém os produtos químicos of branqueamento,

- de 1 a 5 m³ de efluente proveniente da usina de secagem a partir da lavagem de feltro e águas de vedação, bem como de refrigerações.

Os fluxos de água de vedação e refrigeração geram de 1 a 3 m³, mas estas frações podem, sob determinadas pré-condições, serem levadas a circular com água da chuva para os canais. Desta forma, a quantidade total de efluentes gerados é:

- de 15 a 25 m³ para uma tonelada de polpa e com a adição do efluente proveniente da manipulação de madeira.

Além disso, também na manipulação de madeira, seja um filtrado proveniente do branqueamento ou filtrado purificado proveniente do branqueamento pode ser usado sem problemas de processo, mas como os dispositivos convencionais na manipulação de madeira são feitos de aço carbono, o uso de um líquido que contém cloreto irá requerer revisão das especificações dos materiais.

Quando se utiliza efluente purificado na produção de polpa, o consumo de água por tonelada de polpa seca ao ar é, principalmente, distribuído da seguinte maneira:

- 5 - de 3 a 5 m³ de condensado para ser usado como água de lavagem no tratamento de matéria-prima castanha.
- de 3 a 5 m³ de filtrado proveniente do branqueamento e/ou efluente purificado e/ou água quente na produção de licor branco.
- 10 - de 2 a 5 m³ de efluente purificado proveniente da usina de tratamento de água no tratamento de matéria-prima castanha em diluições do último dispositivo de prensagem.
- de 1 a 3 m³ de líquido originário dos produtos químicos de branqueamento, principalmente do dióxido de clo-
15 ro. Agora este pode ser substituído com, por exemplo, condensado proveniente da usina de evaporação ou filtrado proveniente da fábrica de tratamento de efluente.
- de 1 a 5 m³ de condensado da usina de evaporação para
20 processos de lavagem de branqueamento. Ele é usado seja para lavagem do tambor ou cilindros e para os equipamentos de lavagem do branqueamento como líquido de lavagem de polpa.
- de 2 a 4 m³ de água de condensado para a máquina de
25 secagem para lavagem dos feltros.
- de 1 a 3 m³ de condensado proveniente da usina de evaporação ou água bruta para ser usado como água de vedação e para refrigerações. Desta água, pode-se fazer

circular aproximadamente de 60 a 80% para dentro da fábrica.

Adicionalmente, a usina de digestor utiliza de 0 a 6 m³ de água potável para refrigeração, e esta água é a fonte principal de água quente. Uma vez que a usina de digestor era considerada convencionalmente como a fonte principal de água quente, o objetivo era produzir uma determinada quantidade de água quente, por exemplo, de 2 a 5 m³. Entretanto, na nova disposição, a usina de digestor pode aquecer o efluente proveniente da usina de tratamento de efluentes ou a água quente é refrigerada sem ser utilizado calor.

Como um resultado desta espécie de consumo de água, os fluxos que saem da usina podem ser assim determinados:

- de 9 a 11 m³ em conjunto com licor negro para evaporação. Deste modo, o condensado forma um ciclo interno.

Condensados são formados a partir de vários estágios da usina de evaporação na quantidade de 6 a 9 m³. Estes condensados são usados em vários locais no processo, tal como apresentado anteriormente.

- de 10 a 15 m³ de efluente proveniente do branqueamento para a usina de tratamento de efluente.

- de 2 a 5 m³ de efluente proveniente da usina de secagem oriundo da lavagem de feltro e águas de vedação, bem como refrigerações.

Os fluxos de água de vedação e refrigeração geram de 1 a 3 m³, mas estas frações sob determinadas

condições podem ser levadas a circular com as águas da chuva para os canais.

Desta forma, a quantidade total de efluentes gerados é de 0 a 10 m³ para uma tonelada de polpa, sendo de maior preferência de 0 a 7 m³, e mais preferencialmente de 0 a 4 m³. Adicionados a estes, encontra-se o efluente proveniente do manuseio da madeira. Uma parte notável destes fluxos consiste nas águas de vedação, nas águas de coleta provenientes do canal ou outras fontes que são secundárias em vista do processo.

Desta forma, pode-se observar que se obtém um aperfeiçoamento tecnológico real, onde a meta pode ser estabelecida tão alta quanto um nível de efluente de 0 m³/adt proveniente do processo em uma situação de funcionamento estável.

A técnica descrita se encontra preferencialmente em conexão com o branqueamento de ECF, mas não existem barreiras técnicas para aplicação de várias concretizações de utilização de efluente em branqueamento de TCF, isto é, um processo de branqueamento realizado totalmente sem cloro ou produtos químicos de cloro.

Uma vez que a lavagem de polpa e a produção de licor branco, tipicamente, requerem aproximadamente de 10 a 16 m³ de líquido/polpa adt, pode-se observar que o tratamento e a produção de tal quantidade de efluente para estas necessidades são vantajosos. Os requisitos ambientais que são mais essenciais em vista da fabrica como um todo estão relacionados com o efluente de bran-

queamento que é uma fonte significativa de consumo de oxigênio biológico e químico, e acima de tudo, os compostos de cloro orgânicos gerados no branqueamento por ECF geram preocupações. Outros fluxos de efluentes de uma fábrica de celulose compreendem águas de refrigeração, águas de vedação, fluxos de refugos, água de canal, água de lavagem da usina e águas das chuvas, bem como a água de manipulação de madeira. Com a exceção da água de manipulação de madeira, as ditas águas não tiveram em contacto com um processo que contém compostos de cloro. As emissões ali acumuladas são principalmente vazamentos e extravasamentos, emissões ocasionais causadas por rachaduras em aparelhagens, águas de lavagem de dispositivos, têxteis ou containeres originários de lavagens contínuas ou em bateladas, e vazamentos provenientes do sistema de refugos. O efeito prejudicial desta espécie de frações de efluentes de fábrica para o ambiente é baseado principalmente nos compostos que consomem oxigênio. Pode-se estabelecer deste modo que somente o efluente de branqueamento contém, por exemplo, compostos orgânicos clorados, os quais comumente são considerados como os mais prejudiciais em vista do ambiente.

As vantagens da presente invenção são mais bem realçadas de tal forma que, em uma usina de tratamento de efluentes, vários fluxos de efluentes são tratados em diferentes seções. Desta forma, o efluente de branqueamento será tratado em reservatórios separados, isolados, por exemplo, em relação a efluentes de usina

lados, por exemplo, em relação a efluentes de usina de remoção de cascas. Por outro lado, nesse caso, o efluente não será diluído como um resultado das águas de refrigeração ou águas das chuvas. Além disso, se a usina tiver várias linhas de branqueamento separadas e possivelmente diversas linhas de recuperação química, mesmo nesse caso os fluxos com o mais alto teor de cloro podem ser conduzidos para uma unidade de tratamento, de onde se faz retornar o efluente purificado para os processos da fábrica, tais como primeiramente para tratamento de matéria-prima castanha. Desta maneira, os compostos de cloro orgânico poderão ser concentrados no fluxo que está sendo retornado para a fábrica, e fluxos menos prejudiciais serão purificados e conduzidos para um rio.

Uma vantagem das linhas de tratamento separadas é também o controle de elementos que não são do processo (NPE). Uma vez que, por exemplo, a água proveniente do pátio da madeira contém muita quantidade de substâncias que se originam de cascas e da superfície da madeira, bem como areia e poeira que lhes aderem durante a derrubada e o transporte, estas impurezas podem terminar como substâncias prejudiciais no ciclo químico da polpa, se esta espécie de efluente foi introduzido na mesma. Quando uma linha de tratamento de efluente trata somente efluentes de branqueamento, o efluente que retorna do mesmo contém como impurezas somente substâncias que são liberadas no branqueamento, produtos quí-

micos requeridos no processo de purificação e produtos químicos usados na regulação do pH.

Por meio de tratamento separado também é possível controlar especialmente a passagem de compostos de cloro orgânico no branqueamento e para fora do branqueamento por meio de purificação dentro do curso de água. Uma vez que muitos outros fluxos que saem da fábrica, tais como águas de vedação ou águas das chuvas, estão ainda muito limpos, mesmo quando eles terminam no sistema de coleta de efluentes, é desnecessário misturar estes fluxos com, por exemplo, efluente proveniente do branqueamento ou da usina de remoção de cascas. Desta forma, por exemplo, as águas de vedação podem ser recuperadas e reutilizadas, as águas de refrigeração podem ser levadas a circular nos processos da fábrica e assim por diante. Somente quando estas águas estão contaminadas devido, por exemplo, a rachaduras em aparelhagens e assemelhados, elas precisam ser coletadas e conduzidas para purificação. Uma vez que agora é vantajoso que a quantidade de efluente proveniente do branqueamento e da água que está sendo reutilizada no processo esteja em equilíbrio, este propósito também presume uma circulação ainda mais eficiente de frações de água limpa e tratamento de várias frações de efluente em linhas de purificação separadas.

Como exemplo disto, podem ser citadas as águas das chuvas. A área da fábrica pode receber chuva durante vários dias e a quantidade de água na área de escor-

rimento pode, devido à chuva, ser de vários metros cúbicos em uma hora. Muito embora a água seja principalmente limpa, ela pode ainda diluir desnecessariamente a água que está passando para a purificação. Adicionalmente, a chuva pode lavar, por exemplo, serragem e fibras provenientes da área da fábrica, ou provenientes do licor negro da fábrica que escorreu para o chão durante uma situação de perturbação. Desta forma, a água da chuva também pode provocar picos de carga surpreendentes para o processo de purificação. Uma vez que o processo da fábrica é capaz de receber somente uma determinada quantidade de efluente purificado de volta ao processo, a variação de carga provocada, por exemplo, pela chuva afetará de forma significativa a quantidade e a qualidade dos efluentes que saem da fábrica. Se o efluente de branqueamento for tratado separadamente, então o volume de efluente de branqueamento é influenciado principalmente por apenas a água da chuva que sai da usina de branqueamento e a água da chuva que passa para os clarificadores, reservatórios de aeração, e outras construções abertas. Desta forma, a área de escoamento pode ser reduzida ao mínimo e também a variação de volume e carga é pequena.

Uma vez que uma alternativa consiste em usar licor branco ou licor branco oxidado na neutralização da usina de efluente, então também é vantajoso purificar os efluentes de branqueamento em uma linha ou reservatório de tratamento específico. Depois que o eflu-

ente tratado foi neutralizado e retornou ao processo, ao mesmo tempo assegura-se que os compostos capazes de perturbarem o processo não consigam entrar no ciclo químico por intermédio dos agentes de neutralização.

5 Desta forma, a cal viva (CaO) usada na maior parte das usinas será claramente mais problemática em vista do processo e provocará claramente mais problemas do que os compostos do licor branco. Tal como já foi mencionado, quando se utiliza uma linha de purificação separada
10 especificamente para os efluentes de branqueamento, os componentes do licor branco são obtidos de volta ao ciclo químico e são reduzidas ao mínimo as passagens de elementos que não são do processo para o processo.

A quantidade de efluente é agora dependente da
15 eficiência de utilização do condensado nos processos da usina. Adicionalmente, a usina de digestor sempre produz uma determinada quantidade de água quente, que é ou levada a circular para o processo ou, se o processo não tiver oportunidades de utilizar a água, a água segue
20 para ser refrigerada.

Além disso, também na manipulação de madeira seja um filtrado proveniente do branqueamento, seja um filtrado purificado proveniente do branqueamento, eles podem ser usados sem problemas para o processo, mas co-
25 mo os dispositivos convencionais na manipulação de madeira são de aço carbono, o uso de um líquido que contém cloreto irá requerer a revisão das especificações do material. Em um processo de usina normal, os eflu-

entes provenientes do manuseio da madeira são introduzidos em um processo de purificação comum, de onde eles são levados a retornar na forma de água limpa para os processos da fábrica.

5 Além das ditas correntes principais, existem as chamadas correntes secundárias em uma fábrica de celulose de polpa química na dependência dos locais na usina, dos processos escolhidos e dos níveis de limpeza finais requeridos, correntes estas que têm de ser submetidas a estágios de tratamento separados quando do
10 fechamento do processo da usina. Esta espécie de correntes inclui vapores de ventilação que contêm principalmente água, tal como um vapor de ventilação de dissolvente, vapor de ventilação proveniente do depurador
15 de gás de branqueamento, vapor originário dos gases de combustão, vapor de ventilação proveniente da secagem da polpa ou no caso de um vapor de ventilação uniforme integrado proveniente do setor de secagem da máquina de fabricação de papel, vapor de ventilação do insuflador
20 de saída contínuo, ventilações da oxidação de licor branco, gaseificações provenientes da usina de digestor, emissões gasosas e vapor de água provenientes do estágio de oxigênio, vapor de água concentrado proveniente de gases de HCLV e LCHV e outras correntes secundárias correspondentes. Também, a combustão de substâncias
25 que contêm hidrogênio produz água, que no equilíbrio total da usina converte-se para uma corrente de líquido da fábrica. Todas estas têm seus aspectos quí-

micos específicos próprios, e se o objetivo for uma fábrica de celulose gradualmente mais fechada, por exemplo, micro-filtração, tecnologia de membrana, técnica de troca iônica, técnicas de evaporação desenvolvidas e
5 outras técnicas de purificação desenvolvidas podem ser necessárias adicionalmente aos presentes métodos de purificação chamados convencionais. Também estas correntes podem ser utilizadas, seja diretamente ou depois de estágios de tratamento aplicáveis, como águas de processo da fábrica de celulose. Assim, estas correntes
10 secundárias são comparáveis aos condensados da usina de evaporação ou ao efluente de branqueamento purificado.

As correntes aqui apresentadas são apenas exemplos de algumas soluções possíveis. Uma vez que existem
15 centenas de usinas de polpa química com várias conexões e tecnologias, é impossível definir as áreas de utilização de água que se aplicarão a todas as usinas. Assim, as áreas e quantidades apresentadas neste caso são orientadoras e estabelecem planos para o uso de água
20 nas modernas fábricas de polpa química, e descrevem as possibilidades que a técnica aqui apresentada irá aperfeiçoar.

O licor residual gerado no processo de cocção por sulfato exemplificativo apresentado neste contexto
25 é distribuído para uma usina de evaporação, em que o seu teor de matéria seca é aumentado em um processo de evaporação ligado em série a partir de um nível de 10 a 20%, e mais comumente para um nível de mais de 75%. Os

condensados se originam da usina de evaporação, condensados estes que são principalmente iguais à água destilada e compreendem diversas substâncias de pequenas moléculas orgânicas, que são conhecidas a partir da literatura sobre evaporação e das quais a mais bem conhecida é o metanol, bem como compostos inorgânicos de sódio e enxofre. Uma vez que os condensados provenientes da usina de evaporação já são usados durante vários anos no processo de lavagem de matéria-prima castanha para economizar a água potável, métodos de purificação para purificar condensados foram desenvolvidos dentro do próprio evaporador, tais como sistemas de segregação de condensado, e métodos de purificação externos, por exemplo, separação de condensado. Efetivamente, é o objeto da aplicação do condensado que determina a quantidade que compensa investir pela usina na limpeza de condensados. Adicionalmente, um objeto de estudo tem sido a oxidação de substâncias orgânicas nos condensados com, por exemplo, ozônio. Os condensados serão muito limpos e aplicáveis em diversos objetos na usina de branqueamento e na linha de fibras. Agora na nova disposição será inevitável usar condensado na linha de fibras e outros setores para novos objetos, porque economia real e vantagem em vista dos produtos químicos e qualidade de polpa não são alcançados simultaneamente se o condensado não for utilizado na extensão plena.

No sistema apresentado neste contexto, o condensado é usado não somente e principalmente na lavagem

de matéria-prima castanha, mas os objetivos de aplicação de condensado estão no branqueamento de polpa e no processo de máquina de secagem. Assim, a nova disposição irá requerer limpeza adequada de condensados, de
5 forma que estes possam ser usados com um novo objetivo, e que finalmente proporcionem a vantagem que pode ser obtida a partir da nova disposição.

Água limpa é necessária na usina de secagem de polpa para limpeza dos feltros e componentes têxteis da
10 máquina secadora. Quando o condensado é limpo em uma extensão adequada, por exemplo, para um teor muito baixo de COD e de compostos mal-cheirosos, ele pode ser usado também em processos da máquina de secagem, tais como água de limpeza para feltros. Além disso, o con-
15 densado é aplicável na lavagem de alta pressão de telas usadas na formação da textura em um processo de secagem, mas, tipicamente, uma pré-condição para isto é que uma quantidade significativa de compostos mal-cheirosos tenha sido removida do condensado. Uma vez que os obje-
20 tivos da aplicação de condensado desta maneira aumentam notavelmente, poderão ser necessários novos métodos de limpeza adicionalmente à limpeza de condensado convencional, tais como, por exemplo, ozonização para diminuir a quantidade de compostos mal-cheirosos no condensado.
25 do.

Uma vez que na nova disposição, o efluente purificado é distribuído para vários objetivos da aplicação do processo, diferentes frações do efluente podem

ser expostas a vários tipos de requisitos de qualidade. Assim, o processo de tratamento de efluente pode ser realizado de tal forma que, por exemplo, frações que contêm mais lignina são divididas em uma linha de purificação e frações que contêm menos lignina, porém con-
5 têm mais compostos de cor são purificados em uma outra linha. Também, várias frações de efluente, tais como filtrado sujo de um ácido filtrado, fração limpa de um filtrado ácido, e filtrado alcalino, podem ser purifi-
10 cadas, em um processo após o branqueamento, como frações separadas de maneira que as suas propriedades no objeto de reutilização sejam opcionais.

Os processos de purificação de efluentes, tipicamente, compreendem pré-tratamento, neutralização,
15 tratamento biológico por um método aeróbio ou anaeróbio e possível tratamento químico. É possível que o tratamento de efluente seja solucionado utilizando-se uma chamada lagoa arejada, e, dessa forma, a eficiência de purificação é mais baixa do que aquela do processo de
20 tratamento de efluente biológico. Finalmente, é realizada a clarificação, onde a lama gerada pela atividade bacteriana é removida. Esta lama pode ser ainda distribuída dentro da caldeira de recuperação para a combustão em conjunto com o licor negro, o que já constitui
25 prática conhecida em muitas usinas. Os métodos químicos permitem a precipitação de substâncias prejudiciais a partir do efluente, de tal forma que a qualidade do efluente é aperfeiçoada. Adicionalmente, o efluente po-

de ser oxidado com, por exemplo, ozônio ou oxigênio. Com estes métodos, pode ser encontrada uma solução para uma usina de purificação, por meio da qual o efluente é fornecido adequadamente limpo para os objetivos de aplicação apresentados.

Foram também estudados vários métodos que são baseados em técnica de micro-filtração com membrana e por osmose, dos quais muitas aplicações industriais ainda não foram reportadas. Entretanto, o seu uso não fica excluído do escopo da presente invenção.

Existem vários fabricantes de usinas de tratamento de efluentes em todo o mundo, os quais têm suas próprias conexões para processos de purificação. Assim, os processos não podem ser determinados universalmente, mas eles são caracterizados pelos pontos controversos mencionados anteriormente. Adicionalmente, propriedades de retenções e outras podem variar de maneira que a invenção não fica limitada a uma única especificação de usina de purificação conhecida.

Em todos os métodos de purificação ficou estabelecido que se fazem passar substâncias inorgânicas que contêm cloreto para fora da usina arrastadas no líquido, mas quantidades não comuns das substâncias orgânicas são ou convertidas ou decompostas como um resultado da purificação. Uma vez que o objetivo é o de remover quantidades significativas de compostos que são prejudiciais ao branqueamento, pode ser estabelecido especialmente que o tratamento de efluente biológico

alcança esta meta muito bem. Embora o tratamento do efluente biológico remove quantidades significativas de lignina, a água assim tratada é mais adequada para o propósito de ser usada em uma lavagem de processo de
5 matéria-prima castanha.

Para o tratamento de efluentes, o efluente tem de ser refrigerado, primeiro, de forma que as bactérias possam agir apropriadamente. Uma vez que se faz retornar a água tratada para o processo com maior preferência
10 cia sob a temperatura do processo, o sistema é organizado por meio dos trocadores de calor usuais de tal forma que uma parte do resfriador de efluente é reservada para o efluente a ser refrigerado e o efluente tratado funciona como um líquido de refrigeração. Em
15 tal caso, o efluente não tratado alcança a temperatura que é requerida para o tratamento do efluente, tipicamente abaixo de 40°C, e o líquido reciclado é aquecido a uma temperatura de 65 a 80°C, de forma que, quando o líquido retorna para a linha de fibras, o seu aqueci-
20 mento consome quantidades consideráveis de vapor. Quando um número adequado de permutadores de calor é adicionado ao sistema, em uma situação de maior preferência, por exemplo, torres de resfriamento podem ser omitidas, as quais vêm sendo usadas em grandes números para
25 refrigeração de efluentes nas fábricas de celulose de polpa química.

Os ciclos de usina de digestor são uma outra possibilidade para aquecimento do efluente tratado. A

usina de digestor requer para os resfriamentos um líquido sob uma temperatura de aproximadamente 20 a 60°C e água morna, ou alguma fração de água não aquecida da usina é comumente usada para esse propósito. Se um material apropriado for selecionado para o trocador de calor, o resfriamento pode ser realizado por meio do efluente tratado. É fato que o efluente tratado contém cloretos, mas como o pH é neutro ou pode ser ajustado para ser ainda levemente alcalino, o material não provoca um custo despropositado.

Devido à presença de bactérias, pode-se supor que o efluente tratado reciclado pode conter atividade de microorganismos incomuns, que pode causar problemas de sujeira ou de odor. Não obstante, se as condições de branqueamento ECF forem analisadas mais detalhadamente, pode ser constatado que o dióxido de cloro é um forte oxidante e a atividade bacteriana é insignificante nas condições de branqueamento do dióxido de cloro. Além disso, temperaturas acima de 80°C e a mudança de pH entre os estágios de branqueamento de ácido para alcalino, de forma que também o peróxido se encontra tipicamente presente no estágio, resultam na situação de que todas as atividades de organismos excepcionais são praticamente impossíveis quando o efluente tratado alcança o estágio de branqueamento.

O efluente pode ser introduzido em uma usina de purificação proveniente de várias fontes. Se houver outra indústria de manipulação de madeira na mesma área

industrial ou próximo da mesma, como, por exemplo, tipicamente, máquinas de fabricação de papel, fábricas de polpa mecânica ou serrarias, estes efluentes podem ser ainda tratados em uma mesma usina de purificação.

5 Adicionalmente, a usina de purificação pode tratar águas residuais municipais provenientes de cidades vizinhas e em alguns casos também águas provenientes de outras usinas de produção. No caso da usina de purificação também tratar outros efluentes adicionalmente aos
10 efluentes da fábrica de celulose de polpa química, a qualidade dos elementos que se originam de outro local que não seja a fábrica de celulose deve ser estudada antes da água desta espécie da usina de purificação ser usada na fábrica de celulose de polpa química. Poderá
15 ser difícil, por exemplo, utilizar efluente purificado que contém cálcio na linha de fibras devido aos precipitados, mas o seu uso poderá ser bem possível na caus-
tificação.

Agora, faz-se passar o efluente tratado com um
20 determinado nível de consumo de oxigênio químico residual e um nível de oxigênios orgânicos (AOX) para dentro do ciclo químico, onde ele é na prática concentrado na evaporação para a forma onde ele é queimado na caldeira de recuperação. Se 90% do efluente retornar para
25 o ciclo químico depois da purificação, a quantidade do nível de AOX que passa para o sistema de água é também reduzido em aproximadamente 90%. Desta forma, se a quantidade de AOX que se faz passar para o sistema de

água depois da purificação for 0,2 kg/adt, então com a nova disposição, em que 90% do efluente purificado é reciclado para a usina, alcança-se um nível de 0,02 kg/adt. A mesma redução poderá ser observada, também, com a demanda de oxigênio químico. Devido a estas razões, o uso do efluente purificado constitui uma etapa real no sentido de um processo fechado de fábrica de celulose de polpa química e proporciona assim um processo quase isento de poluentes. Não obstante, deve-se aceitar que existem algumas situações excepcionais quando o efluente não pode ser reciclado a partir da purificação, mas ele tem de ser temporariamente distribuído para o curso de água.

O efluente de branqueamento com as ligninas dissolvidas é purificado em um tratamento externo com métodos sejam eles mecânicos, químicos, biológicos ou oxidantes, ou por meio de alguma combinação desses métodos, onde o COD do efluente é diminuído sem diluição por pelo menos 30%, e preferencialmente mais do que 40%, e de preferência, mais do que 60%, e/ou o teor de lignina do efluente é diminuído sem diluição em pelo menos 30%, e preferencialmente mais do que 40%, e ainda mais preferencialmente mais do que 60%.

O efluente purificado é determinado de tal forma que ele é usado não diluído na lavagem ou em diluições. Não obstante, devido a diferentes disposições das fábricas e nos casos quando, por exemplo, o branqueamento não produz uma quantidade adequada de efluente

para os objetivos de aplicação apresentados anteriormente, uma solução pode ser então uma diluição controlada do efluente não tratado. Adicionalmente, existem situações que, devido ao equilíbrio químico, se deseja
5 a diluição do efluente de uma tal maneira que o equilíbrio permanece sob controle. Não obstante, em vista da invenção, é essencial que pelo menos 20% do líquido requerido em cada objetivo de aplicação seja efluente purificado independente do objetivo, onde o efluente purificado é usado. Além disso, face à invenção é essen-
10 cial que ocorra no processo uma diluição de uma maneira controlada.

Naturalmente, a diluição pode ser realizada em qualquer local dentro dos processos da fábrica, de forma que seja atendido o requisito de disposição contro-
15 lada da diluição.

Muito embora o princípio básico seja o de que um processo de branqueamento tipicamente não requer outro tratamento de efluente adicionalmente ao processo biológico, em alguns casos o uso de efluente purificado, por exemplo, para acondicionamentos de produtos alimentícios ou produtos de higiene, pode, entretanto, constituir um risco de ação bacteriana ou de outras perturbações provocando, por exemplo, odor. Nesse caso,
20 pode ser necessário purificar a água, por exemplo, quimicamente, a fim de reduzir ao mínimo os compostos prejudiciais.

Um efeito resultante disto é que é aconselhável

usar na linha de fibras o condensado proveniente da usina de evaporação em quantidades significativas, isto é, de 1 a 5 m³/adt, a fim de manter a limpeza adequada de uma polpa e obter uma quantidade adequada de líquido dentro do ciclo de líquido da usina para prevenir o acúmulo de substâncias inorgânicas. Na nova disposição, existe uma necessidade real para isto devido aos novos objetivos de aplicação. Desta forma, novos objetivos de uso dos condensados da usina serão fluxos de água limpa da máquina de secagem, por exemplo, de tal forma que a lavagem de feltros e telas será realizada no futuro utilizando-se condensados provenientes da usina de evaporação. Nesse caso, os condensados têm de ser purificados de forma que os compostos prejudiciais ou malcheirosos não sejam liberados para a atmosfera por meio da máquina de secagem ou no recinto de secagem.

Se a usina for provida de uma sequência de branqueamento com três dispositivos de lavagem, possíveis alternativas de sequência poderão ser:

- 20 A/D-EOP-D
- A/D-EOP-DnD
- A/D-EOP-P
- D-EOP-D
- Z/D-EOP-D
- 25 D-EOP-D
- A-EOP-D
- A/D-EOP-P

Como é conhecido, o ciclo de líquido nestes casos foi solucionado de tal maneira que:

- a última, isto é, a lavagem do estágio D ou P recebe água de circulação proveniente da máquina secadora de polpa e uma pequena quantidade de água quente,
- a lavagem depois do estágio de branqueamento mais intermediário, a qual nos exemplos é um estágio EOP (significando um estágio de extração alcalina, em que pode ser usado peróxido ou oxigênio se necessário para intensificar o branqueamento), utiliza filtrado proveniente do último dispositivo de lavagem do branqueamento e água limpa,
- a lavagem depois do primeiro estágio de branqueamento, que nos exemplos é um estágio A, A/D, Z/D ou D (significando um estágio de ácido, de ozônio ou de dióxido ou suas combinações sem lavagem intermediária), utiliza filtrado proveniente do último dispositivo de lavagem do branqueamento e filtrado proveniente de um estágio EOP.

Muito embora um número significativo de sequências de branqueamento dotadas de três dispositivos de lavagem e de operação mundial esteja próximo destas ou de modificações destas, outras sequências possíveis podem ser formadas com três dispositivos de lavagem. Além disso, não é essencial na combinação, quais seriam os outros produtos químicos de branqueamento que são usados, mas o que é essencial é que a sequência compreenda um estágio que utiliza produtos químicos que contenham

cloro. Adicionalmente, a água limpa também pode ser introduzida em um equipamento de lavagem do primeiro estágio de branqueamento. Adicionalmente, os dispositivos de lavagem podem ser prensas de lavagem ou apenas prensas, e, dessa forma, toda a água não tem de ser introduzida no processo por meio de deslocamento, mas o líquido limpo é misturado no processo em diluição.

O branqueamento pode compreender de quatro a sete estágios de branqueamento, os quais usam todos e les os estágios ou sequências de branqueamento mencionados anteriormente, que têm um estágio de dióxido de cloro.

Se a usina for provida de uma sequência de branqueamento com quatro dispositivos de lavagem, possíveis alternativas de sequências poderão ser:

A/D-EOP-D-D

A/D-EOP-D-P

D-EOP-D-D

Z/D-EOP-D-P

20 D-EOP-D-D

A-EOP-D-P

A/D-EOP-Dn-D

Tipicamente, o ciclo de líquidos nestes casos foi solucionado de tal forma que:

25 - a última, ou seja, a lavagem de estágio D ou P recebe água de circulação proveniente da máquina de secagem e uma pequena quantidade de água quente,

- a penúltima lavagem recebe água de lavagem, seja em contracorrente a partir do último aparelho de lavagem, ou parcialmente em contracorrente, de forma que a água quente, o condensado de usina de evaporação ou a água de circulação da máquina de secagem sejam adicionados para fazerem parte da água de lavagem,

- a lavagem depois do segundo estágio de branqueamento, que nos exemplos é um estágio EOP, utiliza filtrado proveniente da terceira ou quarta lavagem do branqueamento e água limpa. A quantidade de água limpa pode variar e em algumas concretizações ela não é usada de forma alguma. Em alguns casos, utiliza-se água de circulação da máquina de secagem em vez de água limpa.

- a lavagem depois do primeiro estágio de branqueamento, que nos exemplos é um estágio A, A/D, Z/D ou D, utiliza filtrado proveniente do terceiro ou quarto dispositivo de lavagem do branqueamento e filtrado proveniente de um estágio EOP.

Estes exemplos ilustram os princípios principais de disposições típicas da circulação de água de branqueamento, mas várias outras modificações e conexões são encontradas nas usinas industriais dependendo dos materiais, do equilíbrio térmico, da qualidade da água bruta e assemelhados, usados no branqueamento. Assim, os exemplos apresentados neste contexto são apenas exemplos de soluções que constituem o ponto de partida do planejamento, das quais a solução mais adequada e funcional é adaptada para cada cliente.

As soluções apresentadas neste contexto também permitem o uso de condensados ou do efluente, por exemplo, na produção de água com dióxido de cloro. Uma vez que a água com dióxido de cloro é constituída tipicamente, de água bruta da fábrica, a água bruta pode, em algum estágio, ser substituída até com efluente purificado ou condensado. Uma questão essencial é que o líquido nestes fluxos seja suficientemente frio. O resfriamento do condensado até uma temperatura inferior a 20°C consome uma quantidade de energia, mas, por outro lado, é possível sob condições frias. Questões econômicas e requisitos de energia no resfriamento são decisivos para se determinar se esta espécie de água é recomendável ou não.

Há também as disposições de trocadores de calor, por meio das quais o efluente é refrigerado, e o efluente tratado é aquecido por meio de trocadores de calor conectados ligados transversalmente, ou o efluente tratado é aquecido em circulações do digestor.

Um processo de tratamento de efluente produzirá no futuro tal líquido que é perfeitamente adequado para o uso preferencialmente para vários objetivos, a diluição depois de lavagem da matéria-prima castanha antes da usina de branqueamento, e, possivelmente, por exemplo, na produção de licor branco. Os seus requisitos de qualidade podem diferir em uma extensão tal que na usina de tratamento eles são preferencialmente tratados ainda como frações separadas.

O consumo de produtos químicos de branqueamento permanece essencialmente no mesmo nível que nas melhores soluções das atuais fábricas e são alcançados todos os níveis de brilho visados da polpa.

5 Tal como pode ser observado do exposto, o método e o aparelho de acordo com a presente invenção permitem diminuir as emissões da fábrica de celulose de polpa química para um valor mínimo absoluto. Muito embora a descrição apresentada se refira a uma concreti-
10 zação que, à luz do presente conhecimento, é considerada como a de maior preferência, fica evidente para um especialista na técnica que a invenção pode ser modificada de muitas maneiras diferentes dentro do escopo mais amplo possível definido pelas reivindicações ane-
15 xas.

REIVINDICAÇÕES

1 - Método relacionado à lavagem de polpa em uma fábrica de celulose de polpa química, o dito método compreendendo pelo menos:

5 - um processo de cocção alcalina que utiliza licor de cocção para produzir polpa de matéria-prima castanha,

 - lavar a matéria-prima castanha com ciclos de líquido fechados, em que um último dispositivo de
10 lavagem é um dispositivo de lavagem baseado em prensagem de polpa, cujo dispositivo é uma prensa ou prensa de lavagem,

 - branquear a matéria-prima castanha lavada em uma usina de branqueamento de polpa que utiliza
15 branqueamento de ECF, em que são formados efluentes contendo cloreto,

 - tratar efluentes formados na fábrica em uma usina de purificação de efluente, **caracterizado** pelo fato de que os efluentes contendo cloreto formados no
20 branqueamento de ECF são purificados biologicamente a fim de diminuir o seu teor de lignina, e

 em que pelo menos 1 m³/adt de efluente purificado é introduzido na diluição depois da prensa ou da prensa de lavagem, sendo que o efluente é passado
25 pela polpa a partir da diluição para um primeiro estágio de processo de branqueamento.

2 - Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato do primeiro estágio de processo

de branqueamento ser um tratamento ácido, um estágio de dióxido de cloro (estágio D), um estágio de ozônio, um estágio de extração alcalina ou um estágio de ácido peracético.

5 3 - Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato da purificação de efluente do efluente contendo cloreto compreender adicionalmente um tratamento químico.

10 4 - Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado** pelo fato do líquido de lavagem de matéria-prima castanha ser água doce, condensado da planta de evaporação e/ou água de circulação da máquina de secagem.

15 5 - Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado** pelo fato do último estágio de lavagem incluído no tratamento de matéria-prima castanha ser a lavagem de polpa deslignificada por oxigênio.

20 6 - Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado** pelo fato do condensado originário de uma planta de evaporação ser usado no branqueamento como uma fonte de água doce.

25 7 - Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado** pelo fato de que o condensado purificado proveniente da planta de evaporação é adicionalmente usado na máquina de secagem de polpa.

8 - Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado** pelo fato do licor branco oxidado ser usado como uma fonte alcalina principal no branqueamento e neutralização de efluente
5 do efluente contendo cloreto.

9 - Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado** pelo fato do efluente, que é retornado, ser aquecido por meio de calor obtido a partir do efluente contendo cloreto que
10 está sendo conduzido para purificação e o efluente aquecido ser usado na fábrica de celulose de polpa química.

10 - Método, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato da temperatura do efluente, que
15 é conduzido para purificação e retornado dela, ser regulada em um trocador de calor de escoamento cruzado.