



**Assinado
Digitalmente**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0705162-0

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0705162-0

(22) Data do Depósito: 14/11/2007

(43) Data da Publicação do Pedido: 07/07/2009

(51) Classificação Internacional: C02F 103/28; C02F 9/02; C02F 9/04; C02F 1/52; C02F 5/06; C02F 1/66

(54) Título: PROCESSO APERFEIÇOADO DE TRATAMENTO TERCIÁRIO DOS EFLUENTES LÍQUIDOS DA INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE

(73) Titular: CENTROPROJEKT DO BRASIL S.A., Empresa Brasileira. CGC/CPF: 03581470000184. Endereço: Avenida das Nações Unidas nº 22.351, 3º andar, São Paulo, SP, BRASIL(BR)

(72) Inventor: MAURO COUTINHO; PAUL ANTHONY WOODHEAD

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 13/03/2018, observadas as condições legais

Expedida em: 13/03/2018

Assinado digitalmente por:
Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patente



**Processo aperfeiçoado de tratamento terciário dos efluentes líquidos
da indústria de papel e celulose.**

A presente invenção se refere, em geral, a um processo para o tratamento dos efluentes líquidos resultantes da elaboração da celulose para a
5 fabricação de papel, e mais em particular a um processo voltado à redução dos níveis de DQO e de cor dos efluentes.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Os regulamentos ambientais mais recentes vêm impondo limites cada vez mais severos em relação aos efluentes originados das plantas de
10 produção de papel, em particular com relação aos níveis de DQO (Demanda Química de Oxigênio) e de compostos com cor nos efluentes. Apesar destes limites poderem ser satisfeitos através dos métodos atualmente disponíveis no mercado, estes métodos produzem uma quantidade considerável de lodo residual, além de apresentarem um custo operacional bastante relevante. Este lodo contém os metais dos compostos
15 químicos que foram utilizados, os quais devem ser descartados, o que, além de aumentar o custo operacional do tratamento dos efluentes, ainda gera um risco ambiental considerável.

Os processos de polpação (ou preparação da polpa) e de branqueamento das polpas de celulose usualmente necessitam de grandes volumes de
20 compostos químicos de modo a produzir uma polpa branqueada e apropriada para a produção de papel. Devido a este fato, os efluentes resultantes destes processos contêm uma grande quantidade de contaminantes, razão pela qual estes necessitam ser intensamente tratados antes de serem descartados no ambiente.

Nos processos Kraft de polpação, os quais são os
25 processos atualmente mais empregados na indústria de papel e celulose, são utilizados o sulfeto de sódio e o hidróxido de sódio (ou soda caustica) para digerir os cavacos de madeira, de modo a formar uma polpa não branqueada. Como resultado, são gerados efluentes tanto durante a preparação dos cavacos de madeira quanto durante a recuperação do licor gasto no processo de digestão.

A polpa não branqueada é então alimentada em uma
30 instalação de branqueamento, na qual a polpa é submetida a etapas de oxidação e de extração de substâncias, quais a lignina e a hemicelulose, entre outras. Nestas etapas também são gerados efluentes líquidos. A sequência de branqueamento é composta por uma série de etapas, as quais podem ser classificadas como livre de cloro elementar,
35 (ECF) ou totalmente livre de cloro (TCF), dependendo dos agentes utilizados para a oxidação, sendo que estes agentes afetam a natureza e os contaminantes encontrados nos efluentes gerados. Os produtos químicos utilizados e transformados no processo de digestão, os quais formam o licor negro, são encaminhados para a unidade de

recuperação.

Para uma maior compreensão da unidade de recuperação química, será ora feita referência à figura única, a qual ilustra, além dos aspectos particulares da presente invenção, também a forma de atuação da dita unidade de recuperação, ou ilha de recuperação química.

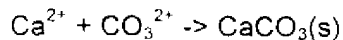
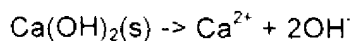
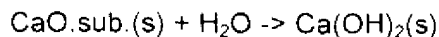
Das etapas de polpação 2 (digestão e lavagem), resulta o chamado licor negro 18, o qual contém soda caustica, sulfeto de sódio, e diversos outros compostos orgânicos e inorgânicos incluindo íons metálicos. O licor negro 18 é alimentado em evaporadores e então em uma caldeira de recuperação 19, a qual queima os compostos orgânicos, restando no licor nos materiais inorgânicos residuais e os metais. Na etapa seguinte, o material é dissolvido e são separados os compostos não solúveis, do que resulta o chamado licor verde 20. O licor verde, juntamente com a cal calcinada 27, é submetido aos processos de extinção e de caustificação 21, através da adição de soda caustica de reposição. Destes resulta o chamado licor branco 22, o qual é então submetido a separação 23 de um subproduto insolúvel, o carbonato de cálcio 25. O licor branco 24 é reciclado para a instalação de polpação 2 e para os digestores. O carbonato de cálcio 25 separado retorna, através da etapa de adensamento, para o forno de cal 26. No forno de cal 27, o carbonato de cálcio é secado e convertido em cal calcinada (CaO) com a liberação de dióxido de carbono, sendo então reciclado para o extintor 21.

Nos processos de preparação da polpa, por exemplo de acordo com a modalidade conhecida por "com sulfato", a recuperação dos compostos químicos de cozimento é uma etapa importante. Através do processo de caustificação 21, o carbonato de sódio e o sulfeto de sódio fundidos são dissolvidos em um licor branco fraco, de modo a formar uma solução aquosa de carbonato de sódio e de sulfato de sódio, bem como de outros sais de sódio (sulfato de sódio), os quais são mais ou menos inertes com relação ao processo de cozimento, assim como uma quantidade de sais metálicos que aparecem como impurezas. Quando este licor verde 20, como é conhecido, é purificado em relação as impurezas sólidas, este é caustificado 21 em um licor branco 22.

Atualmente, e neste processo de caustificação 21, a cal calcinada 27 é adicionada ao licor verde, pelo que o óxido de cálcio é inicialmente extinto através da reação do licor verde com a água, assim formando uma cal hidratada. Os íons de cálcio, os quais são gerados por meio da dissolução do hidróxido de cálcio, juntamente com os íons carbonato da solução, formam um precipitado de carbonato de cálcio. Desta forma, aumenta a concentração do íon hidróxido e é reduzida a concentração do íon carbonato.

Este processo de extinção e caustificação 21 pode ser

resumido a partir da sequência de reações:



Do ponto de vista da cinética da reação, o evento caustificação ocorre em um sistema heterogêneo em dois sentidos, conforme o cálcio deve ser inicialmente dissolvido a partir do hidróxido de cálcio sólido e então forma um precipitado com os íons carbonato em solução.

Os efluentes são gerados em várias etapas do processo supra. Por exemplo, a etapa de descascamento e de preparação dos cavacos (polpação) é acompanhada de lavagem para a remoção das sujeiras. O condensado dos evaporadores e o tanque do digestor contém diversos contaminantes dos quais resulta um alto nível da DQO. Na instalação de branqueamento, as etapas de branqueamento incluem diversos estágios de lavagem, cada um dos quais da origem a um efluente contaminado.

Os efluentes resultantes são então tratados antes de serem descarregados no ambiente. Em geral, estes efluentes são submetidos a um tratamento e são então descarregados diretamente no ambiente, em grandes volumes. Antes de serem descarregados, os efluentes são rigorosamente monitorados em relação a sua demanda biológica de oxigênio (DBO) e a sua demanda química de oxigênio (DQO), assim como em relação ao Carbono Orgânico Total (TOC), bem como em relação a cor do efluente, a toxicidade, a qual inclui os níveis de AOX, e as concentrações de sólidos, entre outros fatores.

A forma principal de tratamento para a redução do DBO, DQO, TOC, AOX e toxicidade dos efluentes da indústria de papel e celulose é através de um tratamento biológico. Este tratamento em geral emprega grandes tanques de tratamento por aeração, no qual os efluentes permanecem por longos períodos de tempo.

Um processo básico para o tratamento dos efluentes consiste de:

- Tratamento primário: consiste de uma série de processos físicos de modo a remover os sólidos em suspensão, ajustar o pH, e reduzir a temperatura dos efluentes;
- Tratamento secundário: consiste de uma variedade de processos biológicos, os quais removem a DBO, os cloratos, os AOX, o nitrogênio e a parcela mais biodegradável da DQO.

Estes processos primário e secundário não removem os compostos que contém a DQO refratária, além de apresentarem pouco ou nenhum efeito em relação ao controle dos compostos que apresentam cor. Estes compostos são

basicamente derivados da lignina, da hemicelulose, e de outros compostos orgânicos que são extraídos nas etapas de polpação e branqueamento.

A remoção da DQO refratária dos compostos que apresentam cor, até serem atingidos os parâmetros legais, é realizada através de um tratamento terciário. Este atualmente consiste de processos físico-químicos nos quais o efluente do processo secundário é submetido à reação com agentes de coagulação, em geral sais de alumínio, de ferro ou de ambos, os quais precipitam os contaminantes na forma de um lodo químico, o qual é então separado por decantação ou flotação.

O tratamento terciário, através dos agentes de coagulação, requer grandes quantidades do agente de coagulação (alumínio, PAC, ou outros) da ordem de 500 a 1000 mg/l. Estes enormes volumes de compostos, além de representar uma parcela relevante dentro do custo total do tratamento dos efluentes, resulta na formação de quantidades proporcionalmente grandes do lodo, o qual contém os metais empregados nos reagentes. Devido a esta característica do lodo resultante, o seu descarte torna-se caro e perigoso, visto que os metais (e principalmente o alumínio) não beneficiam o solo quando se empregam os métodos convencionais de descarte no ambiente. Além disso, para se atingir a necessária eficiência de separação, utilizam-se grandes quantidades de produtos químicos, em excesso em relação às quantidades estequiométricas, o que tipicamente resulta em excesso de metais no efluente tratado, aumentando sua toxicidade.

Uma variante do tratamento terciário é através do emprego de uma filtração através de um sistema de membranas. Nesta variante, o efluente proveniente do tratamento secundário é separado, por meio da filtração, em um efluente claro (permeado) e em uma corrente de concentrado. De qualquer forma, e apesar desta variante evitar a separação lenta (por decantação) e se utilizar de uma separação mais rápida (por filtração), o consumo dos sais de ferro e de alumínio, por quantidade de material efluente tratado, em geral grandemente reduzida. Assim sendo, esta variante não elide o problema do descarte do lodo produzido após a filtração.

Assim sendo, ainda existe a necessidade de um processo de tratamento para os efluentes da polpação e do branqueamento, especificamente um tratamento terciário aperfeiçoado, o qual permita o tratamento/eliminação do lodo resultante deste processo.

SÍNTESE DA INVENÇÃO

De conformidade com a presente invenção, é descrito um processo aperfeiçoado de tratamento dos efluentes líquidos da indústria de papel e celulose, no qual os efluentes secundários são filtrados, e os resíduos, contidos no concentrado desta filtração, são subseqüentemente submetidos a precipitação com cal, produzindo um lodo concentrado, que pode ser incinerado no forno de cal da fábrica de

celulose.

Mais especificamente, é descrito um processo terciário para o tratamento dos efluentes líquidos da indústria de papel e celulose, o qual compreende as etapas de: filtração, na qual o efluente proveniente do tratamento secundário é submetido a filtração em um sistema de membranas, da qual resultam um efluente claro ou permeado e um fluxo concentrado; adição, na qual o dito fluxo concentrado é adicionado, em uma câmara de reação, a um fluxo de hidróxido de cálcio; precipitação, na qual o fluxo concentrado, proveniente da câmara de reação, é submetido a um clarificador, o qual separa o dito fluxo concentrado em um fluxo do líquido clarificado e em um lodo; e desaguamento, na qual o dito lodo é enviado a uma prensa de modo a separar a torta de lodo concentrada de uma corrente de filtrados. Alternativamente, antes da etapa de filtração, é prevista uma etapa de mistura, a qual compreende a mistura do efluente secundário com um de um agente de coagulação, o qual compreende um composto de alumínio, um composto de ferro, ou uma mistura entre estes. Além disto, após a etapa de desaguamento, é prevista uma etapa de queima, na qual a torta de lodo concentrada é queimada no forno de cal, ou uma etapa de descarte, na qual a torta de lodo concentrada é descartada sem ser queimada.

Em uma forma alternativa de realização da invenção, é descrito um processo terciário para o tratamento dos efluentes líquidos da indústria de papel e celulose, o qual compreende as etapas de: adição, na qual o efluente proveniente do tratamento secundário é adicionado, em uma câmara de reação, a um fluxo de hidróxido de cálcio; precipitação, na qual o efluente do tratamento secundário, proveniente da câmara de reação, é submetido a um clarificador, o qual separa o dito efluente em um fluxo do líquido clarificado e em um lodo; e desaguamento, na qual o dito lodo é enviado a uma prensa de modo a separar a torta de lodo concentrada de uma corrente de filtrados. Em particular, na etapa de precipitação, o fluxo do líquido clarificado é descartado após uma etapa de ajuste do seu pH. Além disto, a corrente de filtrados é recirculada para a etapa de correção do pH do tratamento primário.

DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

O objeto da presente invenção será compreendido à luz da descrição detalhada das formas preferenciais de realização da invenção, trazidas a título ilustrativo e não limitativo do escopo da invenção, a qual é feita com referência às figuras que a acompanham, nas quais:

- A figura 1 é um diagrama ilustrando a produção de papel e o tratamento dos efluentes, de acordo com a presente invenção; e
- A figura 2 é um diagrama parcial ilustrando a produção de papel e o tratamento dos efluentes, de acordo com uma variante presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Como supra descrito, o objeto da presente invenção é composto por um tratamento terciário aperfeiçoado para os efluentes resultantes do processo de tratamento da polpa de madeira para a produção de papel e celulose. Por esta razão, a figura 1, em relação a qual a descrição seguinte está baseada, ilustra apenas algumas etapas deste processo, atendo-se de forma mais precisa aos tratamentos aplicados aos efluentes provenientes deste processo produtivo.

Desta forma, a figura 1 é um diagrama ilustrando a produção de papel e o tratamento dos efluentes, na qual o bloco 2 indica os processos iniciais de polpação e de branqueamento. Neste, a madeira recebida é lavada, preparada e transformada em cavacos, os quais são submetidos aos processos de deslignificação e branqueamento. Para as etapas supra, amplamente conhecidas na arte, é utilizada uma grande quantidade de água, a qual é alimentada no sistema através da entrada 1.

Os efluentes resultantes dos processos realizados na unidade 2 de polpação e branqueamento são enviados para uma estação de tratamento, na qual ocorrem os tratamentos primário, secundário e terciário, como descritos com mais detalhes abaixo.

Na estação de tratamento, os efluentes são inicialmente submetidos a um tratamento primário, o qual compreende as etapas de ajuste do pH (bloco 3) e de clarificação e resfriamento dos efluentes (bloco 4). Deve-se ressaltar que as etapas de ajuste do pH e de clarificação podem ser invertidas, sem com isto alterar substancialmente o tratamento primário. De qualquer forma, o ajuste do pH (bloco 3) é realizado através da adição de soluções alcalinas ou ácidas, através da entrada 5, e conforme a necessidade, e função das características dos efluentes recebidos para tratamento.

Os efluentes resultantes do tratamento primário são então submetidos a um tratamento chamado de tratamento secundário ou estágio biológico (bloco 6), o qual se destina primordialmente à remoção da DBO, dos cloratos, dos AOX, do nitrogênio e da parcela mais biodegradável da DQO. Ao final de dito tratamento secundário é removida a maior parte da DBO, assim como a parte biodegradável da DQO. Note-se que a descrição supra, e relativa aos tratamentos primário e secundário, é feita de forma bastante simplificada, tendo em vista que estes processos são de amplo conhecimento do estado da arte.

O efluente secundário 31, proveniente do tratamento secundário (bloco 6), é então enviado para o tratamento terciário, objeto da presente invenção. Neste, o efluente 31 do tratamento secundário é alimentado em um sistema de membranas 7, no qual, após a adição de uma pequena quantidade de compostos de alumínio ou de ferro 30, as substâncias contendo a DQO refratária e a cor são parcialmente separadas em um fluxo concentrado 8, cujo volume corresponde a cerca de

10% do fluxo total. O efluente claro (permeado) 9, livre do excesso da DQO e da cor, e dentro dos limites legais, é descarregado. Mais especificamente, o efluente secundário 31 é inicialmente misturado a uma carga dos agentes de coagulação 30, basicamente formados por sais de alumínio, ferro ou de misturas entre estes. A quantidade do agente de coagulação 30 utilizado é substancialmente inferior à quantidade geralmente empregada nos processos convencionais. Mais especificamente, a quantidade do agente de coagulação 30 é menor ou igual a cerca de 100 mg/l, em relação ao volume total do efluente secundário 31. Após a mistura do efluente secundário 31 com o agente de coagulação 30, esta mistura é passada através de um sistema de membranas 7, procedimento este conhecido por filtração. Mais especificamente, o procedimento de filtração pode compreender um processo de ultrafiltração, um processo de nanofiltração, bem como uma combinação entre estes processos de filtração. A escolha entre um ou outro, bem como a escolha por uma combinação entre estes dois processos é uma função das condições operacionais e das características do efluente secundário 31, proveniente do tratamento secundário.

O material filtrado 9 forma um efluente claro (permeado), o qual compreende cerca de 90% do volume do efluente secundário 31, e que, por não conter compostos com cor nem DQO, pode ser descarregado no ambiente sem maiores problemas. O material que não atravessa o sistema de membranas 7 forma o fluxo concentrado 8, o qual contém ainda uma série de contaminantes.

O fluxo concentrado 8 é então submetido a uma etapa de adição de hidróxido de cálcio (bloco 29) e a uma etapa de precipitação (bloco 10). Mais especificamente, o fluxo concentrado 8 é enviado a uma câmara de reação 29, na qual o dito fluxo concentrado 8 é misturado com hidróxido de cálcio (fluxo 11) proveniente de um sistema extintor 28 (como será explicado com maiores detalhes abaixo), originando um fluxo concentrado 8B. A adição do hidróxido de cálcio é controlada de modo a elevar o pH do fluxo concentrado 8 para um valor acima de 10. Opcionalmente, uma parte 12B do lodo 12, proveniente do fluxo de saída do clarificador 10, é adicionado na saída da câmara de reação 29.

A etapa de precipitação (bloco 10) consiste de um clarificador 10 por decantação ou por flotação. O clarificador 10 recebe o fluxo concentrado 8B, proveniente da câmara de reação 29, ou seja, o fluxo concentrado 8 com o pH ajustado através da adição do fluxo de hidróxido de cálcio 11. O clarificador 10 apresenta uma saída superior 14 de retirada do material líquido e livre dos sólidos, especificamente um fluxo 14 do líquido clarificado. Na sua base, o clarificador 10 apresenta uma saída para o lodo 12 direcionada a uma estação de desaguamento 15 (retirada de água), para a qual é enviado o lodo 12 separado pelo dito clarificador 10. A saída do lodo 12 ainda apresenta uma derivação que interliga a saída do lodo 12 do

clarificador 10 com a saída da câmara de reação 29, de modo a recircular uma parte do lodo 12B em adição ao fluxo concentrado 8B, já com o pH elevado.

Em uma forma alternativa de realização, é ainda prevista a adição de polímeros auxiliares de coagulação e floculação de modo a melhorar a referida etapa de precipitação (bloco 10). Especificamente, tais polímeros são conhecidos na arte e compreendem polieletrólitos comerciais de coagulação e floculação.

No clarificador 10, os compostos com DQO e com cor são capturados na forma de flocos, os quais são produzidos pela adição da cal extinta e então separados da água. A corrente de lodo 12 resultante, contendo o Ca(OH)_2 assim como os compostos com DQO e com cor, é levada a uma etapa de desaguamento (bloco 15). O fluxo de líquido clarificado 14 retorna para o processo, no estágio de ajuste do pH (bloco 3). Este fluxo apresenta um pH acima de 10, mas é concentrado em um fluxo com cerca de 10% do fluxo total. Este irá então contribuir com a economia de álcali (cal extinta ou hidróxido de cálcio) que é normalmente adicionada para ajustar o pH. Além disto, os sistemas seguintes podem trabalhar com um pH mais alto, uma vez que o tratamento secundário (biológico) (bloco 6) apresenta uma capacidade inerente de tamponamento, posto que consome a alcalinidade durante a metabolização do substrato orgânico, produzindo dióxido de carbono.

A etapa de desaguamento (bloco 15) pode consistir de prensas de tela, prensas de parafuso, centrifugas, ou outros dispositivos com o propósito de retirar a água, separando o fluxo de lodo 12 em uma corrente de filtrados 13 e em uma torta de lodo concentrada 16 contendo o hidróxido de cálcio, assim como os compostos com DQO e com cor concentrados. A corrente de filtrados 13 é então adicionada ao fluxo de líquido clarificado 14, sendo ambos enviados para o tratamento primário (blocos 3 e 4), como supra descrito.

A torta de lodo 16 é então alimentada no forno de cal 26, na unidade de recuperação química 17 da fábrica de celulose, na qual esta é adicionada à lama de cal. No forno de cal, o excesso de hidróxido de cálcio, de carbonato de cálcio e de outros sais é convertido em CaO , e os compostos formadores da DQO, juntamente com os compostos orgânicos que conferem cor, são oxidados e decompostos por calor. Os subprodutos oxidados resultantes são incorporados na cal calcinada 27, que deixa o forno, ou são eliminados como vapor d'água ou dióxido de carbono na atmosfera, através da chaminé do forno, assim evitando a necessidade de descartar o resíduo sólido contaminado. A cal calcinada 27 pode então ser enviada, em parte, a etapa de extinção e caustificação (bloco 21) do licor verde, na unidade de recuperação química 17, e em parte enviada a um sistema extintor 28. O hidróxido de cálcio 11, resultante do sistema extintor 28, é então enviado para a câmara de reação 29, na qual o dito fluxo de hidróxido de cálcio é adicionado ao fluxo concentrado 8, como supra descrito.

Uma vez que o balanço do carbonato de cálcio, que vem do tratamento dos efluentes através da torta 16, é substancialmente igual ao conteúdo na corrente 11, alimentada no tratamento do fluxo concentrado 8, e esta representa apenas um percentual muito pequeno (menos de cerca de 0,5 %) do total de sais de cálcio que circulam pela unidade de recuperação química, este não muda o balanço químico da
5 fabrica de celulose.

Em uma forma alternativa de realização da presente invenção, a torta de lodo concentrado 16 não é incinerada no forno de cal 26, mas é simplesmente dispensada de outra forma, tal como, por exemplo, em um aterro, por meio de compostagem, etc. Uma desvantagem desta solução reside na formação de um
10 resíduo, o qual deve ser descartado. Por outro lado, esta solução evita uma interferência com os circuitos de caustificação da fabrica.

A figura 2 ilustra uma variante da presente invenção, na qual a etapa de filtração (bloco 7) é eliminada e o efluente secundário 31 é diretamente enviado para a câmara de reação 29. Em particular, e nesta forma alternativa de
15 realização da invenção, a qual pode ser bastante conveniente dentro de certas condições operacionais e locais, o efluente 31 do tratamento secundário é diretamente enviado para a etapa de adição, na câmara de reação 29, ou seja, eliminando a etapa de filtração (bloco 7), bem como a adição do agente de coagulação 30. Neste caso, o fluxo do líquido clarificado 9b será descartado, devendo antes ser submetido a uma etapa de correção
20 do pH, na qual o pH do fluxo é reduzido, através da adição de um ácido 32, antes de ser descartado.

Especificamente, o efluente secundário 31 é diretamente enviado para a câmara de reação 29, na qual o efluente 31 é misturado com o fluxo 11 de hidróxido de cálcio, proveniente do sistema extintor 28, formando um fluxo secundário 31B. O fluxo resultante 31B é enviado para a estação de precipitação 10, da qual o lodo 12 é enviado, em parte, para a etapa de desaguamento (bloco 15), e em parte o lodo 12B é recirculado para a entrada do clarificador 10. O lodo 12 (não recirculado) é enviado para a etapa de retirada de água (bloco 15) é separado em uma torta de lodo
30 concentrada 16 e em uma corrente de filtrados 13, que pode ser enviada para o tratamento primário (bloco 3) como supra descrito. Da mesma forma, a torta de lodo concentrada 16 pode ser enviada para o forno de cal 26 ou pode ser descartada, tal como também já descrito. A partir da parte superior do clarificador 10 é separado um fluxo 9B de líquido clarificado, o qual é submetido a uma etapa de ajuste do pH através da adição do ácido 32. A partir do ajuste do pH, o dito fluxo 9B de líquido clarificado pode
35 ser descartado sem maiores problemas. Esta solução apresenta a vantagem de permitir a eliminação da utilização do agente de coagulação 30, o qual era adicionado no efluente 31 do sistema de tratamento secundário, antes deste ser submetido à etapa de filtração

no sistema de membranas 7.

Apesar de terem sido descritas e ilustradas as formas específicas de realização do presente invento, fica claro aos peritos na arte que podem ser feitas várias modificações e substituições, sem com isto escapar do espírito e do escopo desta invenção, conforme definida através das reivindicações em anexo.

Reivindicações

1. Processo aperfeiçoado de tratamento terciário dos efluentes líquidos da indústria de papel e celulose, especificamente para o tratamento dos efluentes provenientes do tratamento secundário, ou estágio biológico, **caracterizado** pelo fato de compreender as etapas de:

- filtração, na qual o efluente (31) proveniente do tratamento secundário (bloco 6) é submetido a filtração em um sistema de membranas (7), da qual resultam um efluente claro (9) ou permeado e um fluxo concentrado (8);
- adição, na qual o dito fluxo concentrado (8) é adicionado, em uma câmara de reação (29), a um fluxo de hidróxido de cálcio (11);
- precipitação, na qual o fluxo concentrado (8B), proveniente da câmara de reação (29) é submetido a um clarificador (10), o qual separa o dito fluxo concentrado (8B) em um fluxo do líquido clarificado (14) e em um lodo (12); e
- desaguamento, na qual o dito lodo (12) é enviado a uma prensa (15) de modo a separar a torta de lodo concentrada (16) de uma corrente de filtrados (13).

2. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que, antes da etapa de filtração, é prevista uma etapa de mistura, a qual compreende a mistura do efluente secundário (31) com um de um agente de coagulação (30), o qual compreende um composto de alumínio, um composto de ferro, ou uma mistura entre estes.

3. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que a quantidade do agente de coagulação é menor ou igual a cerca de 100 mg/l, em relação ao volume total do efluente secundário (6).

4. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que, na etapa de filtração, o sistema de membranas (7) realiza um processo de ultrafiltração, um processo de nanofiltração, ou um processo combinando ultrafiltração e nanofiltração.

5. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o efluente claro (9) ou permeado, resultante da etapa de filtração, é diretamente descartado no ambiente.

6. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que, na etapa de adição, o fluxo de hidróxido de cálcio (11) é proveniente de um sistema extintor (28), o qual é alimentado pela cal (27) proveniente do forno de cal (26).

7. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a etapa de precipitação ainda compreende a adição de polímeros auxiliares de coagulação e floculação.

8. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação

1, **caracterizado** pelo fato de que, na etapa de precipitação, uma parte (12B) do lodo (12) que deixa o clarificador (10) é recirculada entre a saída da câmara de reação (29) e a entrada do clarificador (10).

9. Processo de tratamento, de acordo com uma qualquer entre as reivindicações 1 ou 8, **caracterizado** pelo fato de que, na etapa de precipitação, o fluxo do líquido clarificado (14) é recirculado para a etapa de ajuste do pH (bloco 3) do tratamento primário.

10. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a etapa de desaguamento (bloco 15) é realizada em uma prensa de tela, em uma prensa de parafuso ou em uma centrífuga.

11. Processo de tratamento, de acordo com uma qualquer entre as reivindicações 1, 9 ou 10, **caracterizado** pelo fato de que, na etapa de desaguamento, a corrente de filtrados (13) é adicionada ao fluxo do líquido clarificado (14) e recirculada para a etapa de ajuste do pH (bloco 3) do tratamento primário.

12. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que, após a etapa de desaguamento, é prevista uma etapa de queima, na qual a torta de lodo concentrada (16) é queimada no forno de cal (26) da unidade de recuperação química (17).

13. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que, após a etapa de desaguamento, é prevista uma etapa de descarte, na qual a torta de lodo concentrada (16) é descartada sem ser queimada.

14. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato de que a torta de lodo concentrada (16) é aterrada ou compostada.

15. Processo aperfeiçoado de tratamento terciário dos efluentes líquidos da indústria de papel e celulose, especificamente para o tratamento dos efluentes provenientes do tratamento secundário, ou estágio biológico, **caracterizado** pelo fato de compreender as etapas de:

- adição, na qual o efluente (31) proveniente do tratamento secundário (bloco 6) é adicionado, em uma câmara de reação (29), a um fluxo de hidróxido de cálcio (11);
- precipitação, na qual o efluente (31B) do tratamento secundário, proveniente da câmara de reação (29), é submetido a um clarificador (10), o qual separa o dito efluente (31B) em um fluxo do líquido clarificado (9B) e em um lodo (12); e
- desaguamento, na qual o dito lodo (12) é enviado a uma prensa (15) de modo a separar a torta de lodo concentrada (16) de uma corrente de filtrados (13).

16. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de que, na etapa de adição, o fluxo de hidróxido de cálcio (11) é proveniente de um sistema extintor (28), o qual é alimentado pela cal (27)

proveniente do forno de cal (26).

17. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação

15, **caracterizado** pelo fato de que a etapa de precipitação ainda compreende a adição de polímeros auxiliares de coagulação e floculação.

5

18. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação

15, **caracterizado** pelo fato de que, na etapa de precipitação, uma parte (12B) do lodo (12) que deixa o clarificador (10) é recirculada entre a saída da câmara de reação (29) e a entrada do clarificador (10).

19. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação

10

15, **caracterizado** pelo fato de que, na etapa de precipitação, o fluxo do líquido clarificado (9B) é descartado após uma etapa de ajuste do seu pH.

20. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação

19, **caracterizado** pelo fato de que a etapa de correção do pH é realizada através da adição de um ácido (32).

15

21. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação

15, **caracterizado** pelo fato de que a etapa de desaguamento (bloco (15) é realizada em uma prensa de tela, em uma prensa de parafuso ou em uma centrífuga.

22. Processo de tratamento, de acordo com a reivindicação

20

15, **caracterizado** pelo fato de que a corrente de filtrados (13) é recirculada para a etapa de correção do pH (bloco 3) do tratamento primário.

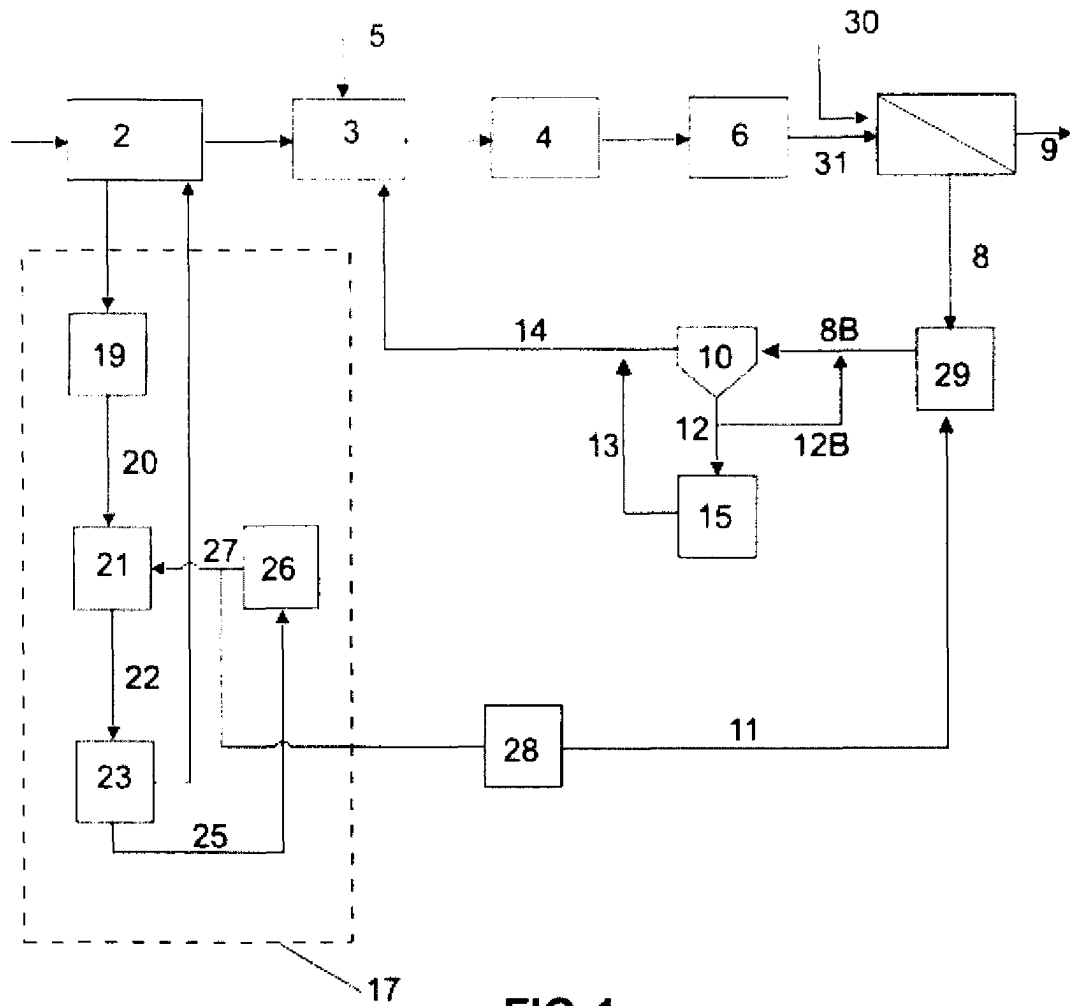


FIG. 1

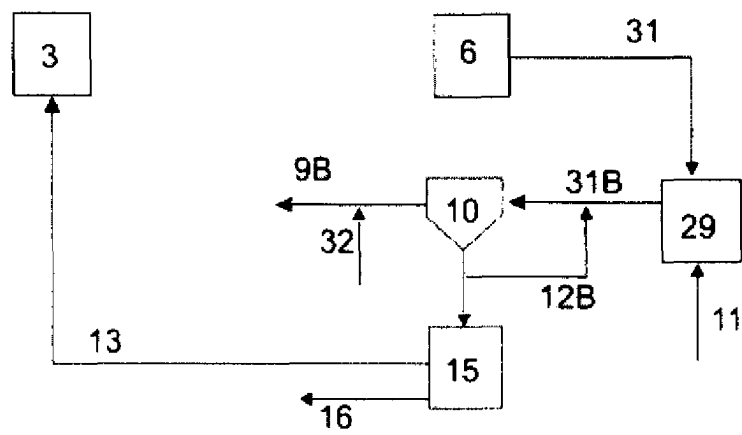


FIG. 2