

Utilização de "decanter" para desidratação de lodos provenientes de fábrica de papel tissue com destintamento

MFN -2879

N CHAMADA:

TITULO: Utilização de "decanter" para desidratação de lodos provenientes de fábrica de papel tissue com destintamento

AUTOR(ES): OLIVEIRA, L.G.E.

EDICAO:

IDIOMA: português

ASSUNTO: 08. Meio Ambiente

TIPO: Congresso

EVENTO: Congresso Anual de Celulose e Papel, 30

PROMOTOR: ABTCP

CIDADE: São Paulo

DATA: 03-07.11.1997

IMPRESSÃO: 1997, ABTCP

PAG/VOLUME: p.491-506,

FONTE: Congresso Anual de Celulose e Papel, 30, 1997, São Paulo, p.491-506

AUTOR ENTIDADE: Celucat S.A.

DESCRIPTOR:

RESUMO:

UTILIZAÇÃO DE "DECANTER" PARA DESIDRATAÇÃO DE LODOS PROVENIENTES DE FÁBRICA DE PAPEL TÍSSUE COM DESTINTAMENTO

Luiz Gustavo Elisei de Oliveira
Celucat S.A.,Cruzeiro - S.P.

INTRODUÇÃO

O rápido desenvolvimento da técnica, leva-nos a busca e atualização constante de conhecimentos e possibilidades de aplicações inovadoras nos processos produtivos.

Na atividade recicladora de aparas de papéis brancos, são gerados sub-produtos complexos, dentre eles denominaremos de lodo, como um grupo de substâncias ainda sem reutilização economicamente viável.

A desidratação deste sub-produto é uma atividade industrial secundária, porém de importância significativa, dado o seu custo e principalmente seu efeito na minimização de impactos no meio ambiente.

Este trabalho pretende contribuir humildemente com o enriquecimento de informações no tema da desidratação de lodo, apresentando um desenvolvimento prático e viável da aplicação de Decanters em fábrica de papel tissue com planta de destintamento.

O trabalho está dividido de forma a caracterizar a geração e as particularidades do lodo, a importância e a necessidade da desidratação, os efeitos desta operação na disposição final, a avaliação de três diferentes conceitos e equipamentos para desidratação, um resumo da teoria da centrifugação, particularidades e comparações entre decanters.

APRESENTAÇÃO

A Celucat - Cruzeiro, é uma das 6 unidades fabris da Unidades de Negócios Papéis Sanitários, controlada pelo holding IKPC - Industrias Klabin de Celulose e Papel S.A.

Nesta unidade são produzidos mensalmente o equivalente a 30 mil rolinhos de papel higiênico além dos papéis faciais e guardanapos. Para tal possui linhas de conversão, 2 máquinas de papel e uma planta de destintados, chamada de Fibra Secundaria (F.S.).

A maior parte dos resíduos sólidos da fábrica é gerada na Fibra Secundária, que recicla cerca de 140 t/d de aparas e descarta cerca de 40 t/d A.D. de resíduos sólidos, sendo a maior parte composta de lodos.

Outra parte do lodo é gerada na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), equipado para o tratamento físico-químico e biológico.

Todos estes lodos eram desidratados numa prensa desagadora de dupla tela, antes de serem aterrados.

Com o aumento de produção da planta de Fibra Secundária - F.S., houve proporcional aumento dos rejeitos sólidos provenientes da produção e da estação de Tratamento de Efluentes - E.T.E., surgindo a necessidade de pesquisarmos e desenvolvermos, tecnologia viável para a desidratação de lodos.

"Trabalho apresentado no 30º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP, realizado em São Paulo-SP-Brasil, de 03 a 07 de novembro de 1997"

CARACTERIZAÇÃO DOS LODOS

Como toda fábrica que utiliza matéria prima celulósica proveniente de aparas brancas, a Celucat-Cruzeiro gera considerável quantidade de resíduos sólidos, dos quais aproximadamente 80% são lodos do processo de destintamento e ETE.

Estes lodos são gerados nas operações de beneficiamento das aparas, as quais possibilitam propiciarmos boa qualidade nos produtos descartáveis produzidos com a fibra reciclada.

Nestes produtos encontramos até 3% de cinzas retidas, enquanto que a maior parte das aparas brancas possuem médias de 25% de cargas (cinzas).

Dentro destas cargas minerais inorgânicas podemos exemplificar o Carbonato de Cálcio, Caulim, Talco, Dióxido de Titânico, pigmentos, entre outros materiais utilizados para atribuir características específicas nos diversos tipos de papéis de base branca, como mostra a tabela abaixo das médias encontradas no recebimento das aparas:

TIPOS DE PAPEL	PERCENTUAL DE CARGAS (%)
Revista	30
Livros	15
Papeis para impressão	25
Encartes de propaganda	34

Com aplicação da colagem alcalina, as fabricas de papéis estão conseguindo adicionar maiores quantidades de cargas (Carbonato de Cálcio) nos papéis brancos.

Estas cargas nos papéis impressos, absorvem as tintas de impressão e na reciclagem destes materiais não conseguimos a descoloração no processo de destintamento.

Como ainda não é possível agregarmos estas cargas sem prejudicarmos a brancura, maciez e outros aspectos da qualidade, a solução é remover ao máximo estes materiais, os quais passam a compor parte do resíduo sólido (lodo).

Dos materiais calcináveis nos lodos das aparas, considerados orgânicos, temos as fibras, colas, corantes e outros materiais presentes nos produtos de papel.

Os contaminantes orgânicos e as cinzas, são separados das fibras recicláveis e descartados, pelas operações de lavagem, flotação, depuração, clarificação e recuperação de água, no sistema de beneficiamento das aparas.

Do material fibroso encontrado neste resíduo notamos que, a maior parte são fibrilas separadas na lavagem por gravidade em tela de 18 mesh.

Estes rejeitos são descartados da planta de FS e estocados no tanque de desidratação de lodo, numa suspensão aquosa de baixa a média consistência em torno de 2 a 3% em peso.

Os outros dois lodos gerados na fábrica, são provenientes do tratamento físico-químico e biológico do ETE, o qual trata os efluentes líquidos das máquinas de papel e F.S..

O lodo primário é separado e concentrado num equipamento decantador e flotador por ar dissolvido, chamado de Sedfloat, onde obtém-se consistência de até 5% em peso e de características químicas semelhantes ao lodo do sistema de Fibra Secundária.

O tratamento biológico é feito através do processo de lodo ativado por aeração forçada de aeradores de superfície, e possui eficiência de 70% de remoção.

Apesar da pequena quantidade relativa, 4% em volume, este lodo é de difícil desidratação comparado ao lodo primário, devido suas características físicas de reter água intracelular, tamanho e fragilidade dos flocos, além de possuir diferente potencial eletroquímico do lodo primário.

Estas características resultam numa floculação pobre e de menor estabilidade e resistência.

Para o sistema de desidratação de lodo por drenagem e compressão em telas, este problema implica na necessidade de aplicarmos maiores quantidades de polieletrólito e estabilizadores de carga iônica, para assegurar o desempenho e eficiência do processo de desidratação.

No caso de desidratação utilizando a força centrípeta, há um fator positivo quanto a característica do lodo da planta de destintados, pois devido a concentração de cinzas ser superior à 50% o teor seco é em torno de 34%.

Em outra fábrica de papel de embalagem, que utiliza decanter para desidratar lodos do efluentes com até 3% de cinzas, o teor seco é mais baixo, ficando na média de 18%.

Resumindo, o lodo gerado é composto em aproximadamente 50% de inorgânicos e 50% de orgânicos.

CONDICIONAMENTO E FLOCULAÇÃO DO LODO

O condicionamento e a floculação do lodo, são fatores que influenciam diretamente no desempenho de todos os sistemas de desidratação estudados.

O condicionamento do lodo está ligado à suas características físico-químicas como: pH, consistência e carga-iônica. O bom condicionamento do lodo somado a um polieletrólito de peso molecular e carga-iônica adequados, resultam na boa floculação, caracterizada pela separação de duas fases bem distintas, o clarificado límpido e o floculado denso e resistente.

Devido o processo de beneficiamento das aparas trabalhar em meio alcalino na desagregação e branqueamento, e com a adição de silicato de Sódio no branqueamento, o sistema e o lodo gerado possuem características aniônicas de alta densidade de carga.

Para o condicionamento eletroquímico do sistema primário do ETE, é aplicado um coagulante catiônico de baixo peso molecular e de alta cationicidade, para neutralização dos traços aniônicos do meio, formando coágulos, promovendo melhor clarificação e condicionamento para a boa floculação.

Sem estes coagulantes, seria necessário maior quantidade de polieletrólito, pois os traços aniônicos formam ligações com pontos ativos do polieletrólito neutralizando-o e prejudicando a floculação, e mesmo assim não teríamos uma clarificação e remoção eficiente.

Basicamente podemos dizer que os polieletrólitos são copolímeros, cuja cadeia principal é normalmente formada por poliácridamidas, que podem apresentar produtos de peso molecular de 500.000 à 20.000.000, e variada densidade de cargas-iônicas com caráter catiônico, aniônico ou mesmo neutro.

Os polieletrólitos agem como pontes iônicas entre seus pontos ativos e os pontos ativos dos coágulos, reduzindo os efeitos da repulsão eletrostática e aumentando as forças de coesão e atração, formando maiores agrupamentos de sólidos floculados e promovendo a remoção da água intersticial.

Com a mistura dos lodos primários e biológicos pode-se ter a necessidade de correção da carga aniônica aplicando um produto químico inorgânico de baixo custo como sulfato de Alumínio(catiônico) ou silicato de Sódio(aniônico).

A dificuldade de medir e controlar o ZETA POTENCIAL on line, leva a teste constantes de laboratórios para orientação e monitoramento das aplicações de produtos no sistema.

A floculação é muito importante para o bom desempenho qualitativo e quantitativo, de qualquer dos sistemas de desidratação, podendo ser responsabilizada pelo sucesso ou fracasso de todo o sistema.

Tratando de uma operação consideravelmente cara, devido ao preço dos polieletrólitos e coagulantes, faz-se necessário o desenvolvimento constante de produtos, que dia-a-dia surgem com maior eficiência e personalização.

A DISPOSIÇÃO FINAL

A disposição do lodo é totalmente destinada ao aterro industrial próprio, que está operando a mais de 10 anos aprovado para receber resíduos classe 2, não inertes.

Por enquanto estes rejeitos não possuem reaproveitamento economicamente viável, apesar de tecnicamente haver várias aplicações.

A inceneração, ainda é inviável, dado o baixo poder calorífico deste lodo.

A minimização da geração de resíduos na produção e de custos operacionais pelo aperfeiçoamento das atividades de transportes e disposição final, devem ser buscas constantes, já que a disposição de resíduo não agrega valor ao produto, porém exigem atuação ecologicamente responsável.

Para promover o máximo de economia na disposição final destes resíduos, duas considerações básicas deverão ser atendidas: a forma de disposição do solo e a umidade do lodo.

Escolhida a forma de disposição, inerente a este trabalho, o principal componente oneroso e controlável é o teor de umidade do lodo, que pode aumentar as despesas desnecessárias com o transporte e disposição.

Os sistemas de desidratação destes lodos, deverão operar com o máximo da remoção de água, na faixa de teor seco onde os lodos estarão na fase sólida pastosa ou granulada, permitindo o fácil manuseio, transporte e aterro.

Quanto mais seco, mais fácil sua disposição, devido sua condição de compactação e suporte, menor a quantidade de água percolada e melhor condição para secagem.

Estas condições estão intimamente ligadas à operação do aterro podendo fornecer economia de horas trabalhadas, de área utilizada e de terra para cobrimento.

Portanto a importância da desidratação dos lodos é uma questão técnica e econômica que pode contribuir com a redução dos custos globais.

AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA

Para separação da água intersticial do lodo, é requerido apenas o campo gravitacional natural, sendo os equipamentos empregados nestes casos os decantadores estáticos e/ou flutuadores.

A água de interior ou de absorção requerem forças ainda maiores pois está confinada e agregada à matéria sólida e só poderá ser removida por altas pressões ou por processos térmicos.

Entre várias características físicas das fibras celulósicas, temos a alta absorção de água, inchamento e plasticidades à úmido. Estas propriedades dificultam a desidratação e poderão auxiliarmos na avaliação dos equipamentos utilizados na desidratação de lodos.

Na prática aplicada à máquina de papel, temos que usualmente a extração de água livre intersticial e capilar, pôr métodos convencionais de prensagem e centrifugação está na faixa de teores secos entre 30% à 50%.

A água de contato ou aderida ao capilar necessitam de maiores forças para a remoção, tais como : centrífuga, mecânica e ou hidráulica, para as quais podemos citar equipamentos como : decanters centrífugos, prensas de telas ou filtros prensas.

Com uso destes equipamentos podemos obter teores secos na faixa de 20 a 50%.

A partir desta faixa temos que fornecer energia térmica para secagem.

Apresentado as características, necessidades e particularidades do processo, apresentaremos os equipamentos avaliados tecnicamente e economicamente para a aplicação, os quais listamos abaixo:

-FILTRO PRENSA

-PRENSAS DESAGUADORAS DE DUPLA TELA

-DECANTERS

Não contemplamos a opção do sistema tambor engrossador com screw press por motivo de prazos.

Faremos a apresentação de cada, com maiores detalhes para o decanter e depois faremos a avaliação conjunta dos equipamentos sistemas.

FILTRO PRENSA

São equipamentos de filtração que funcionam pela retenção de partículas sólidas pressionadas por sistema hidráulico de bombeamento da suspensão do lodo, à média e ou alta pressão contra um meio filtrante.

Inicialmente, tem-se a retenção de partículas sólidas maiores que a área livre do meio filtrante, e com o acúmulo forma-se um bolo poroso, o qual passa a reter partículas menores, melhorando a qualidade do filtrado e a retenção de finos.

O meio filtrante, pode ser confeccionado em telas sintéticas de polipropileno, nylon ou outros; com diferentes malhas fechadas e bem resistentes.

No mercado, existe grande diversidade de tipos e modelos de filtro prensa, voltados a atender diferentes aplicações de quantidade e qualidade.

Citaremos como exemplo prático um filtro prensa que trabalha com com 4% de consistência de alimentação de lodo primário e biológico, com 45% de cinzas e produz cerca de 1300 kg/h de lodo á 40% de teor seco.

Trata-se de um filtro prensa tipo quadro e membrana, constituído por conjuntos de pares de placas com tela filtrante e quadros. Nos próprios elementos estão entalhados canais, responsáveis pela alimentação do lodo e as saídas do filtrado pelas bordas.

O regime de operação é em batelada, cujas fases são divididas em alimentação, pressurização a pressões acima de 15 kgf/cm², descarga automática, limpeza e finalmente o fechamento, quando um novo ciclo poderá reiniciar-se.

Este filtro é alimentado em 40 minutos, pressurizado em 10 minutos, descarregado, limpo e fechado em 20 minutos, o que totaliza 1 hora por ciclo.

O consumo energético não é contínuo, podendo o total ser considerado em torno de 10 kwh, ou 15 kw/t lodo A.D.

O uso de polieletrólito é interessante para melhorar a drenabilidade, acelerando o processo e melhorando o condicionamento da tela filtrante.

As desvantagens estão no alto custo do equipamento e acessórios, como bomba de 10 a 18 bar de pressão, na área requerida para instalação e sistema de descarga, a operação é intermitente leva a custos maiores de estocagem de lodo e manuseio, há paradas para trocas de telas, manutenção especializada em alguns casos. O equipamento é semi-aberto requerendo limpeza e manuseio da torta na extração e há maiores dificuldades e custo para a automatização.

As maiores vantagens da utilização de filtro prensa está principalmente na obtenção de teor seco acima de 45%, na fácil manutenção, e no baixo consumo energético.

É importante analisarmos o custo benefício de sua aplicação, considerando que o teor seco pode significar um grande atrativo na redução de volume para a disposição final.

Para a aplicação na Celucat, não optamos por este equipamento devido ao alto custo de investimento.

PRENSAS DESAGUADORAS DE DUPLA TELA

Fazem parte desta família de máquinas desaguadoras de lodo as conhecidas belt-press, twin wire, prensas desaguadoras e outras.

Estas máquinas também podem apresentar diversas variações quanto as suas configurações e nível de automatização.

Todas baseiam-se no princípio de filtração, a qual a parte líquida é drenada por uma tela de área aberta suficiente para reter, drenar e

permitir prensar os flóculos entre rolos e o par de telas, formando um sanduíche de telas recheado pela torta de lodo.

As águas de capilar e de contato são expelidas da torta de lodo, a qual é destacada da tela com o auxílio de uma raspa.

O sistema é dinâmico e a velocidade da tela é usualmente controlada entre 8 à 20 m/min.

Na CELUCAT - Cruzeiro, tem-se uma prensa desaguadora de lodo de 2,1m largura útil, que trabalha com dupla telas do tipo espiral com emenda.

Para o condicionamento e pré-drenagem, tem-se antes desta máquina, um tambor engrossador telado para onde o lodo à média consistência (4,5 %) é alimentado.

Este tambor gira a baixa rotação (3 rpm) e direciona axialmente o lodo, pela discreta inclinação e empuxo da rosca sem fim, promovendo a mistura e drenagem do lodo floculado pela tela até 10% de consistência.

O drenado é descartado e o lodo retido alimenta a desaguadora.

Além de elevar a consistência à níveis (10 %) excelentes para o desempenho da prensa desaguadora, a vazão é reduzida quase à metade.

Para a boa eficiência deste processo, a floculação e o desempenho do engrossador estão intimamente ligadas.

Como principais pontos positivos desta máquina, podemos citar a fácil e rápida manutenção e disponibilidade de peças para reposição, não é necessário mão-de-obra especializada para manutenção e operação, baixo consumo energético.

Os pontos negativos podem ser resumidos na maior necessidade de aplicação de polieletrólito e acompanhamento operacional constante para a boa eficiência. Baixo teor seco obtido, escassos recursos operacionais para assimilação de desvios do processo, necessidade de limpeza por ser um equipamento aberto, troca de telas, utilização de acessórios pneumáticos e consumo constante de água com chuveiros para limpeza de tela.

DECANTERS

Os decantadores centrífugos contínuos conhecidos como decanters, são equipamentos que utilizam o princípio da força centrípeta para acelerar a separação dos sólidos nos líquidos e promover a desidratação dos lodos.

No estudo deste equipamento faremos uma rápida recordação do princípio da força utilizada.

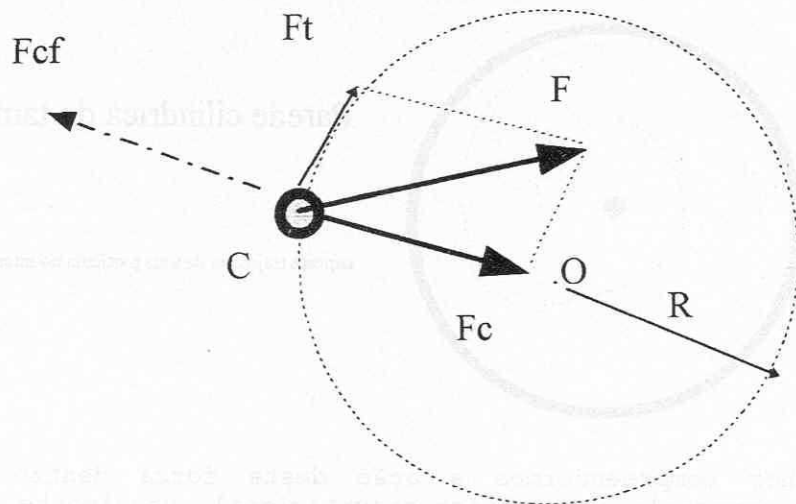
Princípio da Força Centrípeta

De acordo com o as leis do movimento do Sr. Isac Newton, "um corpo moverá sempre em linha reta, a menos que forças externas ajam sobre ele modificando sua trajetória".

No sistema de forças que agem sobre uma partícula induzindo-a ao movimento circular, temos a resultante chamada de força centrípeta.

Imaginemos o sistema de uma pedra amarrada a um barbante, a qual colocamos-a a girar segurando a ponta do barbante.

A pedra que está girando, tende a aumentar a tensão no barbante, na medida que impulsionamos ou reduzimos o barbante, induzindo-a ao aumento da velocidade tangencial. Esta tensão sentida é a reação normal das forças do movimento circular chamada de força centrífuga.



onde :

- C = corpo de massa "m"
- R = raio da trajetória
- O = centro da trajetória
- Ft = força tangencial
- F = força resultante
- Fc = força centrípeta ou força normal
- Fcf = força imaginária, centrífuga

Na decomposição da força resultante "F", temos as forças "Fc" e "Ft". A força Ft é produto da aceleração tangencial e a massa, e é responsável pela variação da velocidade da partícula na trajetória.

$$F_t = m \cdot a_t$$

A força centrípeta "Fc", é a responsável pela variação da direção da partícula e é resultante do produto da aceleração centrípeta e a massa.

$$F_c = m \cdot a_c$$

1

sendo que :

$$a_c = \omega^2 \cdot R$$

2

onde :

ω = Velocidade angular, podemos convertê-la em rotação por minuto - RPM "n", usando a expressão:

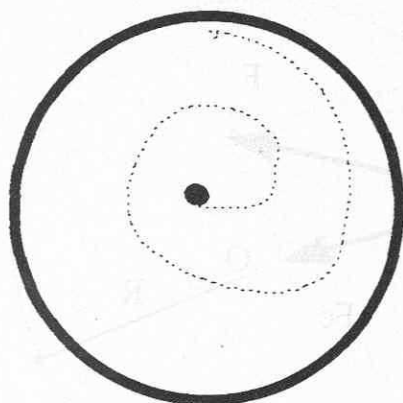
$$2 \cdot \pi \cdot n \cdot 60^{-1}$$

A força centrípeta "Fc" é a responsável pela movimentação radial da partícula no meio líquido, o que resulta a separação das partículas sólidas de maior peso específico.

Teoricamente, a partir de diferenças de peso específico de 0,1 consegue-se separação de partículas sólidas de até 0,1 μ m no decanter.

O modelo mais provável da trajetória das partículas de sólido, dentro do decanter induzidas ao movimento circular, é semelhante a uma espiral excêntrica,

As partículas sólidas induzidas ao movimento circular, são submetidas à constantes aumentos de impulso no interior do decanter, o qual direciona-as axialmente contra a parede interna do tambor, pressionando-as umas contra as outras, ocasionando a expulsão da água de contato e parte da água de capilar, desidratando a torta sólida.



Parede cilíndrica do tambor

suposta trajetória de uma partícula no interior do tambor

Para melhor compreendermos a ação desta força dentro do meio líquido, vamos compará-la com a força gravitacional, usualmente utilizada nos processos de separação sólido-líquido, nos decantadores convencionais.

Decantadores Gravitacionais

A lei de Stokes demonstra as variáveis que influenciam na velocidade das partículas sólidas num fluido :

$$V = K * (\delta_p - \delta_l) * \varphi^2 * \mu^{-1}$$

onde :

V = Velocidade da partícula

δ_p = densidade do lodo

δ_l = densidade do líquido (água)

φ = diâmetro da partícula

μ = viscosidade do líquido, para água a 20 °C, $\mu = 1$

K = constante relacionada com o formato da partícula para esfera,

$$K = 3 * \pi * \varphi$$

Analisando a fórmula, temos que a diferença de densidades e o tamanho da partícula ou na prática a floculação, é diretamente proporcional à facilidade e rapidez com que se dá a decantação, ou flotação no caso da diferença de densidade ser negativa.

A densidade pode ser substituída pelo peso específico e, no caso do lodo da Celucat podemos estimá-lo sabendo-se que, 50% de sua composição são cargas minerais e tendo alguns valores médios colhidos com os principais fornecedores :

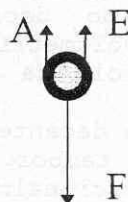
Cargas minerais	Peso específico
Caulim	2,65
Carbonato de Cálcio	2,70
Talco	2,80

Os outros 50% são materiais orgânicos, que na prática podemos considera-los como ligeiramente mais pesados que a água. No total temos que o peso específico do lodo a 5% de consistência é algumas dezenas de gramas mais pesado do que a água.

Para projeto de um decantador estático usa-se 40 m³/m² * Dia para lodo primário e 20 m³/m² * Dia, para lodo secundário.

A força que age neste tipo de decantador é a resultante da ação da aceleração da gravidade "g" sobre a massa da partícula "m", desconsiderando o empuxo "E" e o atrito "A", semelhante no dois sistemas a serem comparados e os quais agiriam diminuindo a resultante da força "F" no sistema a seguir :

$$F = m * g$$



3

Comparando as forças que agem num corpo de massa "m", no decantador estático com o decanter de 235 mm de raio do tambor e que gira á 3000 rpm, teríamos :

$$F_c = m * a_c$$

1

$$a_c = \omega^2 * R$$

2

de 2 teremos:

$$a_c = 0,011 * n^2 * R$$

$$a_c = 0,011 * 3000^2 * 0,235$$

$$a_c = 23\ 265 \text{ m/s}^2$$

substituindo em 1 :

$$F_c = m * 23\ 265 \text{ m/s}^2$$

Se o mesmo corpo fosse posto em decantação natural, teríamos:

$$F = m * 9,81 \text{ m/s}^2$$

Como as massas hipoteticamente são iguais, podemos comparar as duas equações acima, para obtermos uma relação de forças :

$$F_c = 23\ 265 * 9,81^{-1} * F$$

$$F_c = 2.371 F$$

Ou seja, a força centrípeta "F_c" é 2.371 vezes maior que a força gravitacional "F", esta comparação é usualmente chamada de números de "g", e indica a intensidade da força que age no interior do decanter, e pode ser usado no projeto e em comparações de decanters.

Para a comparação entre capacidade de decanters pode-se utilizar o cálculo do Σ, que representa a área equivalente de um tanque de sedimentação semelhante á capacidade do decanter estudado.

Este fator é calculado pela fórmula:

$$\Sigma = (\pi * b * \omega^2) 2g^{-1} * (3R_2^2 + R_1^2)$$

onde :

$$\Sigma = \text{área, ft}^2$$

$$b = \text{comprimento do tambor, ft}$$

$$\omega = \text{taxa de rotação, radiano/s}$$

$$g = \text{aceleração da gravidade}$$

$$R_2 = \text{raio interno da parede do tambor, ft}$$

$$R_1 = \text{raio da superfície líquida interna, ft}$$

Pela fórmula teórica e na prática, podemos listar alguns dos principais fatores construtivos do decanter que estão diretamente relacionados com a capacidade volumétrica: diâmetro, comprimento e rotação do tambor, placa de controle da camada de líquido e torque e rotação da rosca interna.

Como veremos na composição do decanter, é possível modificar o raio da camada líquida no interior do tambor. Quando aumenta-se o raio da superfície líquida interna, proporcionalmente aumenta-se a capacidade volumétrica e diminui a área de secagem, resultando em maior vazão tratada e menor teor seco no lodo desidratado.

Outro fator construtivo relacionado com a capacidade do decanter é o comprimento do tambor. No caso do equipamento adquirido pela Celucat, este é de uma série de 4 tipos de equipamentos com diâmetro do tambor semelhantes, mas de capacidades volumétricas diferentes, atribuídas em função do comprimento do tambor.

A capacidade efetiva do decanter, depende de:

- características de separação do lodo, como diferencial de densidade e floculação
- consistência de alimentação
- teor seco requerido
- Clarificação requerida

COMPOSIÇÃO DO DECANTER

As principais partes funcionais do decanter são : Tambor, Rosca, Tubo de alimentação, descarga de sólido, descarga de líquido, acionamento e sistema de controle e operação automático.

Os fornecedores deste equipamento possuem particularidade na mecânica, sofisticação construtiva e funcional dos componentes, sendo assim, citamos algumas características conceituais comuns nos decanters.

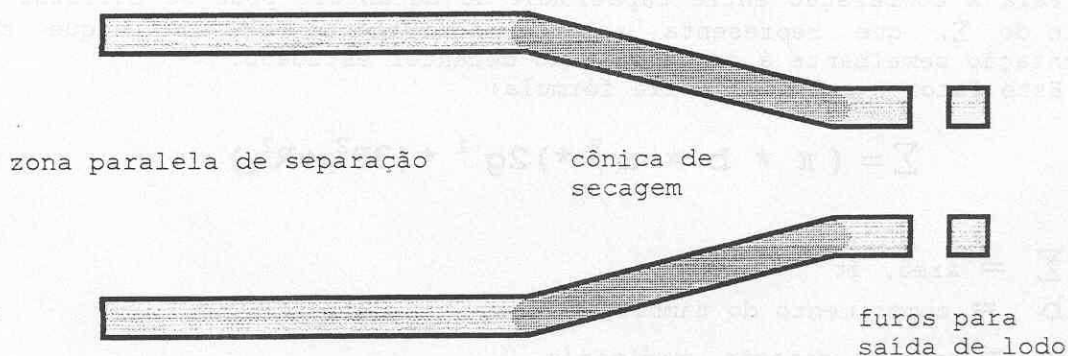
TAMBOR

Girando a alta rotação, cerca de 3000rpm, é o responsável em induzir o fluxo ao movimento circular e promover a separação e concentração do lodo.

O Tambor cilíndrico pode ser separado em 2 partes:

- cilíndrica paralela, onde ocorre aceleração e separação das fases sólidas e líquidas. Seu comprimento é determinante para a capacidade nominal do equipamento.

- cônica, com aproximadamente 8 graus, e é responsável pela concentração e desidratação do lodo, o qual é comprimido e extrudado em furos axiais existentes no final do cone, como podemos ver em corte abaixo:



Para o cálculo dimensional e da espessura do tambor, deverá considerar a magnitude da força centrífuga que agirá em sentido normal

á parede, e poderá gerar o stress e ruptura da camisa do tambor, caso exceda o limite de ruptura.

ROSCA

Semelhante num sistema de transporte por rosca sem fim, sua crista acompanha o contorno da camisa do tambor, a uma distancia milimétrica pré calibrada.

Sua função é direcionar, prensar e extrair o lodo concentrado do interior do tambor, girando em sentido idêntico ao tambor porém com um diferencial de velocidade e torque, suficientes para a extração do lodo.

Normalmente a crista da rosca é endurecida para evitar o desgaste.

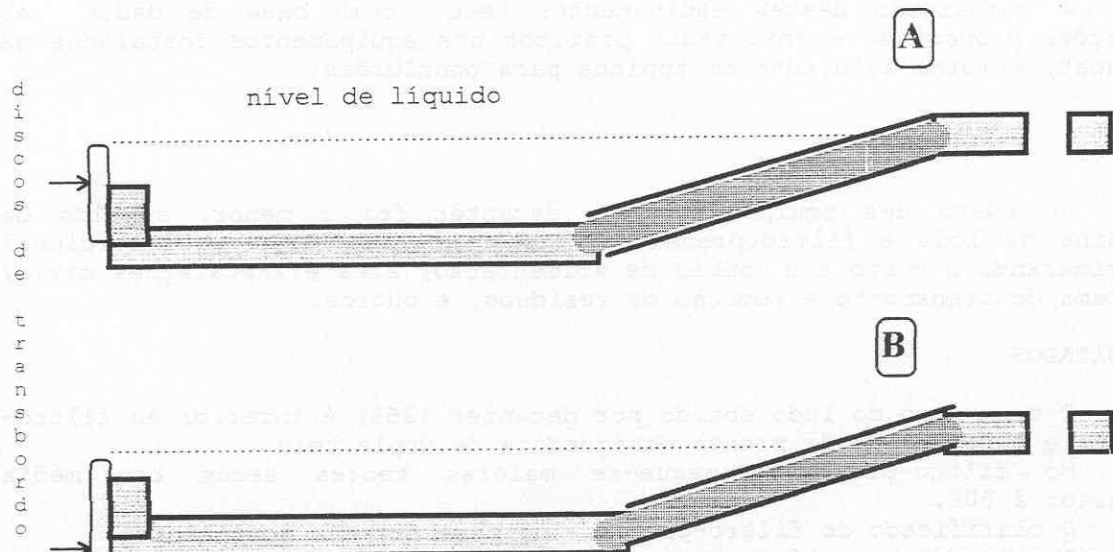
TUBO DE ALIMENTAÇÃO

É o tubo que direciona o fluxo contínuo de alimentação na zona de separação e clarificação. Pode ser axialmente ajustado e em alguns equipamentos possui sofisticado sistema de direcionamento (chicanas) para auxiliar na mistura e homogeneização do fluxo, influenciando na ação dos polieletrólitos, diminuindo a quebra de flóculos e distribuindo a alimentação de forma gradual e suave.

DESCARGA DE LÍQUIDO

Na extremidade oposta á saída do lodo adensado, tem-se a saída do clarificado, que transborda por frestas formadas na carcaça do tambor e regulados por discos de transbordo cambiáveis, os quais permitem variar o nível da fase líquida dentro da camisa.

Com esta regulagem, é possível modificar a altura do líquido e otimizar a capacidade do equipamento e de clarificação e desidratação. Observando os cortes abaixo :



Comparando os dois casos, temos que o nível de líquido no caso **A** é mais alto que **B**, em resultados práticos isto significa que em **A** temos maior volume retido e menor área de secagem, sendo capaz de suportar maior capacidade volumétrica e gerar menor teor seco.

É um recurso importante no ajuste para obter melhores desempenhos e influenciam na capacidade, no consumo de polieletrólito, clarificação e teor seco.

ACIONAMENTO E TRANSMISSÃO

O sistema de acionamento é feito por motor elétrico, que pode possuir diferentes formas de acoplamento, transmissão e redução para girar a rosca e o tambor, em velocidades e torques pré-programados.

Estas particularidades diferenciam entre os fabricantes.

Para a segurança do redutor, no caso do acionamento da rosca ser feito por redução, no acoplamento da transmissão para a rosca, existe um pino de segurança o qual limita o torque aplicado. Caso haja entupimento da rosca o pino rompe-se protegendo o redutor.

Há casos de utilização de variador de frequência para controlar a aplicação de velocidade e torque do acionamento.

SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO.

Uma boa vantagem dos decanter entre os equipamentos citados, é a sua automatização, podendo facilmente ser integrado à sistemas de controle programáveis como PLC e ou SDCD.

Possue um sistema de verificação e controle, capaz de gerenciar o funcionamento do decanter. Sensores de rotação do tambor e rosca que alimentam um processador comparando com variáveis pré-programadas e gerando habilitações do acionamento do decanter, bombas de alimentação de lodo e polieletrólitos além de alarmes de falhas.

Outro fator considerável, é a velocidade crítica que provoca vibrações em rotações de momentos determinados na aceleração e desaceleração, sendo seus efeitos aliviados por amortecedores nos pés do equipamento.

COMPARAÇÃO ENTRE FILTRO-PRENSA, PRENSA DESAGUADORA DE DUPLA TELA E DECANTER

A comparação destes equipamentos teve como base de dados as cotações propostas e resultados práticos nos equipamentos instalados na Celucat, e foram agrupados em tópicos para conclusões.

CUSTOS

No custo dos equipamentos, o decanter foi o menor, seguido da máquina de lodo e filtro-prensa. O custo de instalação é proporcional considerando o custo com bombas de alimentação, área e instalações civis, sistema de transporte e remoção de resíduos, e outros.

RESULTADOS

O teor seco do lodo obtido por decanter (36%) é inferior ao filtro-prensa e superior ao da prensa desaguadora de dupla tela.

No filtro-prensa consegue-se maiores teores secos com média superior à 50%.

O clarificado do filtro-prensa e do decanter são semelhantes.

Observando o gráfico que retrata um período de funcionamento do decanter, podemos concluir que o teor seco é função do teor de cinzas e da consistência de entrada.

OPERAÇÃO

A operação do decanter é menor e mais facilitada, por ser automática e contínua, suporta maiores variações do processo como consistência, vazão, tipo de lodo e floculação.

A máquina de lodo requer maior atenção na operação, seguido do filtro prensa. O decanter possui menor custo e integração para a automatização, além de ser um equipamento fechado, dispensando constantes limpezas e lavagens externas.

CONSUMO DE INSÚMOS

O consumo de polieletrólitos no decanter é menor que o consumo da máquina de lodo.

No decanter não há consumo de ar comprimido e água de chuveiro.

A energia elétrica consumida é maior para o decanter, apesar da potência instalada ser alta para utilização na partida. Em operação normal, a potência específica consumida é em torno de 20 kw/t lodo A.D.

MANUTENÇÃO

Na manutenção corretiva do decanter é necessário técnicos especializados e maior tempo para as ações corretivas.

A manutenção preventiva e preditiva do decanter é muito importante para a contínua e segura operação, principalmente a lubrificação dos rolamentos.

O sistema de segurança atua para prevenir maiores transtornos e tornar a operação confiável, porém é interessante a análise de instalação de equipamento reserva em by-pass, dependendo da exigência do processo.

A prensa desaguadora requer menor empenho e a manutenção corretiva está em simples e rápidas trocas de rolamento, rolos e telas e são feitas pela manutenção de campo da fábrica.

Devido o recente start-up, não temos dados sobre o desgaste de peças as quais, foram tratadas para minimizar o desgaste.

CONSIDERAÇÕES PARA COMPARAÇÃO ENTRE DECANTERS

Na comparação de fornecimentos de diferentes fornecedores de equipamentos, podemos considerar alguns tópicos :

- 1 - Avaliação da capacidade hidráulica X carga de sólido.
- 2 - Garantias de resultados.
- 3 - Operação automatizada, segurança eletrônicas.
- 4 - Sistema de acionamento e torque.
- 5 - Sistema de extração, transporte de lodos.
- 6 - Treinamento e assistência técnica.
- 7 - Peças sobressalentes.
- 8 - Robustez, materiais construtivos e designer.
- 9 - Avaliação dos pontos de abrasão e desgaste.
- 10- Nível de ruído.
- 11- Sistema de armazenagem e remoção de lodos.

CONCLUSÃO

A opção de instalação de um decantador centrífugo contínuo na Celucat, foi embasada nos atrativos do custo do equipamento e instalação, na facilidade operacional oferecida e nos resultados da desidratação de lodos biológico e primário.

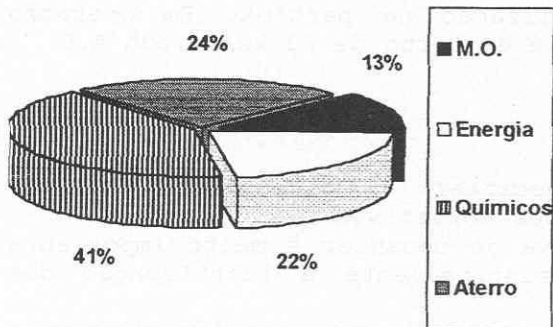
Apesar de estarmos em fase de aprendizado e desenvolvimento, a utilização do decanter está atendendo nossas expectativas.

AGRADECIMENTOS

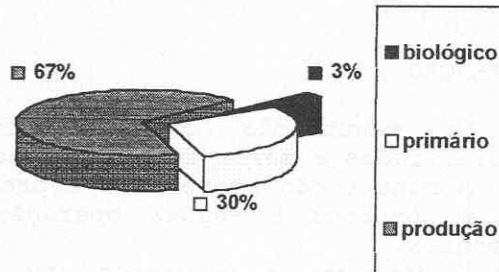
Ao Eng° José Ciro Gauginski e ao corpo técnico da Celucat que, acreditaram e empenharam nesta proposta de desenvolvimento, aos fornecedores dos equipamentos e produtos pelo apoio técnico e ao meu amigo e irmão Thiago que ajudou-me a editar este trabalho.

ANEXOS

Distribuição de Custos do ETE



Distribuição Mássica por Tipo de Lodo



DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO DO ETE

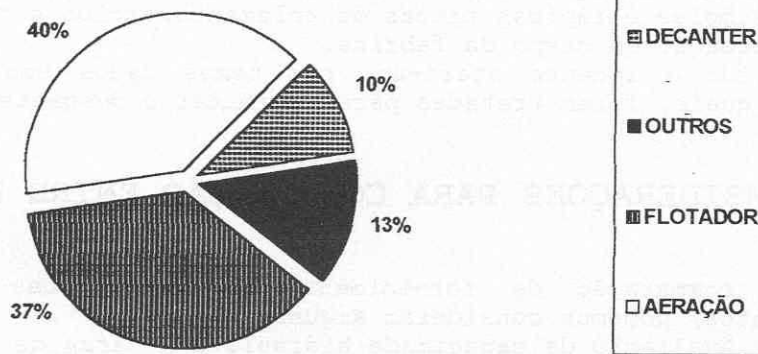


Tabela comparativa entre filtro prensa, decanter e desaguadora de tela, dados obtidos em cotações e com a prática e uso dos equipamentos instalados na Celucat para desaguamento de lodo.

Características	Filtro Prensa	Prensa de lodo	Decanter
Potência consumida, kw	15	4	14
Potência instalada, kw	60	8	46
Consumo de polieletrólito, kg/t	0,7	1,7	0,5
Capacidade de desaguamento, t/dia	30	25	30
Consistência de alimentação, %	>5	>10	>3,5
Teor seco do lodo %	50	28	36
Custo com vestimenta, R\$/ano	3000	10.000	0
Consumo de água	<	>	0
Fator de custo do equipamento	3,6	1,8	1
Fator de custo para instalação	1,5	1	1

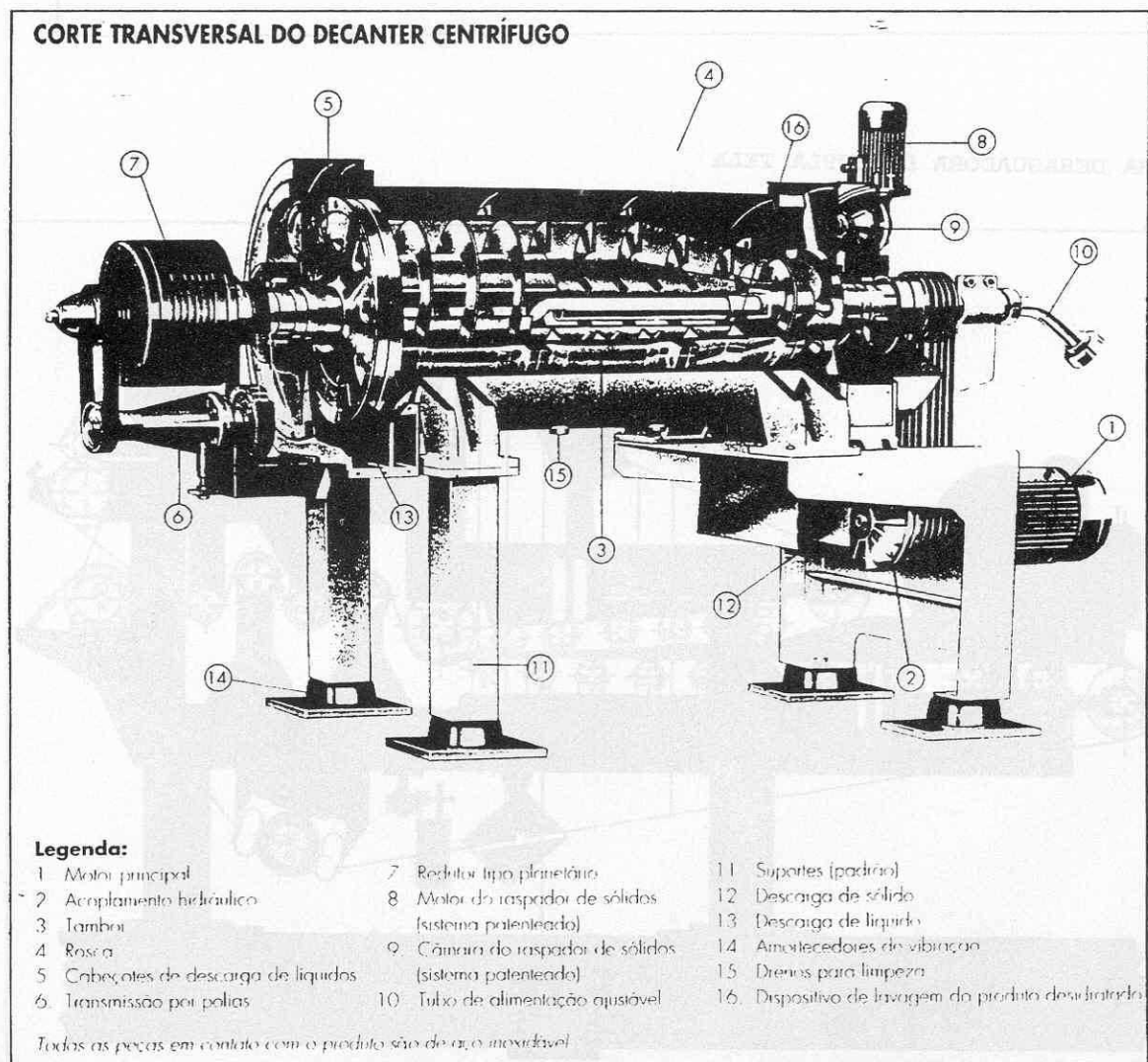
Tabela de poder calorífico [1]

Materiais	Poder calorífico total, MJ/kg
Madeira	19,8
Lodo com 55 % de cinzas	7,8
Lodo com 20% de cinzas	12,0

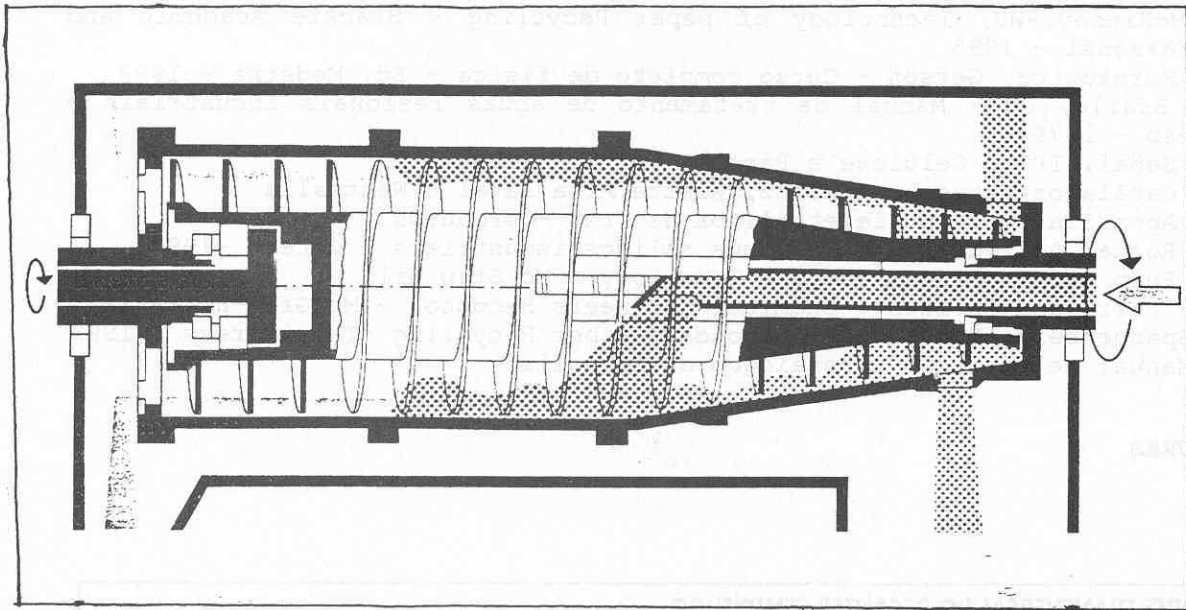
BIBLIOGRAFIA

- 1- McKinney, RWJ, Technology of paper Recycling - Blackie Academic and professional - 1995
- 2 - Herskowitz, Gerson - Curso completo de física - Ed. Moderna - 1992
- 3 - Braile, PM - Manual de tratamento de águas residuais industriais - Cetesb - 1979
- 4 - Senai, IPT - Celulose e Papel - vol 1 - 1988
- 5 - Catálogos Netzsch, Andritz, Krofta, Alfa Laval e Westfalia
- 6 - Apostila sobre polieletrólitos da Trek - produtos
- 7 - Rocca, Alfredo C.C.- Resíduos sólidos industriais - Cetesb -1992
- 8 - Pulp and Paper Science and Tecnilogy - Mc Graw Hill
- 10 - Perry and Chilton - Chemical Engineers' Handbook - Mc Graw-hill- 1973
- 11-Spangenberg, Richard J.- Secondary Fiber Recycling -Tappi Press - 1993
- 12-Manual de operação e catálogos da Pieralise

FIGURAS



VISTA EM CORTE DE UM DECANTER



PRENSA DESAGUADORA DE DUPLA TELA

