

Curso de Tratamento de Águas Residuárias

MAX LOTHAR HESS

Engenheiro Consultor — S. Paulo

RESÍDUOS LÍQUIDOS DAS INDÚSTRIAS — continuação

CAPÍTULO 21

Tratamento específico dos principais resíduos líquidos industriais

21.1. Engenhos de açúcar.

21.1.1. Origem dos resíduos.

Na indústria do açúcar encontram-se três tipos de resíduos líquidos: a) condensados das colunas barométricas dos cristalizadores; b) o melaço residual da cristalização; c) resíduos da filtração.

No atual estado da indústria de fermentação, o melaço não deveria ser considerado como um resíduo e sim como um subproduto, em virtude de se ter tornado matéria-prima para uma série extensa de manufaturas.

21.1.2. Características.

As águas provenientes das colunas barométricas são pouco poluídas e podem ser reutilizadas em ciclo fechado. O seu aspecto é de uma água clara, ligeiramente esverdeada e transparente, tendo um cheiro característico, de garapa; o seu pH varia entre 6 e 7,5; não contém sólidos em suspensão. Entre os materiais poluidores, encontram-se ácidos orgânicos voláteis em pequena quantidade, gás carbônico e baixos teores de sulfitos.

O melaço pode conter até 50% de hidratos de carbono, tendo ainda grande quantidade de proteínas, além de fibras e outras células vegetais, e geralmente tem cor pardacenta.

Os resíduos da filtração se originam nas indústrias em que a garapa é tratada em filtros contínuos a vácuo, em que não se consegue um bolo semi-sólido como o dos filtros-prensas. Os sólidos retidos nos feltros são removidos dos filtros contínuos com quantidades de água relativamente grandes.

21.1.3. Volume dos resíduos.

As águas empregadas nas colunas barométricas dos cristalizadores são utilizadas principalmente como refrigeração, de modo que a sua quantidade depende da temperatura da água recirculada.

Pode-se contar em média com 1 a 5 m³ de água de refrigeração para cada tonelada de cana de açúcar beneficiada; quanto ao melaço, o volume depende do grau de extração do açúcar. São obtidos 700 litros de garapa de 1 tonelada de cana, e podem ficar reduzidos a menos de 100 litros após a cristalização do açúcar.

21.1.4. Tratamentos já estudados.

As águas das colunas barométricas podem ser recirculadas praticamente indefinidamente, mediante tratamento efetuado por meio de aeração, com a finalidade de expulsar gases dissolvidos e para enriquecer o líquido de oxigênio, a

fim de evitar que se torne séptico. A aeração é feita comumente por meio de pulverizadores que atomizam a água na atmosfera, sendo recolhida em um tanque e retornada ao ciclo de fabricação.

Quando o pH cai abaixo de 7, pode-se proceder a uma neutralização com cal antes da aeração.

Esta operação é intermitente. Não se tem notícia de problemas de corrosão com estas águas.

Quanto ao melaço, tem sido empregado principalmente como mosto na fermentação etílica para produção de álcool e aguardente, na fermentação láctica para a produção de ácido láctico, como matéria-prima para a fabricação de fermento para panificação, e como agente de ligação de areias para fundição. Muitos outros usos têm sido preconizados, porém estes 4 são os mais frequentes.

No Brasil dificilmente se encontrará um engenho de açúcar sem a destilaria de álcool anexa. Existem mesmo indústrias de álcool que usam a garapa somente para fermentação, sem extrair previamente qualquer quantidade de açúcar.

As águas residuárias dos filtros rotativos a vácuo contêm grande quantidade de sólidos; costuma-se acumulá-las em tanques construídos em taludes de terra, onde se infiltra parte da água. O lodo é muito procurado pelos agricultores vizinhos, que o empregam como fertilizante.

21.1.5. Resultados esperados.

Com a recirculação dos condensados das colunas barométricas e a recuperação das águas-mães da cristalização do açúcar (melaço), cessam de existir os problemas de disposição de despejos de engenhos de açúcar. Aos resíduos da filtração, quando não encontram aplicação agrícola, pode ser dado o mesmo destino que a vinhaça (restilo) das destilarias (v. 21.2.4.).

21.2. Destilarias de aguardente e álcool.

21.2.1. Origem dos resíduos.

A aguardente ou o álcool são obtidos por destilação do mosto fermentado, geralmente oriundos das águas-mães da cristalização do açúcar. No caso de pequenas indústrias de aguardente a fermentação é feita diretamente da garapa.

Em ambos os casos o resíduo da destilação do mosto fermentado é um líquido retido na cuba dos alambiques ou das colunas de destilação. Os condensados são todos recuperados de maneira que aquele é o único resíduo líquido de importância que aparece nas destilarias.

21.2.2. Características dos resíduos.

A vinhaça, ou vinhoto, ou restilo, como se costuma chamar o resíduo da destilação, deixa as colunas de fracionamento em temperatura próxima à da ebulição da água, tendo cor castanha esverdeada, com grande turbidez, pH baixo, em volta de 4 ou menos, poucos sólidos sedimentáveis e DBO superior a 7 000 mg/l podendo chegar mesmo a 20 000. Contém ainda pequena quantidade de açúcar não fermentado. Encontra-se na vinhaça além disso, grande quantidade de substâncias orgânicas que podem entrar facilmente em fermentação, como dextrinas, melanoidinas, resinas, arabinose, amido, ácidos orgânicos, tais como ácido láctico, butírico, fórmico e acético, além de aminácidos. O teor de enxofre é bastante elevado, podendo chegar a 100 vezes aquele encontrado nos esgotos domésticos. O restilo entra rapidamente em putrefação, exalando odor insuportável de gás sulfídrico.

21.2.3. Volume dos despejos.

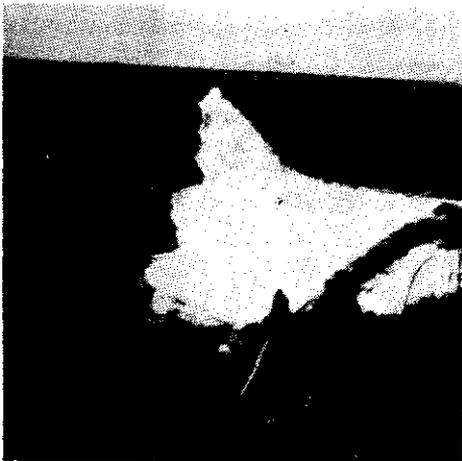
A quantidade de vinhaça residual da destilação pode variar em torno de 120 litros por tonelada de cana, de modo que a sua quantidade é razoavelmente pequena em face da produção de álcool, e pode ser submetida a uma série de tratamentos sem necessitar de unidades de grandes dimensões como acontece com despejos mais diluídos.

21.2.4. Tratamentos estudados.

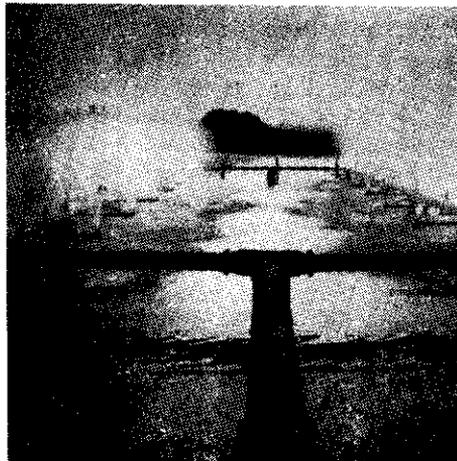
O Instituto Zimotécnico de Piracicaba, Estado de São Paulo, estudou durante mais de 10 anos todos os métodos de tratamento já recomendados para esse tipo de despejos. Os dois principais inconvenientes para os tratamentos são a sua elevada temperatura e o seu baixo pH, que exigem técnicas que tornam pouco práticos os processos convencionais de filtros biológicos, lodos ativados, digestão anaeróbia, e outros tratamentos biológicos. Por outro lado, a acidez elevada exigirá processos de neutralização muito dispendiosos para se obter um meio suscetível de tratamento biológico. Existe também o problema de corrosão das canalizações, equipamentos e construções civis. O Instituto achou que poucas seriam as indústrias capazes de aplicar com sucesso qualquer desses tratamentos e procurou outra solução, concentrando-se na disposição da vinhaça no solo. A irrigação dos canaviais foi a solução acertada, encontrada após vários anos de estudo. Inicialmente foi considerado o problema da temperatura, pois pela infiltração verificava-se a esterilização do solo, não podendo ser empregada também a aspersão agrícola com águas quentes.

Atualmente a irrigação dos canaviais com restilo é feita logo após a colheita da cana, sendo o resíduo conduzido aos sulcos feitos na terra entre as fileiras de cana. O líquido se evapora em parte, e parte penetra no solo enriquecendo-o de matéria orgânica; a atividade biológica do solo é eliminada, porém se restabelece depois de algumas semanas, sem dificuldade. Os canaviais irrigados com vinhaça se tornam mais produtivos do que os não irrigados, embora o rendimento de açúcar por tonelada de cana possa cair em alguns casos. Por outro lado tem-se encontrado um elevado teor de potássio nessas águas residuárias, de maneira que se recomenda irrigar a mesma área do canavial somente cada 4 anos.

Em Campos, RJ, está sendo efetuado o tratamento do restilo em três lagoas de estabilização. O despejo é conduzido da usina às duas primeiras lagoas, operadas em paralelo, por meio de um canal, no qual se verifica intensa decomposição anaeróbia, com desprendimento de H_2S e formação de espuma, tomando uma cor negra. O efluente de uma das lagoas é negro também, porém o da outra é verde e praticamente indoloro. A terceira lagoa recebe os efluentes das duas primeiras. Este conjunto de lagoas demonstra a viabilidade do tratamento deste tipo de despejos.



Irrigação de canaviais com restilo



Recuperação de água das colunas barométricas dos cristalizadores de açúcar.

21.2.5. Resultados.

Vários rios brasileiros, especialmente no Estado de São Paulo, há 10 anos atrás eram considerados perdidos devido ao seu elevado grau de poluição, degradação completa da qualidade das águas impedindo mesmo que elas fôssem utilizadas para fins de potabilização. Após a implantação do tratamento por irriga-

ção preconizado pelo Instituto, desapareceu por completo o problema, tendo havido total recuperação dessas águas. Atualmente resta apenas o problema das pequenas destilarias de aguardente que não possuem canalial próprio e que portanto não têm oportunidade de aplicar o processo.

21.3. Fábricas de Celulose.

21.3.1. Origem dos resíduos.

Nas autoclaves de cozinhamento dos cavacos de madeira, a lignina se solubiliza formando um líquido escuro, quase preto, denominado *lixívia negra*. Além deste despêjo ainda aparecem resíduos líquidos nas máquinas de lavagem da celulose.

21.3.2. Características dos resíduos.

Além do aspecto pouco agradável da *lixívia*, tem efeito desfavorável o cheiro forte deste líquido, assemelhando-se ao do *chulcrute*. O pH é elevado, podendo chegar a ultrapassar 11 unidades. Existe também grande quantidade de sólidos sedimentáveis, além de sabões, breu, mercáptans (tióis), terebentina e outros.

21.3.3. Volume dos despejos.

O total de resíduos líquidos da fabricação de celulose varia com o processo de cozinhamento utilizado, mas pode-se contar com cerca de 5 m³ por tonelada de celulose produzida, quando se faz a lavagem em contracorrente, a fim de reduzir o volume dessas águas residuárias. Geralmente não se leva a lavagem até um ponto de grande aprimoramento, podendo-se com isto reduzir mais ainda a quantidade de líquido a ser tratado.

21.3.4. Tratamento.

Nas fábricas de celulose pelo processo denominado do sulfato, e no processo da soda, costuma-se recuperar os ingredientes químicos pela evaporação e combustão da *lixívia* em caldeiras precedidas de evaporadores de 4 ou 5 estágios. Essas caldeiras podem produzir até mais de 1/3 do total de vapor empregado na indústria. Com este processo, 95% das substâncias poluidoras serão retiradas dos despejos finais. Os 5% restantes escapam à recuperação e têm que ser conduzidos em estado altamente diluído ao curso receptor. Nenhum tratamento prático foi encontrado até hoje para esta parte, a não ser o abandono, durante várias semanas, em lagoas de estabilização que têm que ter enormes dimensões, em virtude da ausência de fotossíntese e da temperatura relativamente elevada que as águas da lagoa tomam devida à absorção dos raios infra-vermelhos do sol. Processos utilizando filtros biológicos, lodos ativados, disposição sobre o solo, e outros, não têm tido sucesso consistente, mesmo com adição de substâncias nutritivas para os microrganismos, como seriam sulfato de amônio e fosfatos.

No caso da produção de celulose pelo sulfito de cálcio, a possibilidade de recuperação dos ingredientes químicos é muito limitada, e na maior parte dos casos as indústrias concentram a *lixívia* resultante, chegando-se em alguns estabelecimentos a secar completamente este resíduo. Processos recentemente aplicados, como fermentação dos açúcares da madeira, transformando-os em álcool etílico, álcool metílico e álcool butílico, têm dado resultado parcial, apresentando como vantagem a obtenção de produtos de valor comercial, como o fermento produzido por *Tórula útilis* (v. 20.6.1.).

Tanto no caso da celulose pelo processo sulfato, quanto no pelo processo do sulfito, o máximo de redução da DBO que se tem conseguido de maneira constante está em volta de 75%.

21.4. Fecularias.

21.4.1. Origem dos resíduos.

Nas fecularias procura-se extrair o amido existente nas raízes ou sementes, separando-a da matéria nitrogenada, normalmente constituída de glúten. Esta

operação é obtida pela lavagem dos grãos ou tubérculos moídos, sendo que o amido sedimenta rapidamente, deixando um sobrenadante, com as matérias proteicas dispersas na água.

Este despejo constitui a parte mais importante dos resíduos líquidos.

21.4.2. Características dos resíduos.

As águas servidas das fecularias são provenientes de duas operações: (a) as águas da lavagem e descascamento dos tubérculos ou dos grãos, e (b) as águas da extração do amido, sendo estas constituídas de soluções e suspensões de matéria nitrogenada (amigdalina). Tanto no caso de amido de batatas, quanto contém ainda ácido cianídrico formado por uma ação enzimática sobre a matéria nitrogenada (amigdalina). Tanto no caso das de amido de batatas, quanto no de mandioca, milho e outros produtos vegetais, o teor de nitrogênio e fósforo dos resíduos geralmente é suficiente para manter a vida de micorganismos para fins de tratamento biológico. O pH das águas proteicas está situado entre 4,5 e 6,5; a DBO varia entre 1 500 e 30 000 mg/l.

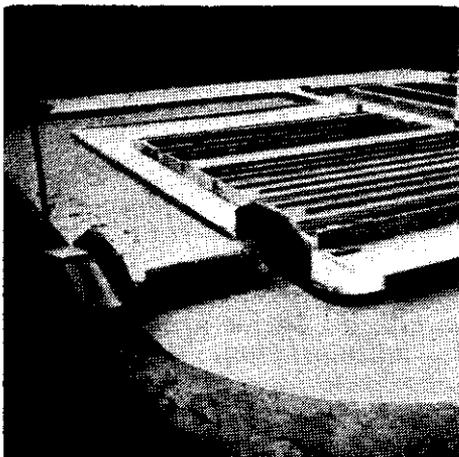
O ácido cianídrico, quando presente, encontra-se em teores entre 10 e 250 mg/l. A quantidade de sólidos sedimentáveis é considerável, podendo ir de 5 a 50 ml/l. O aspecto dos despejos é esbranquiçado, às vezes marrom, e tem elevada turbidez, até 3 000 mg/l de SiO_2 . O cheiro às vezes é ácido característico, proveniente da decomposição da matéria nitrogenada.

21.4.3. Volume dos despejos.

O volume das águas residuárias das fecularias depende muito da quantidade de água de lavagem, mas pode-se fixar em cerca de 2 a 4 m³ por tonelada de matéria-prima manipulada. O volume relativo ao resíduo proteico corresponde a cerca de 1/5 do total, porém a concentração desta parcela é 3 vezes maior do que a das águas de lavagem.

21.4.3. Tratamento.

A literatura a respeito do tratamento das águas residuárias provenientes das diversas indústrias de extração de amido é muito reduzida. Entretanto tanto os despejos de fecularias utilizando raízes quanto os de indústrias de derivados do milho, nas poucas instalações existentes, têm sido tratados por processos biológicos convencionais, especialmente em filtros biológicos e tanques de lodos ativados, na maioria das vezes sem pré-tratamento. Têm sido aplicados filtros intermitentes de areia e recentemente, para despejos de fecularias de mandioca, valos de oxidação sem pré-tratamento de nenhuma espécie. Em todos os casos a redução do DBO tem sido relatada superior a 90%, havendo casos de redução de 96% e mesmo mais.



Valo de oxidação para o tratamento de águas proteicas de fecularias de mandioca.

Os efluentes do tratamento geralmente são turvos, porém sob o ponto de vista estritamente sanitário, tal fato não tem importância significativa.

21.5. Cervejarias.

21.5.1. Origem dos resíduos.

Raramente uma cervejaria tem a sua própria maltaria. As águas residuárias da malteação da cevada provêm principalmente da lavagem e molhamento do cereal.

Na cervejaria propriamente dita, os resíduos líquidos provêm em sua maioria das máquinas de lavagem de garrafas. Outras fontes de despejos são a lavagem das dornas de fermentação, o bôlo das centrífugas e dos filtros-prensas e as descargas periódicas das máquinas de pasteurização.

21.5.2. Características dos resíduos.

Os despejos das maltarias têm turbidez e cor não muito elevadas, com grãos de cevada em suspensão, além de sólidos sedimentáveis provenientes das impurezas da matéria prima. O pH se situa entre 7 e 8, podendo chegar a 10 ou 11 em curtos espaços de tempo, durante a lavagem dos tanques de molhamento com soda cáustica. A DBO depende do volume de água utilizado, e varia entre 400 e 1500 mg/l, provindo principalmente de legumina, fibrina, maltose e arabinose.

Os despejos das cervejarias contêm restos de papel dos rótulos das garrafas, amido, dextrina, restos de lúpulo cozido, fermento decantado ou centrifugado, terra de diatomáceas, carvão ativado, albuminas e uma pequena quantidade de cerveja proveniente dos interstícios do fermento rejeitado e das garrafas que se quebram durante a pasteurização.

O pH está em volta de 6,4 a 7,5 e a DBO se situa entre 1 000 e 2 000 mg/l.

21.5.3. Volume dos despejos.

A malteação consome de 4 a 8 m³ de água por tonelada de cevada. As descargas são intermitentes.

A fabricação de cerveja consome em média 20 litros de água por litro de cerveja, havendo estabelecimentos que gastam apenas 8, chegando em outros a 40 litros por litro do produto. A quantidade de despejos depende muito do grau de sujeira das garrafas devolvidas.

21.5.4. Tratamento.

As águas residuárias das maltarias e das cervejarias contêm materiais que poderiam ser recuperados com facilidade antes de serem incorporados ao esgoto, especialmente os grãos de cevada e os fermentos, que poderão ser empregados como ração para animais ou até mesmo para a alimentação humana. O fermento seco pode ser utilizado como medicamento, devido ao seu elevado teor de complexo vitamínico B. Com isto seria diminuída a concentração dos efluentes, facilitando o seu tratamento.

O tratamento dessas águas residuárias pode ser feito por processos semelhantes aos empregados no tratamento de esgotos domésticos, sendo às vezes precedido de precipitação química com silicato de sódio, ou sulfato ferroso e cal, para aliviar a parte biológica. As cervejarias situadas na zona rural poderão fazer o tratamento por irrigação após tratamento com cal e decantação.

Se a fábrica estiver na zona urbana, os despejos poderão ser recebidos sem inconvenientes pela rede de esgotos urbanos, na proporção de 5 a 10%.

Últimamente tem sido recomendado o tratamento por lodos ativados de preferência sobre os filtros biológicos. As instalações geralmente são de grande porte, devido ao grande volume e elevada concentração dos despejos.

21.5.5. Resultados.

O tratamento biológico pode dar um efluente de baixa turbidez (inferior a 50 mg/l de SiO_2), incolor. A redução de DBO poderá ser superior a 85%. O lodo pode ser digerido e secado como lodo dos esgotos sanitários, e serve como adubo. Frequentemente esse lodo pode ser secado sem digestão, pois a pobreza em matéria sulfurada evita a geração de maus odores.

21.6. Fábricas de papel.

21.6.1. Origem dos resíduos.

As fábricas de papel que não tenham sua própria produção de celulose, têm águas residuárias oriundas praticamente apenas das máquinas de papel. As águas utilizadas nos moinhos, holandesas, tanques de massa e nas cabeceiras das máquinas, provêm de recirculação e ficam incorporadas à massa, não produzindo despejos. Nas modernas fábricas de papel a água limpa só se usa nos chuveiros de lavagem das lonas das máquinas contínuas, e grande parte desta provém da recirculação.

21.6.2. Características dos resíduos.

As águas residuárias das fábricas de papel sem produção própria de celulose têm composição dependente da matéria prima. Além das fibras muito curtas, que não são retidas nos recuperadores de tela habituais (recuperadores "Bird"), os resíduos líquidos contêm as sujidades das aparas de papel ou da celulose utilizada, além de pequenas quantidades de amido, caulim, sabão de breu, corantes e outros ingredientes incorporados ao produto.

As fábricas de papéis brancos finos, que só empregam celulose alvejada e aparas de tipografias, praticamente só tem fibras de celulose em suspensão. Em oposição, as fábricas de artefatos de papel ou papelão de padrão menos exigente, e que empregam como matéria prima o papel catado do lixo, têm águas residuárias carregadas de matéria orgânica e são contaminadas com microrganismos banais e às vezes patogênicos. O produto, quando secado ao ar, como o fazem muitas indústrias pequenas, chega às vezes a fermentar e exalar mau cheiro.

Condições intermediárias são encontradas nas fábricas de papéis coloridos para embrulho, nas que empregam papel de jornal destintado, e nas que produzem papéis de cor natural, a partir de celulose bruta (não alvejada).

O pH dos resíduos costuma ser o mesmo da água utilizada no processo, em volta de 5,5. A DBO, a não ser no caso do emprêgo de papel de lixo, costuma ser baixa, inferior a 20 mg/l. O principal fator de poluição nêstes casos são as fibras curtas, constituindo sólidos em suspensão (nem sempre sedimentáveis) que podem chegar a mais de 50 ml/l, e que devem ser consideradas como perdas de matéria prima. Além disto, esta celulose finamente moída se agarra às guelras dos peixes, impedindo a absorção de oxigênio e provocando a sua morte. É um fator muito mais importante que a DBO, no caso.

21.6.3. Volume dos despejos.

Ver 1.ª parte, item 19.5.

21.6.4. Tratamento.

Conforme o tipo de despejo, são recomendados três métodos de tratamento:

- Tratamento biológico
- Descoramento
- Recuperação de fibras

O tratamento biológico se aplica apenas aos despejos de fábricas que empregam papel catado do lixo ou das ruas.

O descoramento é feito quando a fabricação é de papéis coloridos, em que se perde parte do corante. As fibras recuperadas são coloridas e removem do despêjo a maior parte do corante. Praticamente todos os corantes utilizados na indústria de papel são destruídos por cloração, sendo o cloro geralmente adicionado ao efluente final sob a forma de hipoclorito de sódio.

A recuperação de fibras muito finas dificilmente se consegue por decantação. Apesar de o peso específico absoluto da celulose ser muito superior ao da água (1,4 g/ml), o seu peso específico aparente é próximo ao da água. Há inúmeros processos de recuperação dessas fibras por coagulação, sedimentação simples, filtração a vácuo e outros. Porém sem dúvida nenhuma a flotação é o tipo de recuperação que tem dado os melhores resultados, sob o ponto de vista técnico e econômico. O tipo de equipamento empregado é o tanque de Sveen-Pedersen, com patente já perempta, de fácil construção e operação (v. 20.5.1.).

Com exceção do tratamento biológico, que em cada caso deve ser analisado, os demais tratamentos, via de regra, dão efluentes de padrões aceitáveis, ou mesmo melhores do que os da água bruta de abastecimento, de modo que é um erro não recircular essas águas residuárias, ou pelo menos parte delas. Em fábricas de papel que antes nunca se preocuparam com o problema, tem sido possível recircular de 60 a 90% das águas residuárias, com economia significativa no custo de produção.

21.6.5. Resultados.

Com os tratamentos indicados é lícito considerar que os efluentes sejam transparentes, incolores e de baixa DBO, não produzindo inconvenientes nos cursos receptores.

21.7. Indústria têxtil (fiações, tecelagens, tinturarias, estamparias).

21.7.1 Origem dos resíduos.

Dificilmente se encontra uma indústria com necessidade de água de padrões tão exigentes quanto a dos tecidos. Na América Latina, as fibras mais empregadas, são a lã e o algodão em primeiro lugar, vindo após a sêda natural, o linho e as fibras sintéticas. Neste curso vamos nos limitar à lã e ao algodão.

As águas residuárias dos lanifícios provêm principalmente da lavagem da lã, que contém grande quantidade de impurezas; estas quase sempre ultrapassam de muito o peso das fibras beneficiadas, havendo casos em que se têm encontrado 20% de fibras limpas, até 23% de umidade e mais de 50% de impurezas (terra, gordura e resíduos da transpiração).

As águas residuárias dos cotonifícios provêm principalmente do alvejamento, que ao mesmo tempo remove as cêras, ácidos graxos e proteínas que recobrem as fibras. Esta operação, ao contrário do caso da lã, geralmente é efetuada após a confecção do tecido.

Uma vez pronto o fio ou o tecido, ainda aparecem águas residuárias nos beneficiamentos seguintes, como a mercerização do algodão, alvejamento, tingimento, estampagem e engomagem.

21.7.2. Características dos resíduos.

As águas de lavagem da lã são as mais poluídas de toda a indústria têxtil. A primeira lavagem de lã é feita com água fria, dissolvendo-se os constituintes da transpiração, como sabões potássicos dos ácidos oleico, esteárico, acético e valerianico, além de cloretos, fosfatos e sulfatos de amônio, sódio e potássio. Em seguida a segunda lavagem é feita com lixívia quente contendo sabão, soda cáustica e amoníaco, que dissolvem a gordura (lanolina). As águas residuárias contêm cerca de 10 g/l de lanolina, 12 g/l de sólidos em suspensão e 7 g/l de alcalinidade. A DBO média é de 5 500 mg/l, podendo variar de 1 200 a 22 000.

Têm sido empregados outros processos de lavagem de lã, com menor uso de água, como a extração por solventes, congelamento, detergentes e outros,

visando principalmente à recuperação da lanolina, que é um subproduto de elevado valor comercial.

As águas do beneficiamento inicial do algodão contêm ácidos orgânicos, cêras, resinas, amido e glúten, além dos ácidos ou álcalis empregados no processo.

No alveijamento podem aparecer águas alcalinas, contendo carbonato de potássio ou cal, assim como águas ácidas, contendo sulfitos, bissulfitos e hidrosulfitos. Se o alveijamento fôr feito com gás sulfuroso, a quantidade de despejos é muito pequena. Maior importância deve-se dar aos despejos do alveijamento oxidativo, por meio de cloro ou de água oxigenada, em que parte da celulose pode entrar em solução sob a forma de oxixelulose.

As águas residuárias alcalinas de alveijamento têm cor castanha escura, com cheiro de lixívia. As da cloração são brancas leitosas, alcalinas, contendo grande quantidade de sólidos em suspensão, além de cloro residual. As da lavagem ácida têm baixo pH e são turvas e esbranquiçadas. Há em todos os casos ainda águas de lavagem, de iguais constituintes, mas de concentração mais baixa. Contêm muitas fibras.

As águas residuárias do tingimento, além das fibras que se despreendem do tecido ou dos fios, contêm ainda restos de corantes, além dos mordentes, sais metálicos, tanino, sabões, etc.

A DBO desses resíduos do tingimento e do alveijamento é relativamente baixa, da ordem de 100 a 200 mg/l, porém o seu inconveniente principal está no pH, nos corantes e nos sólidos em suspensão.

21.7.3. Volume dos despejos.

Podem ser consideradas as seguintes quantidades médias:

- lavagem da lã — 10 m³ por ton de lã
- alveijamento — 40 a 50 m³ por ton de tecido
- tingimento — 70 a 100 m³ por tonelada de produto.

21.7.4. Tratamento.

Nos lanifícios considera-se em primeiro lugar a recuperação de lanolina, obtida por acidificação do despejo até pH 4,5 com ácido sulfúrico, quando os ácidos graxos livres sobem à superfície, sendo removidos mecânicamente. Também tem sido empregada a flotação. As águas residuárias são neutralizadas com cal, decantadas e, se necessário, podem ser submetidas sem dificuldade ao tratamento biológico convencional, aeróbio ou anaeróbio.

As águas residuárias do alveijamento são acidificadas até pH 6, e em seguida floculadas com sulfato de alumínio, ou até pH 4,5, e em seguida submetidas à flotação. Se o tratamento fôr feito após o tingimento, os despejos resultam quase que incolores, pelo cloro ou pela floculação. Os efluentes, contendo matéria orgânica coloidal e dissolvida, podem ser tratados biologicamente em filtros intermitentes de areia. O excesso de cloro pode ser eliminado pela adição de tiosulfato de sódio.

As águas residuárias do tingimento podem ser decoloradas como foi descrito nos itens 20.4.2 e 20.5.2, sendo depois neutralizadas.

O processo da estampagem propriamente dito não resulta em despejos líquidos, a não ser quando são empregados corantes que exigem revelação (estampagem indireta). As águas residuárias aparecem em outras operações preparatórias, como na lavagem, no alveijamento, na mercerização e em outros.

As águas residuárias da indústria têxtil que não lança mão de alveijamento nem de tingimento são relativamente inofensivas aos cursos de água.

21.7.5. Resultados.

Os tratamentos preconizados para os resíduos líquidos da indústria têxtil dão como resultado efluentes incolores, de baixa turbidez, neutros e isentos de corantes tóxicos e de gorduras.

(Continua)