

## O TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS: UMA PERSPECTIVA A PARTIR DA FABRICAÇÃO DE OVOS LÍQUIDOS PASTEURIZADOS

Gabriela Paula Vieira Dalmora<sup>1</sup>, Marcelo Hemkemeier, Pâmela Tenroller München<sup>2</sup>

*Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo,, Brasil (150800@upf.br)  
Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo,, Brasil*

Este trabalho traz o panorama geral da legislação federal e estadual para ao tratamento de efluentes industriais e sua perspectiva em uma produção de ovos líquidos pasteurizados resfriados, comercializados na forma integral, clara ou gema. Apresentando o dimensionamento da ETE e seus processos operacionais, apresenta alternativas para a reuso dos resíduos gerados, operações unitárias para padronização da operação e aumento da eficiência, como também, análise do efluente gerado.

*Palavras-chave:* Ovos . Pasteurização. Resfriamento. Efluentes. Tratamento.

### 1. Introdução

A água para abastecimento humano está tendo que ser captada cada vez mais longe dos locais onde é consumida e por isso a poluição dos mananciais é uma questão crítica e emergente, ainda mais se levarmos em consideração que, quase 30% dos domicílios brasileiros ainda não têm saneamento adequado e que o desenvolvimento industrial cresce exponencialmente, gerando um volume cada vez maior de resíduos dos processos produtivos (IBGE, 2015).

Estações de tratamento conseguem, através de processos químicos e biológicos de decomposição, impostos pelo padrão de saúde da Resolução CONAMA nº 357/2005, tratar os esgotos e efluentes (SANESUL, 2020).

Atualmente, efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados nos corpos d'água após devido tratamento e atendendo as condições estabelecidas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2020).

Historicamente, e ainda hoje, é quase impossível imaginar qualquer tipo de indústria na qual a água não seja utilizada e mesmo que o volume seja equivalente a cerca de 10% do total de retiradas, os impactos sobre a qualidade dessa água são significativos e crescentes, como no caso de contaminantes biológicos; compostos químicos, como solventes e agrotóxicos orgânicos e inorgânicos, bifenilos policlorados (PCBs), amianto; metais, como chumbo, mercúrio, zinco, cobre; nutrientes, como fósforo e nitrogênio; matéria em suspensão, particulados e sedimentos; alterações térmicas por descargas de efluentes de água utilizada para resfriamento; produtos farmacêuticos e de

cuidados pessoais, etc. Sendo as indústrias responsáveis pelo lançamento de 300 a 400 milhões de toneladas de metais pesados, solventes, lodo tóxico e outros tipos de resíduos em corpos d'água em todo o planeta (ANA; PNUMA, 2013, p.17)

O documento Indicadores de Desenvolvimento sustentável que revela padrões como a DBO, que reflete o conteúdo de matéria orgânica do corpo hídrico, apresentou valores médios anuais altos e oscilantes ao longo do tempo para a maioria dos rios aferidos, indicando que as medidas de controle e redução da poluição hídrica ainda não surtiram efeito. E outro fator alarmante é que os valores de IQA (Índice de Qualidade das Águas) em nenhum destes rios atingiu nível considerado ótimo (acima de 80), o que revela que o Tratamento de Efluentes 2 ainda é um tema que precisa ser amplamente estudado e abordado, a fim de amplificar seus efeitos e garantir a qualidade da água e do tratamento de efluentes no país (IBGE, 2012, p.66).

O objeto de estudo do presente trabalho é uma indústria produtora de ovos líquidos pasteurizados resfriados, os chamados “ovo produtos” que são, conforme o Regulamento 853/2004 – Seção X do anexo III- produtos resultantes da transformação dos ovos ou de vários componentes ou misturas de ovos ou ainda de outra transformação desses mesmos produtos (PARLAMENTO EUROPEU, 2004, p. 13).

Conforme a Base de Dados de Segurança Alimentar da União Europeia, a principal fonte contaminadora bacteriana do ovo é a própria casca. Portanto, com a correta higienização da mesma anteriormente à quebra, este fator fica quase descartado. Porém, ainda existe o risco de contaminação física do produto, por algum resíduo ou

mesmo pedaço de casca, e por isso, a manipulação segura desta matéria prima deve envolver algum meio de filtragem. Logo em seguida o procedimento é a pasteurização, isto é, submeter o alimento a altas temperaturas, com o objetivo de eliminar todos microorganismos patogênicos. Normalmente o alimento é submetido a uma temperatura entre 64°C e 65°C durante 2 a 4 minutos, sendo a temperatura um fator essencial de qualidade, envolvendo cuidado para que não ocorra desnaturação e precipitação das proteínas, uma vez que estas perdem facilmente a sua estrutura tridimensional ficando as suas funcionalidades alteradas. Quando a pasteurização não é efetuada logo após a quebra, o ovo líquido deve ser submetido a um arrefecimento rápido a 7°C (45°F). Uma vez conseguida uma massa homogênea e livre de bactérias esta deve ser arrefecida e submetida de imediato ao embalamento. O transporte deve processar-se a temperaturas de refrigeração ou congelamento. Os parâmetros seguros de composição do ovo líquido são apresentados na tabela 1 (QUALFOOD, 2020).

Tabela 1: Parâmetros de Qualidade do Ovo Líquido

	Ovo inteiro líquido	Gema líquida
Sólidos Totais	24,5%	45%
Gorduras	9,5-10%	26% mínimo
Proteínas	11% mínimo	12% mínimo
Total de Fungos e leveduras	Menos de 1500 colônias/grama	Menos de 1500 colônias/grama
Salmonellas	Ausência em 20g	Ausência em 20g
Escherichia coli	Ausência	Ausência
Outros patogênicos	Ausência	Ausência

Fonte: (QUALFOOD, 2020).

Outro fator importante de análise é a atividade da alfa-amilase que é uma enzima presente na gema do ovo, cuja atividade é destruída se o produto sofrer um tratamento térmico de 64,4°C durante 2,5 min. Do mesmo modo, a mais resistente das salmonelas é destruída quando ovos inteiros líquidos são submetidos a processos de tratamento por ação da 3 temperatura, como é o caso da pasteurização, e assim pode-se indicar se o produto sofreu um tratamento térmico adequado. Consequentemente, se a matéria prima estiver dentro dos padrões de segurança, dificilmente, os resíduos gerados a partir da produção da mesma, serão contaminados (QUALFOOD, 2020).

Claramente, após as explicações anteriores, entende-se que o investimento para implantação de sistemas de tratamento de efluentes líquidos se tornou

indispensável e esta obrigatoriedade gerou um custo adicional para as indústrias. Por outro lado, o tratamento criou possibilidades, como o reaproveitamento dos próprios efluentes ou então de seus subprodutos para os mais variados fins. Assim, o aumento da eficiência do processo é fundamental, visto que os processos produtivos estão em constante transformação, buscando aumento da produtividade, e da mesma forma, os efluentes também sofrem alterações consideráveis, que podem danificar equipamentos defasados ou diminuir a qualidade do processo.

O presente trabalho objetiva apresentar um panorama geral sobre o tratamento de efluentes industriais no país, comparando com o processo realizado por uma indústria produtora de ovos líquidos pasteurizados resfriados, ainda em fase inicial de implantação, no interior do Rio Grande do Sul, visando a otimização dos processos unitários realizados na Estação de Tratamento, bem como, o aumento da eficiência dos processos. Para tanto, num primeiro momento, são apresentadas, de forma geral, as leis e normas que fundamentam o tratamento de efluentes industriais no país e no Estado. Posteriormente é descrito o empreendimento e suas atividades, incluindo o detalhamento sobre o sistema de tratamento dos efluentes e as operações realizadas para eficiência e controle do mesmo. Por fim são apresentadas alternativas para a reutilização dos subprodutos gerados pelo processo e as conclusões obtidas com a pesquisa.

## 2. Legislação aplicada ao tratamento de efluentes industriais

Todas as indústrias são responsáveis pelo tratamento da água e de seus efluentes e o Código das Águas, criado em 1934, a partir do Decreto 24.643, foi o primeiro a abordar o assunto e a Lei das Águas, Lei 9.433/97, atualizou o tema, definindo os padrões de qualidade das águas que receberão os efluentes tratados (OPERSAN, 2013).

A maior preocupação em relação ao tratamento de efluentes recai sobre as indústrias pelo fato de utilizarem quantidades muito grandes de água em diversos processos e setores, como mostra um estudo da Agência Nacional de Águas, que revela que os ramos industriais que mais demandam recursos hídricos são os setores de alimentos, bebidas, papel, celulose e produtos de papel, metalurgia, produtos químicos e biocombustíveis, responsáveis por 85% da retirada de água e por 90% do consumo do recurso pela indústria da transformação (ANA, 2019).

Tanto no Brasil como em outros países do mundo, a lei ambiental regula o descarte de resíduos líquidos sobre os chamados corpos d'água com o intuito de limitar a carga poluidora encaminhada a natureza,

levando em consideração a classe da água onde esse efluente é descartado. Assim, a maior parte das empresas idôneas e regulamentadas segue a legislação federal, que no ano de 2011, foi modificada a partir da resolução nº 430, de 13 de maio que classifica os corpos de água e traça outras diretrizes ambientais, como as condições para o lançamento de efluentes. O objetivo é complementar (e alterar parcialmente) a resolução anterior, nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA (TERA, 2015).

Já as Leis estaduais variam de acordo com cada região do país, sendo que no Rio Grande do Sul, segue-se a regulamentação do CONSEMA- Conselho Estadual de Meio Ambiente, Resolução 372/2018, que dispõe sobre os empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, passíveis de licenciamento ambiental no estado, destacando os de impacto de âmbito local para o exercício da competência municipal no licenciamento ambiental (SEMA, 2018).

A Resolução CONSEMA nº 355/2017 dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul e fixa os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no estado. No seu Artigo 2º, inciso XVIII define como efluentes líquidos de fontes poluidoras: despejo líquido oriundo de atividades industriais, de drenagem contaminada, de mineração, de criação confinada, comerciais, domésticas, públicas, recreativas e outras. Já no inciso XIX do mesmo artigo define efluente líquido industrial como o despejo líquido resultante de qualquer atividade produtiva, oriunda prioritariamente de áreas de transformação de matérias primas em produtos acabados (CONSEMA, 2017).

É importante que a indústria saiba exatamente qual o seu tipo de efluente, qual o tipo de tratamento necessário e como se enquadrar na legislação, tanto para saber quais são seus direitos e deveres, quanto para obter o licenciamento ambiental e evitar multas e penalizações. Isso porque a fiscalização das empresas por órgãos ambientais é intensificada de acordo com o grau de poluição ou volume de efluentes lançados (OPERSAN, 2013).

### 3. O empreendimento

As informações a seguir foram obtidas a partir do detalhamento dos proprietários e por exigência dos responsáveis legais pela empresa, o nome da mesma não será divulgado neste trabalho.

O empreendimento trata de um conjunto de granjas que decidiu iniciar a produção de ovos líquidos pasteurizados resfriados e ovo desidratado (ovo em pó). Foram três anos de planejamento até que, em fevereiro de 2020 iniciaram-se os primeiros testes do processo produtivo e o trabalho contábil/ fiscal.

Analisando o investimento inicial para produção, decidiu-se aguardar o pleno estabelecimento da indústria no mercado, para então iniciar a construção do setor de fabricação de ovos desidratados (ovos em pó). A estimativa a partir de então, é que em meados de 2022 seja dado a pontapé inicial deste nicho da empresa.

Atualmente conta-se com nove funcionários e mais alguns terceirizados que comparecem regularmente ao estabelecimento. Porém, a capacidade total de funcionários será de 48 pessoas.

A área total do empreendimento é de 7,85 hectares, sendo 3 construídos e 4,85 não construídos. O regime de operação é de oito horas e dezoito minutos, em 3 turnos de trabalho.

Assim que atingir a plena produção, a indústria produzirá 60 toneladas ao dia, comercializando o produto fabricado em embalagem cartonada de 1 kg, embalagem galão PEAD de 5 kg e embalagem bag de 10 kg. A produção será dividida entre ovo integral pasteurizado resfriado (clara e gema juntas), clara pasteurizada resfriada e gema pasteurizada resfriada.

A empresa é de pequeno porte e de médio impacto ambiental, portanto, recebeu licenciamento via Prefeitura Municipal, onde o Departamento de Meio Ambiente emitiu a Licença de Operação.

#### 3.1 Processo Produtivo

A matéria-prima chega de diferentes fornecedores e cada um fornece os ovos com uma cor específica de caixa, facilitando a posterior rastreabilidade e identificação em lotes. No momento de chegada, o primeiro passo é a pesagem. Logo após, o material vai para as câmaras de armazenamento, onde os pallets são identificados e separados entre as salas 1, 2 e 3. Depois, a matéria-prima vai para a sala de transferência, onde é feito o abastecimento da máquina quebradora de ovos, através de uma esteira. Assim que os ovos passam pela esteira, vão para a sala de pasteurização, onde a quebradora realiza dois procedimentos numa só vez (quebra e separação dos ovos). É possível selecionar o modo de operação do equipamento, possibilitando a obtenção de gema, clara e de ovo integral. Isso é possível através da operação de filtragem, onde o filtro 1 dá origem a clara, 2- gema e o terceiro, ovo integral. Após o processo de

filtragem, o material vai para o resfriador, onde é de suma importância a perícia constante do operador, pois a partir dali, o material não pode sofrer variações bruscas de temperatura, o que poderia representar risco alto de contaminação.

Depois, o produto é armazenado em tanques, separadamente (1,2,3 e 4), seguindo então para a homogeneização, para obtenção de um material com menos turbidez e com uniformidade. Depois o material chega ao pasteurizador, onde passa pela pasteurização com temperatura específica para cada material.

Etapa do Processo Produtivo	Operações
Recepção de matéria prima	Recepção e pesagem.
Câmaras de armazenamento 1, 2 e 3	Armazenamento e identificação dos pallets e caixas de matéria-prima.
Sala de transferência	Abastecimento da quebradora de ovos (esteira).
Sala de pasteurização	Quebra e separação dos ovos (quebradora).
Filtros 1, 2 e 3 – clara, gema e integral	Filtragem.
Resfriador	Resfriamento.

### 3.2 Estação de Tratamento de Efluentes

A resolução CONSEMA n° 355/2017, dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul e no artigo 2º, inciso XXIV define:

Estação de Tratamento de Efluentes: conjunto de unidades implantadas com a finalidade de reduzir a carga poluidora e consequente enquadramento nos padrões de emissão fixados (CONSEMA, 2017, p.3).

Costa (1995, pág 1) descreve a calha Parshall como medidor de Parshall e relata que o equipamento foi idealizado por R. L. Parshall, engenheiro do Serviço de Irrigação do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. O objetivo principal era a irrigação, sendo os de menores tamanhos para regular a descarga de água distribuída às propriedades agrícolas, e os maiores para serem aplicados aos grandes canais de irrigação. Os componentes são a secção convergente ou

Na sala de envase o produto é armazenado separadamente, em três tanques e depois é acondicionado nas respectivas embalagens, indo então para a sala de paletização, onde são montados os pallets. Nas câmaras de armazenamento 1 e 2 são armazenados os materiais embalados e também, as contra provas. Por fim, na antecâmara de expedição, são colocados os produtos para carregamento, conforme a demanda.

A tabela 2 explicita as operações realizadas em cada etapa do processo de produção do empreendimento.

Tabela 2: Operações do processo

Homogenizador	Homogeneização.
Pasteurizador	Pasteurização.
Sala de envase	Armazenamento de produto pronto (tanques 1, 2 e 3); -Envase em embalagem cartonada de 1 Kg, envasadora galão 5Kg e envasadora Bag 10Kg.
Sala de paletização	Montagem dos paletes com produto acabado para expedição.
Câmaras de armazenamento de produto acabado 1 e 2	Armazenagem de produto acabado e contraprova.
Antecâmara de embarque	Expedição dos produtos.

entrada, seção estrangulada ou garganta e seção divergente ou saída. A primeira seção é formada por duas paredes verticais e convergentes e com o fundo em nível. Em estações de tratamento de efluentes, calhas Parshall são utilizadas para medir a vazão ou então com a finalidade secundária de atuar como misturador de produtos químicos. Normalmente elas são empregadas no início e no fim do processo, atuando como medidor de entrada e de saída (ALFAMEC, 2020).

Em uma indústria, o volume de efluente gerado diariamente logo alcança grandes quantidades, portanto é necessário utilizar um armazenador para estes líquidos. Este é o caso do tanque pulmão, que desempenha a função de estocar diversos produtos em qualquer etapa de produção, sendo uma forma segura e eficaz de armazenagem (FENOX, 2019).

O início do processo de suspensão dos sólidos presentes nos efluentes líquidos ocorre a partir da floculação, que acontece no flotador, dividindo-se em etapa física e química. Na etapa física são injetadas micro bolhas de ar que se fixam e promovem a ascensão das partículas, permitindo a remoção através das pás

raspadoras do equipamento. Já o processo químico diz respeito à adição de produtos químicos para a regulagem do pH e facilitação do processo de suspensão de sólidos, sendo que a coagulação/floculação/flotação inicia no tanque de mistura rápida (tanques de equalização) ou na própria tubulação que alimenta o decanter, sendo que estes tanques criam condições para que, em segundos, o coagulante seja distribuído por toda massa líquida, devido aos agitadores (COIMBRA, 2012).

O decanter recebe o material com alta turbidez e é projetado justamente para diminuir a turbidez da água presente na forma de sólidos em suspensão. O efluente é recalçado até o decantador por auxílio de bombas e ao chegar no equipamento, toda partícula sólida com densidade superior ao da água decanta até o fundo do equipamento. A retirada de lodo ou excesso de sólidos ocorre através da abertura de uma válvula gaveta. Assim o lodo pode ser descartado ou utilizado em alguma finalidade e o restante de líquidos do processo vai para o processo biológico (ALFAMEC, 2020).

O processo biológico de degradação ocorre em tanques onde a atividade dos microrganismos permite que a biodegradação ocorra muito mais rápido do que em ambiente aquático natural (BERNARDES, SOARES, 2005).

Neste contexto, sistemas biológicos com lagoas de estabilização são muito utilizados no Brasil, pois apresentam vantagens como área disponível, clima, custo competitivo de implantação e operação simples do sistema. Porém, como desvantagens, podem ser citadas as 8 grandes quantidades de algas no efluente final, a baixa eficiência na remoção de nutrientes e a liberação de odores em sistemas anaeróbios (MEDEIROS, 2011).

Segundo Sperling (2002), lagoas anaeróbicas apresentam redução de DBO em 50% e 70%, porém a DBO ainda pode ser considerada alta, necessitando avaliação, perícia e, em alguns casos, tratamentos posteriores.

O sistema de tratamento foi dimensionado por um Engenheiro Ambiental, através de um projeto específico para as necessidades da indústria. Ele é composto por uma calha Parshall, uma caixa de recepção de alvenaria com 6,4m<sup>3</sup> de volume útil, uma peneira de aço com limpeza mecanizada e abertura de tela de 5 mm, uma bomba de sucção e recalque do efluente bruto de tipo helicoidal e vazão de 10,0 m<sup>3</sup>/hora, dois tanques de equalização cilíndricos com volume útil de 107,44m<sup>3</sup> (diâmetro: 6m, raio: 3m, altura útil: 3,8m e altura total: 4,0m), contendo misturadores de 3KW de potência, rotor de 1000mm e capacidade de mistura de 100m<sup>3</sup>, um flotor com capacidade para 100m<sup>3</sup>/h de vazão de trabalho e um desidratador de lodo

(decanter) com cilindro de 250mm e potência de 7,5 KW.

Os processos biológicos e à digestão anaeróbica consistem, basicamente, na estabilização da matéria orgânica, pela ação das bactérias anaeróbicas, que é convertida em metano e compostos inorgânicos. Esta fase do processo ocorre dentro de uma estrutura de aço inox (tanque pulmão), com capacidade para 80m<sup>3</sup>, com geometria cilíndrica, diâmetro: 5m, raio: 2,5m, altura útil: 4,1m e altura total: 4,3m. O tempo de detenção hidráulica (TDH) nesta etapa varia conforme a temperatura do ambiente, sendo mais utilizado na faixa de 8 a 10 horas. Considerando como temperatura média anual em torno de 23°C o TDH recomendado é de 8 horas.

Um dos tanques pulmão, trata-se, na verdade, de um reator UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), uma tecnologia de tratamento biológico baseada na decomposição anaeróbia da matéria orgânica, um sistema estático. O equipamento consiste em uma coluna de escoamento ascendente, composta por zonas (digestão, sedimentação e o dispositivo separador de fases gás-sólido-líquido). O efluente afluente ao reator e após ser distribuído pelo seu fundo, segue uma trajetória ascendente, desde a parte mais baixa, até encontrar uma manta de lodo, onde ocorre a mistura, a biodegradação e a digestão anaeróbia do conteúdo orgânico, tendo como subproduto a geração de gases como metano, carbônico e sulfídrico. Ainda em escoamento ascendente, e através de passagens definidas pela estrutura dos dispositivos de coleta de gases e de sedimentação, o efluente alcança a zona de sedimentação. A manutenção de um leito de sólidos em suspensão constitui a manta de lodo, e em função do fluxo contínuo e ascendente, é que ocorre a decomposição do substrato orgânico pela ação de organismos anaeróbios.

Ainda dentro dos processos biológicos, encaixa-se a lagoa de estabilização, onde o tempo de detenção hidráulico estimado é de 15 dias e as dimensões são: comprimento de 30m, largura de 20m e profundidade de 2,5m. O volume útil é de 1.500 m<sup>3</sup> e a geomembrana que recobre a parte interna da lagoa possui 2mm de espessura. Um tubo de adução no solo comporta o decantador Dortmund com largura de 2,8m e altura de 4,5m, com vazão de 20m<sup>3</sup>.

Nela, o efluente tratado sofre atuação dos aeradores e ali permanece até que o volume total alcance a altura do decantador Dortmund, de onde, a partir de então, começa a ser descartados pela tubulação até o destino final, em corpos d'água, neste caso o Rio Caí. Na lagoa de estabilização também são utilizados dois aeradores superficiais, com 7,5 CV cada um, ambos de alta rotação com capacidade de transferência de oxigênio de 0,65 KgO<sub>2</sub> /CV.hora.

Dentre os resíduos que a estação de tratamento recebe podem ser citados principalmente, esgoto sanitário, produtos de limpeza, água proveniente da lavagem do espaço interno e equipamentos em geral, resíduos do processo de fabricação de ovos líquidos pasteurizados, como pequenas quantidades de clara e gema límpida que pode ficar no interior dos equipamentos, etc.

O processo de tratamento de efluentes tem início a partir da chegada de efluente pelas tubulações. Primeiramente os líquidos chegam até a caixa de recepção munida de peneira, e ali, é feita a primeira etapa, mais grosseira, onde a malha da peneira segura os sólidos contidos no material e de fácil separação com o líquido. Logo em seguida o material passa pela calha Parshall e por gravidade, chega até o tanque pulmão, onde ficam até o início da fase ativa do tratamento.

A estação de tratamento possui um painel de controle bem identificado, onde os comandos são ligados em sentido horário e desligados em sentido anti horário. A partir do painel de controle é possível converter qual bomba será utilizada, sendo a bomba 1, padrão e a bomba 2, reserva. Quando o sistema é ligado, deve ter sido verificado o volume no tanque pulmão 1, bem como, o pH de entrada do efluente, que, em razão das características do efluente, se mantém em torno de 7 neste ponto. Logo depois, o flotador é ligado e para que funcione de forma correta, é preciso verificar o volume de coagulante (Policloreto de alumínio - PAC) e de hidróxido de sódio que o equipamento recebe no momento. O PAC é responsável pela atividade de floculação. Já o hidróxido de sódio é utilizado para aumento do pH. Por isso análise dos padrões e da atividade do flotador são essenciais no processo. Normalmente, após a adição de hidróxido de sódio, o pH sofre aumento, chegando em aproximadamente 9. Já a água cristalina que é eliminada após a retirada dos sólidos floculados, tem pH em torno de 7. Porém é importante ressaltar que os pH's tendem a se alterar conforme o efluente de entrada variar.

No flotador é gerado o lodo, que sai de um lado, para um tanque aerado, e o efluente tratado vai para o processo biológico. Já o lodo, após passar pelo tanque, vai para uma caixa, alimentada por uma tubulação que recebe os polímeros, através dos tanques de equalização. O volume é verificado através dos níveis do equipamento e a capacidade é de 600L em cada tanque. O polímero catiônico utilizado é o polifloc A300 e o polímero aniônico é o polifloc CA98. É através da ação destes produtos que os sólidos coagulam e a água é separada. Desta forma, o lodo gerado possui uma característica pastosa. Ao passar pelo desidratador (decanter), o lodo está pronto para receber a destinação final.

### 3.3 Procedimentos Operacionais

Como a indústria ainda não está em plena produção, a estação de tratamento é ligada a partir das terças-feiras. Os líquidos chegam por gravidade até o tanque pulmão e ali ficam acondicionados. A primeira operação é a verificação do volume de líquidos dentro dele. O tanque possui uma saída de água regulada por registro e é neste ponto que é realizada a primeira aferição de pH. Habitualmente, neste ponto, verifica-se um pH próximo de 7. Logo depois é verificado o volume de efluente no tanque do flotador e a calibragem do mesmo, verificando os relógios e registros.

A adequação do pH é realizada a partir da adição de water flocc (PAC- Poly Aluminum Chloride) e hidróxido de sódio, onde, em caso de necessidade de aumento, é dosada quantidade maior de hidróxido e em caso de necessidade de diminuição, utiliza-se o water flocc. 10

O painel de controle da estação é ligado no sentido horário e então é feita a mistura de polímero nos tanques de equalização.

Na entrada do flotador também é feita a verificação do pH, pois a partir daí é possível confirmar se os aditivos estão atuando corretamente. O esperado é que o pH suba, numa faixa entre 8 e 9. Para verificar o pH neste momento é preciso fazer a coleta da água do flotador, através da torneira, com um jarro. Descarta-se a primeira coleta e se faz uma segunda, deixando em repouso por alguns minutos. O ideal é perceber a floculação ocorrendo no recipiente, o que fará com que os sólidos decantem no fundo do jarro. Se esta verificação da decantação, floculação e pH estiver dentro do esperado, significa que o flotador está funcionando corretamente e que os processos foram realizados de forma adequada.

É importante analisar a formação de lodo no flotador e também a quantidade de sólidos que são levados junto à água cristalina por força de arraste, o que é normal, mas em excesso, prejudica a eficiência do processo como um todo. As pás raspadoras levam o lodo para o reservatório e a água para outro. Em seguida, uma tubulação munida por bomba, transporta os resíduos até o desidratador de lodo (decanter), que recebe a atuação dos polímeros. Assim, os líquidos seguem para o reator UASB e em seguida para a lagoa de estabilização. Por fim a tubulação leva o efluente tratado até o rio Cai.

É importante salientar que haverá mudanças significativas nos padrões de pH conforme o efluente for se modificando, pelo aumento da produtividade. Por isso é preciso contratar um operador capacitado e que se atente a estes detalhes e aos parâmetros químicos pré determinados.

Uma cobertura para toda a estação de tratamento deve ser construída o quanto breve possível, pois os materiais e equipamentos ficam expostos ao clima e já apresentam sinais de oxidação. Outro problema é a entrada de água das chuvas no sistema, que por vezes, provocou o transbordo de líquidos da estação. Esta problema também seria resolvido com a construção de cobertura.

Como neste momento o efluente possui quantidade relativamente baixa de resíduos de ovos e outros sólidos, o flotador foi calibrado para forças baixas de trabalho, sendo necessária a recalibragem conforme for aumentando a produção. Provavelmente será necessária a construção de mais lagoas de estabilização conforme a quantidade de efluentes gerados for aumentando exponencialmente.

Para fins de controle e melhor gestão da estação de tratamento, a utilização de oxímetro e material básico de laboratório, no interior de uma estrutura de controle, pode resultar em eficácia no controle do processo biológico e coleta de amostras para análises, bem como, na melhoria das condições de trabalho do operador.

### 3.4 Alternativas de reutilização dos subprodutos da estação de tratamento de efluentes

De modo geral, os mais variados tipos de resíduos sólidos ainda não possuem tratamentos completamente desenvolvidos para sua reutilização. Em alguns casos, os subprodutos gerados não são economicamente viáveis, apresentando baixo valor agregado ou menor complexidade em comparação com os demais resíduos. Por isso, atualmente, grande parte do lodo, proveniente das tortas de filtração, gradeamento e biodigestores, são manejados para aterros sanitários. Porém, quando é possível sua comercialização, devido às 11 suas propriedades benéficas, é comercializado como fertilizantes de baixo valor econômico (SANTOS, 2003).

Fertilizantes oriundos do tratamento do lodo são uma alternativa rentável de aplicação de resíduos sólidos de ETE, pelo fato de possuírem alta carga orgânica. Resultados satisfatórios foram obtidos em testes feitos pela Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) em culturas como café, banana, eucalipto, goiaba, seringueira, cana de açúcar, açaí, palmeira real e abacaxi (CESAN, 2010).

Há critérios a serem seguidos para que não haja contaminação pelos metais tóxicos presentes no lodo, o que varia bastante dependendo da origem do mesmo. Não são todos os tipos de lodo que podem ser utilizados para a fertilização, alguns precisam de regulagem de teor de potássio, cálcio e magnésio, pois são deficientes nesses componentes (PINTO, 2009; CORNÉLIO, 2015).

Oliveira et al (2018) citam estudos diversos, empregando o lodo na mistura para cimento Portland e cerâmica vermelha, na fabricação de agregados leves, para dar volume e melhorar as propriedades de tijolos e outros produtos como concretos para indústria civil, na fabricação de tijolos refratários, utilizando a mistura de argila e torta de lodo queimadas em fornos para tijolos com temperaturas a partir de 1.000 °C, objetivando ganhos de resistência e isolamento térmico devido à baixa condutividade térmica e resistência a alta temperatura, etc.

## 4. Conclusão

Como alternativa para utilização do lodo gerado, pode ser analisada a ideia de criação de uma cooperativa entre os agricultores, para recolhimento e destinação final do mesmo nas lavouras. Porém é essencial que se comprove que este resíduo possui os requisitos que o tornem próprio para tal. Deste modo, foram sugeridas análises completas dos parâmetros de água e também, análise do lodo, para comprovar se este resíduo sólido é agricultável. Outra alternativa para destino final do lodo é a adição nas misturas para cerâmicas, concretos e afins.

A temperatura pode afetar a quantidade de oxigênio dissolvido na água, pois quanto maior, menor a quantidade de oxigênio nela dissolvido e isto também pode afetar o metabolismo dos microorganismos presentes no corpo d'água, sendo importante aferi-la antes do descarte.

Para analisar a eficiência do tratamento de efluentes neste sistema, sugere-se que sejam coletadas amostras na entrada do efluente bruto e na saída do efluente já tratado da estação, onde através de análises de parâmetros físico-químicos possa ser avaliada a eficiência de tratamento da ETE através de sua capacidade de remoção. Os parâmetros para análise devem corresponder aos sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e carbono orgânico total, etc. O pH de saída do efluente tratado deve se manter sempre o mais próximo 7, em padrão neutro.

Nitrogênio e fósforo são consumidos por organismos para seu desenvolvimento. Porém, o excesso destes nutrientes em um corpo d'água provoca um crescimento exagerado no número de organismos, causando mudanças nas propriedades físicas, químicas e biológicas do meio, levando a perdas em sua produtividade e biodiversidade, fenômeno é 12 conhecido como eutrofização. A proliferação descontrolada faz com que haja maior consumo de oxigênio na água, o que prejudica outros organismos. Algas tóxicas podem se proliferar, causando mortandade de animais. Como consequência, há o acúmulo de matéria orgânica em decomposição no

meio. Por isso é importante avaliar parâmetros como nitrogênio amoniacal e fósforo total. Além disso, a análise da presença de metais pesados é importante pois, além de sua toxicidade, existem outros efeitos como a bioacumulação e a biomagnificação. Como muitos efluentes industriais apresentam óleos e graxas. Eles provocam obstrução em tubulações e redes coletoras de esgotos, também inibem processos biológicos de tratamento. Por isso, este também é um parâmetro importante para análise.

É de suma importância que seja feito um acompanhamento e controle efetivo, envolvendo a elaboração de relatórios, para avaliação da quantidade de coagulante e outros produtos utilizados, o que pode representar a otimização dos mesmos e talvez até, diminuição dos custos.

## 5. Referências

- ALFAMEC, Soluções Ambientais. Calha Parshall. Acesso em: 6 de setembro de 2020. Disponível em: <http://alfamec.com.br/produtos/insumos-e-equipamentos/calha-parshall>
- ALFAMEC, Equipamentos Industriais. Catálogo. Decanter. São Paulo. Acesso em: 6 de setembro de 2020. Disponível em: <http://alfamec.com.br/produtos/insumos-e-equipamentos/decanter>
- ANA- Agência Nacional de Águas. Manual de usos consuntivos da água no Brasil. Ministério do Meio Ambiente, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF. 2019, página 35. Acesso em: 24 de agosto de 2020. Disponível em: [https://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana\\_manual\\_de\\_usos\\_consuntivos\\_da\\_agua\\_no\\_brasil.pdf](https://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana_manual_de_usos_consuntivos_da_agua_no_brasil.pdf)
- BERNARDES, Ricardo Silveira; SOARES, Sérgio Ayrimoares. Fundamentos da respirometria no controle da poluição da água e do solo. Brasília, 2005, página 12.
- CÂMARA DOS DEPUTADOS, Políticas setoriais em meio ambiente, p. 50. Acesso em 13 de setembro de 2020. Disponível em: [https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos-e-notas-tecnicas/publicacoes-da-consultoria-legislativa/areas-da-conle/tema14/impactos-da-industria-no-meio-ambiente\\_ilidia-ju\\_ras\\_politicas\\_setoriais](https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos-e-notas-tecnicas/publicacoes-da-consultoria-legislativa/areas-da-conle/tema14/impactos-da-industria-no-meio-ambiente_ilidia-ju_ras_politicas_setoriais)
- CESAN - Companhia Espírito Santense de Saneamento. Estudo comprova viabilidade do uso do lodo de esgoto na agricultura. Vitória: CESAN, 10 nov. 2010. Acesso em: 7 de setembro de 2020. Disponível em: <https://www.cesan.com.br/noticias/estudo-comprova-viabilidade-do-uso-do-lodo-de-esgoto-na-agricultura/> 13
- COIMBRA, Grasiela Fabris. Avaliação da eficiência da remoção de nitrogênio total e carbono orgânico total com flotador físico químico em efluente de fábrica de produtos para nutrição animal. Lajeado, RS. Centro Universitário Univates. Novembro de 2012, página 25. Acesso em 6 de setembro de 2020. Disponível em: <https://www.maratona.univates.br/bdu/bitstream/10737/425/1/GrasielaCoimbra.pdf>
- CONSEMA- Conselho Estadual de Meio Ambiente. Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Resolução
- CONSEMA nº 355/2017. Acesso em 14 de setembro de 2020. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201707/19110149-355-2017-criterios-e-padroes-de-emissao-de-efluentes-liquidos.pdf>
- CONSEMA- Conselho Estadual de Meio Ambiente. Estação de tratamento de efluentes. Art 2º, Porto Alegre/RS. 2017, página 3. Acesso em 4 de setembro de 2020. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201707/19110149-355-2017-criterios-e-padroes-de-emissao-de-efluentes-liquidos.pdf>
- CORNÉLIO, R. C. Lodo do esgoto vira adubo orgânico em Botucatu. Jornal da Cidade, Bauru. Acesso em: 7 de setembro de 2020. Disponível em: <https://www2.unesp.br/portal#!/noticia/19072/lodo-do-esgoto-vira-adubo-organico-em-botucatu/>
- COSTA, Raimundo Nonato Távora. Universidade do Ceará/ Departamento de Engenharia Agrícola-Hidráulica Aplicada. CALIBRAÇÃO DE CALHAS PARSHALL. 1995, página 1. Acesso em 6 de setembro de 2020. Disponível em: <http://www.gpeas.ufc.br/disc/hidr/aula02.pdf>
- FENOX, Equipamentos Industriais. PARA QUE SERVE UM TANQUE PULMÃO? Uberaba/MG. 7 de janeiro de 2019. Acesso em 6 de setembro de 2020. Disponível em: <https://fenox.com.br/para-que-serve-um-tanque-pulmao/>
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. Brasil, 2012, p. 66. Acesso em 13 de setembro de 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv59908.pdf>
- IBGE-Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística- Indicadores de Desenvolvimento sustentável, Rio de Janeiro-Brasil, 2015. Estudos e Pesquisas. Informação Geográfica Volume 10, página 114. Acesso em: 12 de agosto de 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE- Resolução CONAMA nº 357, 17 de março de 2005. Brasil. Acesso em: 18 de agosto de 2020. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=45914>

OLIVEIRA, G., KIKKAWA, L. S., SANTOS, A. M. Reutilização de lodo de estação de tratamento de efluentes (ETE) na Região de Suzano, São Paulo, Brasil: alternativas e oportunidades. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (2018): 5(11): 999-1007. ISSN 2359-1412 Acesso em: 7 de setembro de 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21438/rbgas.051115>

OPERSAN, Soluções Ambientais. LEGISLAÇÃO SOBRE TRATAMENTO DE EFLUENTES É RIGOROSA. Legislação Ambiental. São Paulo, 20 de maio de 2013. Acesso em: 20 de agosto de 2020. Disponível em: <http://info.opersan.com.br/bid/179669/legisla-o-sobre-tratamento-de-efluentes-rigorosa>

PINTO, K. G. A. Tratamento de efluentes industriais e domésticos. Minicurso do CRQ. 2009. Acesso em: 6 de setembro de 2020. Disponível em: [https://www.crq4.org.br/sms/files/file/Tratamento\\_%20de\\_%20efluentes\\_%20industriais\\_do\\_m%C3%A9sticos\\_crq2009%20%5BModo%20de%20Compatibilidade%5D.pdf](https://www.crq4.org.br/sms/files/file/Tratamento_%20de_%20efluentes_%20industriais_do_m%C3%A9sticos_crq2009%20%5BModo%20de%20Compatibilidade%5D.pdf)

PNUMA: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente- Agência Nacional de Águas Ministério do Meio Ambiente. Cuidando das Águas- Soluções Para Melhorar A Qualidade Dos Recursos Hídricos. 2ª edição, Brasília- DF. 2013, p. 17. Acesso em 13 de setembro de 2020. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalago/2013/CuidandoDasAguas-Solucao2aEd.pdf>

QUALFOOD- Base de dados de qualidade e segurança alimentar, ambiental e HST. Ovoprodutos. Porto/Portugal, 2020. Acesso em 13 de setembro de 2020. Disponível em: <http://www.qualfood.com/seguranca-alimentar/alimentos-alguns-riscos-associados/ovoprodutos>

SANTOS, A. D. Estudo das possibilidades de reciclagem dos resíduos de tratamento de esgoto da Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003. (Dissertação de Mestrado em Engenharia). Acesso em: 6 de setembro de 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-30012004-134621/pt-br.php>

SEMA- Secretaria de Meio Ambiente. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. CONSEMA- Conselho Estadual de Meio Ambiente, Resolução 372/2018. Porto Alegre-RS. 2018. Acesso em: 26 de agosto de 2020. Disponível em:

<https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201909/17101650-372-2018-atividades-licencia%20veis-compilada.pdf>

SANESUL-Empresa de Saneamento do Mato Grosso do Sul. Importância do Tratamento de Esgoto. Mato Grosso do Sul, Brasil, 2020. Acesso em: 12 de agosto de 2020. Disponível em: <http://www.sanesul.ms.gov.br/importancia-do-tratamento-de-esgoto15>

SPERLING, Marcos Von. Lagoas de Estabilização. V2, ed. Belo Horizonte. UFMG. 2002, página 428. TERA. O que você não sabe sobre a legislação para tratamento de efluentes. São Paulo, 2015. Acesso em: 26 de agosto de 2020. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/o-que-voce-ainda-nao-sabe-sobre-a-legislacao-para-tratamento-de-efluentes>

TERA. O que você não sabe sobre a legislação para tratamento de efluentes. São Paulo, 2015. Acesso em: 26 de agosto de 2020. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/o-que-voce-ainda-nao-sabe-sobre-a-legislacao-para-tratamento-de-efluentes>