

MONITORAMENTO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UM LATICÍNIO DA REGIÃO MEIO-OESTE DE SANTA CATARINA

José Carlos Azzolini*
Lucas Fernando Fabro**

Resumo

O setor lácteo representa hoje, no cenário nacional, importância econômica e ambiental em razão, principalmente, do crescente consumo de leite e seus derivados e dos seus reflexos na disposição de efluentes em corpos-d'água. O processamento de derivados do leite utiliza grande quantidade de água gerando elevadas vazões residuárias que necessitam de tratamento, pois se tratam de efluentes ricos em elementos orgânicos resultantes das diferentes etapas do processo. Em decorrência do caráter extremamente orgânico desses resíduos na forma de lactose, proteínas e gorduras, estas tornam-se altamente poluentes, em consequência do consumo do oxigênio dissolvido da água, ou seja, apresentam índices de DBO_5 elevados, e em situações-limite provocam a morte de peixes e outros organismos aquáticos por asfixia. Nesse contexto, a pesquisa aborda um estudo experimental relacionado ao monitoramento da eficiência do sistema de tratamento de efluentes de um laticínio da região do Meio-Oeste do Estado de Santa Catarina. A partir da determinação dos parâmetros físico-químicos do efluente, procurou-se avaliar a eficiência e o processo do sistema de tratamento de efluentes utilizado pela empresa; também se avaliou a qualidade do efluente liberado pela respectiva empresa no corpo receptor. O presente estudo foi realizado na empresa Laticínios Tirol Ltda., que utiliza sistema de tratamento de efluentes do tipo lodo ativado e lagoas de estabilização. Para avaliar o desempenho do sistema de tratamento foram utilizados dados referentes ao período de agosto a dezembro de 2012; as amostras dos efluentes para a análise em laboratório foram coletadas em seis pontos: efluente bruto, saída do flotor, saída lagoa anaeróbia, saída anaeróbia lagoa, saída lagoa aerada e saída final do tratamento. Os resultados obtidos por meio das análises físico-químicas em laboratório demonstraram que os parâmetros de qualidade abordados na pesquisa geralmente estão de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação vigente, demonstrando que o sistema de tratamento de efluentes utilizado está operando com eficiência.

Palavras-chave: Efluente líquido. Determinação da eficiência. Laticínio.

1 INTRODUÇÃO

Os efluentes industriais, de maneira geral, são alvo de preocupação quanto ao seu tratamento e ao seu despejo em corpos-d'água. Por apresentarem características diretamente relacionadas à matéria-prima a ser processada, bem como com ao processo industrial empregado, suas

* Universidade do Oeste de Santa Catarina; jose.azzolini@unoesc.edu.br

** Universidade do Oeste de Santa Catarina; lucasfabro@hotmail.com

diferentes composições físicas, químicas e biológicas recomendam que os efluentes sejam caracterizados, quantificados e tratados adequadamente antes da disposição final no meio ambiente.

Os efluentes industriais oriundos do processo produtivo do leite e seus derivados se constituem, importantes fontes de poluição das águas, em virtude do seu alto teor de matéria orgânica; o despejo de tais efluentes de maneira inapropriada e em desacordo com o que regem a legislação e as diretrizes vigentes, geram inconvenientes ambientais, como alterações em corpos hídricos além de grandes impactos no ecossistema e no meio ambiente como um todo.

As empresas lácteas integram de forma direta e indireta grande fatia da indústria alimentícia, bem como apresentam significativa contribuição material em termos de poluição de águas, sendo, portanto, necessário e obrigatório o tratamento prévio de seus despejos líquidos antes do lançamento para a disposição final em curso de água.

Segundo Nirenberg e Ferreira (2005), os efluentes de laticínios são compostos por quantidades variáveis de leite diluído, materiais sólidos flutuantes originados de diversas fontes, como detergentes, desinfetantes, lubrificantes e esgoto doméstico. A quantidade e a carga poluente das águas residuárias das indústrias de laticínios variam bastante, dependendo, sobretudo, da água utilizada, do tipo de processo e do controle exercido sobre as várias descargas de resíduos.

Existem diversos tipos de tratamentos de efluentes para amenizar esses problemas; um deles é o sistema de lodos ativados. Para que este sistema possua uma boa eficiência é necessário que seja acompanhado por meio de análises físico-químicas e biológicas, em que se possa ter uma visão técnica em relação à qualidade das águas dos efluentes ali tratados. Da mesma forma alternativa de tratamento de efluente estão as lagoas de estabilização como processo de tratamento por apresentarem baixo custo, diferentes níveis de simplicidade operacional e requisitos de área.

A problemática da pesquisa visa saber qual é a eficiência do sistema de tratamento da empresa, bem como acompanhar e verificar, por meio de análises físico-químicas, as características da carga orgânica recebida pelo respectivo sistema de tratamento e a qualidade da água resultante deste, liberada para o rio receptor.

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo sobre a eficiência do sistema de tratamento de efluentes por lodo ativado e lagoas de estabilização da empresa Tirol Ltda., localizada na região Meio-Oeste do Estado de Santa Catarina.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 INTRODUÇÃO AO PROCESSO PRODUTIVO

Andrade (2011) explica que as indústrias de laticínios englobam grande número de operações e atividades que variam em razão dos produtos a serem obtidos; entretanto, existem algumas operações genéricas fundamentais que são comuns a todos os processos produtivos. Estas são as operações de recepção, processamento, tratamento térmico, elaboração de produtos, envase e embalagem, armazenamento e expedição.

2.1 FONTES POLUIDORAS EM LATICÍNIOS

As indústrias de laticínios são consideradas, entre as indústrias alimentícias, as mais poluentes, em razão do seu elevado consumo de água e geração de efluentes líquidos, que por sua vez constituem a principal fonte de poluição dessa tipologia de indústria. Estes efluentes se caracterizam por apresentarem elevada carga orgânica e de nutrientes, e, quando descartados de maneira incorreta, podem causar grandes problemas ambientais (VOURCH et al, 2008, apud ANDRADE, 2011).

Giordano (2004) esclarece que os efluentes industriais de laticínios são oriundos das diversas lavagens de pisos e equipamentos, que levam consigo resíduos de leite e seus derivados, incluindo também produtos de limpeza. A qualidade dos efluentes varia em razão dos produtos industrializados, da capacidade de produção e *layout* industrial, tecnologia utilizada para a higienização das instalações e a qualidade do leite utilizado.

2.3 PROCESSOS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS

De acordo com Giordano (2004), após a utilização das águas pelas indústrias, os diversos resíduos ou energias são agregados modificando suas características físicas, químicas e biológicas, gerando, assim, os efluentes líquidos. São utilizados parâmetros de qualidade para definir o potencial poluidor destes efluentes; que refletem a qualidade do despejo. Em decorrência da complexidade da composição dos efluentes industriais, são necessárias as associações de diversos níveis de tratamento para a obtenção de efluentes com as qualidades requeridas pelos padrões de lançamento.

Segundo Andrade (2011), a forma de tratar o efluente, normalmente adotada em indústrias de laticínios, envolve o uso de tratamento primário para a remoção de sólidos, óleos e gorduras presentes no efluente, tratamento secundário para a remoção de matéria orgânica e nutriente e, em alguns poucos casos, tratamento terciário como polimento.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente, para a realização do estudo, foi levantado o problema de pesquisa na indústria, localizada na região do Meio-Oeste do Estado de Santa Catarina, sendo alvo o laticínio Tirol Ltda.

Em um segundo momento, foram feitas visitas *in loco* na empresa selecionada para conhecer o tipo de sistema de tratamento de efluentes implantado e seu funcionamento. Para a realização das coletas de amostras de efluentes, foi solicitada a autorização da gerência da empresa.

Posteriormente, em uma terceira etapa do trabalho, na empresa (objeto de estudo) foram definidos seis pontos de coletas de amostras de águas e efluentes que seriam submetidas às análises físico-químicas em laboratório, denominadas de efluente bruto, saída do flotor, saída da lagoa anaeróbia, saída da lagoa aerada e saída final do sistema de tratamento.

As amostras foram coletadas no período de agosto a dezembro de 2012, sempre nos mesmos pontos e períodos do dia. Estas amostras foram coletadas e transportadas conforme Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005) e imediatamente sub-

metidas às análises físico-químicas. As análises foram realizadas em triplicata no laboratório de Saneamento e Águas da Unoesc Joaçaba.

Em relação às técnicas de análises experimentais, foram utilizados os seguintes métodos:

- a) Métodos Colorimétricos/Métodos Titulométricos/Métodos Argentométricos;
- b) Métodos Gravimétricos – Extração em Soxhlet.

3.1 METODOLOGIA DE CÁLCULOS PARA EFICIÊNCIA DO SISTEMA

A eficiência do sistema de tratamento de efluentes da respectiva empresa foi determinada em percentual a partir da comparação da média dos resultados dos parâmetros obtidos no primeiro ponto de coleta denominada efluente bruto, com a média dos resultados dos parâmetros obtidos no sexto ponto de coleta, denominado saída final do tratamento.

$$Eficiência = \frac{Parâmetro\ Entrada - Parâmetro\ Saída}{Parâmetro\ Saída} * 100 \quad (1)$$

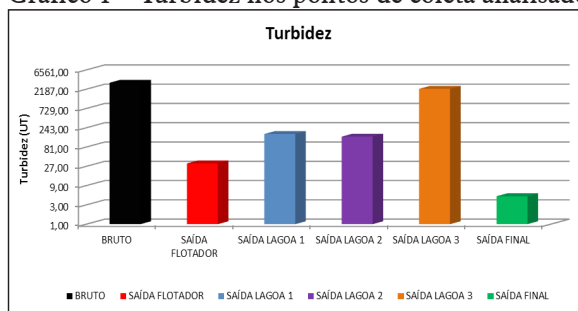
4 RESULTADOS

Após a coleta das amostras na indústria e a realização de seus procedimentos analíticos em laboratório, foram obtidos os resultados para os parâmetros físico-químicos propostos, fornecendo os subsídios necessários para o cálculo da eficiência do sistema.

4.1 TURBIDEZ

O Gráfico 1 apresenta os resultados médios obtidos durante o período de estudo para o parâmetro turbidez nos respectivos pontos de coleta analisados.

Gráfico 1 – Turbidez nos pontos de coleta analisados



Fonte: os autores.

Analisando o Gráfico 1, nota-se que a média para o parâmetro turbidez, no ponto de coleta definido como efluente bruto é alta, aproximadamente 3150 UT se comparada aos resultados obtidos por Andrade (2011), que em seus estudos, o valor médio de turbidez do efluente bruto foi de 1530 UT na caracterização físico-química convencional do efluente de um laticínio.

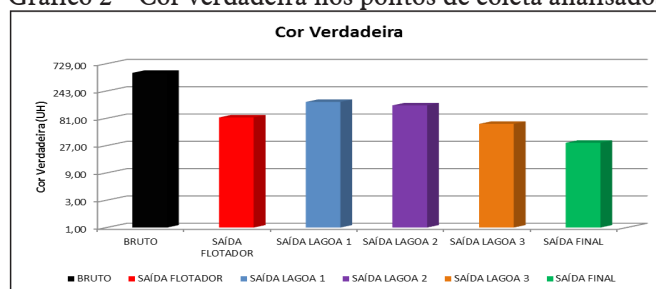
Todavia, é importante salientar que a empresa em estudo produz uma gama maior de produtos e processa maior quantidade de leite gerando grande quantidade de sólidos em suspensão, oriundos do processo produtivo, elevando, assim, a turbidez. Considerando que o sistema recebe diferentes quantidades de partículas em suspensão durante sua operação, pode haver maior ou menor redução destas na passagem pelo flotor. No caso em questão, a redução média de turbidez na passagem pelo flotor foi de aproximadamente 98,9% comparada ao efluente bruto, o que indica um percentual elevado de eficácia do sistema primário de tratamento.

Observa-se, ainda, que a turbidez aumenta nos pontos de coleta subsequentes denominados lagoa 1, lagoa 2, e lagoa 3; isso pode ser explicado em razão das precipitações que antecederam as coletas, pois o parâmetro turbidez representa o grau de interferência da passagem de luz na água por causa da presença de sólidos em suspensão aumentados em razão da erosão do solo em períodos chuvosos, além de possíveis vazamentos e transbordos de efluente para as lagoas, sem que tenha passado pelo flotor. Verifica-se também que a concentração média de turbidez no ponto de medição, saída final, é de aproximadamente 5 UT, estando, assim, em conformidade com os padrões estabelecidos pelas legislações estadual e federal em vigor. Comparando com o efluente bruto, a turbidez na saída final decresce em média 99,8%, sendo está a eficiência do tratamento alcançada para o parâmetro em questão.

4.2 COR VERDADEIRA

O Gráfico 2 apresenta os resultados médios obtidos durante o período de estudo, para o parâmetro cor verdadeira nos respectivos pontos de coleta analisados.

Gráfico 2 – Cor verdadeira nos pontos de coleta analisados



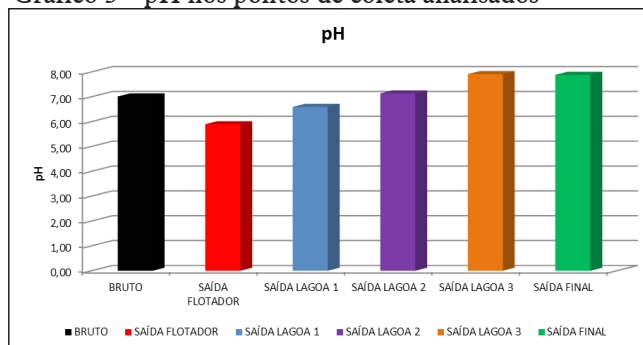
Fonte: os autores.

Com base nos dados apresentados no Gráfico 2, para o parâmetro cor é possível identificar que, no ponto de coleta efluente bruto, este apresenta índice de coloração médio de aproximadamente 500 UH em virtude da grande quantidade de lavagens das máquinas e equipamentos, além de substâncias dissolvidas, oriundas do processo produtivo que podem sofrer alterações de acordo com a diluição do efluente. Na saída do flotor ocorre um decréscimo médio de 83,3% do parâmetro em questão. Ao percorrer a etapa anaeróbia do processo biológico do sistema de tratamento, o índice de coloração aumenta; no entanto, essa alteração é pouco significativa, vindo a reduzir sua concentração média na lagoa aerada. Na saída final do tratamento, o índice médio de coloração é de aproximadamente 30 UH, conferindo ao sistema uma eficiência de 94% para o parâmetro em análise.

4.3 pH

O Gráfico 3 apresenta os resultados médios obtidos durante o período de estudo, para o parâmetro pH.

Gráfico 3 – pH nos pontos de coleta analisados



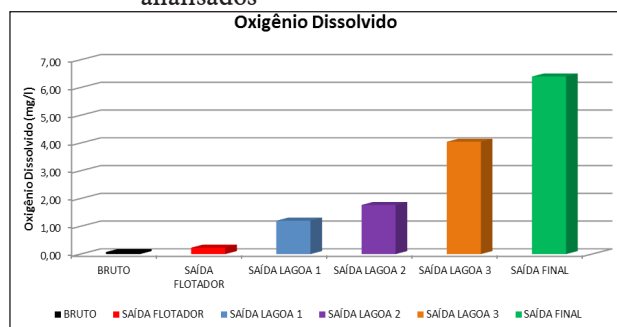
Fonte: os autores.

O potencial hidrogeniônico, ou pH, expressa a concentração relativa dos íons de hidrogênio na água indicando caráter ácido ou alcalino. No que diz respeito ao parâmetro pH do efluente, nos pontos de coleta abordados durante o período de estudo, predominam valores próximos a 7, indicando neutralidade e permanecendo em conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos pela Legislação do Conama, sendo satisfatórios para o desenvolvimento da fauna e da flora no ecossistema do corpo receptor e dos micro-organismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica durante a etapa biológica do tratamento. Verifica-se, ainda, que na fábrica existem pontos de controle de pH do efluente, com dosagens de produtos químicos específicos, sendo, dessa maneira, encaminhado o efluente para a ETE com pH corrigido.

4.4 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

O gráfico 4 apresenta os resultados médios obtidos durante o período de estudo, para o parâmetro oxigênio dissolvido.

Gráfico 4 – Oxigênio dissolvido nos pontos de coletas analisados



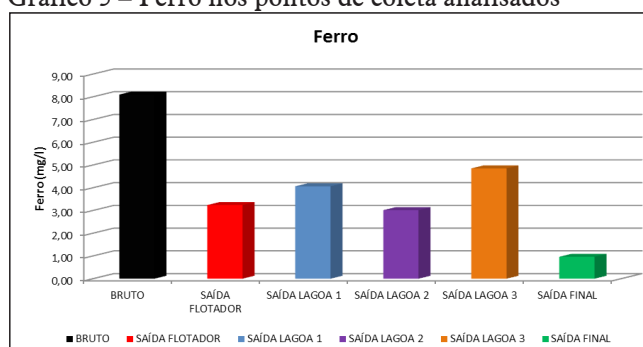
Fonte: os autores.

Tratando-se do parâmetro oxigênio dissolvido, no ponto de coleta denominado efluente bruto, percebe-se baixa concentração de OD, aproximadamente 0,08 mg/L em média. A razão disso ocorre pela grande quantidade de matéria orgânica presente no efluente e originária dos processos produtivos da empresa. Esta matéria orgânica serve de alimento para os micro-organismos de origem aeróbicos durante sua estabilização; estes fazem uso do OD na realização de seus processos respiratórios, causando uma redução deste no efluente. No ponto de coleta denominado saída final do sistema de tratamento, nota-se um aumento médio de aproximadamente 98,8% na concentração OD em relação ao mesmo parâmetro no efluente bruto, mostrando uma grande eficiência do sistema de tratamento quanto a este parâmetro de qualidade, favorecendo a vida aquática do rio receptor, bem como o deixando em conformidade com os padrões estabelecidos pela Resolução Conama.

4.5 FERRO

O Gráfico 5 apresenta os resultados médios obtidos durante o período de estudo para o parâmetro de qualidade ferro.

Gráfico 5 – Ferro nos pontos de coleta analisados



Fonte: os autores.

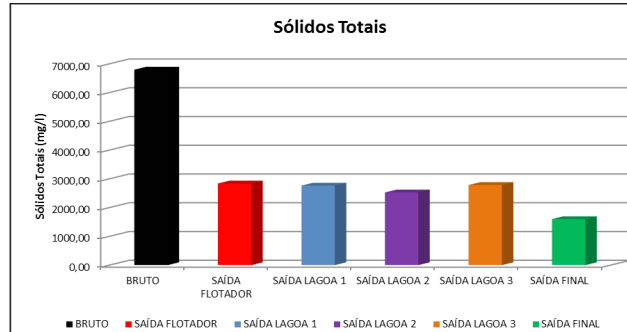
Referindo-se ao parâmetro ferro, nota-se que, no ponto de medição denominado efluente bruto, sua concentração é de aproximadamente 8 mg/L, este está presente na água bruta na forma de bicarbonatos em grandes quantidades. Para o parâmetro ferro, no ponto de medição definido saída do flotor, percebe-se um decréscimo médio na ordem de 60% comparado ao efluente bruto, o que mostra que o tratamento primário tem influência na remoção do parâmetro em análise.

No ponto de medição saída final do tratamento, a concentração máxima de ferro dissolvido, estabelecido pela Resolução do Conama n. 430, para o lançamento de efluentes, deve ser de 15 mg/l, analisando o Gráfico 5, percebe-se que para o parâmetro ferro na saída final do tratamento o valor aproximado é de 0,97 mg/L em média, estando, portanto, em conformidade com os padrões estabelecidos, apresentando valores bem abaixo dos preconizados pela legislação. A eficiência média do tratamento é de aproximadamente 88% para o parâmetro em análise, comprovando a eficácia do sistema de tratamento para o parâmetro em questão.

4.6 SÓLIDOS TOTAIS

O Gráfico 6 apresenta os resultados médios obtidos durante o período de estudo para o parâmetro sólidos totais.

Gráfico 6 – Sólidos totais nos pontos de coletas analisados



Fonte: os autores.

O parâmetro de qualidade das águas sólidos totais é a indicação da presença de sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos nas águas; estes, por sua vez, estão relacionados aos sólidos de origem orgânica denominados sólidos voláteis e sólidos de origem mineral denominados sólidos fixos.

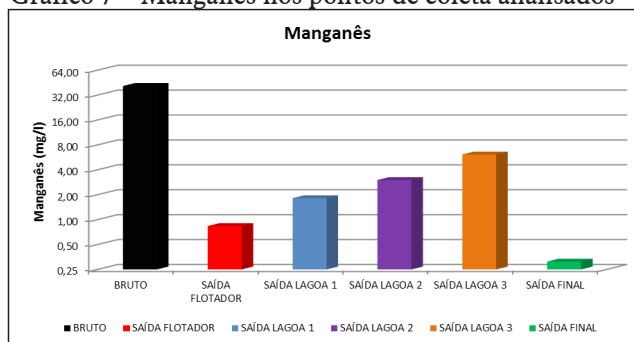
A Legislação Estadual de Santa Catarina, Decreto n. 14.675 e a Resolução Conama n. 430 não estipulam concentrações máximas de sólidos totais nos corpos receptores; por isso, não é possível dizer se o parâmetro se encontra ou não alterado, sendo necessária a análise da classe à qual pertence o rio para conclusões mais específicas. Para o parâmetro sólidos totais, no ponto de medição denominado efluente bruto, sua concentração é de 6.800 mg/L aproximadamente, em sua maioria, constituída de material de origem orgânica (leitinho, soro, lavagem e desinfecção de equipamentos, vazamentos, etc) oriunda do processo produtivo. Na saída flotador, a concentração de sólidos totais presente no efluente diminui cerca de 60%, sendo essa a finalidade da existência dos tratamentos primários.

Todavia, no ponto de medição saída final, a concentração de sólidos cai para 1.600 mg/L, conferindo um decréscimo, em média, de 76,4%, sendo considerada a eficiência para o sistema de tratamento em estudo.

4.7 MANGANÊS

O Gráfico 7 apresenta os resultados médios obtidos durante o período de estudo para o parâmetro manganês.

Gráfico 7 – Manganês nos pontos de coleta analisados



Fonte: os autores.

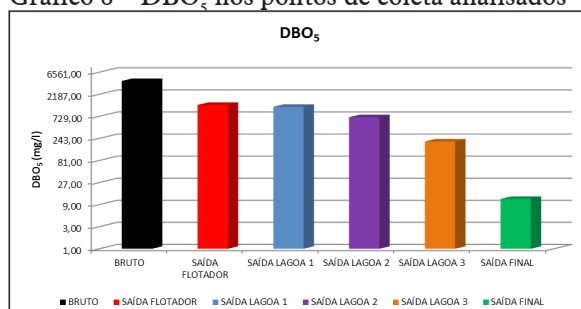
No que diz respeito ao parâmetro manganês, ele ocorre naturalmente na água superficial e subterrânea. No entanto, as atividades antropogênicas são também responsáveis pela contaminação dessa natureza na água. No ponto de medição denominado efluente bruto, não submetido a nenhum tipo de tratamento, percebe-se que a concentração de manganês é alta: aproximadamente 41 mg/L, pois este está presente na água bruta na forma de bicarbonatos em grandes concentrações. No entanto, no ponto de coleta denominado saída do flotador ocorre um decréscimo médio de 98% do parâmetro em questão, apresentando concentração média de 0,84 mg/L. Verifica-se, ainda, que na etapa secundária do sistema de tratamento (parte biológica) ocorre um aumento significativo com tendência crescente do parâmetro manganês, atingindo cerca de 6 mg/L na saída da lagoa aerada (3).

Quanto ao parâmetro manganês, no ponto de medição saída final, a resolução n. 430 e a Lei n. 14.675 estabelecem concentração máxima de manganês para o lançamento de efluentes em 1 mg/L. Nota-se mediante o gráfico 7, que apesar do aumento do parâmetro durante a etapa biológica do tratamento, a empresa estudada atende aos requisitos estabelecidos em Legislação para o parâmetro manganês, estando, portanto, em conformidade com a esta. É configurada uma eficiência de aproximadamente 99,2% para o parâmetro em questão na comparação entre efluente bruto e efluente tratado.

4.8 DBO₅

O Gráfico 8 apresenta os resultados médios obtidos durante o período de estudo para o parâmetro DBO₅.

Gráfico 8 – DBO₅ nos pontos de coleta analisados



Fonte: os autores.

Tratando-se do parâmetro DBO_5 , este retrata de uma forma indireta o teor de matéria orgânica nos efluentes ou no corpo-d'água, sendo, portanto, uma indicação do potencial do consumo de oxigênio dissolvido. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Para o parâmetro DBO_5 , no ponto de medição denominado efluente bruto, nota-se que a concentração de DBO_5 é alta, em média 4.257 mg/L, se comparada aos valores encontrados por Andrade (2011), que em seus estudos o valor médio de DBO do efluente bruto foi de 1914 mg/L na caracterização físico-química convencional do efluente de um laticínio, isso em razão da elevada carga orgânica presente no efluente. Em relação ao parâmetro DBO no ponto de medição saída do flotador, observa-se que a média de DBO decresce quanto ao efluente bruto, aproximadamente 70%, o que mostra que o flotador é um importante componente no tratamento, já que proporciona uma grande redução na maioria dos parâmetros, inclusive no DBO.

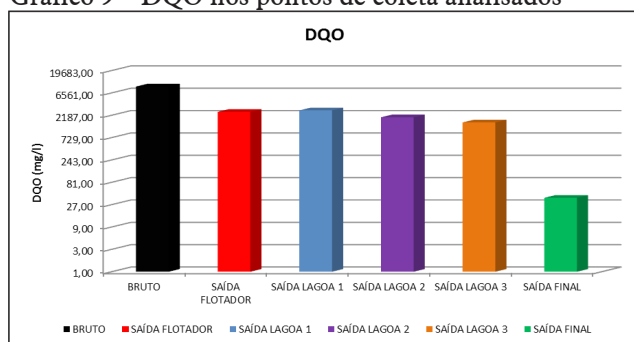
É importante salientar ainda que a relação DQO/ DBO_5 para o efluente bruto é de aproximadamente duas vezes, isto é, a fração biodegradável é alta. Segundo Machado et al. (2002), os efluentes líquidos brutos de laticínios apresentam valores de DQO/ DBO_5 na faixa de 0,50 a 0,70. Apesar de se encontrarem um pouco superior aos valores relatados na literatura, quanto maior estes valores maior a fração biodegradável dos efluentes e mais indicado é o seu tratamento por processos biológicos.

Reportando-se ao parâmetro DBO no ponto de medição saída final, tomando como base a Lei Estadual n. 14.675, por apresentar maior rigor no parâmetro em análise em comparação à Resolução Conama, na qual estabelece concentração máxima de DBO_5 para o lançamento de efluentes em 60 mg/L ou 80% de remoção, nota-se que a empresa estudada possui parâmetro DBO em conformidade com os padrões estabelecidos em decreto. A eficiência média do tratamento é de 99,7% para o parâmetro em análise. Pode-se assim, afirmar que o tratamento está sendo eficaz no que diz respeito ao parâmetro DBO.

4.9 DQO

O Gráfico 9 apresenta os resultados médios obtidos durante o período de estudo para o parâmetro DQO.

Gráfico 9 – DQO nos pontos de coleta analisados



Fonte: os autores.

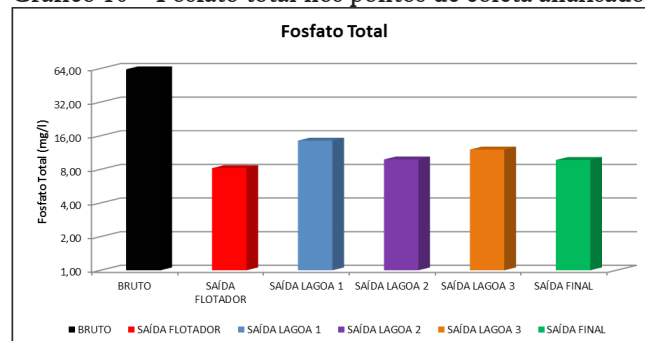
Para o parâmetro DQO, a Legislação Estadual de Santa Catarina Lei n. 14.675 e a Resolução Conama n. 430 não estipulam padrões máximos permitidos nos corpos receptores, no qual este poderá possuir valores elevados, desde que a capacidade de autodepuração seja demonstrada por intermédio do parâmetro OD, em que as concentrações mínimas não podem desobedecer aos padrões estabelecidos pelas legislações vigentes. Observa-se, também, que o parâmetro DQO, no ponto de coleta efluente bruto é bastante elevado, 8.900 mg/L em média, se comparado com dados obtidos por Andrade (2011), que obteve valor médio de 2835 mg/L na caracterização físico-química convencional do efluente de um laticínio. Isso ocorre em razão da grande quantidade de matéria orgânica, que pode ser biodegradável ou não, presente neste; a biodegradável serve de alimentos para micro-organismos de origem aeróbicos, pois estes, em seus processos metabólicos, aumentam o consumo de OD, bem como a matéria não biodegradável que também faz uso do OD durante suas reações de oxidações. Somando-se os dois fatores ocorre essa elevação no parâmetro DQO do efluente bruto.

Conforme a Normativa Copam n. 10, de 16 de dezembro de 1986, é estabelecido um valor máximo para esse parâmetro de 90 mg/L, para a qualidade das águas e efluentes. Tendo esta como base, pode-se afirmar que a DQO do efluente, no ponto de coleta saída final do tratamento, encontra-se em conformidade com o padrão máximo exigido, já que o valor médio encontrado neste ponto foi de aproximadamente 38 mg/L, um valor 58% menor do que o estabelecido na legislação. Como esta corresponde ao Estado de Minas Gerais, é citada apenas para efeito de comparação e constatação de qualidade do efluente do sistema de tratamento da empresa em estudo. A eficiência do sistema para este parâmetro de qualidade foi de 99,6% em média, sendo considerada satisfatória.

4.10 FOSFATO TOTAL

O Gráfico 10 apresenta os resultados médios obtidos durante o período de estudo para o parâmetro fosfato total.

Gráfico 10 – Fosfato total nos pontos de coleta analisados



Fonte: os autores.

A concentração de fósforo total no ponto de coleta denominado efluente bruto é alta, aproximadamente 63 mg/L em média, se comparado com dados obtidos por Andrade (2011), que obteve valor médio de 15,6 mg/L na caracterização físico-química convencional do efluente

de um laticínio. Todavia, é importante salientar que a empresa em estudo produz uma gama maior de produtos e processa maior quantidade de leite. É possível verificar ainda que houve redução média na concentração de fósforo de aproximadamente 87% no ponto de coleta saída do flotor. Os micro-organismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica necessitam desses nutrientes para as suas atividades metabólicas, por isso o sistema de tratamento por lodo ativado comumente apresenta bons resultados para o parâmetro em análise. Entretanto, em decorrência da elevada concentração de fósforo no efluente bruto, o sistema de tratamento não apresentou capacidade suficiente para a remoção deste em quantidade satisfatória para a adequação do parâmetro de qualidade em estudo, segundo os padrões vigentes.

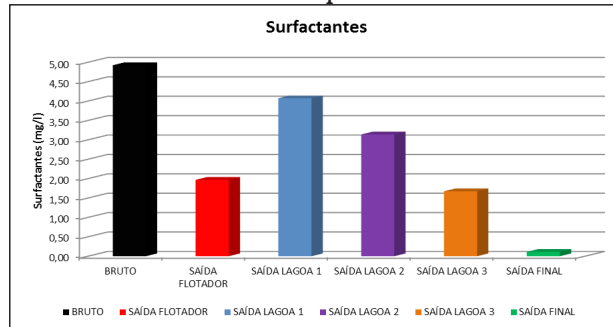
Em relação ao ponto de medição saída final, a Resolução n. 430 não estabelece concentração máxima de fósforo total para o lançamento de efluentes, cita apenas que o órgão ambiental competente poderá definir padrões específicos para este parâmetro, no caso de lançamento de efluentes em corpos receptores com registro histórico de floração de cianobactérias, em trechos em que ocorra captação para o abastecimento público. Já a Lei n. 14.675 estabelece uma concentração máxima de fósforo total de 4 mg/L (nos lançamentos em trechos de corpos-d' água contribuintes de lagoas, lagunas e estuários). Observando o Gráfico 10, nota-se que o tratamento da empresa estudada possui parâmetro fósforo em média de 9,7 mg/L aproximadamente no efluente de saída, estando, portanto, em desconformidade com os padrões estabelecidos em bibliografias, valor significativamente maior do que o preconizado em legislação, contribuindo, dessa maneira para a proliferação de algas e aceleração do processo de eutrofização do corpo receptor.

Foram removidos em torno de 84% do total de fósforo contido no efluente de entrada, comparado ao efluente de saída; desse modo, houve ineficiência do sistema de tratamento de efluente frente aos padrões exigidos.

4.11 SURFACTANTES

O Gráfico 11 apresenta os resultados médios obtidos durante o período de estudo para o parâmetro surfactantes.

Gráfico 11 – Surfactantes nos pontos de coleta analisados



Fonte: os autores.

Para o parâmetro surfactantes, tratando-se de efluente bruto e não submetido a nenhum tipo de tratamento, observa-se, por meio do Gráfico 11, que este possui concentração relativa-

mente baixa, aproximadamente 4,9 mg/L considerando as sucessivas lavagens empregadas durante higienizações ligadas ao processo produtivo que podem agregar a dissolução de detergentes.

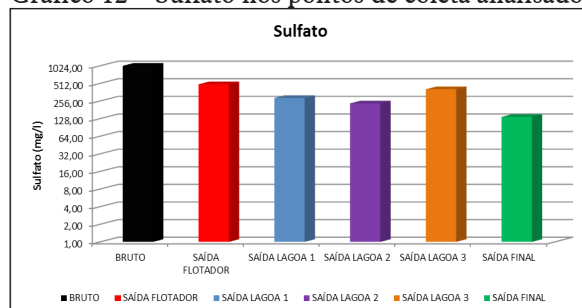
No ponto de coleta denominado saída do flotador ocorre um decréscimo médio de 60% para o parâmetro em questão. Na etapa biológica do tratamento houve aumento do parâmetro surfactantes, o que indica possíveis vazamentos ou transbordos de efluente para as lagoas sem que este tenha passado por processo de flotação adequado.

Referindo-se ao parâmetro surfactantes no ponto de medição saída final, a Resolução n. 430 não estabelece concentração máxima para o lançamento de efluentes, já a Lei n. 14.675 estabelece que substâncias tensoativas, as quais reagem ao azul de metileno, devem ser de, no máximo, 2 mg/L. Tomando este como base, verifica-se que o parâmetro em análise se encontra em conformidade com os padrões estabelecidos em decreto. A eficiência média do tratamento é de aproximadamente 97,8% para o parâmetro em análise.

4.12 SULFATO

O Gráfico 12 apresenta os resultados médios obtidos durante o período de estudo para o parâmetro sulfato.

Gráfico 12 – Sulfato nos pontos de coleta analisados



Fonte: os autores.

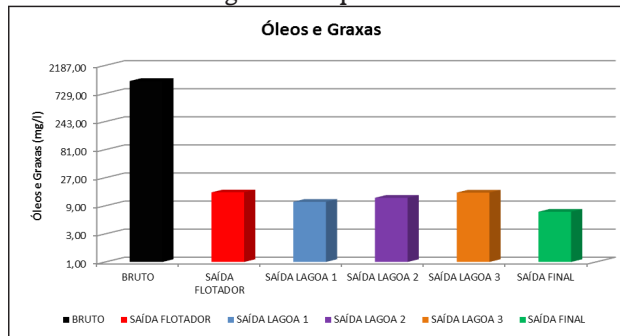
O sulfato está presente na água, na forma de sulfato de cálcio, magnésio, ferro, alumínio, entre outros. As produções de diferentes produtos lácteos geram efluentes com características específicas, contendo as diversas formas em que o parâmetro sulfato é encontrado. Produtos químicos utilizados no processo produtivo e na manutenção preventiva, para a lavagem de máquinas e equipamentos auxiliam também no aumento deste parâmetro. No ponto de coleta efluente bruto, observa-se, por meio do Gráfico 12, que o parâmetro sulfato apresenta concentração média de 1.050 mg/L aproximadamente durante o período destinado ao estudo. Houve redução de aproximadamente 52% na concentração do parâmetro em análise, no ponto de coleta denominado saída do flotador.

Quanto aos resultados para o parâmetro sulfato no ponto de medição saída final, em que o fluido já passou por todas as etapas de tratamento, a Resolução n. 430 não estabelece concentração máxima para o lançamento de efluentes. Este ocorre com a Lei n. 14.675, por isso não é possível estabelecer se o parâmetro se encontra ou não alterado, sendo necessário o enquadramento segundo a classe do rio receptor. No entanto, o efluente final apresenta uma redução de 87% (média) do total de sulfato presente no efluente de entrada, sendo esta considerada a eficiência do sistema de tratamento.

4.13 ÓLEOS E GRAXAS

O Gráfico 13 apresenta os resultados médios obtidos durante o período de estudo para o parâmetro óleos e graxas.

Gráfico 13 – Óleos e graxas nos pontos de coleta analisados



Fonte: os autores.

São substâncias que, em contato com a água, criam uma película bloqueadora à penetração da luz solar, impedindo as trocas gasosas nos corpos-d' água, matando por asfixia os animais aquáticos e os pássaros que fazem das águas parte de seu *habitat*.

Para o parâmetro óleos e graxas, no ponto de medição denominado efluente bruto, percebe-se que a sua concentração é elevada pela grande quantidade de gordura presente no efluente bruto oriunda da matéria-prima processada e do processo produtivo adotado pela empresa. Este, por sua vez, decresce consideravelmente no ponto de coleta denominado saída do flota-dor, aproximadamente 98,7% em média, uma das principais finalidades do flota-dor. Nos pontos subsequentes, referentes à etapa biológica do tratamento, não houve variações significativas do parâmetro em análise.

Na saída final do tratamento, como pode ser observado no Gráfico 13, a concentração média de óleos e graxas é de aproximadamente 7 mg/L, estando, assim, em conformidade com os padrões estabelecidos na resolução Conama n. 430 (óleos minerais: até 20 mg/L; óleos vege-tais e gorduras animais: até 50 mg/L) com eficiência média de 99,4% do sistema de tratamento. Todavia, é importante analisar à classe a qual pertence o corpo receptor, pois a legislação é mais restritiva em razão desta.

Visando retratar a eficiência global do sistema, é apresentada a Tabela 1, contendo os pa-râmetros de qualidade abordados durante o período de estudo e sua respectiva eficiência.

Tabela 1 – Eficiência global do sistema de tratamento em estudo

Eficiência Global do Sistema	
Turbidez	99,84408389
Oxigênio Dissolvido	98,828125
Sólidos totais	76,45176713
Óleos e graxas	99,3989071
Cor verdadeira	94
Fosfato total	84,57573354
Sulfato	86,94351764
Manganês	99,24484848
Ferro	88,08641975
DBO	99,71812624
DQO	99,57820171
Surfactantes	97,71573604
Eficiência média	93,69878888

Fonte: os autores.

Conforme observado na Tabela 1, a eficiência global do sistema de tratamento foi elevada aproximadamente 94%, sendo considerada satisfatória, demonstrando que a empresa em estudo busca atender aos padrões de qualidade exigidos em legislação, colaborando para a preservação e a conservação do meio ambiente.

5 CONCLUSÃO

Com este estudo conclui-se que o processo de industrialização do leite e seus derivados é uma atividade bastante complexa que demanda a utilização de recursos naturais, além de consumir grandes quantidades de energia e produzir enormes volumes de efluentes, o que, do ponto de vista ambiental, torna esta atividade produtiva bastante visada no âmbito de produzir, gerando o mínimo possível de impacto ao meio ambiente.

Por esse motivo, mostrou-se importante e necessário diagnosticar a qualidade dos efluentes lançados pela empresa objeto de estudo no corpo receptor, e, assim, obter conclusões relevantes quanto à eficiência do tratamento utilizado por ela em seu processo produtivo.

Os objetivos foram atingidos integralmente e com sucesso, e, por meio da pesquisa, foi possível analisar o sistema de tratamento existente na empresa em estudo e quantificar sua eficiência, obtendo o conhecimento necessário para determinar que este está adequando os parâmetros de qualidade dos efluentes, conforme padrões estabelecidos pelas legislações vigentes e contribuindo para a não degradação do meio ambiente.

Verificou-se que os parâmetros temperatura, turbidez, pH, oxigênio dissolvido, cor verdadeira, manganês, ferro e DBO estão de acordo com a Legislação de Santa Catarina, a Lei Estadual n. 14.675 e com a Resolução Conama n. 430 para o lançamento de efluentes ou valores máximos permitidos para a classe do rio receptor.

A Lei Estadual n. 14.675 e a Resolução Conama n. 357 não estipulam padrões de lançamento para o parâmetro DQO e sólidos totais.

O monitoramento do sistema de tratamento mediante a realização de análises físico-químicas é importante e necessário, pois mostra que o sistema de tratamento utilizado pela empresa estudada está sendo eficaz na maioria dos parâmetros estudados, contribuindo, assim, para a manutenção da qualidade no corpo receptor.

Destaca-se o resultado do parâmetro fosfato total por apresentar concentração superior à estabelecida pela legislação em vigor. Por isso, recomenda-se outra pesquisa para verificar se a concentração deste no corpo receptor causa, ou não, algum prejuízo à vida animal e vegetal do rio.

Os efluentes lançados pela empresa em estudo geralmente estão entre os padrões permitidos para o lançamento nos corpos receptores.

Abstract

Nowadays, the dairy sector represents, in the national scene, economical and environmental importance, mainly, due to the growing consumption of milk and to its dairy products as well as its reflexes in the disposition of effluents in glasses of water. The dairy processing uses large amounts of water generating elevated flows of residual water that need treatment, observed that they are effluents rich in organic elements resulting from the different levels of the process. Due to the extremely organic character from that waste in form of lactose, proteins and fats, they become highly polluting, in consequence of the consumption of oxygen dissolved in the water, i.e., they present elevated levels of BOD₅ and, in limit situations, they provoke fish's and other aquatic organisms' death from asphyxia. In that context, the research deals with an experimental study related to the watch of the efficiency of the effluent treatment system from a dairy in the Midwestern region of Santa Catarina. From the determination of the physical-chemical parameters of the effluent, the efficiency and the effluent treatment system process, used by the company, were evaluated as well as the quality of the effluent released by the respective company into the receptor body. This study was done at the company, Laticínios Tirol Ltda., which uses the effluent treatment system of the activated mud and the stabilization lakes kind. For evaluating the performance of the treatment system, data referent to the period from August to December, 2012 was used; being the effluent samples, for the analyses in the laboratory, were collected in six points denominated rough effluent, floater exit, anaerobic lake exit, anaerobic lake exit, aerate lake exit and final exit of the treatment. The results gotten through the physical-chemical laboratory analyses demonstrated that the parameters of quality dealt in the research are, generally, according to the patterns established by the current legislation; what demonstrates that the effluent treatment system used by the company is operating efficiently.

Keywords: Activated sludge. Launching. Effluent.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. H. de. **Tratamento de Efluente de Indústria de Laticínios por duas Configurações de Biorreator com Membranas e Nano Filtração Visando o Reuso**. 2011. 214 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos)–Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2011.

APHA. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 21. ed. Washington: AWWW-WPCF, 2005.

BRASIL. Resolução Conama n. 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 maio 2011. Disponível em: <http://www.saude.mg.gov.br/publicacoes/estatistica-e-informacao-em-saude/residuos-de-servicos-de-saude/RE%20CONAMA%20403-2011_Lancamento%20de%20Efluentes.pdf>. Acesso em: 2 set. 2012.

GIORDANO, Gandhi. **Tratamento e controle de efluentes industriais**. Rio de Janeiro, 2004. 81p. Apostila. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAA9OwAI/tratamento-controle-efluentes-industriais>> Acesso em: 25 ago. 2012.

MAGANHA, M. F. B. **Guia Técnico Ambiental de Produtos Lácteos**. São Paulo: CETESB, 2006. 95 p.

NIRENBERG, L. P.; FERREIRA, O. M. **Tratamento de Águas Residuárias de Indústria de Laticínios: Eficiência e Análise de Modelos Matemáticos do Projeto da Nestlé**. Goiania: Universidade Católica de Goiás, 2005. Disponível em: <<http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/TRATAMENTO%20DE%20%C3%81GUAS%20RESIDU%C3%81RIAS%20DE%20IND%C3%9ASTRIA%20DE%20LATIC%C3%8DNRIOS%E2%80%A6.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2012.

SPERLING, M. V. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgoto**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1995. 243 p.

_____. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgoto**. 2. ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1996. 243 p. v. 1.

_____. **Lagoas de estabilização**. 2. ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2002. v. 3. 196 p.

_____. **Princípios do tratamento biológico de águas residuais**. 2. ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1996. v. 2.

