

ANÁLISE TÉCNICA DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE EMPRESA DE LATICÍNIOS DA REGIÃO DE PASSO FUNDO/RS

TECHNICAL ANALYSIS OF THE TREATMENT PROCESS EFFLUENTS OF DAIRY COMPANY IN THE REGION OF PASSO FUNDO/RS

Danúbia Paula Cadore Favaretto¹, Vandrê Barbosa Brião¹, Luciane Maria Colla¹, Marcelo Hemkemeier¹

Universidade de Passo Fundo – Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Endereço: Rodovia BR 285. Bairro São José. Passo Fundo. Rio Grande do Sul. Brasil. CEP 99052-900. danubiafcp@hotmail.com

RESUMO

Do setor industrial, as indústrias de alimentos, entre elas os laticínios, são atividades com potencial poluidor elevado, pois consomem um grande volume de água e geram um efluente com elevada carga orgânica. Com as crescentes exigências no controle da poluição gerada, bem como a cobrança pelo bom uso dos recursos hídricos, as empresas obrigam-se a investir em tratamentos. O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise técnica das diferentes etapas do tratamento de efluentes de uma empresa de laticínios da região de Passo Fundo/RS, identificando possíveis dificuldades ou falhas nos diferentes processos utilizados. Os dados levantados foram obtidos através de visitas in loco e pela análise de planilhas de controle da estação de tratamento de efluentes da empresa avaliada. Os parâmetros analisados foram: Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), Sólidos Suspensos, Nitrogênio Total e Fósforo Total. Os resultados obtidos correspondentes aos meses de Março, Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto e Outubro do ano de 2010 e em sua grande maioria, atenderam aos padrões para lançamento de efluentes. Os resultados foram confrontados com a Licença de Operação da empresa, que segue os padrões exigidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente e Conselho Estadual de Meio Ambiente. Com o estudo pode-se concluir que a combinação dos tratamentos físico-químico e biológico é adequada para o tratamento do efluente gerado pela empresa.

Palavras-chave: ETE, controle de poluição, leite.

ABSTRACT

The industrial sector, the food industry, including dairy products, is activities with high pollution potential because they consume a large volume of water and generate wastewater with high organic load. With the increasing demands on the control of pollution generated, as well as charging for the proper use of water resources, companies are obliged to invest in treatments. The objective of this study was to perform a technical analysis of the different stages of treatment of effluents from a dairy company in the region of Passo Fundo/RS, identifying possible difficulties or failures in different processes used. Data were obtained through site visits and analysis of spreadsheets control of wastewater treatment station of the assessed company. The parameters analyzed were: Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD), Suspended Solids, Total Nitrogen and Total Phosphorus. The results corresponding to the months of March, April, May, June, July, August and October of 2010 and mostly, met the standards for effluent discharge. The results were compared with the Operating License of the company, which follows the required by the National Environmental Council and State Environmental Council standards. With this study it can be concluded that the combination of physicochemical and biological treatments is suitable for treating the effluent generated by the company.

Keywords: ETE, pollution control, milk.

1 INTRODUÇÃO

A cadeia leiteira é um dos setores produtivos que acompanhou o crescimento econômico e a demanda por alimentos. A produção total de leite no Brasil em 2012 alcançou 33,054 bilhões de litros, sendo o Rio Grande do Sul o segundo maior produtor, contribuindo com cerca de 12 % da produção nacional (IBGE, 2013). Dentre as maiores processadoras de leite, encontra-se a empresa analisada, que tem capacidade instalada para processar 1.000.000 de litros de leite por dia. Contudo, associada com o crescimento industrial está a problemática da geração de resíduos. A sanitização dos laticínios inclui operações de lavagens de silos, tubulações, tanques, pasteurizadores e equipamentos, que demandam grandes volumes de água (BRIÃO, 2000). Esta água utilizada no enxágue de equipamentos vem a se tornar efluente, fazendo com que a indústria descarte substanciais volumes de efluentes com alta carga orgânica (BASKARAN et al., 2003; VOURCH et al., 2005). Vislumbra-se então que o aumento de produção de leite deve estar associado à preocupação ambiental, pois os sistemas de tratamento devem estar preparados para descartar os efluentes com as devidas características para evitar os danos ambientais.

Com o aumento da preocupação ambiental, os padrões para avaliação da qualidade do efluente estão cada vez mais restritivos e as indústrias de laticínios deverão investir nos processos de tratamento, para produzir efluentes com maior qualidade, visando o reúso na limpeza e manutenção de equipamentos, além de ter padrões de lançamento que atendam a legislação e também contribuam para a preservação das bacias hidrográficas.

As técnicas de tratamento para este efluente estão associadas aos processos tradicionais que combinam tratamento físico (ou físico-químico) com tratamento biológico (BRIÃO, 2010). O processo de tratamento físico-químico ocorre quando há a utilização de produtos químicos, a fim de aumentar a eficiência da remoção de um elemento ou constituintes associados ao efluente. Os processos físico-químicos são eficientes na remoção de sólidos em suspensão coloidal ou mesmo dissolvidos, substâncias que causam odor, cor e turbidez, substâncias odoríferas, metais pesados, óleos emulsionados, ácidos e álcalis (SANTOS, 2006). Já os processos biológicos tem a função de remover a matéria orgânica através do metabolismo de oxidação e de síntese das células. Este tipo de tratamento é normalmente usado em virtude da grande quantidade de matéria orgânica facilmente biodegradável presente em sua composição (BRAILE; CAVALCANTI, 1993).

As ETE's (Estações de Tratamento de Efluentes) são projetadas para uma situação inicial, mas a operação diária determina o bom ou mau funcionamento da mesma. Para o bom funcionamento, necessitam de operação adequada em cada uma de suas etapas, passando de um processo ao outro com a máxima eficiência de remoção. A diminuição na geração de efluentes ou a geração de um efluente com menor carga poluente facilitam o tratamento e diminuem custos para a empresa.

A ETE da empresa analisada possui um sistema de tratamento que utiliza o sistema físico-químico seguido de processo biológico de lodo ativado, e foi redimensionada para uma determinada vazão e carga diárias. O presente trabalho possibilitou acesso à dados reais da estação de tratamento de efluentes de uma indústria de laticínios, sendo que normalmente só encontramos dados aproximados ou estimados na literatura, pois a maior parte das empresas não permitem a utilização de tais dados. Assim, objetivou-se realizar uma análise técnica das diferentes etapas do tratamento da ETE da empresa, identificando possíveis dificuldades ou falhas nos diferentes processos utilizados.

2 DESCRIÇÃO DA ETE

A sequência de etapas da ETE é composta por um tratamento preliminar (peneiras estáticas e equalização), tratamento físico-químico (flotação com ar dissolvido auxiliado por Policloreto de Alumínio) e lodo ativado, conforme Figura 1.

A empresa realiza a coleta de amostras de efluentes, para a avaliação dos parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Suspensos, Nitrogênio Total e Fósforo Total, sendo as análises realizadas segundo a American Public Health Association (APHA, 2000). Os dados dos parâmetros mencionados, referentes ao Efluente Bruto, ao efluente após Tratamento Físico-Químico e após o Tratamento Biológico foram coletados na empresa e analisados ao longo de sete meses quanto a eficiência de cada etapa do tratamento de efluente (tratamento físico químico e biológico) . Os dados foram confrontados com as exigências da licença de operação da empresa promovida pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (Fepam), que se baseia nos padrões dispostos na Resolução 128/2006 do Conselho Estadual de Meio Ambiente (Consema) para emissão de efluentes líquidos lançados em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul e Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, que para uma vazão de 1000 m³/dia exige:

- a) DBO₅ (20° C) até 80 mg/L;
- b) DQO até 300 mg/L;
- c) Sólidos Suspensos até 100 mg/L;
- d) Fósforo até 3 mg/L ou 75% de remoção;
- e) Nitrogênio Total até 20 mg/L ou 75% de remoção;

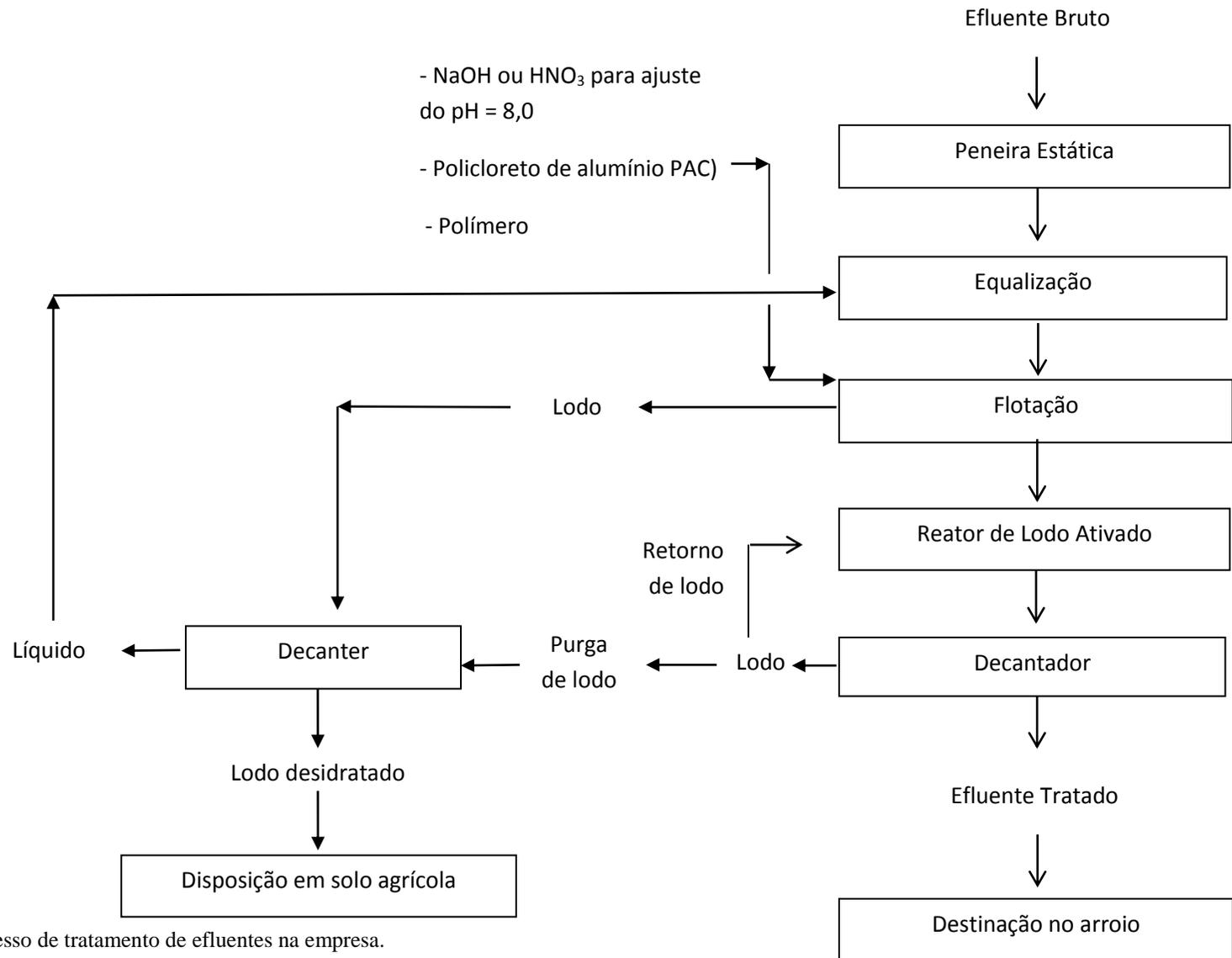


Figura 1: Fluxograma do processo de tratamento de efluentes na empresa.

3 ANÁLISE DOS DADOS DA ETE

3.1 DQO (Demanda Química de Oxigênio)

A carga bruta de efluentes de laticínios apresenta variações devido aos diferentes processos e produtos derivados de leite que cada indústria processa. Brião (2000) analisou o efluente de uma indústria de laticínios que processava vários produtos e encontrou valores médios de DQO de $2491 \pm 1225 \text{ mg.L}^{-1}$, ou seja, um valor muito próximo da DQO do efluente bruto da empresa em estudo, que obteve ao longo do ano uma média de $2497 \pm 804 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo que em alguns meses a DQO chegou a atingir 3.500 mg.L^{-1} .

A Figura 2 mostra os valores para DQO do efluente nos três pontos analisados. Observa-se que o tratamento físico-químico reduziu 66% a carga orgânica inicial em alguns meses (Março, Abril e Junho), mostrando-se eficiente para a remoção inicial de DQO. Vale lembrar que a dosagem adequada do Policloreto de Alumínio (PAC), como floculante, é o que define a eficiência do tratamento físico-químico. Por outro lado, dosagens excessivas acarretam em custos bem como na geração excessiva de lodo, devendo este ser destinado adequadamente. Observa-se que enquanto o tratamento físico-químico ocasionou a remoção dos sólidos suspensos e coloidais, o tratamento biológico possibilitou a remoção da matéria orgânica solubilizada, resultando em baixos valores de DQO no efluente tratado.

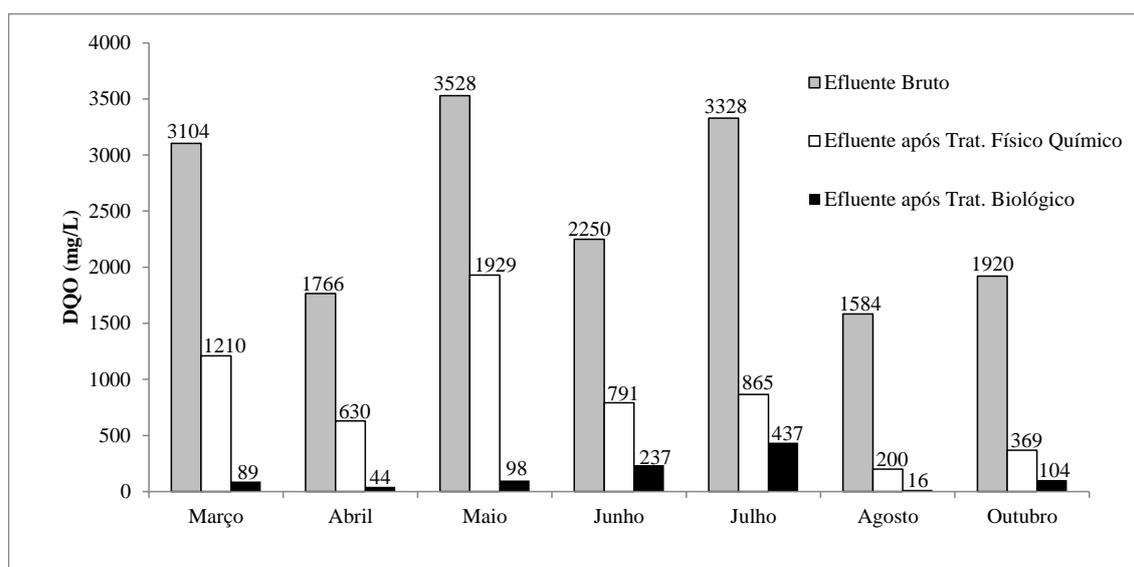


Figura 2: Concentrações de DQO do efluente bruto, do efluente após o tratamento físico químico e após o tratamento biológico.

Molossi (2013) analisou o efluente tratado de uma indústria de laticínios que utiliza um sistema muito semelhante ao da ETE analisada, encontrando após a última etapa do tratamento um residual de matéria orgânica (DQO), na ordem de $88,6 \text{ mg.L}^{-1}$. Isto corrobora a eficiência da combinação do tratamento físico-químico seguido do tratamento biológico.

Cechetti (2012) em análise do efluente de uma indústria de laticínios, encontrou para o efluente bruto valores de DQO de $2017 \pm 759 \text{ mg.L}^{-1}$ e a empresa possuía um sistema físico-químico seguido de lodo ativado, complementado por lagoas facultativas. Resultados semelhantes foram obtidos pelo sistema de tratamento do laticínio, sendo que o físico-químico também reduzia a DQO para cerca de um terço do valor inicial, e após o lodo ativado este valor era de 158 mg.L^{-1} .

Brião (2000) constatou que o sistema biológico de uma ETE de um laticínio, atingia somente 70% da eficiência do valor de projeto, devido ao aumento de produção, com consequente aumentos de vazão e carga. Assim, o uso racional de água para limpezas torna-se imprescindível para que se obtenha um sistema com um tempo de retenção mínimo e para que a estação atinja o seu funcionamento pleno. Verificou picos no resíduo da recepção e em várias etapas de produção, havendo reflexos diretos na eficiência de tratamento. No entanto, eficiências de remoção total de DQO da ETE oscilavam na ordem de 95%.

A ETE da empresa obteve remoção total de DQO de $95 \pm 5 \text{ mg.L}^{-1}$, no período analisado, comprovando a eficiência do tratamento utilizado.

3.2 DBO

Braile e Cavalcanti (1993) relatam que a carga bruta de laticínios possui valores variados e que estes valores dependem diretamente do tipo de produto processado na indústria. Para o leite em pó, a DBO pode atingir 2150 mg.L^{-1} , mas para produtos tratados como ‘leite’ de um modo geral, este valor é de 1010 mg.L^{-1} .

A carga bruta da unidade industrial no período analisado foi de $1136 \pm 410 \text{ mg.L}^{-1}$, que pode ser considerado um valor característico de DBO de efluentes das indústrias de laticínios. A Figura 3 apresenta os valores de DBO obtidos após cada etapa de tratamento.

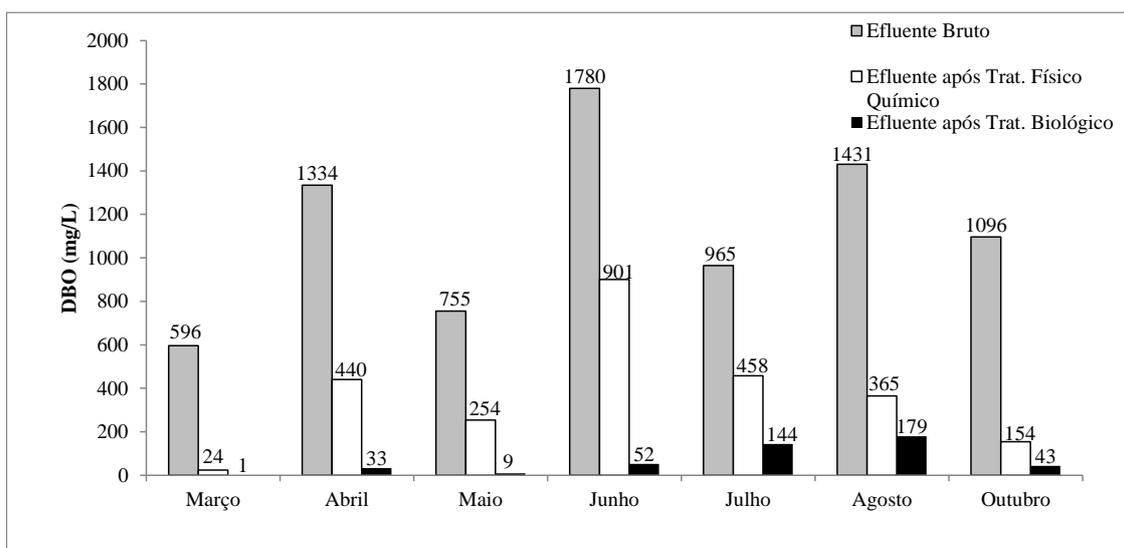


Figura 3: Valores de DBO do efluente da empresa.

Os tratamentos físico-químicos utilizando sulfato de alumínio, óxidos de cálcio ou sais de ferro produzem flocos sedimentáveis e reduzem a carga orgânica em 85% (Braile; Cavalcanti, 1993). O valor médio de remoção do tratamento físico-químico da empresa foi de $70,3\% \pm 16,9\%$, com a utilização do Policloreto de Alumínio (PAC).

Em alguns períodos (Março de 2010), a eficiência de remoção do tratamento físico-químico alcançou 96%. Contudo, esta eficiência depende diretamente da dosagem do produto químico adicionado como floculante (Policloreto de Alumínio - PAC), o que acarreta custos. Em algumas situações, pode-se optar por dosar menos PAC no efluente bruto e atuar no sistema biológico, com a recirculação do lodo ou com o controle de Oxigênio no tanque aeração, permitindo que o mesmo remova a carga orgânica excessiva. Em qualquer um dos casos, haverá maior geração de lodo com o

sistema que se optou por dar preferência para remoção da matéria orgânica e a geração de lodo consiste em outro resíduo que deverá ser destinado adequadamente.

A empresa controla a eficiência de remoção dentro de seu balanço econômico, evitando o uso de produtos químicos, pois possuem um alto custo de mercado, garantindo que o processo biológico realize a remoção final, fazendo o polimento do efluente. Exemplo deste fato ocorreu no mês de junho de 2010, no qual o tratamento físico-químico removeu 49% da DBO e o tratamento biológico 94% do residual, resultando em um efluente final com 52 mg.L⁻¹ de DBO.

O tratamento biológico por lodo ativado possui uma eficiência de remoção de 73% a 99,3%, oscilando os sólidos suspensos voláteis no tanque de aeração em uma faixa de 3000 mg.L⁻¹ a 4000 mg.L⁻¹ (BRAILE; CAVALCANTI, 1993). Dos sete meses avaliados, em quatro meses a eficiência de tratamento do processo de lodo ativado foi superior a 90%, o que o aponta como sendo uma excelente alternativa para a remoção de DBO. A menor remoção de DBO observada foi de 51 %, sendo este fato explicado por problemas operacionais no sistema de aeração da empresa naquela época, o que resultou em um efluente tratado com valores de DBO acima dos limites estabelecidos na licença de operação (80 mg/L). De um modo geral, houve uma boa eficiência de remoção do lodo de 81,3% ± 17,6%, estando dentro da faixa de remoção indicada por Braile e Cavalcanti (1993).

3.3 Sólidos Suspensos

A Figura 4 mostra a concentração dos sólidos suspensos no efluente bruto, após o tratamento físico-químico e após o tratamento biológico. Os sólidos suspensos ocorrem em efluentes de laticínios pela aglomeração de colóides protéicos presentes no leite. Em geral, a caseína é um dos principais constituintes desta matéria orgânica coloidal, aglomerando também gordura, cálcio e fosfatos ao colóide (BYYLUND, 1995; VEYSSEIRE, 1988). A remoção de sólidos suspensos, então, acarretará também na remoção de DQO, nitrogênio e óleos e graxas.

A flotação auxiliada por policloreto de alumínio (PAC) tem ganhado espaço entre as aplicações industriais para remoção de sólidos suspensos em efluentes. Lima e Reali (1996) testaram o PAC na flotação de efluente da indústria de celulose e atingiram remoção de sólidos suspensos superior a 90%.

Indústrias de alimentos analisadas por GOMES (2010) e MAGNAN (2010), utilizaram PAC para remoção de SST e obtiveram sucesso. O floculante PAC também foi testado por Molossi (2013) para o pós-tratamento do efluente de laticínios, melhorando a qualidade do mesmo e reduzindo para 13 mg/L a carga de SST.

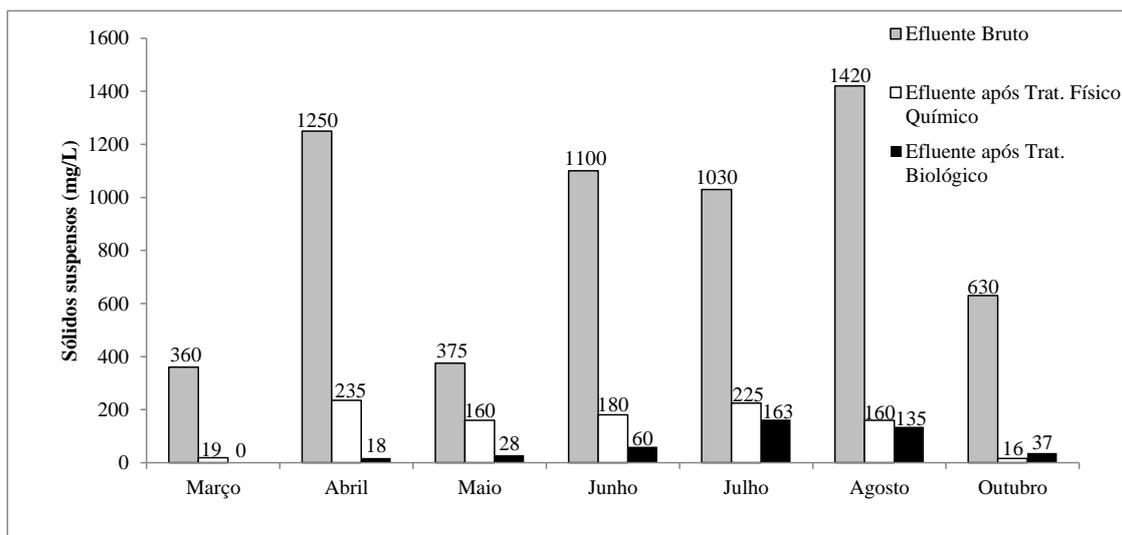


Figura 4: Concentração de Sólidos Suspensos no efluente da empresa.

O processo físico-químico da empresa (flotação utilizando PAC) cumpriu seu objetivo na remoção de sólidos suspensos, pois as eficiências de remoção estiveram acima de 80% em 5 meses no período avaliado (7 meses). Contudo, esta avaliação não pode ser feita exclusivamente baseada na eficiência de remoção, pois no mês de maio de 2010 a ETE recebeu uma baixa carga de sólidos suspensos, não havendo a necessidade de uma eficiência elevada no tratamento físico-químico. De qualquer modo, o valor médio de 83% de remoção de sólidos suspensos mostra a importância desta etapa para a ETE, e em alguns casos (outubro de 2010) chegou-se a atingir 97% da remoção deste parâmetro com o processo de flotação, e com isso removeu-se também 85% da DBO.

O processo de lodo ativado não objetiva a remoção de matéria orgânica suspensa, e sim a parcela solúvel. A presença de sólidos suspensos no efluente tratado pelo lodo ativado nos meses de julho e agosto de 2010 demonstra que a sedimentação não foi suficiente para a separação da biomassa, indicando problemas na sanidade dos flocos biológicos. Ramalho (2003) relata que choques de carga, despejos excessivos, falta de purga e outros fatores podem ser os responsáveis pelo intumescimento do lodo, o que dificulta sua sedimentação. Nestes meses a empresa ultrapassou o limite estabelecido pela sua licença de operação para o parâmetro de sólidos suspensos (100 mg.L^{-1}). Apesar disso, o efluente após o processo de lodo ativado removeu a carga de sólidos suspensos com eficiência média de 83%, e o efluente tratado apresentou uma concentração média de 63 mg.L^{-1} .

3.4 Nitrogênio Total

A Figura 4 apresenta as concentrações de Nitrogênio Total do efluente da empresa, que atendeu o disposto na Resolução 128/06 do Conselho Estadual do Meio Ambiente (RIO GRANDE DO SUL, 2006), a qual exige que as atividades geradoras de efluentes lancem seus despejos com uma concentração máxima de 20 mg.L^{-1} ou apresentem uma eficiência mínima de remoção de 75% para vazões (Q), correspondente a $100 \text{ m}^3/\text{h} < Q < 1000 \text{ m}^3/\text{h}$.

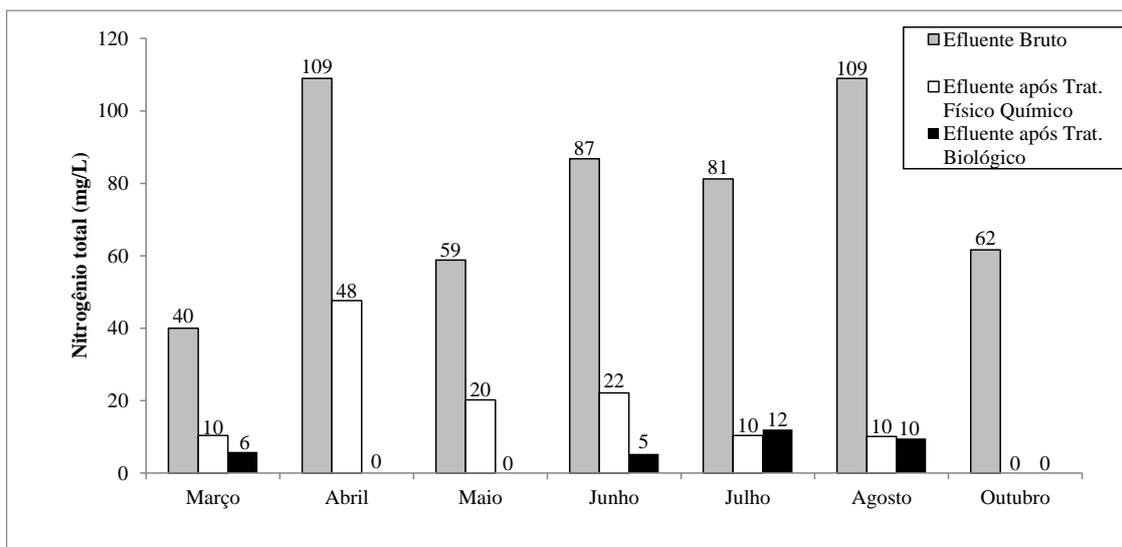


Figura 5: Valores para Nitrogênio Total do efluente da empresa.

A caseína constitui cerca de 80% das proteínas, e possui um tamanho aproximado de 100 nm, encontrando-se no leite na forma coloidal (BYLUND, 1995). A remoção do nitrogênio de efluentes de laticínios por métodos físico-químicos está associada à remoção da caseína, quando esta flocula e pode ser removida por flotação. Deste modo, observou-se que o processo de flotação da ETE da empresa opera removendo também a caseína do efluente, o que reflete na remoção do nitrogênio total.

Molossi (2013) analisou o efluente tratado de um laticínio por um sistema de tratamento muito semelhante ao da empresa em questão, obtendo apenas $4,80 \text{ mg.L}^{-1}$ de nitrogênio.

Cechetti (2012) analisou um sistema de tratamento de efluente de laticínios que utilizava as mesmas etapas (físico-químico + biológico) da empresa em questão. O autor percebeu que o padrão exigido pela legislação é cumprido ainda na saída do sistema físico-químico e que o sistema de lodo ativado reduz a concentração do nutriente pela metade da concentração de entrada nos reatores, atingindo após o flotador uma concentração de $12,35 \text{ mg.L}^{-1}$ e após aos decantadores diminui para $5,97 \text{ mg.L}^{-1}$. O processo físico-químico foi o que apresentou a maior eficiência na remoção do nutriente, sendo esta de 63%. Sabe-se que a remoção do nitrogênio de efluentes de laticínios por métodos físico-químicos está associada à remoção da caseína, quando esta flocula e pode ser removida por flotação.

3.5 Fósforo Total

A Figura 6 mostra os valores de concentração de fósforo total no efluente da ETE da empresa após cada tratamento. Pode-se perceber que na maioria dos meses foi atingida uma eficiência de 100% de remoção. Fósforo pode estar presente na forma solúvel ou coloidal no leite (BYLUND, 1995), e, em consequência, em efluentes de laticínios. Em geral, fosfatos estão associados ao colóide de caseinatos e gordura, e portanto, os sistemas físico-químicos apresentam boas eficiências de remoção deste composto. Por outro lado, o fosfato solúvel pode ser utilizado pela biomassa do lodo ativado, removendo também uma parcela destes constituintes.

As concentrações de fósforo total resultantes dos tratamentos físico-químico e biológico estão dentro do valor permitido pela Resolução do Conema 128/2006, que exige, para uma vazão de até $1000 \text{ m}^3/\text{dia}$, que as concentrações não ultrapassem 3 mg/L ou realizem 75% de remoção.

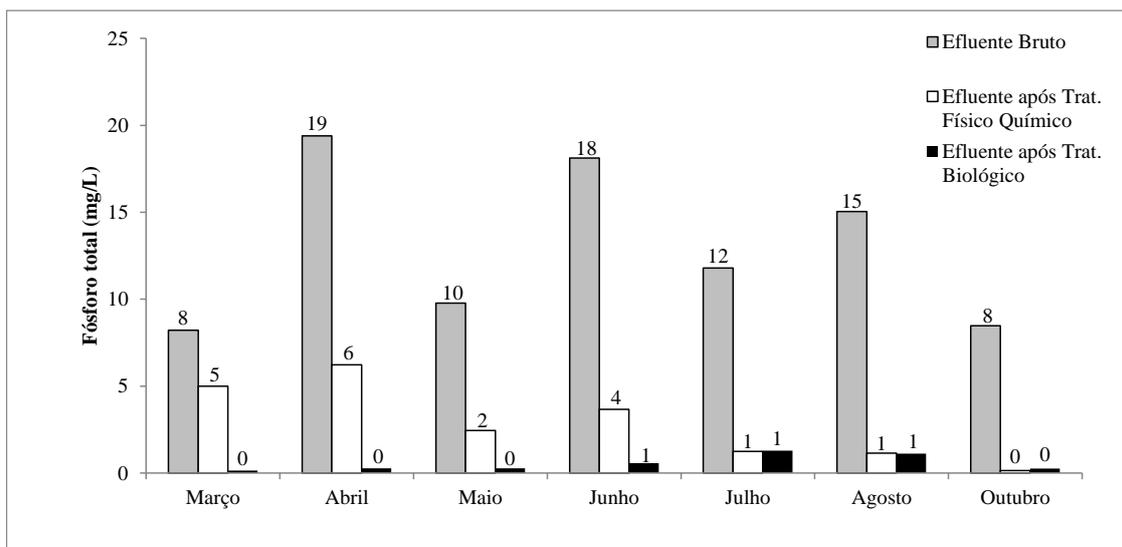


Figura 6: Valores para Fósforo Total no efluente da empresa.

O efluente tratado de uma empresa de laticínios avaliado por Molossi (2013) apresentou uma concentração de fósforo total de 2 mg.L^{-1} , sendo este considerado um valor baixo devido ao efluente já ter passado por métodos físico-químicos e biológicos de tratamento. A remoção de fósforo utilizando coagulantes mostra que o processo físico-químico é uma boa alternativa para a redução deste parâmetro em efluentes de laticínios. A condição que obteve a maior remoção de fósforo foi quando dosados 90 mg.L^{-1} de sulfato de alumínio, atingindo-se 72%.

Cechetti (2012), ao analisar o sistema de tratamento de efluentes de laticínios, obteve uma concentração de $4,51 \text{ mg.L}^{-1}$ no efluente bruto. Este valor foi reduzido para $1,98 \text{ mg.L}^{-1}$ após a flotação e para $1,45 \text{ mg.L}^{-1}$ após o lodo ativado. Percebe-se uma concentração abaixo da legislação ainda na saída do sistema físico-químico.

Aisse et al. (2002), cita que a remoção do fósforo das águas residuárias envolve a incorporação do mesmo em uma forma particulada (sólidos suspensos) e, na sequência, a remoção dos sólidos suspensos. Os tipos de sólidos suspensos nos quais os fosfatos podem ser incorporados são biológicos (microrganismos) ou químicos (fosfatos de metal precipitados pouco solúveis).

4 EFICIÊNCIA TOTAL DE REMOÇÃO DA ETE

O Quadro 1 apresenta a média dos percentuais de remoção de cada tratamento e da ETE como um todo ao longo do período analisado.

Quadro 1: Percentuais de remoção dos poluentes na ETE.

	Trat. Físico Químico	Trat. Biológico	ETE Total
DQO (%)	68±14	81±17	95±5
DBO (%)	70±17	82±18	95±6
Sólidos Suspensos (%)	83±13	64±35	93±5
Nitrogênio Total (%)	78±15	65±40	94±7
Fósforo Total (%)	77 ±20	74±40	96±4

O uso de PAC e flotação mostrou ser uma eficiente alternativa para o tratamento preliminar de laticínios, com uma remoção média de 75%. Uma eficiência semelhante também é obtida pelo sistema biológico. No entanto, observou-se que os dois tratamentos isolados não conseguem obter eficiências para atingir os padrões de lançamento, mas que a combinação dos dois processos consegue-se atingir mais de 95% de remoção, sendo uma boa alternativa para o tratamento de efluentes de laticínios.

5 CONCLUSÃO

A combinação de processos físicos, químicos e biológicos se mostrou de grande eficiência para o tratamento de efluentes de laticínios. Com a análise técnica do sistema utilizado pela ETE da empresa, foi possível comprovar sua eficiência. Mesmo havendo algumas falhas provocadas por fatores da indústria, como o excesso de vazão e acidentes na produção, que dificultaram a remoção em algumas etapas do tratamento, a ETE, como um todo, atingiu e até ultrapassou as exigências da sua Licença de Operação, lançando um efluente com características físico-químicas dentro dos parâmetros exigidos pela legislação.

A carga orgânica de DQO do efluente bruto do laticínio se mostrava elevada, mas ao final das etapas de tratamento foi possível atingir remoções de 95%. O mesmo ocorreu para remoção de DQO que também atingiu eficiência de remoção de 95%.

Para as remoções de nitrogênio e fósforo, a eficiência da ETE em alguns meses ultrapassa os valores exigidos pela Fepam de 75%, chegando a mais de 90%.

O tratamento físico-químico da ETE ao utilizar o PAC (policloreto de alumínio) trabalha com resultados melhores para remoção de sólidos suspensos. Apesar de ser um polímero de alto custo, tem uma grande capacidade de floculação para facilitar a remoção.

A ETE da empresa opera de forma eficiente, visando atender as exigências da legislação e adequando-se quando surgem imprevistos, cumprindo, dessa forma, seus objetivos.

6 REFERÊNCIAS

AISSE, M. M. et al. Avaliação do Sistema Reator Ralf e Flotação por ar dissolvido, no Tratamento de Esgoto Sanitário. PUCPR, 2002.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20 ed. Washington APHA 2000.

BASKARAN, K.; PALMOWSKI, L.M.; WATSON, B.M. Wastewater reuse and treatment options for the dairy industry. Water Science & Technology: Water Supply. Mumbair: IWA Publishing, v. 3, n. 3, p. 85 - 91, 2003.

BRAILE, P.M; CAVALCANTI, J.E.W.A. Manual de Tratamento de Águas Residuárias. São Paulo: CETESB, 1993.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Relatório de produção de leite. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 10 fev. 2011.

BRIÃO, V. B. Estudo de Prevenção à Poluição de Resíduos Líquidos em uma Indústria de Laticínios. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, 2000.

BRIÃO, V. B. Recuperação de sólidos do leite de águas de primeiro enxágue por processos de separação por membranas para a utilização em derivados lácteos. Projeto de pesquisa submetido ao CNPQ. 2010.

BYYLUND, G. Tetra Pak Dairy Processing Handbook. Sweden: Tetra Pak Processing System, 1995.

CECHETTI, M. P. Análise técnica da estação de tratamento de efluentes de uma indústria de laticínios. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/RS.

GOMES, B. M. F. Pré-Tratamento Físico-Químico de Efluentes Industriais de um Abatedouro de Bovinos. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/RS.

LIMA, M. R. A.; REALI, M. A. P. Tratamento Físico-Químico por Flotação de Efluentes de Reatores Anaeróbios. México: CONGRESSO ABES, 1996.

RAMALHO, R.S. Tratamiento de Aguas Residuales. 1ª ed. México: Editora Reverte, S.A., 2003.

MAGNAN, R. B. Análise da viabilidade técnica e financeira da substituição do coagulante cloreto férrico por policloreto de alumínio durante o processo físico-químico no tratamento de efluente de abatedouro avícola. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/RS.

MOLOSSI, J. Pós-tratamento físico-químico de efluente de laticínio para remoção de fósforo. 2013. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/RS.

RIO GRANDE DO SUL. Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA. Resolução 128, de 24 de novembro de 2006. Dispõe sobre a fixação de Padrões de Emissão de Efluentes Líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

RIO GRANDE DO SUL. Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br>. Acesso em: 10 fev. 2011.

SANTOS, H. R. Coagulação/precipitação de efluentes de reator anaeróbio de leite expandido e de sistema de lodo ativado precedido de reator UASB, com remoção de partículas por sedimentação ou flotação. 2006. Tese (Programa de Doutorado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos. 2006.

SILVA, R.J. Efeito dos venenos de serpentes *Crotalus durissus terrificus* (LAURENTI, 1768) e *Brothrops jararaca* (WIED, 1824) na evolução do tumor ascítico de Ehrlich. 1995. 132f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

VOURCH, M.; BALANNEC, B.; CHAUFER, B.; DORANGE, G. Treatment of dairy industry wastewater by reverse osmosis for water reuse. *Desalination*, v. 219, p. 190 – 202, 2008.

VEYSSEYRE, R. *Lactología técnica, composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche*. Zaragoza: Ed. Acribia, 1988.