

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE POLUENTES DE INDÚSTRIA DE LATICÍNIO POR MEIO DE *JARTEST*

Charles da Silva Alvim

Gestor Ambiental, mestrando em Sustentabilidade e Recursos Hídricos na Universidade Vale do Rio Verde (UNINCOR),
Três Corações, MG, Brasil
charlessalvim@yahoo.com.br

Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques

Doutora em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, professora da Universidade Vale do Rio Verde (UNINCOR),
Três Corações, MG, Brasil
roeflorestal@hotmail.com

RESUMO

A indústria de laticínios tem como principal aspecto ambiental a geração de efluentes líquidos industriais originários do processo de processamento do leite. O volume de efluente gerado pela indústria de laticínio varia entre 1 a 10 litros para cada 1.000 litros de leite e possui alto potencial poluidor ao ambiente. Objetivou-se neste trabalho avaliar a eficiência de remoção de poluentes pelo tratamento físico-químico, por meio de teste de jarros (*jarrest*) em uma indústria de laticínio de grande porte. Para tanto, realizou-se o teste de jarros compacto analógico de três provas graduado com capacidade de 1.000 mL cada com controle de velocidade do rotor até 250 rpm. Para os ensaios foi utilizado o Policloreto de Alumínio (PAC) com composição e teor (Al₂O₃) entre 18 a 24%, nas concentrações de 0,5, 1,0, e 1,5 ml e para a floculação foi utilizado polímero aniônico na concentração de 2, 5 e 8 ml. Para a correção do pH foi utilizada cal virgem. Repetiu-se a análise após a obtenção das melhores concentrações de PAC e polímero aniônico. Posteriormente foi realizada análise no efluente bruto e tratado das seguintes variáveis: pH, temperatura, DQO, sólidos suspensos, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas e turbidez e comparou-se com legislação DN/COPAM CERH 01/2008. Pelo teste de jarros observou-se eficiência do tratamento de efluentes de laticínios pelo método físico-químico quanto ao atendimento à legislação. Ressalta-se que para uma melhor verificação seria necessário a implantação de um sistema de tratamento físico químico e o monitoramento do efluente em escala real.

Palavras-chave: Tratamento de efluentes. Método físico-químico. Teste de jarros.

EVALUATION OF THE REMOVAL EFFICIENCY OF DAIRY INDUSTRY POLLUTANTS BY *JARTEST*

ABSTRACT

The dairy industry's main environmental aspect is the generation of industrial effluents from the milk processing process. The volume of effluent generated by the dairy industry varies from 1 to 10 liters per 1,000 liters of milk and has a high polluting potential in the environment. The

objective of this work is to evaluate the efficiency of pollutant removal by physicochemical treatment by jarrest testing in a large dairy industry. To do so, perform or test three-test graduated analog composite jars with a capacity of 1,000 mL each with rotor speed control up to 250 rpm. Aluminum Polychloride (PAC) with composition and content (Al₂O₃) between 18 and 24% was used for the tests. The analyzes of 0.5, 1.0 and 1.5 ml were used and for an flocculation anionic polymer was used at 2, 5 and 8 ml. For the pH correction the virgin was used. Repeat the analysis after using the best PAC and anionic polymer changes. Subsequently, the ineffective and treated analysis of the following variables was performed: pH, temperature, COD, heavy suspensions, sediments, oils and greases and turbidity and compared with DN / COPAM CERH 01/2008. By testing jars for efficient use of wastewater treatment by the physical-chemical method to comply with the legislation. It is emphasized that a better verification would require the implementation of a chemical treatment and effluent monitoring system in full scale.

Keywords: Wastewater treatment. Physicochemical method. Jug Test.

1 INTRODUÇÃO

Os efluentes líquidos industriais, também conhecidos como águas residuárias industriais, se não tratados de forma adequada, geram grandes impactos para o meio ambiente devido à poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas.

A indústria de laticínios representa um setor muito importante para economia local, regional e nacional. A atividade gera diversos empregos de forma direta e indireta, além de estar ligada à cadeia de uma das atividades da agricultura familiar mais importante na geração de renda para o pequeno produtor rural com a produção de leite. Estes têm em sua maioria a produção de leite como a primeira fonte de renda da propriedade.

De acordo com Von Sperling (2005), o volume de efluente gerado pela indústria de laticínio varia entre 1 a 10 litros para cada 1 litro de leite. Usualmente o volume adotado para estimar a quantidade de efluentes está na proporção de 2,3 litros de efluente por cada litro de leite processado (SARAIVA et al. 2009).

Quando lançado sem o devido tratamento e atendimento aos padrões legais, os efluentes industriais de laticínio podem causar a poluição do corpo hídrico receptor, gerando um desequilíbrio em rios, lagos e córregos, pela redução do oxigênio dissolvido, que tem como consequência a mortandade da ictiofauna e de outros seres presentes no ambiente, além de propiciarem a proliferação e o crescimento acelerado de microalgas, que contribuem para o desequilíbrio do ecossistema local. A contaminação do corpo hídrico é nociva para animais e pessoas que, de forma direta ou indireta, utilizam esta água, o que causa uma série de doenças e conseqüentemente gera um grave problema na Saúde Pública. Ainda pode-se citar a dificuldade, em algumas localidades, da baixa disponibilidade de água em boas condições para abastecimento público e dessedentação de animais, o que vem sendo muito comum.

Já no solo, o descarte inadequado desse tipo de efluente, sem o devido tratamento, pode acarretar a poluição deste com a alteração de suas características. O excesso de gordura presente no efluente pode promover uma camada de impermeabilização do solo e o excesso de sódio pode alterar suas características.

Os efluentes de laticínios possui características muito peculiares, com carga orgânica bastante elevada e tanto a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), quanto a Demanda Química de Oxigênio (DQO) variando de 500 a 4.000 ml/L (VON SPERLING, 2005), podendo variar de

acordo com o tipo de produto fabricado. Outros parâmetros variáveis que podem influenciar as características qualitativas destes efluentes são: sólidos suspensos, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas, temperatura, turbidez e pH.

O uso de produtos saneantes para limpeza e desinfecção de ambientes e equipamentos utilizados na produção também podem influenciar de maneira significativa a qualidade destes efluentes pois, podem alterar o pH e conseqüentemente influenciar no processo de tratamento em execução.

Para o tratamento de efluentes líquidos industriais da atividade de laticínios o método biológico é o mais usual. Segundo Von Sperling (2005) o método de escolha do projeto é feito verificando a relação de DQO e DBO e, pela característica deste tende a ser direcionado para o tratamento biológico, ou seja a sua relação DQO/DBO é menor que 2,5.

O tratamento pelo método físico-químico tem uma particularidade bem específica, pois, adiciona-se coagulantes e floculantes para promover a decantação e, se controlado o pH do efluente, a eficiência de remoção de poluentes pode ser satisfatória, alcançando como resultado, um efluente clarificado e tratado pela separação desses poluentes. Apresenta ainda vantagem de demandar áreas relativamente menores em comparação com o tratamento biológico (NUNES, 2001).

O método físico-químico consiste na adição de produtos químicos para a obtenção da coagulação e floculação do efluente e, quando necessário a correção do pH para que ocorra a reação química. Através da reação química ocorre a separação dos sólidos e demais poluentes contidos no efluente (CAVALCANTI, 2009). De acordo com a característica do efluente poderá ser necessário adição de outros produtos para redução de determinados poluentes e o resultado final será um efluente clarificado, com os parâmetros reduzidos a níveis satisfatórios para seu lançamento no corpo hídrico. A reação química acontece com a desestabilização das partículas coloidais por espécies hidrolisadas do coagulante adicionado, formando coágulos maiores (LEMOS et al. 2017).

As etapas do tratamento físico-químico de efluentes ocorrem em quatro fases distintas, sendo: correção de pH, coagulação, floculação e decantação.

Para a correção de pH, faz necessário produtos que possam aumentar ou diminuir o pH, de acordo com a característica do efluente. Entre os alcalinos os mais convencionais e com

menor custo tem-se a Cal (CaO). Já entre os ácidos o mais usual é o ácido sulfúrico (H₂SO₄) que requer cuidado especial no manuseio e armazenamento (CAVALCANTI, 2009).

A dosagem do produto de correção do pH pode ser feita de forma direta ou diluída, de acordo com o método empregado. Uma forma eficiente de dosagem é a utilização de dosadora, equipamento específico para esta finalidade que dosa o produto em quantidade e tempo programado (NUNES, 2001).

Na coagulação ocorre desestabilização das partículas coloidais por espécies hidrolisadas do coagulante adicionado, formando agregados maiores ou coágulos, que são pequenos pontos.

Na sedimentação, esses flocos se sedimentam devido à ação da gravidade, clarificando o meio líquido, ou seja, separando a fase líquida da sólida. Nessa etapa temos a transferência dos contaminantes, da carga orgânica e a redução dos sólidos em suspensão da fase líquida para fase sólida. (CAVALCANTI, 2009).

O método físico-químico pode apresentar custos de implantação e operação mais elevados em relação ao tratamento biológico para grandes vazões. Contudo, os custos iniciais podem ser otimizados com uso e adequações do sistema com equipamentos mais convencionais. Por exemplo, ao invés de se construir um reservatório em alvenaria pode-se optar por caixas d'água de fibra de vidro.

De acordo com o porte do empreendimento e o volume de geração de efluente, o sistema pode ser proposto por batelada ou contínuo (NUNES, 2001).

O custo operacional também pode ser reduzido com ações de controle do processo produtivo que ocasionará a redução da geração de efluentes, com menor custo e qualidade de efluente tratado. Este custo, se comparado com o biológico que demanda a aeração ininterrupta (24 horas por dia) que é o caso de sistema de lodo ativado e lagoa aerada tende a ser menor e considerável no custo final com energia elétrica (AZOLLINI et al. 2011).

Não se pode deixar de citar ainda que o soro proveniente da fabricação do queijo, se misturado ao efluente tornará o processo de tratamento ainda mais difícil. Portanto, este deve ser separado e ser reaproveitado como alternativa para o descarte, podendo ser utilizado no trato de animais e até mesmo fabricação de outros produtos, existindo para ele um mercado bastante específico.

As legislações ambientais em esfera federal, estadual e municipal determinam limites máximos nos padrões de lançamento destes efluentes após o tratamento em corpos receptores. Em âmbito federal a legislação que trata deste tema é a Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011 e na esfera estadual de Minas Gerais há a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008.

Nesse sentido, objetivou-se neste trabalho avaliar a eficiência de remoção de poluentes pelo tratamento físico-químico, por meio de teste de jarros (jartest) de uma indústria de laticínio de grande porte.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da indústria de laticínios

Utilizou-se efluente bruto de uma indústria de laticínios situada na região de Juiz de Fora, Minas Gerais. A produção na indústria está voltada para fabricação de doce, manteiga, leite condensado, leite envasado, dentre outros produtos que possui um sistema de tratamento biológico em operação com geração de 50 m³ de efluente/dia e possui um sistema de tratamento constituído de gradeamento, caixa de gordura com a capacidade de 20 litros, tanque de equalização e como tratamento secundário lodos ativados.

2.2 Ensaios de cogulação e floculação por meio do *jartest*

Realizou-se o teste de jarros para a avaliação da eficiência de remoção de poluentes. Para realizar os testes, utilizou-se um jartest compacto analógico de três provas graduado com capacidade de 1.000 mL cada com controle de velocidade do rotor até 250 rpm e sistema de iluminação para melhor visualizar a amostra. O equipamento foi fornecido pela empresa Nery Ambiental Ltda em caráter de parceria e desenvolvimento dos experimentos

Para os ensaios foi utilizado o Policloreto de Alumínio (PAC) com composição e teor (Al₂O₃) entre 18 a 24%, sua fórmula química é Al_n(OH)_mCl_{3n-m} (Figura 1).

Figura 1: Coagulante Policloreto de alumínio – PAC utilizado no ensaio de Jarrest



Fonte: o autor.

Os efluentes de laticínios se caracterizam por apresentar pH relativamente baixo entre 4 e 5. Assim, mediu-se o pH do efluente bruto e foi realizada a correção de pH até 9,0, com adição de cal virgem hidratada nas três cubas do ensaio de jarrest, devido ao PAC ser um produto ácido, sendo necessário a elevação do pH para posteriormente chegar ao valor de neutralidade 7,0 com o PAC. Para a correção do pH foi realizado a mistura nos jarros com mistura por um minuto a 200 RPM.

Utilizou-se as dosagens de 0,5 ml, 1 ml e 1,5 ml de dosagem do PAC, no primeiros, segundo e terceiro jarro respectivamente, com mistura por um minuto a 200 RPM conforme proposto por Cavalcanti (2009).

A partir da definição da melhor dosagem de PAC observada, foi realizada nova bateria com a correção do pH até 9 e a melhor dosagem de PAC nos três jarros para o teste com o polímero.

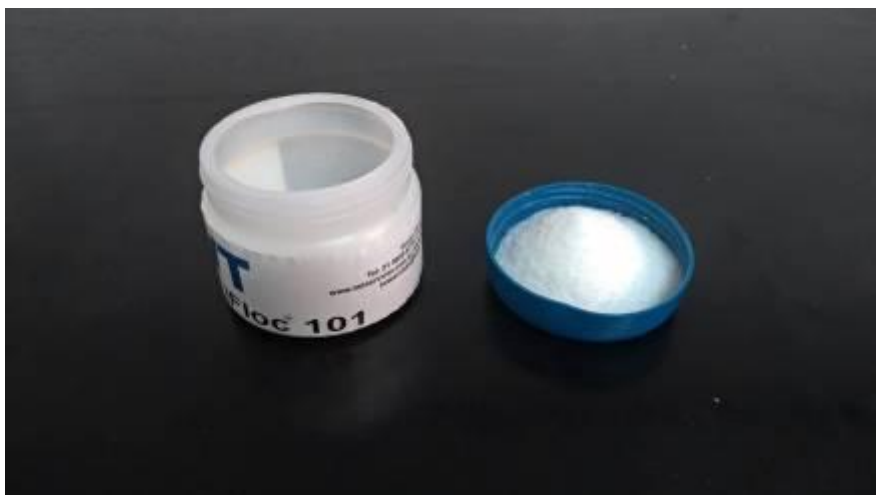
Formado os coágulos, para se obter um aumento do peso deste e acelerar a decantação, promove-se por meio da adição de polímero a aglutinação em flocos, o que torna o processo de formação do lodo mais homogêneo e denso, além de ajudar na remoção de alguma partícula que não tenha se formado no processo de coagulação.

Este processo possui uma importante função devido a sua propriedade de aglutinação e formação dos flocos, o que acelera o processo de decantação, reduzindo o tempo de detenção do efluente tendo como consequência a diminuição do volume de efluente armazenado para a decantação, reduzindo os custos de implantação do projeto.

Os polímeros podem ser aniônicos ou catiônicos (LEMOS et al. 2017). Os polímeros aniônicos possuem alta densidade de suas cargas negativas em sua cadeia, com isso, tende-se a atrair e ligar a moléculas com cargas positivas. Já os catiônicos possuem alta densidade de suas cargas positivas que tendem-se a atrair e ligar com moléculas com cargas negativas. Este é determinado de acordo com a característica do efluente e pode ser determinado em testes de tratabilidade de bancada.

Para a etapa de floculação foi adicionado a solução de polímero aniônico 0,1% (Figura 2) na quantidade de 2 ml no primeiro jarro, 5 ml e 8 ml no segundo e terceiro jarro respectivamente, utilizando-se de seringas de 1 e 5 ml. Posteriormente, reduziu-se a velocidade de agitação para 150 RPM durante um minuto e sedimentação com tempo de 10 minutos para os três jarros, seguindo a metodologia proposta por Lemos et al, (2017).

Figura 2: Polímero aniônico 0,1 % IFloc 101 utilizado no ensaio de Jarrest.



Fonte: o autor.

Após os testes, foi repetido o ensaio novamente com a correção do pH até 9, dosagem de PAC mais eficiente na fase de coagulação com mistura por um minuto a 200 RPM e na fase de floculação por um minutos a 150 RPM com dosagem a melhor dosagem de polímero. Esperou-se a decantação do efluente por 10 minutos, a fim de obter o efluente clarificado. Para análise laboratorial observou-se a melhor concentração de PAC e polímero aniônico, com a melhor clarificação, no qual foi realizada a coleta para análise laboratorial.

Vale ressaltar quanto às dosagens dos produtos químicos pode haver variação em decorrência das características de cada fabricante dos produtos quanto à concentração e

aspectos dos mesmos. Variações também podem ocorrerem em detrimento das características do efluente utilizado.

2.3 Coletas e análises laboratorias

Os procedimentos de coleta e preservação das amostras foram realizados de acordo com o Standard of Methods (APHA, 2005).

Para a análise do efluente bruto coletou-se uma amostra composta no tanque de equalização após passar pelo sistema de gradeamento e caixa de gordura, pois estes são primordiais antes de qualquer metodologia de tratamento de efluente de laticínio, considerando o alto teor de sólidos grosseiros e de gordura do leite em quantidade de vinte litros, quantidade suficiente para as análises laboratorias e ensaios do jarrest.

Para a análise do efluente tratado, coletou-se amostras simples do efluente sobrenadante do jarro após o ensaio físico-químico em escala laboratorial por meio do Jarrest, com auxílio de uma seringa de 60 ml e depositado o efluente em um frasco de coleta.

Foram realizadas análises laboratoriais do efluente bruto e tratado com a melhor clarificação no laboratório Eco Análise de acordo com metodologia do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

As variáveis avaliadas foram pH, temperatura, DQO, sólidos suspensos, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas e turbidez.

2.4 Tratamento dos dados

Para comparação dos resultados dos laudos das análises foi utilizado como comparação os parâmetros da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008.

A tabela 1 apresenta os limites máximos de lançamento de efluentes em corpo receptor.

Tabela 1: Limites de lançamentos de efluentes de acordo com a Deliberação Normativa COPAM-CERH 01/2008

PARÂMETRO	Valor Máximo Permitido
pH	Entre 5 a 9
Temperatura	Inferior a 40°C
DQO	Até 180 mg/L ou redução em no mínimo 55% e média anual igual ou superior a 65% para sistemas de esgotos sanitários e de percolados de aterros sanitários municipais e, eficiência de redução de DQO em no mínimo 70% e média anual igual ou superior a 75% para os demais sistemas.
Sólidos Suspensos totais	100 mg.L ⁻¹
Sólidos Sedimentáveis	1 mL.L ⁻¹
Óleos e Graxas	20mg.L ⁻¹
Turbidez	-

Fonte: adaptado de COPAM/CERH-MG (2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização do ensaio de jatest constatou-se que para a fase de coagulação e pH mais próximo de 7, a melhor concentração foi o da adição de 1 ml de PAC, apresentando a maior capacidade de coagulação.

Na fase de floculação, a melhor dosagem de polímero aniônico 0,1% foi de dosagem de 5 ml de polímero, com a maior floculação.

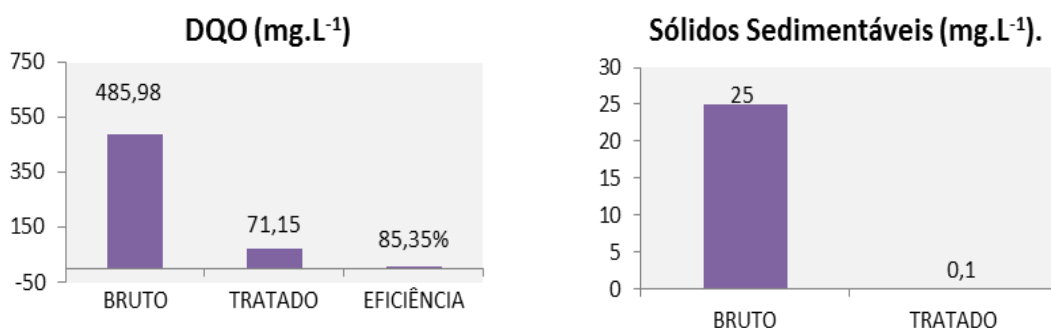
Figura 3: Resultado do Jarrest como o coagulante PAC com concentração de 1ml e floculante póimero aniônico 0,1 com 5 ml.



Fonte: o autor

Em relação aos parâmetros avaliados, aa figura 4 são apresentados os resultados de DQO e Sólidos sedimentáveis.

Figura 4: Valores DQO e sólidos sedimentáveis dos efluentes bruto e tratado após o jarrest:



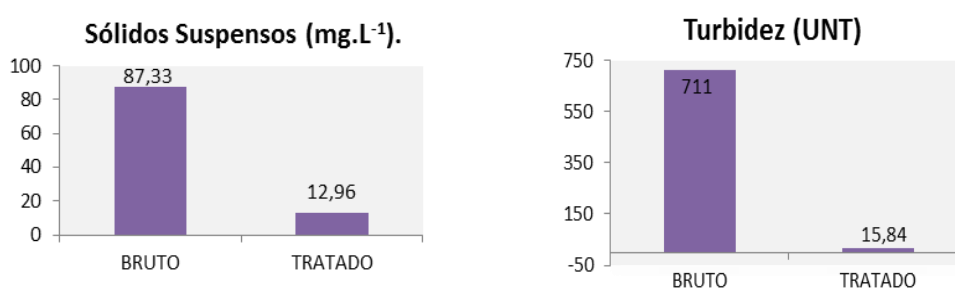
Para os parâmetros de DQO e sólidos sedimentáveis acima, podemos verificar que eficiência atingida está bem acima do limite mínimo estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008. Com destaque para o parâmetro de DQO onde a eficiência de remoção dói de 85,35 %, ressaltando a eficiência satisfatória apenas pelo tratamento físico-químico, muito superior do que é preconizado pela legislação vigente, que deve ser maior que 75%. Favareto et. al. (2015), ao estudar uma estação de tratamento de efluentes de laticínios composta por um processo combinado de tratamento físico-químico e lodos ativados observaram 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.

Porém, destacaram a importância da dosagem adequada do coagulante Policloreto de Alumínio (PAC), como floculante, é o que define a eficiência do tratamento físico-químico. E, 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. Cechetti (2012) em análise do efluente de uma indústria de laticínios, eu 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, sendo que o tratamento físico-químico também reduziu a concentração de DQO para aproximadamente um terço do valor inicial, e após o lodo ativado este valor era de 158 mg.L^{-1} .

Para os sólidos sedimentáveis observou-se que o efluente tratado obteve valores de concentração menores que 1 mg.L^{-1} atendendo ao disposto pela DN-COPAM-CERH 01/2008.

A figura 5 apresenta os valores de sólidos suspensos e turbidez. Observou-se que houve uma redução considerável nos resultados entre o efluente bruto e tratado, sendo a eficiência de remoção de sólidos suspensos de 85,15%, demonstrando eficiência satisfatória e que o processo físico químico é suficiente para a remoção dos poluentes. Os sólidos suspensos ocorrem em efluentes de laticínios pela aglomeração de colóides protéicos presentes no leite (Favareto et al, 2015).

Figura 5: Valores de sólidos suspensos e turbidez dos efluentes bruto e tratado após o jarrest



Fonte: Criada pelo autor

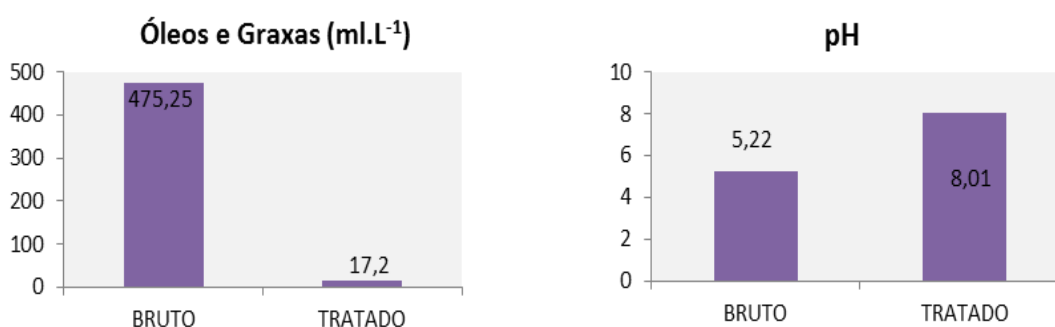
Favareto et al (2015) observaram uma remoção de sólidos suspensos pela flotação utilizando PAC acima de 80% em 5 meses no período avaliado (7 meses), porém ressaltaram que esta avaliação não pode ser feita exclusivamente baseada na eficiência de remoção, houve baixa carga de sólidos suspensos, não havendo a necessidade de uma eficiência elevada no

tratamento físico-químico. Molossi (2013) avaliando a remoção de fósforo em efluente de laticionio constatou que o floculante PAC para o pós-tratamento do efluente de laticínios melhorou a carga de Sólidos suspensos atingindo 13 mg.L^{-1} .

Em relação à turbidez, apesar de não apresentar um valor máximo permitido pela DN COPAM/CERH 01/2008 apresentou eficiência de remoção de 97,77 %.

Para os parâmetros e óleo e graxas a redução também foi bastante satisfatória, sendo de 96,38%, atingindo o valor de $17,2 \text{ ml.L}^{-1}$ abaixo do preconizado pela legislação vigente que deve ser menor que $20,0 \text{ ml.L}^{-1}$. O valor de pH final (8,1) também foi observado dentro dos valores máximos permitidos estabelecido na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 que possui intervalo de 6 a 9 (Figura 6).

Figura 6: Valores de óleos e graxas e ph dos efluentes bruto e tratado após o jarrest



De uma maneira geral, comparando-se os resultados do efluente bruto com o tratado verificou-se que todas as variáveis avaliadas atenderam de maneira satisfatória ao teste de bancada – jarrest quanto ao atendimento à Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008.

4 CONCLUSÕES

As melhores concentrações de PAC e de polímero aniônico 0,1 % foi de 1 ml e de 5 ml respectivamente.

Pelo teste de jarros observou-se eficiência do tratamento de efluentes de laticínios pelo método físico-químico quanto ao atendimento à legislação em todas os parâmetros analisados.

Ressalta-se que para uma melhor verificação seria necessário a implantação de um sistema de tratamento físico químico e o monitoramento do efluente em escala real.

REFERÊNCIAS

APHA **standard methods: for examination of water and wastewater**. 21th ed. Baltimore: APHA, AWWA, WPCP, 2005.

AZZOLINI, J.C.; FRINHANI, E.M.D.; FABRO, L.F. Águas industriais: controle físico-químico e biológico do efluente e medida da eficiência do tratamento na agroindústria. **Unoesc & Ciência-ACET**, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 7-18, jan./jun. 2011. Disponível em: https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/acet/article/view/721/pdf_140. Acesso em: 20ago. 2019.

BRAZIL. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho.

CAVALCANTI, J. E. **Manual de tratamento de Efluentes Industriais**. São Paulo: Engenho Editora Técnica Ltda, 2009. 453p.

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.

Favaretto, D. P. C; BRIÃO, V. B.; COLLA, L. M.; HEMKEMEIER, M. Análise técnica do processo de tratamento de efluentes de empresa de laticínios da região de Passo Fundo/RS. **Revista CIATEC**, vol.7. n.2, 18-30, 2015

LEMOS, M.S.; MATOS, L.N.; FLORIDO, P.L.; LACERDA, J.A.S.; YOKOYAMA, L. Estudo da influência de polímeros catiônicos e aniônicos na clarificação de efluente da produção de biodiesel. In: Congresso ABES-FENASAN 2017, São Paulo, SP. Anais[...] São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental & Associação dos Engenheiros da Sabesp, p.1-8. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2018/12/II-504.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2019.

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.

MINAS GERAIS. Conselho de Política Ambiental-Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (COPAM/CERH-MG). **Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 01**, de 05 de maio de 2008. 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, e dá outras providências. Publicação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 13/05/2008); Retificação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 20/05/2008). Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151> Acesso em 20ago. 2019.

NUNES, J. A. **Tratamento Físico-Químico de Águas Residuárias Industriais**. 3ª ed. Aracaju: Gráfica e Editora Triunfo, 2001. 273p.

SARAIVA, C.B.; MENDONÇA, R.c.S.; SANTOS, A.L.; PEREIRA, D.A. **Consumo de água e geração de efluentes em uma indústria de laticínios** *Rev. Inst. Latic. "Cândido Tostes"*, n.367/368, v.64, p.10-18, mar/jun, 2009. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/viewFile/75/81>. Acesso em: 02 ago. 2019.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. V.1,3.ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 452p. 2005.

Recebido em 25/11/2019.

Aceito em 12/12/2019.