

PRÉ-TRATAMENTO DE EFLUENTE DE LATICÍNIO VISANDO A REMOÇÃO DA TURBIDEZ

Camila de Mello Silva (*), Camila de Almeida Porto, Elisângela Maria Rocha Rodrigues, Erika Lima Silva, Romildo Henriques dos Anjos Júnior

*Universidade Federal da Paraíba, camilade_mello@hotmail.com

RESUMO

A indústria de laticínios é uma atividade econômica importante tanto no âmbito nacional, como em algumas regiões específicas. Entretanto, torna-se necessária uma visão crítica voltada para a preservação do meio ambiente. Este tipo de produção é responsável por gerar uma quantidade significativa de efluentes com grande potencial poluidor aos corpos hídricos, devido a sua composição a qual possui sanitizantes, detergentes e outros produtos químicos, além de grande quantidade de gordura presente proveniente do resíduo de leite. O objetivo deste trabalho é a utilização do processo de coagulação como pré-tratamento para o efluente da usina de beneficiamento de leite – AGUBEL – localizada na cidade de Sumé, pertencente ao Cariri paraibano. A usina é responsável pelo processo de pasteurização do leite de cabra de produtores locais e de cidades vizinhas, fornecendo o produto final ao Programa Fome Zero e ao Programa do Leite da Paraíba. Para a realização deste trabalho foram realizados testes de coagulação/floculação utilizando Sulfato de Alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) e Cloreto Férrico ($FeCl_3$) como coagulantes químicos. Os resultados mostraram boas remoções em termos de turbidez em torno de 100 NTU em um dos testes, entretanto por se tratar de um efluente o qual sua composição varia de acordo com os tipos de materiais utilizados nos processos envolvidos na indústria, é necessário um estudo mais aprofundado. Mesmo assim, o trabalho proposto mostrou-se viável para um sistema de tratamento posterior.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente Lácteo, pré-tratamento, coagulação.

INTRODUÇÃO

Segundo Beghini e Ribeiro (2014) o avanço dos processos de industrialização, a busca por matéria prima tornou-se uma demanda crescente causando alterações e prejuízos ao meio ambiente. A água, principal insumo natural, é motivo de preocupação constante por ser um recurso finito, com o qual já se enfrenta problemas de escassez em várias localidades. Guerra et al (2011) comenta que mais de um bilhão de pessoas no planeta já sofrem com problemas de escassez e caso não sejam tomadas medidas adequadas relacionadas ao consumo e gestão dos recursos hídricos, de acordo com a Unesco, um terço da população pode ficar sem água para abastecimento humano em 2025.

Neste sentido, as indústrias de alimentos vêm se destacando no consumo de grande quantidade de água na fabricação de seus produtos e também por acarretar em uma grande quantidade de efluente gerado. Devido ao crescimento populacional, a demanda nas indústrias de laticínio tem favorecido a geração de efluentes e um alto teor de consumo de água, tornando-se um setor que necessita de uma gestão mais sustentável em vista de ser fundamental no mercado brasileiro e mundial.

Apesar de o Brasil despontar como o sexto maior produtor de leite do mundo (atrás de países como USA, Índia, China, Rússia e Alemanha), com uma produção estimada em torno de 27 bilhões de litros de leite ao ano (CNA, 2008), nossa produtividade ainda se distingue por ser baixa e apresenta graves problemas que levam nosso leite a um padrão de qualidade inferior, como os relacionados com a contaminação do leite por microrganismos e no tocante às características físico-químicas. Mesmo que esse último aspecto citado atualmente não seja tão relevante, uma vez que com a modificação da forma de pagamento do leite adquirido pelos laticínios não mais pela quantidade e sim pela qualidade, os parâmetros físico-químicos desse insumo em geral estão sendo preservados (SILVA, et al. 2012).

Com vistas para a produção de leite em regiões menos favorecidas, atenta-se para a disponibilidade hídrica em regiões semiáridas, por serem regiões nas quais a água é um fator limitante para os gestores municipais. Sendo assim, o tratamento do efluente na fonte geradora é capaz de favorecer de forma sustentável e econômica, regiões que podem vir a sofrer com escassez e que já lidam com o racionamento e a seca. A proposta de tratamento para se enquadrar a essas condições exige viabilidade técnica e financeira, para auxiliar de forma eficiente pequenas indústrias de pasteurização de leite.

Os efluentes de laticínios são caracterizados com alto teor de matéria orgânica, devido à presença de substâncias do leite; elevada concentração de óleos e graxas, devido às gorduras do leite e de outros produtos lácteos; altos teores de

nitrogênio e fósforo, principalmente em função do uso de produtos para limpeza e desinfecção; grandes variações no pH, residuais de soluções ácidas e alcalinas, basicamente das operações de limpeza; e alta condutividade (CICHELO, *et al.*, 2012).

O volume de água consumido e de efluente gerado em indústrias de laticínios pode variar muito dependendo do tipo de processo utilizado, dos produtos produzidos, da qualidade da água requerida e das práticas de gestão aplicadas (VOURCH *et al.*, 2008).

As atividades em uma indústria de laticínios variam de acordo com os tipos de produtos a serem processados, entretanto existem operações “padrão” as quais são fundamentais e comuns a todos os processos produtivos. São as operações de recepção, análise de qualidade, tratamento térmico, processamento, envase e embalagem, armazenamento e expedição.

Coagulação/floculação

O processo de coagulação/floculação tem por finalidade a remoção de substâncias coloidais, ou seja, material sólido em suspensão (cor) e/ou dissolvido (turbidez). Essa operação normalmente é considerada como um pré-tratamento que objetiva o condicionamento do despejo para o tratamento subsequente (VAZ, 2009).

De certa forma a presença de cor na água não apresentava, até recentemente, problemas sanitários, entretanto com a comprovação no final da década de setenta que os materiais dissolvidos causadores da cor, são precursores de substâncias potencialmente carcinogênicas, a atenção voltou-se para a sua remoção. A cor na água pode ser resultar dos processos de decomposição da matéria orgânica, da presença de íons metálicos naturais, como o ferro e o manganês, bem como do lançamento de diversos tipos de despejos industriais (LEAL & LIBÂNIO, 2002).

Para Von Sperling (1995), a turbidez representa o grau de interferência com a passagem de luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma. Essa turbidez é formada por sólidos em suspensão e pode estar constituindo o corpo hídrico, por origem natural ou antropogênica. Por questões antrópicas, pelo despejo de efluentes industriais, domésticos, microrganismos e erosão. Para SANTOS (2007) alguns vírus e bactérias podem se alojar nas partículas em suspensão, se protegendo da ação de desinfetantes, passando a turbidez a ser considerada também sob o ponto de vista sanitário.

Ritcher & Neto (2003) citado por Vaz (2009) afirma que os termos coagulação e floculação são utilizados como sinônimos, uma vez que ambos significam o processo integral de aglomeração das partículas. A coagulação é o processo pelo qual o agente coagulante adicionado à água, reduz as forças de repulsão entre as partículas em suspensão, já a floculação é a aglomeração dessas partículas por meio de transporte de fluidos, formando partículas mais densas capazes de sedimentar.

A coagulação anula as forças de repulsão entre as partículas coloidais, por meio de mecanismos de ligação e adsorção na superfície da partícula coloidal, pela adição de agentes químicos, denominados de eletrólitos (CPRH, 2001).

O mecanismo de coagulação/floculação é sensível a diversos fatores: tipo e dosagem de coagulante, pH do efluente, natureza das substâncias produtoras de cor e turbidez, entre outros. O tipo e a dosagem ideal da quantidade de coagulante são definidos em função principalmente da viabilidade econômica e características do efluente. Por esse motivo, testes de coagulação são extensivamente usados para determinar as dosagens químicas ótimas no tratamento. Esse teste de laboratório simula o processo de coagulação/floculação em jarros e pode ser conduzido numa variedade de condições (Vaz, 2009). Os principais coagulantes utilizados nos tratamentos de água e esgoto são os sais de alumínio e ferro, principalmente por serem produtos de baixo custo.

Sulfato de alumínio

O sulfato de alumínio é um dos coagulantes mais utilizados no mundo devido ao custo e a facilidade no manejo, muito utilizado em estações de tratamento de água, visto a demanda de grandes quantidades. Tem uma faixa de pH efetiva no processo de coagulação entre 5,0 e 8,0.

Os flocos resultantes da coagulação com sulfato de alumínio são essencialmente de natureza inorgânica, portanto, o lodo não entra em decomposição biológica, isto é, não é biodegradável, dificultando sua disposição final. Além disso, apresenta um lodo gelatinoso e volumoso (SANTOS FILHO & SANTA RITA, 2002).

Cloreto férrico

O cloreto férrico também é utilizado em estações de tratamento de água, menos comum do que o sulfato de alumínio por seu custo ser um pouco mais elevado. Por ter uma baixa solubilidade dos hidróxidos férricos formados, eles podem agir sobre ampla faixa de pH (PAVANELLI, 2001). O cloreto férrico produz bons flocos na faixa de pH entre 5,0 e 11,0 (SPINELLI, 2001). O que torna uma vantagem por propiciar uma coagulação em uma faixa maior sem a necessidade da correção do pH do efluente.

Quando adicionado em excesso ao efluente, parte do cloreto férrico não participa da reação coagulação/floculação, ficando este em solução e aumentando os valores dos parâmetros de cor e turbidez (VAZ, 2009). Segundo Branco (1991) citado por Vaz (2009), a presença de ferro pode propiciar uma coloração amarelada e turva à água dependendo dos níveis de concentração.

OBJETIVO

O trabalho teve por objetivo investigar o pré-tratamento por coagulação/floculação/sedimentação do efluente de laticínio na remoção da turbidez para posterior tratamento avançado, em vistas do reuso da água de processamento de leite em usina de pasteurização.

METODOLOGIA

Área de estudo

A usina AGUGEL, objeto deste estudo localiza-se na Fazenda Agreste, zona rural do município Sumé-PB. Ela é responsável pela pasteurização e empacotamento do leite de cabra dos produtores locais. Os dados e a dinâmica de atividades envolvida no processamento foram obtidos através de duas visitas técnicas nos meses de Abril e Julho de 2016. Esta atividade foi realizada em parceria com as professoras do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional – CTDR.

Coleta e caracterização do efluente bruto

As amostras foram coletadas em recipientes de plásticos esterilizados, as quais foram armazenadas em geladeiras a uma temperatura média de 10 °C do Laboratório de Saneamento da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

A caracterização do efluente foi realizada de acordo com o Manual de Análises Físico-Químicas (SILVA & OLIVEIRA, 2001). Os parâmetros determinados foram a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5), Demanda Química de Oxigênio (DQO), cor (Método Pt-Co a 455 nm), pH, condutividade, alcalinidade, amônia, nitrato, cloretos e sólidos totais.

Teste de pré-tratamento

Teste I

O tratamento de coagulação/sedimentação foi realizado em béqueres de 150 ml, utilizando dois coagulantes químicos: cloreto férrico ($FeCl_3$) e sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) (concentrações estudadas para cada coagulante foram de 80, 100, 120, 150 e 200 $mg.L^{-1}$). Inicialmente, foram preparadas soluções estoque dos coagulantes, em concentração de 5g/L. Após a adição dos coagulantes, a mistura foi realizada manualmente por 60s, seguidos de 30 minutos sem agitação para a formação dos flocos. Decorrido esse tempo, as amostras foram homogeneizadas suavemente com bastão de vidro e manteve-se em repouso por mais 30 minutos para etapa de sedimentação. Após o término do processo, foi realizada a análise de turbidez, cuja remoção é o objetivo deste estudo. O pH natural das amostras foi mantido, em pH 12,49.

Teste II

Neste teste com base nos resultados do teste I, optou-se por ampliar a faixa de concentração para cada coagulante. As concentrações investigadas foram: 20, 40, 60, 80, 100, 120, 150 e 200 $mg.L^{-1}$. Utilizou-se as mesmas soluções estoque de 5g/L para os coagulantes: $Al_2(SO_4)_3$ e $FeCl_3$. O procedimento de agitação, tempo para homogeneização e repouso para o processo foi de acordo com a descrição feita no teste I. Além da análise de turbidez, também foi verificada a cor

das amostras no final do teste. Para isso, as amostras centrifugadas e posteriormente analisadas em espectrofotômetro UV-visível (QUIMIS) na curva de 455nm (método Pt-Co).

Teste III

Após a realização dos testes I e II foi escolhida a concentração que obteve melhor resultado em relação à remoção da turbidez, para cada coagulante, investigou-se o pH ótimo para o processo, pois cada um dos coagulantes possui uma faixa de pH ideal na qual a eficiência é maior. Foi escolhida a concentração de 40 mg.L⁻¹ de Sulfato de Alumínio e 100 mg.L⁻¹ de Cloreto Férrico e a cada uma adicionou-se Ácido Clorídrico (HCl) concentrado para ajustar o pH ao valor desejado. A faixa investigada foi: pH 13,22 (natural da amostra coletada); 9,0; 8,0; 7,0; 6,0 e 5,0.

Teste IV

O teste IV foi realizado a fim de compreender o comportamento do pH da amostra ao adicionar o ácido clorídrico, pois foi observado que a mesma mostrava certa resistência e uma tendência a permanecer mais alcalina. Para isto o teste foi realizado anotando-se o valor gasto de ácido clorídrico (HCl), em concentração de 5 mol.L⁻¹, para diminuir o pH de 1,0 em 1,0, conforme procedimento de Salazar e Filho (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização da agubel

A Usina de Beneficiamento do Leite AGUGEL recebe cerca de 2800 L/dia de leite de cabra, valor abaixo da média, segundo a própria administradora, devido à baixa produção no período de estiagem. O processo produtivo atual da empresa consiste em recepção, pasteurização, envase e armazenamento. Na recepção, o leite de cabra é armazenado inicialmente em tanques de resfriamento para realização de algumas análises laboratoriais. Em condições adequadas, o leite é encaminhado para a pasteurização de curta duração. O envase é feito automaticamente. Por fim, o produto é armazenado em salas de refrigeração ou congelamento, em função da demanda.

De acordo com Tavares e Mazzer (2014) o preço pago aos produtores pela aquisição do leite e pelos processos de tratamento deste é definido pela Resolução do Grupo do Programa de Aquisição de Alimentos, composto por membros de vários Ministérios.

Medidas de higiene como limpeza das mãos e botas, assim como a utilização de luvas, toucas e jalecos são indispensáveis para a entrada nas instalações, para evitar qualquer tipo de contaminação em todas as etapas do processo.

A ordenha do leite de cabra é feita pelos produtores na fazenda, a usina faz apenas o processamento e envase para despache. A AGUBEL não é responsável pelo pagamento dos produtores. O leite produzido é comprado pelo Governo Federal por meio de licitações para o programa Fome Zero e Programa do Leite na Paraíba, os produtores são pagos por quantidade de leite produzido e a comercialização não pertence à usina, que é paga apenas pelo processo de pasteurização.

Os galões utilizados para transporte do leite são higienizados na usina gerando parte do efluente da indústria com uma grande carga de matéria orgânica proveniente dos resíduos de leite dos recipientes.

O leite estocado passa ao processo de pasteurização, envase e armazenamento. O processo utiliza água para resfriamento da caldeira e limpeza do maquinário. A água limpa utilizada apenas para o resfriamento é misturada com a água de limpeza em uma única fossa. Ressalta-se que as fossas ligadas à rede dos banheiros são separadas.

Caracterização físico-química do efluente bruto

A caracterização físico-química do efluente bruto (Tabela 1) foi realizada em duas amostras coletadas em meses diferentes. Observou-se que o efluente apresentava um pH alcalino, condutividade e alcalinidade elevados, resultante da utilização dos produtos de limpeza. Os resultados de DBO₅, DQO e Sólidos estão relacionados com a carga orgânica proveniente do resíduo de leite removido na higienização. Ressalta-se que a variação nas caracterizações pode ocorrer pela quantidade e tipo de produtos utilizado na etapa de higienização.

Tabela 1. Caracterização físico-química do efluente bruto

Parâmetros	Abril/16	Julho/16
pH (~ 27°C)	12,49	13,22
Turbidez (NTU)	944,00	1.260,00
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	11,03	11,40
Alcalinidade Total (mgCaCO_3/L)	4.235,00	3.400,00
Amônia ($\text{mg N-NH}_3/\text{L}$)	1,42	-
Nitrato ($\text{mgN-NO}_3/\text{L}$)	2,27	-
Cloretos ($\text{mg Cl}^-/\text{L}$)	364,60	480
DBO ₅ (mgO_2/L)	1.780,00	1.924,00
DQO (mgO_2/L)	4.143,42	3.869,65
Cor (Pt Co a 455 nm)	1.458,47	7.089,80
Sólidos Totais (mg/L)	119.444,00	9.183,33
DBO/DQO	0,43	0,50

Machado *et al.* (2002) afirmam que a relação entre DBO₅/DQO para os efluentes de indústria de laticínios se encontra entre 0,50 e 0,70 e acrescentam que valores fora dessa faixa são indicadores de efluente de natureza incomum, como aqueles contaminados com amônia ou outras substâncias tóxicas. O efluente da usina AGUGEL encontrava-se próximo a faixa mencionada pelo autor supracitado.

Os valores de turbidez encontram-se muito acima do estabelecido pela resolução CONAMA 375 de 2005, a qual prevê no máximo 100 NTU para lançamentos em corpos hídricos. O efluente da AGUABEL apresentou valores bem superiores ao preconizado na referida norma, aproximadamente 9 vezes acima. Essa característica foi um dos fatores para escolha do pré-tratamento por coagulação neste trabalho, pois, de acordo com Borba (2011) a coagulação objetiva-se na remoção de partículas em suspensão na solução, e ainda possibilita a clarificação, que é definido como a remoção da cor e turbidez do efluente, buscando enquadrar-se dentro dos parâmetros da legislação.

TESTES DE PRÉ-TRATAMENTO

Teste I

As amostras de laticínios contendo Sulfato de Alumínio (coloração mais esbranquiçada) e Cloreto Férrico (coloração amarelada), após 60 minutos de processo tiveram boa parte dos sólidos presentes decantados, como pode-se ver visualmente (Figura 1). Observou-se uma maior quantidade de lodo gerado nas amostras com maiores concentrações do coagulante a base de ferro (FeCl_3), contudo, os dois coagulantes são inorgânicos e esse resíduo final exige um tratamento adequado antes do seu descarte.



Figura 1: Amostras com FeCl_3 : 1,2,3,4 e 5 e $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$: 6,7,8,9 e 10 após 60 minutos do processo.

Quanto a remoção de turbidez observou-se que houve boas remoções, acima de (70%) para uma turbidez inicial de 944 NTU (Figura 2). Constatou-se também que independente da concentração de coagulante, as amostras estiveram em uma faixa de valor muito próximas umas das outras. Sendo assim, deve-se levar em consideração a quantidade de reagente utilizada em termos de custo/benefício para aplicação na usina. Por isso, devido à boa eficiência em baixas concentrações, que implicam em menor gasto com reagente, a melhor concentração para esse teste foi de 80 mg.L⁻¹ para o cloreto férrico e de 100 mg.L⁻¹ para o sulfato de alumínio.

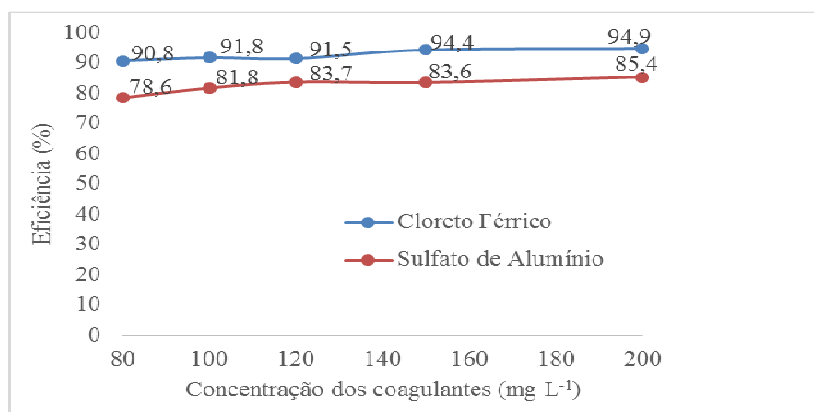


Figura 2: Eficiência na remoção de turbidez do teste I.

Teste II

O teste foi realizado com a amostra coletada no mês de julho/16, a qual apresentou uma composição diferenciada da amostra utilizada no teste I (tabela 1). Contudo, decidiu-se diminuir as concentrações dos coagulantes com base nos resultados do teste I. Este novo efluente possuía características distintas do primeiro, como a turbidez inicial um pouco mais elevada, (1260 NTU). Neste teste observou-se uma resistência maior na remoção da turbidez (Figura 3) e consequentemente na eficiência do processo.

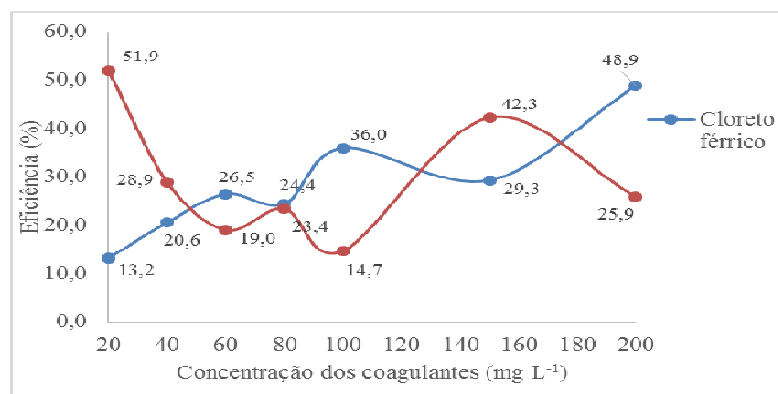


Figura 3: Percentuais de eficiência da turbidez das amostras pré-tratadas no teste II.

Nota-se que o comportamento do cloreto férrico apresentou melhores resultados em maiores concentrações, enquanto que o sulfato de alumínio reagiu melhor numa faixa de valores menores, o que determina uma vantagem em termos de custo.

Pode-se ainda ressaltar que para os resultados de remoção da turbidez os gráficos não se comportaram de maneira linear em relação a adição de coagulante, esse comportamento não uniforme pode estar relacionado a composição da amostra coletada, a qual variou acentuadamente em relação à coleta do primeiro teste.

Teste III

Os resultados das amostras com $(Al_2(SO_4)_3)$ e $FeCl_3$ em relação a variação do pH pode ser observado na Figura 4. Notou-se que o $FeCl_3$ obteve uma remoção de turbidez de 80,6% no pH 5,0. Uma boa eficiência se comparada aos resultados do teste II.

A faixa de pH ideal para formação dos flocos na presença do sulfato de alumínio encontra-se entre 5,0 e 8,0. Neste teste, o melhor resultado ocorreu em pH 9,0 para $(Al_2(SO_4)_3)$.

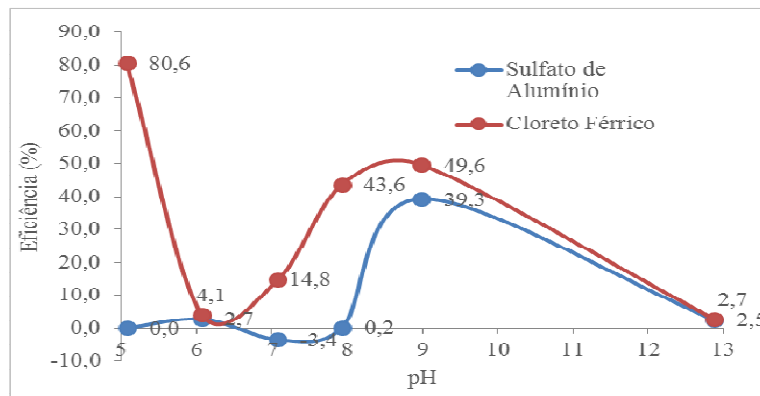


Figura 4: Percentuais de eficiência na remoção da turbidez em função da variação do pH.

Em relação ao custo/benefício, um valor de compra para Sulfato de Alumínio varia de 145 a 190 dólares por tonelada, enquanto que o Cloreto Férrico custa entre 300 e 600 dólares/tonelada. Na maior parte dos resultados o cloreto férrico mostrou-se mais eficiente, entretanto os resultados do sulfato de alumínio podem ser considerados satisfatórios levando-se em consideração a aplicação de um tratamento avançado posterior e os gastos totais relacionados ao tratamento do efluente gerado.

Teste IV

Notou-se (Figura 5) um ponto de inflexão onde existe a quebra das moléculas, esse ponto compreende a faixa de pH entre 7,0 e 9,0. Nesse intervalo ocorreu à formação de flocos maiores e mais densos, o que viabiliza o processo de decantação, e conseqüentemente a eficiência do processo de coagulação-floculação.

Esse teste confirmou os bons resultados obtidos nesta faixa de pH na remoção da turbidez do teste III utilizando o $FeCl_3$.

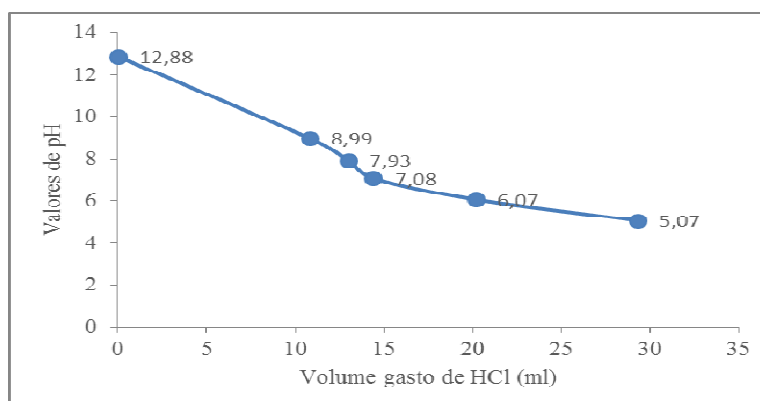


Figura 5: Variação do pH em função da adição de Ácido Clorídrico (5 mol L^{-1}).

CONCLUSÃO

A AGUBEL, usina de beneficiamento do leite de cabra, utiliza cerca de 3000 litros de água por dia, e grande parte desta é revertida em efluente com potencial poluidor aos corpos hídricos. Sendo localizada numa região semiárida, é de

grande importância o tratamento desse efluente, para que possa ser reutilizado para fins não potáveis. É possível observar a partir dos testes aplicados, que o comportamento do efluente possui relação direta com a variação dos produtos adicionados a ele, causando instabilidade na realização das análises e conseqüentemente do pré-tratamento. Contudo, foi capaz de mostrar boas eficiências em termos de turbidez o que favorece a aplicação de outros tratamentos, como biológicos ou oxidativos avançados visando adequá-lo ao reuso ou lançamento que não comprometa os corpos hídricos dessa região.

AGRADECIMENTOS

A toda equipe do Laboratório de Saneamento da UFPB (LABSAN), chefiado pela Prof. Dra. Carmem Gadelha: Romildo Henriques, Elson dos Santos, José Dorivaldo e Fabiana Costa por toda o auxílio com as análises físico-químicas e a disponibilidade de sempre, bem como o auxílio na interpretação dos resultados.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica – (CNPq) pela oportunidade de participação no presente projeto e pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMOR, Carlos Luís Leite. **Tratamento de Efluentes da Indústria de Concentrados de Sumos de Frutas: Aplicação de Processos Biológicos e Químicos**. 2011. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia do Ambiente, Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro, Vila Real, 2011.
2. BEGNINI, Beatriz Chinato; RIBEIRO, Heraldo Baialardi. **Plano Para Redução de Carga Poluidora em Indústria de Laticínios**. Saúde Meio Ambiente, Mafra, v. 3, n. 1, p.19-30, jun. 2014.
3. CICHELLO, G. C. V.; ROGERS RIBEIRO, R.; GIOVANA TOMMASO, G. **Caracterização e Cinética do Tratamento Anaeróbio de Efluentes de Laticínios**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.
4. CPRH, COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE. **Roteiro Complementar de Licenciamento e Fiscalização: Tipologia Galvanoplastia**. Recife: CPRH/GTZ. 2001.
5. GUERRA, M. G.; JÚNIOR GALVÃO, J. G. B.; RANGEL, A. H do N.; ARAÚJO, V. M. de.; GUILHERMINO, M. M.; NOVAES, L. P. **Disponibilidade e qualidade da água na produção de leite (2011)**. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.5, n.3, p.230-235
6. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 mai. 2016.
7. LEONHARDT, Marcio Rogério. **Remoção de Turbidez de Efluente de Indústria de Leite e Derivados por Processo de Coagulação/Floculação Usando Coagulante Natural**. 2013. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Processos Químicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2013.
8. MACHADO, R. M. G.; FREIRE, V. H.; SILVA, P. C.; FIGUERÊDO, D. V.; FERREIRA, P. E. **Controle ambiental nas pequenas e médias indústrias de laticínios**. 1 ed. Belo Horizonte: Segrac, 2002, 223 p.
9. MARCHETTI, Tatiane. **Tratamento de Efluente Líquido da Indústria de Cosméticos com Sulfato de Alumínio e Biopolímero**. 2014. 20 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
10. SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. de. **Manual de Análises Físico-Químicas de Águas de Abastecimento e Residuárias**. Paraíba: Campina Grande, 2001, 266p.
11. SILVA, G.; SILVA, A. M. A. D.; FERREIRA, M. P de B. **Produção Alimentícia**. UFRPE/CODAI. 2012.
12. TAVARES, Valquiria Braz; MAZZER, Lílian Perobon. **Gestão de custos em uma mini usina de beneficiamento de leite de cabra: um estudo de caso na AGUBEL**. 2014. 34 f. TCC (Graduação) - Curso de Contabilidade, Universidade Estadual da Paraíba, Monteiro, 2014.
13. VAZ, Luiz Gustavo de Lima. **Performance do processo de coagulação/floculação no tratamento de efluente líquido gerado na galvanoplastia**. 2009. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2009.
14. VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Editoração Eletrônica e Impressão: Segrac, 1995.