



PLANO PARA REDUÇÃO DE CARGA POLUIDORA EM INDÚSTRIA DE LACTICÍNIOS

*Beatriz Chinato Begnini¹
Heraldo Baialardi Ribeiro²*

RESUMO: Os laticínios, em seu processo industrial, utilizam grande quantidade de água, o que provoca um aumento considerável no volume de efluente a ser tratado. Este trabalho teve como objetivo identificar os pontos de geração do efluente bruto numa empresa de laticínios, propondo uma tentativa de modificação no comportamento dos funcionários e conscientização das consequências ambientais para melhoria da eficiência do sistema de tratamento de efluentes. Para atender tais objetivos foi realizada a aplicação de um questionário, juntamente com as análises. A metodologia adotada consistiu em coletar amostras de efluente bruto para os parâmetros analisados. As amostras foram coletadas sempre no mesmo ponto em diferentes dias e variação na carga poluidora. Os resultados demonstraram que os parâmetros tiveram variações atingindo altos índices de concentração do efluente bruto analisado.

Palavras-chave: Efluente. Leite. Tratamento. Amostras.

PLAN FOR REDUCTION THE POLLUTING LOAD A DAIRY INDUSTRY

ABSTRACT: Dairy products in their manufacturing process, use large quantities of water, which causes a considerable increase in the volume of wastewater to be treated. This study aimed to identify the points of generation of the raw wastewater in a dairy company, proposing an attempt to change employee behavior and awareness of environmental consequences for improving the efficiency of the effluent treatment system. To meet these objectives the application of a questionnaire was carried out together with the analysis. The methodology adopted was to collect samples of raw wastewater for the parameters analyzed. Samples were always collected at the same point on different days and change in pollution load. The results showed that the parameter variations have reached high levels of concentration in the raw effluent analyzed.

Keywords: Effluent. Milk. Treatment. Samples.

¹Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, bolsista no CNPq com interesse em publicações de artigos. E-mail: bizita_00@hotmail.com

²Graduado em Química Industrial pela Universidade Federal de Santa Maria (1986), especialização em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade de Passo Fundo (1999) e mestrado em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (1992). Atualmente é Professor da Universidade do Contestado. E-mail: heraldo@unc.br

INTRODUÇÃO

O grande volume de água necessário para produção de produtos lácteos coloca a indústria de laticínios como uma das principais geradoras de efluentes. Estima-se, que, para o beneficiamento de cada dois litros de leite, são gerados cinco litros de efluentes.

A produção anual de leite no Brasil é superior a 15 bilhões de litros, o que corresponde à geração de mais de 40 bilhões de litros de efluentes por ano (CAMPOS, 2004 *apud* DALLA VILLA, 2007).

A utilização de água pela indústria de laticínios pode ocorrer de diversas formas, tais como: incorporação ao produto, lavagens de máquinas, tubulações e pisos, águas de sistemas de resfriamento e geradores de vapor, águas utilizadas diretamente nas etapas do processo industrial ou incorporadas aos produtos e esgotos sanitários gerados pela empresa. Assim, as águas tornam-se contaminadas por resíduos do processo industrial ou pelas perdas de energia térmica, originando com isso uma considerável quantidade de efluentes líquidos.

Esses efluentes, ao serem despejados com poluentes, causam alteração de qualidade nos corpos receptores, e conseqüentemente, a sua poluição.

Um fator preocupante é o aumento das atividades industriais e a necessidade de realização de um tratamento de efluentes regular, para que preocupações futuras possam ser evitadas nos próximos anos.

Esses efluentes apresentam elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como consequência da grande quantidade de lipídios, carboidratos e proteínas, que conferem ao sistema uma alta carga orgânica. Quando lançados em corpos d'água sem tratamento adequado, reduzem drasticamente a concentração de oxigênio dissolvido e colocam em risco todo o ecossistema aquático (VILLA; SILVA; NOGUEIRA, 2007).

Segundo Silva *et. al.* (2009), o tratamento de efluentes é usualmente classificado em quatro níveis: preliminar, primário, secundário e terciário. O primeiro tratamento objetiva apenas, a retirada dos sólidos grosseiros, enquanto o primário visa à remoção dos sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Nestes dois processos ocorrem mecanismos físicos de remoção de poluentes, no secundário, predominam mecanismos biológicos para a retirada de matéria orgânica e nutriente como o nitrogênio e o fósforo. O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos, sendo eles: tóxicos ou não-biodegradáveis, e ainda, a remoção de poluentes que não foram totalmente retirados no processo secundário.

O efluente de Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) de laticínios pode conter elevadas concentrações de nutrientes eutrofizantes, e seu lançamento em corpos receptores contribui com o processo de eutrofização, degradando o corpo aquático e assim restringindo seu uso (KONIG; LIMA; CEBALHOS, 1987).

Sabendo que o uso do leite é fundamental a vida, surge a preocupação quanto às fontes poluidoras para o seu processo e o devido tratamento de efluentes que deve ser seguido.

Os poluentes inorgânicos, em especial, nitrogênio, são gerados em grande quantidade em processadoras de laticínios, uma vez, que o leite possui cerca de 3% de proteínas e 1.000 mg.L^{-1} de fósforo. Embora essenciais como nutrientes para tratamentos biológicos, quando em excesso, ocasionam extrapolações do efluente gerado, o que pode vir a causar eutrofização dos rios (BRUM; JÚNIOR; BENEDETTI, 2009).

Este trabalho, de forma geral, tem por escopo uma avaliação das flutuações de parâmetros físico-químicos que poderão ocorrer nas águas residuárias brutas, durante o processamento de leite, na aplicação de uma análise das categorias ambientais no processo de produção, numa indústria de laticínios.

MÉTODO

ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado numa empresa de posto de leite, situado na região do meio oeste catarinense e recebe em média 100.000l/dia de leite, sendo apenas de transbordo e resfriamento, não há beneficiamento/industrialização do leite.

Por não haver a industrialização do leite, apenas o armazenamento, é possível verificar qual seria a eficiência no sistema de tratamento, pois é obrigatório o uso de tanques de resfriamento nas propriedades, assim a maior parte do leite recebido é transportado em caminhões-tanque refrigerado. Dessa maneira, há um maior consumo de água utilizado para a limpeza destes caminhões, os utensílios e materiais usados, que são limpos a cada 3-4 meses. Os resíduos gerados são encaminhados para o aterro industrial, localizado na cidade de Chapecó-SC.

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Os experimentos das análises físicos químicas foram realizados no município de Concórdia, localizado no oeste do Estado de Santa Catarina, pela demanda que o estado exige na produção de leite, e a poluição que este pode causar sem o devido tratamento.

As amostras foram coletadas antes da entrada da estação de tratamento de efluentes – ETE da empresa, em recipientes de plásticos, permaneceram refrigerados até a realização das análises. As análises de sólidos sedimentáveis, sólidos totais, sólidos totais fixos, pH e nitrogênio foram realizadas no laboratório da Central de Laboratórios de Ciência e tecnologia da Universidade do Contestado – Campos de Concórdia – SC. As análise de DBO5, DQO, óleos e graxas e turbidez forma realizadas nos laboratório da Central Analítica do centro Tecnológico da

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI – Campus de Erechim, e no laboratório estrutura, saneamento e meio ambiente – UNOESC – Campus Joaçaba.

As análises foram comparadas para o atendimento dos critérios e padrões estabelecidos pelas legislações vigentes de efluentes líquidos, Resolução do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 e a Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009. As análises estudadas foram às seguintes:

–DBO₅ - Demanda Bioquímica de Oxigênio - 5 dias

A determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio em 5 dias, a 20°C, foi realizada conforme “Standard Methods” (métodos normalizados) (NBR 12614).

–DQO - Demanda Química de Oxigênio

A análise da DQO total e solúvel foi realizada utilizando método Método Colorimétrico: DR2000 – Curva Padrão Inserida n°. 955, Standard Methods 5220 D através de digestão com dicromato de potássio com refluxo fechado conforme (métodos normalizados) (NBR 10357).

–Nitrogênio Total

A análise de Nitrogênio Total foi realizada utilizando método nitrogênio total Kjeldahl (Standard: adaptado 4500 – ORG.B) e conforme NBR 13796

–Óleos e Graxas

A análise de Óleos e Graxas foram realizadas utilizando método de determinação de resíduos (sólidos) – Método Gravimétrico, conforme NBR 10664.

–Determinação do pH

A análise foi realizada com pHmetro de banca digital munido com eletrodo de referência da marca Digimed, mod. DM-2P, calibrado com soluções tampões-padrão de pH=4,00 e pH=6,00 conforme “Standard Methods” (métodos normalizados) (NBR 09251).

–Análise de sólidos Sedimentáveis

Os materiais sedimentáveis foram determinados em testes de 1 hora em “Cone Imhoff”.

–Análise de sólidos Totais

Os sólidos totais em suspensão foram determinados pelo método de secagem a 103-105°C, conforme *Standard Methods* APHA.

–Análise de Turbidez – Método Nefelométrico

A análise foi realizada com turbidímetro de bancada digital da marca MerkTurbiQuant – 1000 IR, calibrado com água livre de turbidez (0,02 UNT), expressa em Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT), conforme “Standard Methods” (métodos normalizados).

ANALISES ESTATÍSTICAS

Os métodos analíticos seguiram Standard Methods for Examination of Water and Waste water desenvolvidos pela APHA - American Public Health Association, AWWA – American Water Works Association e WPCF- Water Pollution Control Federation (20052), 21th edition e Normas NBR da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Segundo do Portal Action (2014) a ANOVA é uma coleção de modelos estatísticos no qual a variância amostral é particionada em diversos componentes devido a diferentes fatores (variáveis), que nas aplicações estão associados a um processo, produto ou serviço. Através desta partição, a ANOVA estuda a influência destes fatores na característica de interesse.

Para realizar o teste análise de variância ANOVA (Analysis of variance), foi utilizado o programa GraphPad InStat, que mostrou o comparativo das quatro análises e obteve-se o resultado P desejado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a aplicação do projeto obteve-se bons resultados, os colaboradores estão bem conscientes do prejuízo que causaria se lançar o efluente sem o devido tratamento, o uso consciente da água utilizado em cada processo e os métodos de reuso para diminuir a quantidade de efluente para ser tratado.

As informações do projeto contribuíram para uma avaliação da empresa e funcionários, quais são os aspectos de melhorias e a visão da consciência ambiental de cada colaborador.

Barbosa *et al.* (2009), através do desenvolvimento de uma pesquisa voltada ao uso consciente de água em uma empresa de laticínios, foi instalado um programa para as possíveis reduções do consumo de água, do volume e da carga orgânica do efluente, recomendando produtos de limpeza que agridam menos o meio ambiente.

Após a coleta das amostras na empresa de posto de leite, e a realização de seus procedimentos analíticos em laboratório, foram obtidos os seguintes resultados para os parâmetros físico-químicos, conforme observado na tabela 1, os valores médios dos parâmetros são relativamente altos por ser um efluente bruto. Todas as amostras foram coletadas nos mesmos locais, porém em dias diferentes, todos com o predomínio de tempo limpo e com variações nos processos. A primeira amostra foi coletada na primeira caixa, onde o efluente é despejado para iniciar seu tratamento,

esta estava fora da regularização, com atraso para a limpeza da mesma. Para a segunda amostra, a caixa tinha sido limpada e estava dentro dos parâmetros exigidos, o efluente coletado foi somente o que fica sendo gerado no processo de resfriamento do leite. No terceiro dia a amostra foi coletada quando estavam no processo de lavagem de caminhões e utensílios. E por fim, a quarta análise foi coletada quando estavam lavando os caminhões que tinha descarregado seus produtos (primeira lavagem).

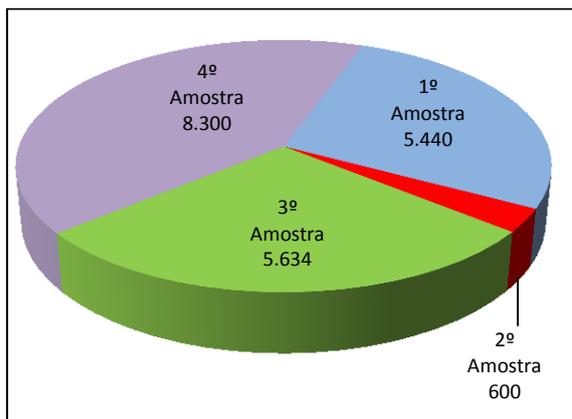
Tabela 1 – Análises físico-químicas das amostras.

Análises Físico-Químicas			1º Amostra	2º Amostra	3º Amostra	4º Amostra
Parâmetros	V.M.P. CONAMA 357	Unidade	Valores obtidos	Valores obtidos	Valores obtidos	Valores obtidos
D.B.O 5dias	-	mg/L	5.440	600	5.634	8.300
D.Q.O	-	mg/L	10.341	1.582	10.987	17895
Nitrogênio Total	-		0,01	0,02	0,03	0,06
Óleos e graxas	50 mg/L (3)	mg/L	-	214	3.338	3.686
pH	Entre 05 e 09		5,95	11,64	7,68	12,43
Sólidos Sedimentáveis	-	mg/L	1,75	0,10	1,00	1,20
Sólidos Totais	-	mg/L	4.678,66	993,33	8,78	14,74
Sólidos Totais Fixos	-	mg/L	216	296	1.144	5
Temperatura	< 40°C	°C	22,0	19,6	25,0	24,1
Turbidez	5	UNT	1.785	388	2.250	5.200

Fonte: Dados da pesquisa

Segundo Azzolini *et al.* (2011) o parâmetro DBO5 retrata, de uma forma indireta, o teor de matéria orgânica, 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 DBO5, no ponto de medição efluente bruto, nota-se que a concentração é alta, chegando a 8.300 mg/L, conforme gráfico 1 devido à elevada carga orgânica presente no efluente.

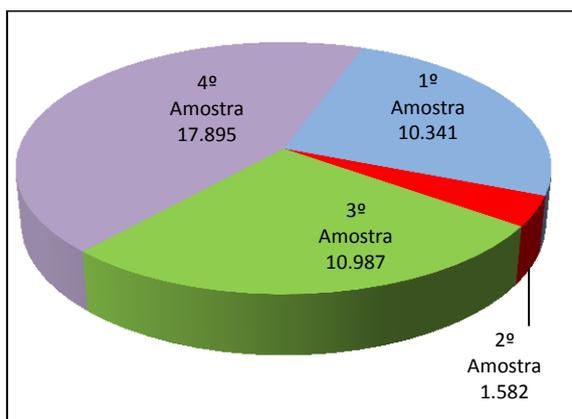
Gráfico 1 – Concentração do parâmetro DBO5 (mg/L)



Fonte: Dados da Pesquisa

Segundo Azzolini *et al.* (2011), o parâmetro DQO, obtido em 17.895 mg/L conforme mostra o gráfico 2, a Legislação Estadual de Santa Catarina Lei 14.675/2009 e a resolução CONAMA 357/2005, não estipulam padrões máximos nos corpos receptores, em que poderá possuir valores elevados, desde que sua capacidade de autodepuração é demonstrada por intermédio do parâmetro Oxigênio Dissolvido, no qual as concentrações mínimas deste não podem desobedecer aos padrões estabelecidos pelas legislações vigentes. Observa-se, também, que o parâmetro de DQO, no ponto de coleta efluente bruto é elevado. Isso ocorre devido à grande quantidade de matéria orgânica, que pode ser biodegradável ou não, servir de alimento para micro-organismos de origem aeróbica, pois estes, em seus processos metabólicos, aumentam o consumo de OD, bem como a matéria não biodegradável que também faz uso deste durante suas reações de oxidações. Somando-se os dois fatores, ocorre essa elevação no parâmetro DQO do efluente bruto.

Gráfico 2 – Concentração do parâmetro DQO (mg/L)



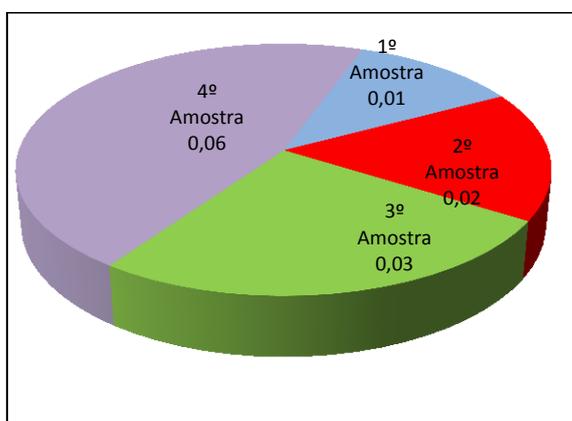
Fonte: Dados da pesquisa

Brião *et al.* [s. d.], desenvolveu um trabalho com efluentes de laticínios no município de Maringá – PR, realizando uma pesquisa de geração de efluentes na indústria de laticínios: atitudes preventivas e destacaram que ao décimo sexto dia

das análises a DQO apresentou seu maior valor. Neste dia houve a limpeza das torres de secagem, despejando elevada carga a estação de tratamento. Contudo, quando a efluente apresenta valores elevados como 2.091 mg/L, ocorreu algum contribuinte de resíduos na produção.

O nitrogênio total é um nutriente essencial para os processos biológicos e para a constituição dos seres-vivos, na análise se obteve em média 0,03, conforme pode ser visualizado no gráfico 3. Quando despejados em grandes quantidades os compostos de nitrogênio tendem a aumentar a fertilidade do ambiente, possibilitando o crescimento exagerado de algas, levando à eutrofização do corpo d'água. Esse crescimento de algas em grande escala pode trazer prejuízos ao sistema de tratamento e ao lançamento da água no corpo receptor.

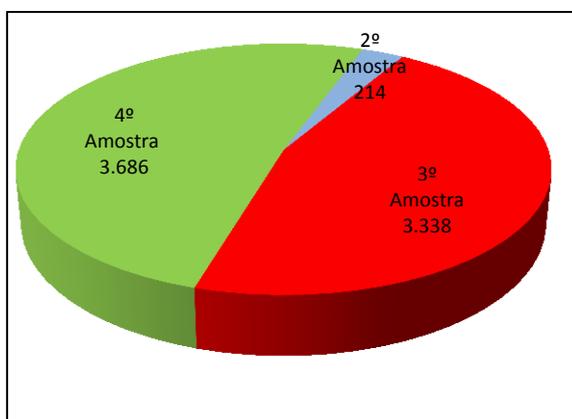
Gráfico 3 – Concentração do parâmetro Nitrogênio Total



Fonte: Dados da Pesquisa

Para o parâmetro óleos e graxas, percebe-se uma concentração elevada em razão da grande quantidade de gordura animal presente no efluente bruto oriunda do processo produtivo. Este, por sua vez, apresenta 3.686 mg/L, estando assim muito acima dos padrões estabelecidos em legislações, como pode ser visualizados no gráfico 4. A amostra 1ª devido a não obter resultados não será apresentada no gráfico.

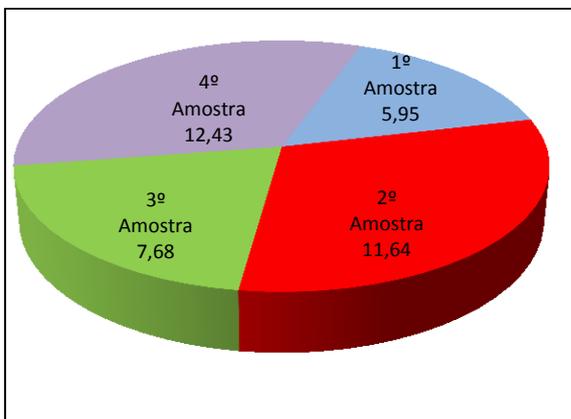
Gráfico 4 – Concentração do parâmetro Óleos e graxas (mg/L)



Fonte: dados da Pesquisa

Os valores do pH da água, para alguns pontos de coleta, se manteve próximo de 13, como mostra o gráfico 5, indicando acidez e permanecendo fora dos padrões de qualidade estabelecidos pela resolução, ocorrendo um grande desequilíbrio durante as amostras.

Gráfico 5 – Concentração do parâmetro pH

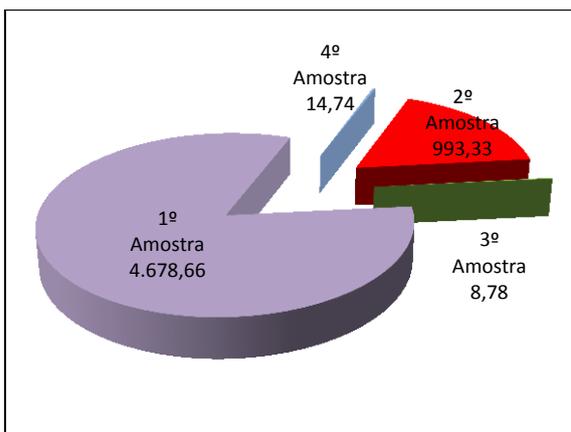


Fonte: Dados da Pesquisa

Brião *et al.*[s. d.], no mesmo trabalho que Brião desenvolveu obteve resultados em que a maioria das análises apresentaram valores elevados de pH, sendo o valor médio do efluente bruto que chega à estação de 10,45. Este fato é justificado pelas limpezas alcalinas do sistema CIP.

Todos os contaminantes presentes na água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos. Os sólidos totais chegaram a altas concentrações como 4.678,66 mg/L, como podem ser visualizados no gráfico 6.

Gráfico 6 – Concentração do parâmetro Sólido Totais (mg/L)



Fonte: Dados da Pesquisa

Nos parâmetros sólidos totais fixos e sólidos sedimentáveis nas águas, verificados no gráfico 7 e 8, esses, por sua vez, estão relacionados aos sólidos de origem orgânicos denominados sólidos voláteis e de origem mineral denominado sólidos fixos. Que por apresentarem gorduras estão em grande concentração chegando a 1.144mg/L totais fixos e de sólidos sedimentáveis 1,75mg/L.

Gráfico 7 - Concentração do parâmetro Sólidos Sedimentáveis (mg/L)

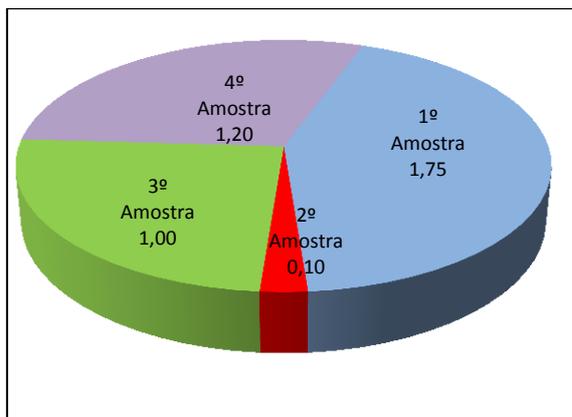
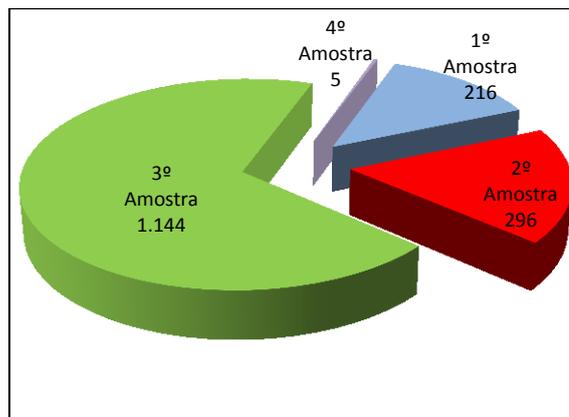


Gráfico 8 - Concentração do parâmetro Sólidos Totais Fixos (mg/L)

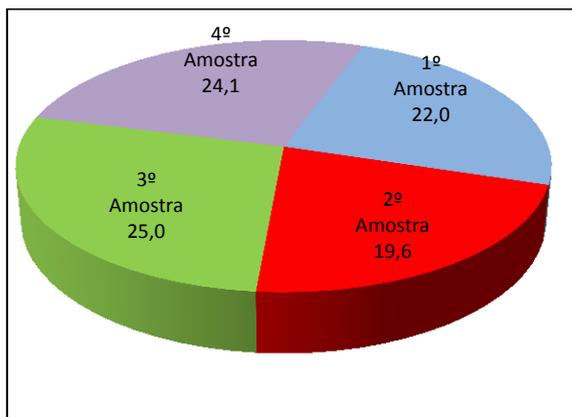


Fonte: Dados da Pesquisa

Konig *et al.*[s. d.], em um estudo do comportamento das águas residuárias brutas e tratadas de um laticínio, chegaram à conclusão que os sólidos totais apresentam grande oscilações nos três pontos de coletas que realizaram. As concentrações foram sempre elevadas e sempre ocorreram no período da tarde, chegando até 2.261 mg/L a com maior concentração e a menor em torno de 1.612 mg/L, associados a utilização de diversos produtos derivados do leite que são utilizados. As altas concentrações de sólidos podem interferir no desenvolvimento da biota aquática, pois a sedimentação de sólidos soterra os organismos bentônicos, essencial para a alimentação da fauna aquática.

Em relação à temperatura, observa-se que o valor médio é relativamente alto, permanecendo em 22,67°C, conforme gráfico 9, porém se encontra em conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação estadual e federal.

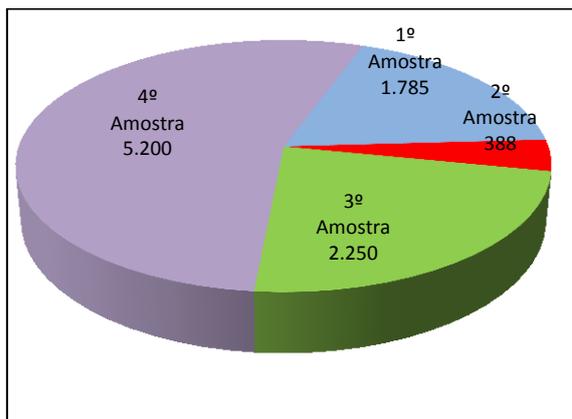
Gráfico 9 – Concentração do parâmetro Temperatura (°C)



Fonte: Dados da Pesquisa

Para o parâmetro turbidez, no ponto de coleta efluente bruto, os níveis são elevados, chegando a um valor médio de 5200 UNT, conforme gráfico 10. Isso ocorre devido à grande quantidade de sólidos em suspensão oriundos do processo produtivo da empresa.

Gráfico 10 – Concentração do parâmetro Turbidez (UNT)



Fonte: Dados da pesquisa

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse estudo, pode-se concluir que as informações do questionário contribuíram para uma avaliação da empresa e funcionários, quais são os aspectos de melhorias e a visão da consciência ambiental de cada colaborador. Buscando a redução de emissão do volume e da carga do efluente minimizando custos com o tratamento, podendo haver benefício financeiros a empresa.

Quanto aos parâmetros analisados todos se encontram acima dos valores máximos permitido, mas espera-se que com o tratamento isto sejam resolvido e lançado de acordo com a Legislação Estadual de Santa Catarina, Lei nº 14.675 e a resolução do CONAMA nº 357, para lançamento de efluentes.

Ao concluir espera que o efluente que será lançado depois de tratado, obtenha bons resultados e que todo esse efluente gerado seja diminuído, com a reutilização da água para alguns processos de limpeza, e que os altos índices encontrados nas amostras se justificam pela situação e clima que se encontravam e as altas concentrações do próprio sistema.

REFERÊNCIAS

AZZOLINI, José Carlos; FRINHANI, Eduarda de Magalhães Dias; FABRO, Lucas Fernando. **Águas industriais**: controle físico-químico e biológico do efluente e medida da eficiência do tratamento na agroindústria. Disponível em: <<http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acet/article/view/721>>. Acesso em: 06 nov. 2013.

BRIÃO, Vandrê Barbosa; TAVARES, Célia Regina Granhen, **Geração de efluente na indústria de laticínios**: atitudes preventivas e oportunidades. ... de 2012.

KONIG, Annemarie; CEBALHOS, Beatriz Susana Ovruski de; LIMA, Lêda Maria Mota. **I-031 – Comportamento das águas residuárias brutas e tratadas provenientes de uma indústria de laticínios durante um dia de funcionamento.** Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/i-031.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2012.

MACHADO, Rosângela Moreira Gurgel; SILVA, Patrícia Cristina da; FREIRE, Valdir Honório. **Controle ambiental em indústrias de laticínios.** Disponível em: <<http://www.signuseditora.com.br/ba/pdf/07/07%20-%20Gestao.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2012.

PORTAL ACTION. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/content/anova>>. Acesso em: 05 maio 2014.

SILVA, Luana Viana Costa e et al. **Bioremoção de matéria orgânica e nutrientes por meio de batelada repetida com *Aspergillusniger*AN400 de Efluente Sintético de Laticínio.** Disponível em: <http://connepi2009.ifpa.edu.br/connepi-anais/artigos/37_2130_1825.pdf>. Acesso em: 10 out. 2012.

VILLA, Ricardo Dalla; SILVA, Milady R. Apolinário da; NOGUEIRA, Raquel F. Pupo, **Potencial de aplicação do processo foto fenton/solar como o pré-tratamento de efluente da indústria de laticínios.** Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v30n8/a02v30n8.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2012.

Artigo recebido em: 04/12/2013

Artigo aprovado em: 28/07/2014