

**CENTRO UNIVERSITARIO ASSIS GURGACZ
LUIZ EDUARDO ZOPELLARO**

**REDUÇÃO DO DESPÉRDICIO DO LEITE EM MÁQUINAS CENTRIFUGAS
AUTOMÁTICAS UTILIZADAS EM LACTICÍNIOS**

CASCADEL

2017

CENTRO UNIVERSITARIO ASSIS GURGACZ
LUIZ EDUARDO ZOPELLARO

REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DO LEITE EM MÁQUINAS CENTRÍFUGAS
AUTOMÁTICAS UTILIZADAS EM LACTICÍNEOS

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, no curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Mecânica.
Professor Orientador: Sergio Henrique Rodrigues Mota.

CASCADEL
2017

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso tem por finalidade, reduzir o desperdício nos laticínios, que ocorre em máquinas centrífugas automáticas, utilizadas no processo de tratamento do leite.

Para a redução desse desperdício, foram realizados testes que alteram o processo de descarga do equipamento, na expulsão dos sólidos, que são resíduos que possam estar contaminando o leite. Foram instalados uma válvula solenoide e um reservatório na entrada do equipamento, com o objetivo de fechar a entrada de leite momentos antes da descarga, para que quando ocorra a limpeza, parte do leite contido dentro do rotor da máquina já tenha sido evacuado.

Após a realização desses testes percebeu-se que conforme se varia o tempo do fechamento da válvula, se varia também a quantidade de leite expulso na descarga, porém como a centrífuga é instalada depois do pasteurizador na linha de tratamento do leite, e essa válvula não pode permanecer fechada por tempo indeterminado, se esse fechamento for longo, pode fazer com que o leite passe da temperatura correta de pasteurização, assim alterando suas propriedades.

O trabalho foi baseado na metodologia de pesquisa exploratória, cujo o modelo possibilita um contato maior com o objetivo de estudo, sobre o desperdício de leite nesse processo, com a realização dos testes foi possível concluir que é viável a instalação das alterações nos equipamentos que forem fabricados a partir desse período.

Palavras-chave: desperdício de leite.máquinas centrífugas.

ABSTRACT

The present work of course completion aims to reduce the waste in dairy products, which occurs in automatic centrifugal machines, used in the process of milk treatment.

For the reduction of this waste, tests were performed that alter the process of unloading the equipment, which is the expulsion of the solids, which are residues that could be contaminating the milk. A solenoid valve and a reservoir were installed at the entrance of the equipment, in order to close the milk intake moments before the discharge, so that when the cleaning takes place, some of the milk contained inside the rotor of the machine has already been evacuated.

After these tests, it was noticed that as the valve closure time varies, the amount of milk ejected in the discharge also varies, however, since the centrifuge is installed after the pasteurizer in the milk treatment line, and this valve does not remain closed indefinitely, if this closure is long, can cause the milk to pass from the correct pasteurizing temperature, thus changing its properties.

The work was based on the exploratory research methodology, whose model allows a greater contact with the study objective, about milk waste in this process, with the accomplishment of the tests it was possible to conclude that it is feasible to install the changes in equipment that are Manufactured from that period.

Key words: milk waste. Centrifugal machines

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Centrifuga automática de leite desenho em corte	8
Figura 2- Desenho rotor em corte	11
Figura 3- Desenho vista superior do horizontal em corte	12
Figura 4- Escoamento em tubulações	18
Figura 5- Rotor aberto	22

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Produção de leite mundial de 2010	14
Tabela 2- Produção de leite nacional em 2010.	16
Tabela 3-Ranking dos maiores produtores do Paraná	17
Tabela 4- Dados obtidos	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 JUSTIFICATIVA	9
1.2 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	9
1.3 OBJETIVOS	9
1.3.1 Objetivo Geral	9
1.3.2 Objetivo Específico	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
2.1 MÁQUINAS CENTRIFUGAS	11
2.2 NORMAS E ESTUDOS SOBRE O LEITE	12
2.2.1 Normativas	12
2.2.2 Dados de Produção de Leite.....	14
2.3 MECÂNICA DOS FLUIDOS	17
2.3.1 Definição de fluido	17
2.3.2 Escoamento dos Fluxos	18
2.3.3 Número de Reynolds.....	18
2.3.4 Volume	19
2.3.5 Vazão	19
3 METODOLOGIA.....	20
4 RESULTADOS E ANÁLISE DOS TESTES.....	21
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem a finalidade de buscar uma maior eficiência nos processos que envolvem o tratamento do leite, no qual empresas se deparam com elevados custos de produção, e qualquer economia, mesmo que pareça irrelevante, pode influenciar significativamente nos custos de produção das empresas, analisando de uma maneira ampla e sabendo que o Brasil é um dos maiores produtores mundiais o estudo se torna de extrema importância. O estado do Paraná é o terceiro maior produtor do Brasil, produzindo no ano de 2014 cerca de 4,5 bilhões de litros, segundo pesquisa do IBGE.

Existem normas obrigatórias a serem seguidas durante o processamento do leite, como a Normativa 51/2002 do Ministério da Agricultura, que visam garantir as propriedades químicas e físicas do leite e seus derivados, o processo obrigatório é denominado como "pasteurização" e pode ser realizado de diversas maneiras.

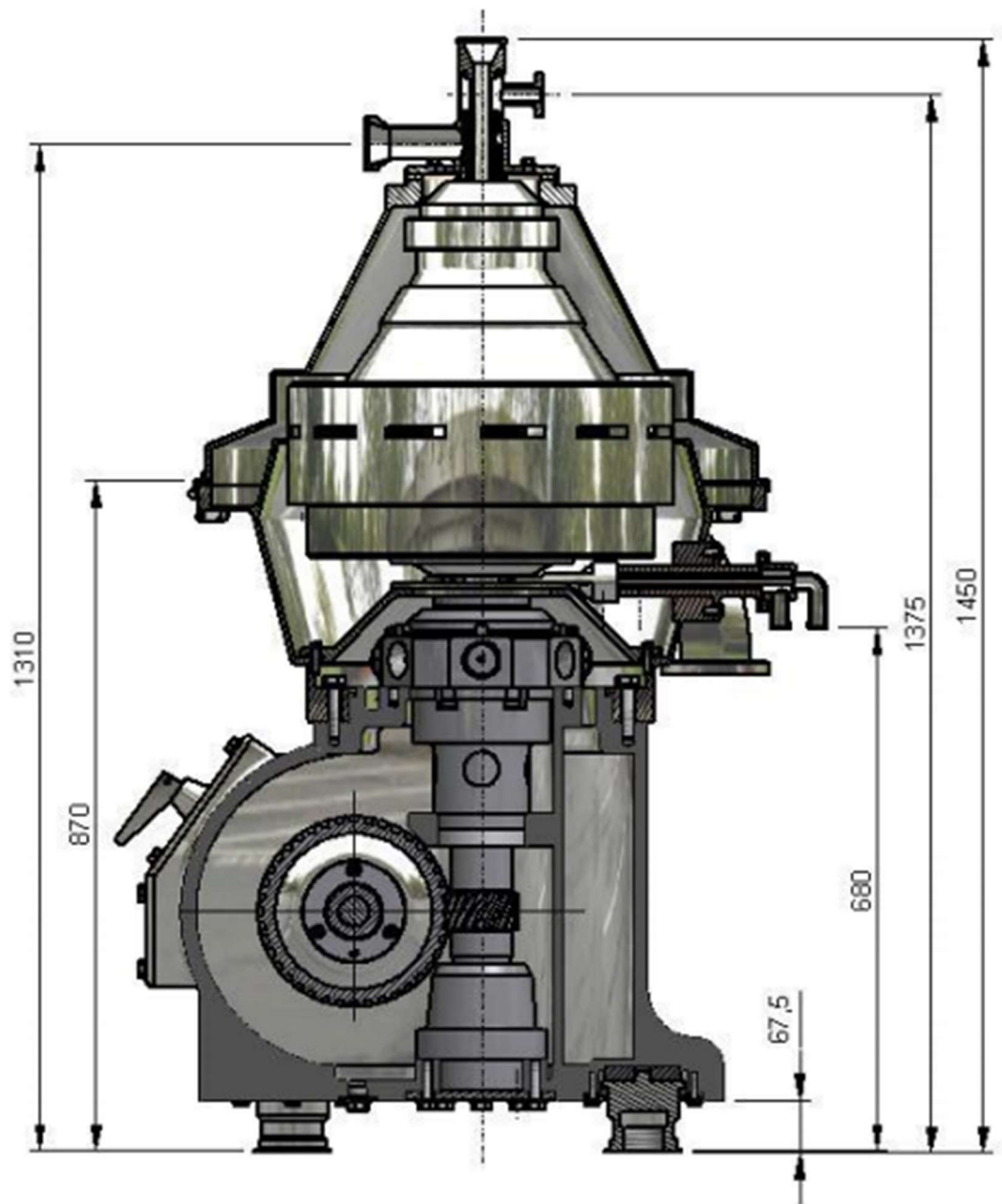
Neste processo de tratamento, o leite é obrigado a passar por uma máquina centrífuga, chamada desnatadeira, que é o objetivo do estudo, esses equipamentos trabalham em altas rotações, onde a força centrífuga tem a função de separar o fluido em fases, fase "leve" e fase "pesada" retirando os detritos sólidos contidos no leite, e nessa separação de fases se pode padronizar uma porcentagem de gordura, ou retirar-la quase totalmente, conforme a finalidade desejado.

As desnatadeiras podem ser manuais ou automáticas, onde a diferença está no rotor do equipamento, nas máquinas automáticas não é necessário a parada do equipamento, para a retirada da sujeira que fica armazenada nas extremidades do rotor, existe um sistema que abre o rotor em plena rotação e expulsa essas impurezas, chamado de descarga, isso é realizado em ciclos de tempo que pode ser regulado conforme a necessidade, mais com a descarga todo o fluido que está passando pelo equipamento no momento também é jogado para fora, e o objetivo do estudo é interromper o fluxo um tempo antes da descarga, para que uma parte do fluido saia da desnatadeira antes do processo de limpeza, sem interromper o fluxo da centrifuga, que vem do pasteurizador.

O pasteurizador é um trocador de calor, que neste processo tem a função de eliminar a micro biota patogênica, com choque térmico, sem causar alteração nas características físicas do leite, e nem em seu equilíbrio químico, mantendo suas

propriedades organolépticas normais, e como a centrífuga esta localizada na linha de produção em sequência ao pasteurizador não se pode simplesmente fechar esse fluxo, pode fazer com que o leite passe da temperatura de pasteurização, mudando suas propriedades, como coloração e sabor.

Figura 1- Centrífuga automática de leite desenho em corte



Fonte:TAVARES (2010)

1.1 JUSTIFICATIVA

Buscar cada vez mais eficiência e menos desperdício no processo de produtos lácteos, onde nos dias atuais os recursos naturais estão cada vez mais escassos, e a busca pela economia é de extrema importância, tanto no o fator ambiental quanto no fator financeiro, e este estudo tem como objetivo o aumento da eficiência do equipamento utilizado para o tratamento de leite, tentando reduzir ao máximo o desperdício neste tipo de equipamento.

1.2 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Este trabalho terá a função de analisar a eficiência de máquinas centrifugas automáticas, utilizadas em laticínios somente no processo de limpeza, que é denominado de descarga, analisando se será possível a interrupção fluxo do fluido na entrada do equipamento, fazendo com que as alterações necessárias a serem feitas na máquina não tenham influência no seu objetivo principal, que é o tratamento do leite, estudando os conceitos de mecânica dos fluidos, verificando se a alteração vazão na tubulação não comprometerá o processo, assim mantendo o fluxo na tubulação antes da centrifuga nas características corretas, sem alterações nas propriedades do fluido.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar se há possibilidade de melhorar o sistema de limpeza automático de máquinas centrifugas, utilizadas em laticínios, de modo a reduzir a quantidade de leite que é expulso junto com o processo de limpeza para a retirada dos sólidos (impurezas), que estão contidas no leite.

1.3.2 Objetivo Específico

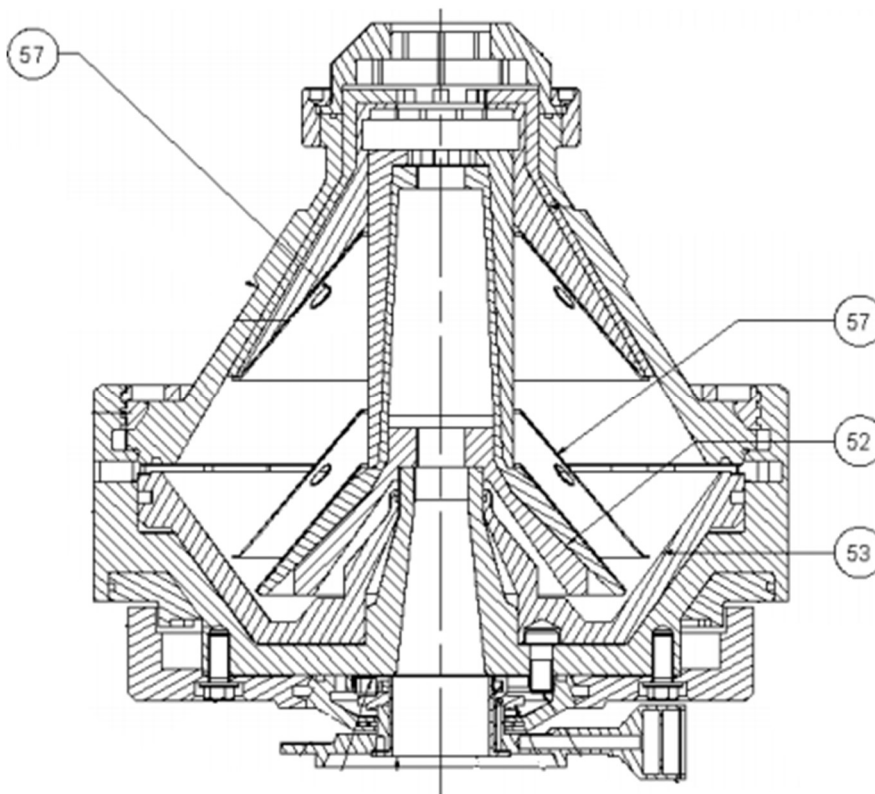
- Avaliar a possibilidade de restrição do fluxo, antes da entrada da centrífuga e através de válvulas solenoides, tendo o seu controle integrado ao sistema operacional da máquina;
- Construir um reservatório e instalar o mesmo na linha de processo, para que seja possível interromper e redirecionar o fluxo entre o trocador de calor e a centrífuga;
- Analisar se com essas modificações o rendimento do equipamento;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 MÁQUINAS CENTRÍFUGAS

As desnatadeiras são máquinas, que por força centrífuga separam a fase pesada da fase leve, a separação é realizada por um rotor em forma de discos cônicos, onde o produto é processado e alimentado continuamente no centro do rotor, e é distribuído para a periferia, por meio do cone de distribuição.

Figura 2- Desenho rotor em corte



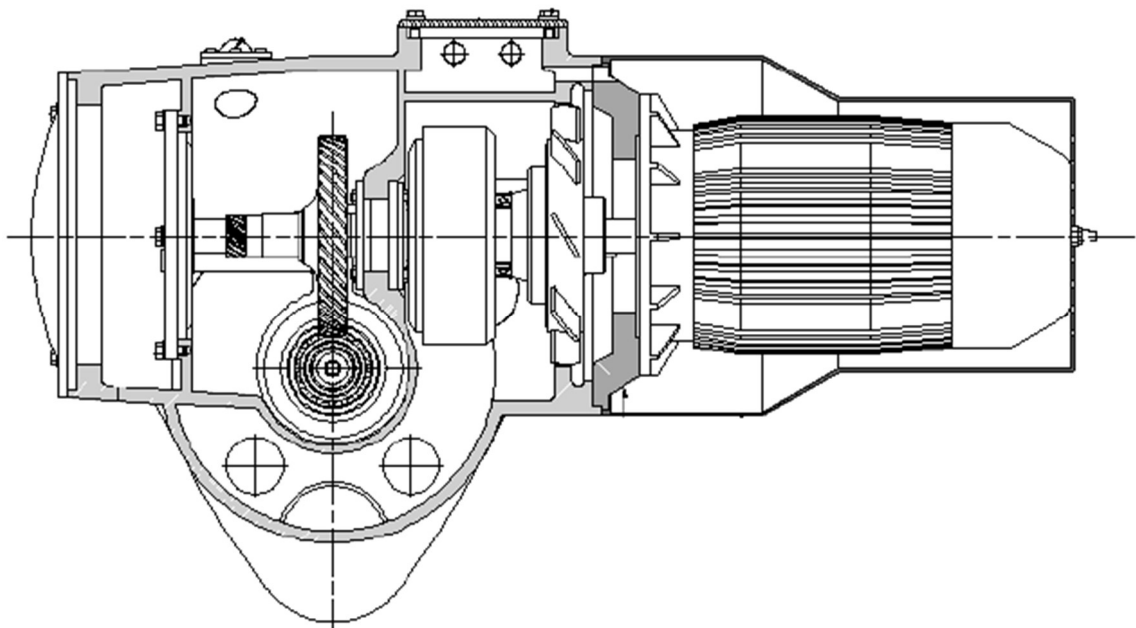
Fonte: Tavares(2010)

A alta rotação força o produto a passar através dos discos cônicos, peça 57 do desenho acima, onde é separado pela força centrífuga em fases distintas, a fase pesada é forçada para a parede do rotor e a fase leve é deslocada em direção ao centro do rotor, a fase composta de impurezas permanece presa na extremidade do

rotor, sendo necessária a abertura de um compartimento para a limpeza, peça 53, assim retirando os detritos que possam estar contidos no leite e pode-se também separar a gordura, padronizando uma porcentagem a ser regulada pelo operador.

Trabalham em média a 6500 rotações por minuto, onde a rotação é transmitida através de um motor elétrico para um eixo horizontal com sistema de embreagem por atrito, onde uma lona de fricção denominada "sapata" é que transmite o torque do motor para um sistema de coroa e pinhão à um eixo vertical que é a posição onde o rotor da máquina trabalha.

Figura 3- Desenho vista superior do horizontal em corte



Fonte: Tavares(2010)

2.2 NORMAS E ESTUDOS SOBRE O LEITE

2.2.1 Normativas

Existem duas Instruções Normativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que são importantes para manter a qualidade do leite. A primeira é a

Normativa 51/2002, que trata dos regulamentos técnicos de produção, identidade e qualidade dos leites tipos A, B, C, e do leite pasteurizado. A segunda é a Normativa 42/1999, que diz respeito ao Plano Nacional de Controle de Resíduos em Produtos de Origem Animal e o Programa de Controle de Resíduos do Leite (PCRL). Ainda se tem a IN 68 de 2006, traz uma atualização dos métodos oficiais para análises físico-químicas de leite e derivados.

O tratamento obrigatório utilizado no leite é chamado de pasteurização, segundo RIISPOA (1980), pasteurização é o emprego de calor, que terá a finalidade de combater a micro biota patogênica por completo, sem causar alteração nas características físicas do leite, e nem em seu equilíbrio químico, mantendo suas propriedades organolépticas normais.

Existem varias maneiras de se fazer o processo de pasteurização, sendo de forma lenta, rápida ou ultra alta, chamado de (UHT), onde o leite é submetido a choques térmicos a temperaturas específicas em cada caso.

Os processos de tratamentos térmicos aplicados ao leite, são a pasteurização lenta, que consiste no aquecimento do leite a 62-65°C (sessenta e dois a sessenta e cinco graus centígrados) por 30 (trinta) minutos mantendo-se o leite sob agitação mecânica, lenta, em aparelhagem própria, sendo esse processo indicado para pequenos volumes; a pasteurização rápida que consiste no aquecimento do leite em camada laminar a 72 - 75°C (setenta e dois a setenta e cinco graus centígrados) por 15 a 20 (quinze a vinte) segundos, em aparelhagem própria, devendo imediatamente após o aquecimento, o leite ser refrigerado entre 2 a 5°C (dois e cinco graus centígrados) e em seguida envasado, somente sendo permitido a utilização de aparelhagem convenientemente instalada e em perfeito funcionamento, provida de dispositivos de controle automático, de termo-regulador, de registradores de temperatura (termógrafos de calor e frio) e outros que venham a ser considerados necessários para o controle técnico-sanitário da operação.

Os leites pasteurizado são classificados em tipos (A,B,C e Pasteurizado refrigerado) de acordo com as normas adotadas para a sua produção, sendo o leite tipo A considerado de melhor qualidade por ter que atender à normas de produção e de beneficiamento, extremamente mais rígidas em relação aos outros tipos. Os regulamentos técnicos de identidade, ou seja, as normas que regem a produção, o beneficiamento, os padrões de qualidade, transporte e comercialização dos diferentes tipos de leite pasteurizado, são preconizados pela Instrução Normativa 51/2002 do Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento.

Outro tratamento térmico, amplamente utilizado nos dias de hoje é a Ultra Alta Temperatura (UAT), ou UHT (Ultra High Temperalure), que consiste na passagem do leite previamente pasteurizado, em aparelhagem própria, sob temperaturas em torno de 140°C/14 (um a quatro) segundos, sendo imediatamente resfriado e acondicionado em embalagens longa vida ou de "caixinha" . Este tratamento, elimina 100% das formas vegetativas de bactérias, portanto é comercializado a temperatura ambiente, mas depois

de aberta a embalagem deve ser mantido sob refrigeração. (FERREIRA, 2007,p.6).

2.2.2 Dados de Produção de Leite

O Brasil é um dos dez maiores produtores de leite do mundo chegando a produzir no ano de 2010 segundo a FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) cerca de 30.715.460 toneladas de leite, totalizando cerca de 5% da produção mundial. Apesar de ser um grande importador de produtos lácteos, o Brasil possui um dos maiores rebanhos do mundo, ficando atrás somente da Índia.

A produção vem crescendo significativamente, e o aumento do rendimento por animal também, mas ainda é muito baixo se comparado com outros países, o Brasil possui um dos menores índices dos maiores produtores mundiais

Tabela 1- Produção de leite mundial de 2010

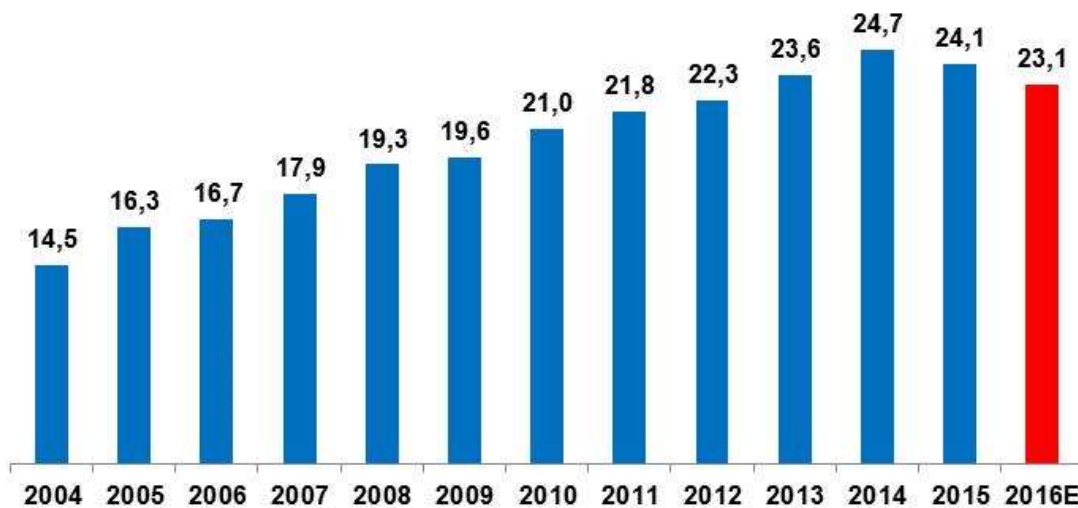
Países	Volume Produzido (toneladas)	Rebanho (cabeças)	Produtividade (ton. por vaca)	Partic. na produção mundial (%)
Estados Unidos	87.474.381	9.124.000	9,59	14,5
Índia	54.903.000	42.755.000	1,28	9,1
China	36.036.043	12.410.713	2,90	6,0
Rússia	31.585.230	8.351.185	3,78	5,2
Brasil	30.715.460	22.924.914	1,34	5,1
Alemanha	29.616.284	4.181.679	7,08	4,9
França	23.331.836	3.716.276	6,28	3,9
Nova Zelândia	17.010.456	4.680.096	3,63	2,8
Reino Unido	14.071.000	1.850.000	7,61	2,3
Turquia	12.418.544	4.361.840	2,85	2,1

Fonte: FAO(2010)

Uma pesquisa mais recente do IBGE mostra que a produção de leite teve um grande aumento no período do ano de 2004 até 2014, mas com o cenário econômico mundial na época sofreu uma queda nos anos de 2015 e 2016, sendo

que no ano de 2015 segundo a pesquisa, se tinha 23 milhões de vacas ordenhadas, 1.3 milhões de produtores e 2 mil laticínios com inspeção, envolvendo cerca de 4 milhões de trabalhadores e o que fez diminuir a produção foi a queda do valor do litro de leite pago ao produtor, que no segundo semestre de 2016 já vinha se recuperando.

Figura 5: Produção de leite sob inspeção no Brasil (bilhões de litros):



Fonte: IBGE, adaptado pela Embrapa (2016: Estimativa Embrapa Gado de Leite).

Se for analisado por região, a região sul tem muita importância na escala de produção nacional, segundo o IBGE no ano de 2010, a região Sul, se destacou na produção nacional de leite, o Rio Grande do Sul foi o 2º colocado no ranking nacional, onde produziu 3.633.834 mil litros de leite que foi cerca de 11,8% da produção nacional naquele ano, o Paraná que era o quarto produtor nacional em 1995, onde produziu 1.576.541 mil litros de leite, correspondente a 9,7% da produção nacional, produzindo 3.595.775 mil litros de leite, mais que dobrando sua produção em apenas 5 anos, um crescimento correspondente á 128%, enquanto a produção nacional cresceu 86.5% nesse mesmo período, e em 2010 ocupou a 3ª posição no ranking respondendo por 11,7% da produção nacional, superando o estado de São Paulo, ficando atrás somente de Minas Gerais e Rio Grande do Sul, Santa Catarina ficou na 5ª posição, com 7,75% do total da produção nacional.

Tabela 2- Produção de leite nacional em 2010.

Unidade da Federação	Produção (em mil litros) 2010	Participação (%)	Unidade da Federação	Produção (em mil litros) 2010	Participação (%)
Minas Gerais	8.388.039	27,31	Espírito Santo	437.205	1,42
Rio Grande do Sul	3.633.834	11,83	Maranhão	375.898	1,22
Paraná	3.595.775	11,71	Sergipe	296.650	0,97
Goiás	3.193.731	10,40	Tocantins	269.491	0,88
Santa Catarina	2.381.130	7,75	Alagoas	231.367	0,75
São Paulo	1.605.657	5,23	Rio G. do Norte	229.492	0,75
Bahia	1.238.547	4,03	Paraíba	217.018	0,71
Pernambuco	877.420	2,86	Piauí	87.354	0,28
Rondônia	802.969	2,61	Amazonas	47.203	0,15
Mato Grosso	708.481	2,31	Acre	41.059	0,13
Pará	563.777	1,84	Distrito Federal	36.257	0,12
Mato Grosso do Sul	511.270	1,66	Amapá	6.952	0,02
Rio de Janeiro	488.786	1,59	Roraima	5.954	0,02
Ceará	444.144	1,45			

Fonte: IBGE (2014).

Segundo Moura, a região oeste do Paraná apresenta a maior produção do estado, que no ano de 2010 segundo fonte do IBGE, teve um produção de 887.705 mil litros de leite e no período de 1995 a 2010 foi a terceira região com maior produtividade, mas o município com as maiores produções não está localizada na região oeste, o município com maior produção do estado é Castro, que também é o maior produtor de leite do Brasil, localizado na região Centro Oeste.

Um ranking com os vinte maiores municípios, mostra que no ano de 1995 oito dos vinte maiores produtores estão na região oeste, e em 2010 apenas cinco municípios estão entre as vinte.

Tabela 3-Ranking dos maiores produtores do Paraná

Município	Produção em 1995 (mil litros)	Mesorregião Paranaense	Município	Produção em 2010 (mil litros)	Mesorregião Paranaense
Castro	106.627	C. O.	Castro	180.000	C. O.
Toledo	52.143	Oeste	Mar. Cândido Rondon	98.237	Oeste
Palmeira	39.500	C. O.	Carambeí	88.050	C. O.
Santa Helena	36.349	Oeste	Toledo	80.682	Oeste
Mar. Cândido Rondon	33.374	Oeste	Cascavel	66.875	Oeste
Arapoti	19.703	C. O.	Chopinzinho	62.000	Sudoeste
S. José das Palmeiras	18.786	Oeste	Rio Bonito do Iguaçu	54.000	C. S.
Londrina	17.527	N. C.	Arapoti	53.300	C. O.
Ouro Verde do Oeste	16.697	Oeste	Pitanga	49.000	C. S.
São Pedro do Iguaçu	16.257	Oeste	Cel. Vivida	47.400	Sudoeste
Francisco Beltrão	16.161	Sudoeste	Quedas do Iguaçu	45.450	C. S.
Pato Branco	16.133	Sudoeste	Francisco Beltrão	43.000	Sudoeste
Cascavel	15.059	Oeste	Pato Branco	40.480	Sudoeste
Pitanga	14.992	C. S.	Santa Helena	39.806	Oeste
Cel. Vivida	14.235	Sudoeste	Catanduvas	39.508	Oeste
Chopinzinho	14.200	Sudoeste	Palmeira	36.823	C. O.
Ponta Grossa	13.877	C. O.	São Jorge d'Oeste	34.750	Sudoeste
Mercedes	13.738	Oeste	Dois Vizinhos	34.500	Sudoeste
Clevelândia	13.350	C. S.	Mangueirinha	34.500	C. S.
Lapa	13.143	M. C.	São João	34.274	Sudoeste

Nota: As abreviações se referem às seguintes mesorregiões: C.O. = Centro Oeste, N.C. = Norte Central, C. S. = Centro Sul e, M. C. = Metropolitana de Curitiba.

Fonte: IBGE, 2014

2.3 MECÂNICA DOS FLUIDOS

2.3.1 Definição de fluido

Para Fox (2006), fluido é uma substância que se deforma sob a aplicação de tensão de cisalhamento de forma contínua, não importando o valor da força, e não

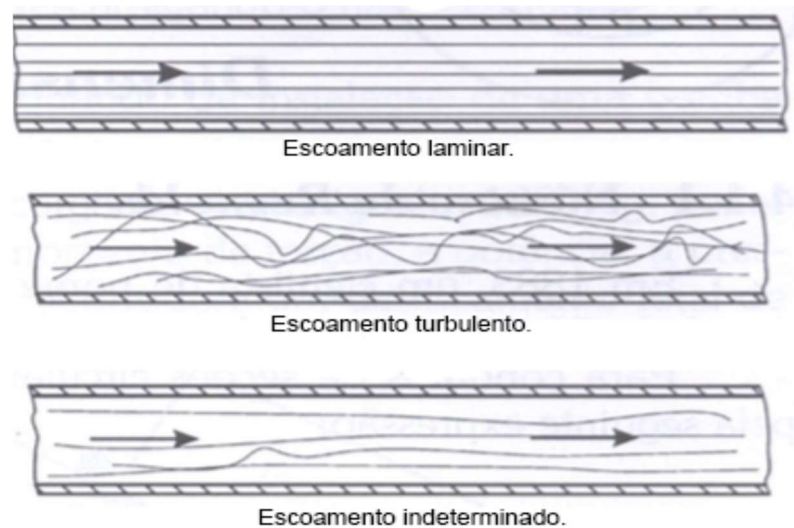
sustentam tensão de cisalhamento em repouso. Assim, líquido ou gases são as únicas formas que pode apresentar um fluido.

Segundo Brunetti (2008), podem ser considerados fluidos substancias liquidas ou gases, sólidos não podem ser considerados fluidos, um fluido é uma substância que adota o formato do recipiente em que está inserido, ocupando a sua forma geométrica.

2.3.2 Escoamento dos Fluxos

Segundo Fialho (2004), pode se ocorrer três diferentes formas de escoamento de um fluido, em uma tubulação de secção transversal circular, sendo eles o escoamento laminar,turbulento ou indeterminado.

Figura 4-E escoamento em tubulações



Fonte:Fialho(2004)

2.3.3 Número de Reynolds

Segundo Fialho (2004), um cientista chamado Osborne Reynolds, em 1883, estudou uma relação que teve a finalidade de analisar os perfis de velocidade desenvolvidos pelos fluídos, no escoamento pelas tubulações, identificou parâmetros numéricos que reconheciam limites de comportamento do fluído,

Reynolds analisava essas relações com base na proporcionalidade entre forças de inércia e viscosidade de um fluído, este escoando por dentro de dutos lineares, e o perfil de velocidade que eles desenvolviam. Com base nesses números é que podemos identificar o tipo do escoamento, onde temos para escoamento laminar número de Reynolds menor ou igual a 2000, para indeterminado números entre 2000 a 2300, e turbulento igual ou maior que 2300. Quando os dutos possuem seções circulares.

2.3.4 Volume

Pode ser definido com sendo o espaço físico ocupado por um corpo, podendo ser sólido, líquido, ou gasoso, tendo suas unidades em tamanhos cúbicos.

2.3.5 Vazão

Para Fialho (2004), vazão pode ser considerada como o volume de um fluido deslocado por unidade de tempo, ou a velocidade em que um fluido se desloca por uma tubulação e a secção transversal da mesma. Sua unidade no Sistema Internacional é dada em m³/s. Dada pela equação 1:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (01)$$

Onde:

Q: Vazão em (m³/s)

V: volume em (m³)

t: Tempo em (s)

3 METODOLOGIA

O desenvolvimento do projeto acontecerá da seguinte forma, construir um reservatório, que possa armazenar o volume do produto apenas no momento da descarga, um armazenamento temporário, para que se possa interromper a passagem do leite na centrífuga com uma válvula solenoide, posicionada na entrada da centrífuga, sem interromper o fluxo na rede, posicionando esse reservatório entre o trocador de calor e a centrífuga, assim quando a válvula solenoide for fechada, o volume de leite que passaria na máquina nesse instante, ficará armazenado no reservatório, quando a limpeza do rotor estiver acontecendo, evitando que o leite que está em processo seja expulso junto com os detritos.

Para o desenvolvimento desse reservatório será necessário fazer alguns testes práticos e cálculos, como o tempo máximo que a válvula poderá permanecer fechada na descarga, para que se possa saber o volume a ser armazenado, e assim dimensionar o reservatório, depois de realizar essas modificações, realizar os testes para verificar se houve ou não um aumento no rendimento, e analisar se com essas alterações a máquina conseguiu manter seu funcionamento normalmente.

4 RESULTADOS E ANALISE DOS TESTES

Foram realizados diversos testes práticos , com uma desnatadeira de vazão de 10000 litros por hora, uma válvula borboleta pneumática com solenoide integrada ao comando elétrico do equipamento e sem o reservatório, para que se pudesse analisar o tempo máximo que a válvula poderia permanecer fechada, antes que a temperatura de pasteurização do trocador de calor pudesse alterar as propriedades do leite, com os testes se chegou a conclusão que o máximo de tempo que se poderia fechar o fluxo do fluido seria de 10 segundos, com esses dados podemos dimensionar o volume do reservatório, para armazenar todo o volume do fluido nesse limite de tempo, que seria de aproximadamente 27,7 litros, considerando a vazão de 10000 litros por hora e um tempo de 10 segundos, como sabemos que a válvula pode ser fechada até 10 segundos o reservatório construído para o teste foi de 14 litros, pouco mais da metade do volume necessário para armazenar todo o fluido no tempo máximo.

Foi analisado também o tempo de intervalo entre as descargas, onde se deve levar em consideração vários fatores, como a qualidade do leite processado e alimentação dos animais, que podem ter uma variação dependendo da época do ano. Se chegou a um tempo máximo de 30 minutos se esse tempo for ultrapassado, os canais de expulsão das impurezas ficam interrompidos, fazendo com que a máquina não consiga mais realizar a expulsão, gerando vibração que possivelmente poderá danificar os rolamentos do equipamento e sendo necessário a abertura do rotor para a limpeza desses canais, como na figura abaixo, e a partir desse tempo foram realizados testes para retirada de dados.

Figura 5- Rotor aberto



Fonte: Próprio autor,2017.

Foram realizados quatro testes para a análise dos dados, o primeiro teste foi feito com a descarga normal, sem a válvula, para que se pudesse ter uma ideia da quantidade de líquido expulso junto com os detritos, em um equipamento sem alterações, o segundo teste foi feito com o fechamento da válvula sendo realizado junto com a descarga, o terceiro com o fechamento da válvula 5 segundos antes da descarga, dando tempo para que parte do fluido que estiver dentro do rotor possa ter saído quando a descarga acontecer, e o último teste no limite de tempo de 10 segundos com o mesmo objetivo do teste anterior, também foram realizados testes com tempo superior a 10 segundos, mas depois de 12 segundos a quantidade de fluido expulso na descarga se mantém a mesma, então foi estipulado para análise o tempo máximo de 10 segundos, para não se ultrapassar o limite de fechamento verificado nos testes que foram realizados, o reservatório foi utilizado apenas como

coeficiente de segurança, para aumentar a margem de trabalho do sistema, assim garantindo das propriedades do fluido, funcionando de forma correta, porém podendo ser utilizado de forma opcional.

Os dados obtidos durante as medições estão dispostos na tabela abaixo, os testes foram realizados sempre com intervalo entre as descargas de trinta minutos, sendo realizados de quatro a cinco medições por teste e posteriormente feito uma média dos valores obtidos.

Tabela 4- Dados obtidos

Descarga	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Medição 4	Média (litros)
Normal	14,7	15,1	14,9	14,8	14,9
Zerada	13,5	13,8	13,5	13,6	13,6
5 segundos	12,5	12,0	12,2	13,0	12,5
10 segundos	10,4	10,5	10,3	10,3	10,4

Fonte próprio autor, 2017.

Lembrando que o rotor da máquina é fechado por injeção de água, o impulso gerado pela água na câmara é maior que a pressão causada pela queda do fluido a ser separado, e quando essa injeção é interrompida a água que está na câmara é expulsa junto com o leite que estava dentro do rotor, então temos leite e água sendo eliminadas pelo mesmo caminho.

Analisando um laticínio de pequeno porte que trabalhe com apenas 50 mil litros por dia, onde a descarga é realizada no tempo adequado, se adotado o tempo de fechamento da válvula de 10 segundos, haverá uma redução de desperdício de aproximadamente 45 litros de fluido (leite e água) por dia, ou seja 30% a menos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho buscou realizar alterações em um modelo específico de centrífuga, na busca de redução de desperdício, com o objetivo principal sendo a restrição do fluxo antes do equipamento, para essa restrição foi instalado uma válvula borboleta pneumática com solenoide, na entrada do mesmo, onde através de testes práticos se concluiu que essa restrição pode ser realizada e atende ao objetivo do trabalho, mas por um tempo determinado no teste prático, pois essa interrupção por tempo superior ao tempo encontrado nos testes poderá ocasionar mudanças nas características do fluido.

O segundo objetivo era a construção de um reservatório para armazenar o fluido temporariamente, somente no momento do fechamento do fluxo, este foi posicionado na tubulação de entrada antes da válvula borboleta, onde atendeu perfeitamente seu propósito, mas este reservatório mesmo sendo funcional se mostrou desnecessário, pois o tempo de fechamento da válvula sem o auxílio do reservatório foi suficiente para se ter uma redução considerável de fluido sendo evacuado, porém, com a instalação do reservatório podemos aumentar o tempo de fechamento proporcionalmente ao tamanho do reservatório, sem alterar as características físicas e químicas do fluido, mas a redução de desperdício não se mantém proporcional ao tempo de fechamento, depois de um certo tempo o desperdício se mantém o mesmo, assim se pode trabalhar com o equipamento somente com a válvula solenoide.

Tendo como referência os resultados obtidos e com as alterações realizadas, conclui-se que se tem uma redução do desperdício considerável, viabilizando as alterações de projeto do equipamento e comprovando de que se tem muito ainda a ser desenvolvido nesse processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOMES, Sebastião Teixeira. **Produção de Leite no Brasil**, UFV (Universidade Federal de Viçosa), Outubro de 1991.

MARTINS, Paulo do Carmo. **Leite e Derivados e a Geração de Emprego, Renda e ICMS no Contexto da Economia Brasileira**, São Paulo, 2001.

MOURA, Ana Paula Fiori. **Fontes de Crescimento da Pecuária Leiteira Paranaense no Período 1995-2010**, Paraná, 2015.

FERREIRA, Márcia de Aguiar. **Controle de Qualidade Físico-Químico em Leite Fluido**, Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília- CDT/UnB, Abril de 2007.

FIALHO, Arivelto B.. **Automação Hidráulica** : projetos, dimensionamento e análise de circuitos, 2ª edição. Editora Érica: São Paulo 2004.

FOX, Robert W. et. al. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**, 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

TAVARES, Equipamentos Industriais. **Manual técnico CMTX 10000**, São Paulo, 2010.