

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE
DO NORTE
CAMPUS CURRAIS NOVOS
CURSO DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

MARIA BRENDA DANTAS

**APLICAÇÃO DO CEP NO ENVASE DO LEITE PASTEURIZADO DE UMA
INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS DO RN**

CURRAIS NOVOS – RN
2015

MARIA BRENDA DANTAS

**APLICAÇÃO DO CEP NO ENVASE DO LEITE PASTEURIZADO DE UMA
INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS DO RN**

Relatório técnico científico apresentado ao Curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador: Me Ronaldo dos Santos Falcão Filho

CURRAIS NOVOS – RN
2015

MARIA BRENDA DANTAS

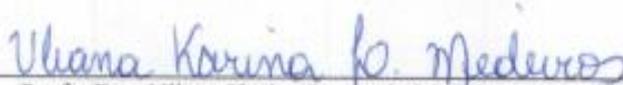
**APLICAÇÃO DO CEP NO ENVASE DO LEITE PASTEURIZADO DE UMA
INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS DO RN**

Relatório técnico científico apresentado ao Curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

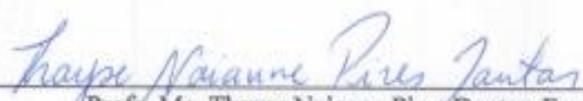
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e aprovado em 29/03/26, pela seguinte Banca Examinadora:



Prof. Me. Ronaldo dos Santos Falcão Filho - Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Profa. Dra. Uliana Karina Lopes de Medeiros, Examinadora 1
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Profa. Ma. Thayse Naianne Pires Dantas, Examinadora 2
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecer a Deus, por sempre me dar forças, me fazendo ter a certeza de que eu não estava só nesta caminhada, abençoando minha vida e me orientando.

Aos meus Pais que com muito amor e dedicação, sempre me incentivam e não mediram esforços para que eu conseguisse realizar um de meus sonhos, sou e serei eternamente grata à vida que me proporcionaram durante todos esses anos, espero retribuí-los. Amo vocês!

As minhas irmãs que me fizeram esquecer das minhas ansiedades, angústias e estresses, me sinto responsável em ser um espelho para vocês já que sou a irmã mais velha e chata.

As minhas amigas ou irmãs de coração (Patrícia, Paulinha e Kelvia) que o IFRN me proporcionou todo o tempo, sendo minha família em Currais Novos, me dando apoio e ombro amigo diante das dificuldades, saudades e por todos os momentos de amizade que vivemos juntas, que a distância não nos separe. Obrigada, amo vocês; e muito obrigada a todos os meus colegas de curso, sucesso para todos nós.

A Rosália, uma amiga que ganhei durante o pouco tempo que dividi apartamento e estudei na UFPB, mas que contribuiu muito na minha vida pessoal e acadêmica durante todos esses anos, obrigada e sucesso.

Agradeço também aos meus avós que em nossas conversas sempre me incentivaram a esse caminho traçado e a todos os demais familiares que acreditaram na minha capacidade.

Ao meu namorado por todo apoio e compreensão, sempre me incentivando a dar o meu melhor, seja qual fosse a atividade executada. Com muita paciência me ajudava, mesmo distante, com qualquer que fosse o problema.

Meu agradecimento ao meu orientador de estágio, Prof. Me Ronaldo dos Santos Falcão Filho, pela ajuda, conhecimentos repassados e compreensão pela orientação à distância.

A todos os professores, técnicos e terceirizados do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte campus Currais Novos que colaboraram e construíram bases sólidas no meu desenvolvimento e aprendizagem para o crescimento profissional. Seus nomes são inesquecíveis e por isso, dedico-lhes minha profunda admiração e respeito.

Por fim, agradeço, pela oportunidade fornecida, a Chaparral Alimentos, por ter me aceito de braços abertos nessa etapa final do capítulo da graduação. Ao Sócio-Proprietário Gilson de Andrade Pessoa Júnior, agradeço pela paciência e disponibilidade sempre quando foi necessário, ajudando-me em qualquer que fosse a dúvida, dando-me total liberdade dentro da indústria para exercer as atividades a mim passadas.

RESUMO

Na busca por maior qualidade na obtenção de produtos e serviços, o controle estatístico do processo (CEP) apresenta benefícios na sua utilização, possibilitando avaliação eficiente e monitoramento do processo. O presente trabalho apresenta uma análise de verificação do atual estado do processo de envase de fabricação de leite pasteurizado, através da utilização dos conceitos e ferramentas do controle estatístico do processo, sobretudo dos gráficos de controle. Este relatório tem como objetivo descrever a história da empresa concedente e os produtos produzidos por ela, além das atividades desenvolvidas no período de estágio no laboratório de físico-química, no setor de produção e a intervenção realizada no setor de qualidade com o estudo de estabilidade e capacidade de processo de envase do leite pasteurizado, dessa forma, correlacionando os conhecimentos adquiridos no decorrer do curso de Tecnologia em Alimentos. Afim, de determinar o comportamento do sistema produtivo de uma indústria de laticínios, no que diz respeito ao envase de leite pasteurizado, monitorando a variável de controle “peso de leite” existente no interior das embalagens, o estudo utiliza gráficos de controle do tipo amplitude-média, analisa a capacidade do processo, além de verificar a normalidade dos dados - preceito este que é fundamental para a utilização de tais ferramentas. Os resultados orientam que há necessidade de a empresa priorizar o monitoramento da capacidade na máquina de envase e manutenções preventivas do equipamento. Todavia, o sistema de manutenção da máquina deve-se sofrer intervenções, pois, de maneira geral, o processo não é satisfatório.

Palavras-chave: Estatística. Qualidade. Controle. Monitoramento.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. DESENVOLVIMENTO	7
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	7
2.2 PROCESSO ESTUDADO	8
2.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	10
2.3.1 Acompanhamento da produção	10
2.3.2 Acompanhamento do controle de qualidade	11
2.4 ATIVIDADE DE INTERVENÇÃO	13
2.4.1 Teste de Normalidade	16
2.4.2 Índices de Capacidade e Performance de Processo	20
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
REFERÊNCIAS	23
APÊNDICE (S)	26
ANEXO (S)	28

1. INTRODUÇÃO

A cadeia de lácteos brasileira tem grande importância no setor agropecuário, tendo ainda considerável participação no faturamento do ramo de alimentos. De acordo com a Associação Brasileira de Indústrias de Alimentos – ABIA, em 2012 os laticínios representaram participação de 12,0% em relação ao total das indústrias de alimentos. (MADERI, 2014).

O leite, como produto de origem animal, é um produto regulado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que em sua Instrução Normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011, define como leite “o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. O leite de outras espécies deve denominar-se segundo a espécie da qual proceda”. A legislação estabelece ainda, padrões físico-químicos em relação a qualidade do leite, que deve apresentar 3% de gordura (no mínimo), 2,9% de proteína, 8,4% de extrato seco desengordurado (ESD) e 11,5% de extrato seco total (EST); densidade relativa entre 1,028 a 1,034 e índice crioscópico de $-0,512^{\circ}\text{C}$ e a $-0,531^{\circ}\text{C}$ (BRASIL, 2011).

A IN nº 62/2011 também determina como deve ser a ordenha e a pasteurização do leite. Quando ele é ordenhado mecanicamente e passa pelo processo de pasteurização na própria fazenda ele é classificado como Leite Pasteurizado Tipo A; quando a ordenha é mecânica, mas a pasteurização ocorre em usinas, por exemplo, o leite é classificado como Leite Pasteurizado; e quando a matéria-prima passa por altas temperaturas para que ocorra a esterilização o leite é tipo UHT (*Ultra High Temperature*). Pelo exposto, o leite processado pela Chaparral (empresa concedente do estágio) é denominado para venda como “leite pasteurizado integral”, pois a matéria-prima é obtida por ordenha mecanizada na Fazenda Chaparral, seguindo em caminhões com tanques isotérmicos de aço inox, para a Chaparral Alimentos, onde passará pelo processo de pasteurização.

Como qualquer processo industrial, o processamento de leite deve ter a sua qualidade controlada, para isso existe todo um conjunto de métodos e ferramentas que podem ser utilizados, entre eles o controle estatístico de processos (CEP).

O CEP é um conjunto de ferramentas de monitoramento, controle e melhoria da qualidade de processos através de análises estatísticas (DE VRIES; RENEAU, 2010). Os processos dentro da perspectiva do CEP são influenciados por dois tipos de variação, conhecidos como comum (natural ou aleatória) e especial (não natural ou não aleatória). A variação comum é representada por variações pequenas, inevitáveis e resultantes de fatores naturais ao processo e dificilmente rastreáveis. A variação especial, por outro lado, é

caracterizada por alterações identificáveis, responsáveis por uma mudança real no processo, como nos materiais, nas pessoas, nas máquinas, no meio ambiente ou no método utilizado. Essas alterações podem ser planejadas ou não, sendo frequentemente representadas por aumento de custos (TAKAHASHI et al., 2012).

Segundo Shewhart (1931), o caminho da melhoria da qualidade deve ser obtido através do controle do processo e não sobre o produto. Para isso é vital o conhecimento da capacidade do processo. A análise da capacidade do processo produtivo é um procedimento cujo processo é considerado capaz quando além de controle, atende as especificações do cliente. Existem processos controláveis, mas incapazes. Isso não implica na análise da estabilidade e variabilidade do processo, bem como no exame de sua posição relativa aos limites e centro do campo de tolerância da característica de interesse.

Quando a produção de defeituosos ocorre acima do admitido, o processo é considerado incapaz, basicamente por dois motivos: a variabilidade do processo é muito grande em relação aos limites de especificação e a média do processo não está centrada no alvo. Tendo conhecimento destas informações podem-se tomar medidas corretivas no processo, reduzindo a produção de defeituosos com consequentes reduções de custos. Assim, o estudo da capacidade do processo visa determinar o comportamento existente e/ou desejável do processo, de modo que as tolerâncias de projeto do produto possam ser satisfeitas com os recursos disponíveis (OLIVEIRA et al., 2011).

Conforme o apresentado, este relatório tem como objetivo descrever a história da empresa concedente e os produtos produzidos por ela, além das atividades desenvolvidas no período de estágio no laboratório de físico-química, no setor de produção e a intervenção realizada no setor de qualidade com o estudo de estabilidade e capacidade de processo de envase do leite pasteurizado, dessa forma, correlacionando os conhecimentos adquiridos no decorrer do curso de Tecnologia em Alimentos.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

O estágio, aqui relatado, foi realizado na empresa Chaparral Indústria Alimentícia LTDA, com nome fantasia de Chaparral Alimentos. Trata-se de uma usina de beneficiamento de leite localizada na Rua Romualdo Galvão, 860, no bairro de Lagoa Seca, no município do Natal, no Estado do Rio Grande do Norte. A visão da empresa é oferecer produtos saborosos, com qualidade e saúde para que os consumidores tenham prazer em levá-los a sua casa. Este é o principal objetivo por trás de cada um dos produtos da Chaparral Alimentos. A missão é oferecer saúde, sabor e qualidade para o cliente da Chaparral Alimentos. E os valores são: atuar com ética e transparência para o mercado consumidor, garantido a qualidade dos produtos oferecidos.

A linha Chaparral iniciou com o surgimento da Fazenda Chaparral, em 1975, no município de Ielmo Marinho, no Estado do Rio Grande do Norte, na região do Agreste Potiguar. A atividade na fazenda era voltada para a criação de rebanhos bovinos de corte e de leite, em 1979 a fazenda passou a comercializar o que produzia. Em 1987 a ordenha passou a ser mecanizada e entre 1994 e 1999, adotou-se o empacotamento do leite *in natura*, bem como a inseminação artificial, evitando a contato com outros rebanhos. Com o crescimento dos produtos e derivados do beneficiamento do leite na Fazenda Chaparral, em 1994 surgiu a Chaparral Alimentos, produzindo leite integral ou desnatado, bebidas lácteas, coalhadas, iogurtes, manteigas e doces, localizada na Avenida Romualdo Galvão, na Região metropolitana do Natal, no Estado do Rio Grande do Norte.

A usina apresenta uma estrutura física de 496,78 m² de terreno sendo que 446,76 m² constituem a área destinada para produção, estocagem frigorificada, laboratório de controle de qualidade - em que se realizam análises físico-químicas do leite *in natura*, bem como dos produtos acabados; almoxarifados, área de caldeira e compressores. A Chaparral Alimentos atualmente funciona com um total de 17 funcionários, sendo distribuídos em: Escritório (2 funcionários), Expedição e qualidade (2 funcionários), Produção (4 funcionários), Vendas (6 funcionários), Vendas de Apoio (2 funcionários) e um técnico em laticínios.

Afim de prezar pela qualidade dos seus produtos, a empresa possui um Manual Próprio de Boas Práticas de Fabricação, proposta pelo técnico de laticínios da empresa que tem por objetivo estabelecer que o empreendimento caminhe em conformidade com a legislação, desde a recepção da matéria-prima até a higiene dos colaboradores.

A Chaparral Alimentos produz leite de três tipos: integral (com teor de gordura mínimo de 3%), magro (com teor de gordura entre 0,6 a 2,9%) e light (máximo 0,5% de gordura).

Também é produzida manteiga da terra, em embalagens de 500 e de 100 g.

A sobremesa láctea Deleite que inclui os seguintes sabores: doce de leite tradicional, doce de leite com goiaba, doce de leite com chocolate, doce de leite com morango, doce de leite com coco, doce de leite com ameixa, doce de leite com chocolate e morango e doce de leite com chocolate, morango e coco.

A bebida láctea, no sabor morango, é produzida com o leite oriundo de outras fazendas e não apenas da Fazenda Chaparral.

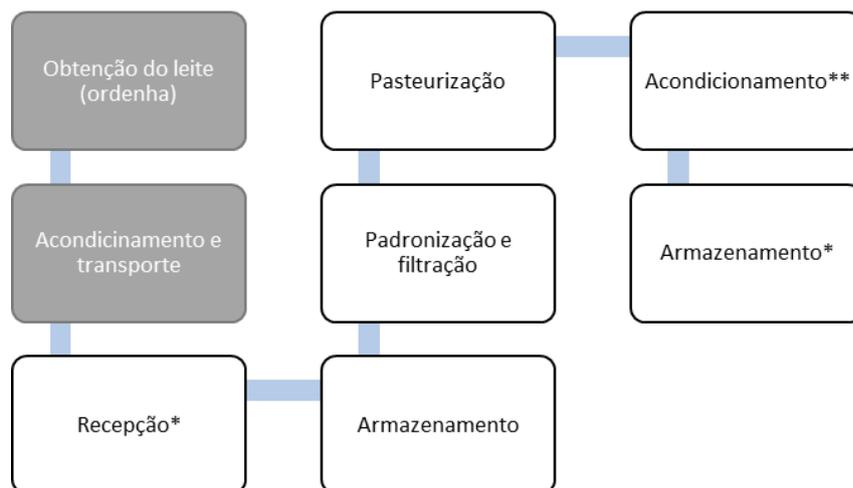
O iogurte é produzido nos sabores: morango, ameixa, tangerina, frutas vermelhas, açaí com guaraná e graviola.

A coalhada é integral com açúcar, desnatada com adoçante e desnatada sem açúcar.

2.2 PROCESSO ESTUDADO

O processo escolhido para realização do trabalho foi o de produção de leite pasteurizado, em que o leite passa por diversas etapas antes estar pronto para ser comercializado. A Figura 1 mostra cada etapa da produção do leite pasteurizado e adiante o fluxograma deste processo será descrito detalhando as etapas.

Figura 1. Fluxograma do processo de obtenção do leite pasteurizado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota 1: as etapas em cinza ocorrem antes da chegada na unidade de beneficiamento.

Nota 2: nas etapas marcadas com (*) são retiradas amostras para análises e a marcada com (**) é a etapa estudada na intervenção.

A descrição do fluxograma mostrado anteriormente é a seguinte.

O leite proveniente da Fazenda Chaparral é ordenhado mecanicamente e resfriado até a temperatura de, no máximo, 7 °C, é transportado para a Chaparral Alimentos em caminhões com tanques isotérmicos.

Ao chegar na usina, amostras do leite são retiradas de cada carregamento para realização do teste do Alizarol 72%, que é um reagente de tonalidade marrom com o objetivo de avaliar a estabilidade térmica do leite e presença de microrganismos. Quando o leite em contato com o alizarol mudar de cor, para azul, ou formar precipitado, ele não está adequado para uso.

Confirmada a estabilidade ao Alizarol 72%, o leite é transferido para tanques isotérmicos de aço inox com capacidade de 8.000 L cada, para estocagem até o momento do processamento.

Dos tanques isotérmicos, o leite é encaminhado para a padronizadora, que por centrifugação remove parte da gordura, permitindo que o leite alcance do teor de gordura desejado no produto final, passando por sistema de filtração para retirar as sujidades. Durante a padronização, amostras do creme são retiradas e encaminhadas para laboratório a fim de que se realize a análise de gordura.

Atingido o teor de gordura desejado, o leite é encaminhado para o pasteurizador de placas, que aquece a matéria-prima entre 72 °C - 75 °C durante 15 a 20 segundos. O leite é resfriado até aproximadamente 4 °C no tanque pulmão.

Depois de pasteurizado, o leite é acondicionado, sem contato manual, por envasadoras automáticas, em embalagens plásticas com capacidade de 1 L cada, sendo retiradas amostras durante todo o envase para verificar se o peso está conforme o padrão da empresa (1028g a 1040g). A intervenção deste trabalho foi realizada nessa etapa do processo e será descrita na seção 2.4.

Finalmente, o produto pronto para a comercialização é armazenado em câmara fria a 4°C para posteriormente ser distribuído aos pontos de vendas.

Depois do fim do processo, uma amostra de cada lote é encaminhada para o laboratório, onde são realizadas as análises físico-químicas e microbiológicas.

Para os leites magro e light, o processo descrito acima é o mesmo, mudando apenas o teor de gordura desejado que será atingido na padronização: quanto menor o teor de gordura necessário para o produto final, maior a quantidade de creme extraída na padronizadora.

Por fim, a Figura 2 mostra, algumas das máquinas e equipamentos usados no processo que foi descrito.

Figura 2. Máquinas e equipamentos usados no processamento do leite pasteurizado (A- tanque isotérmico, B- padronizadora, C- quadro de controle do pasteurizador de placas, D- envasadoras).



A- Tanque isotérmico



B- Padronizadora



C- Quadro de comandos do pasteurizador



D- Máquinas de envase

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Durante o estágio, as atividades desenvolvidas foram: controle e acompanhamento da produção, controle do peso (embalagem + produto) durante o envase e acompanhamento diário de análises físico-químicas, no laboratório, dos seguintes produtos pasteurizados: Fazenda Chaparral Leite Integral, Fazenda Chaparral Leite Magro, Fazenda Chaparral Leite Light e Chaparral Leite Integral (Leite oriundo de outras fazendas).

As disciplinas do curso que tiveram ênfase para a compreensão das atividades executadas foram: Tecnologia de Laticínios, Análise de Alimentos e devido o acompanhamento para avaliar a capacidade do envase de leite pasteurizado a disciplina de Controle Estatístico da Qualidade, assim como Estatística para o tratamento dos dados amostrais.

2.3.1 Acompanhamento da produção

Foi de grande importância poder vivenciar o dia-a-dia de uma indústria de laticínios, presenciando problemas e auxiliando para se buscar soluções eficazes, melhorando cada vez mais os produtos.

O contato, na usina, era diretamente com os operadores das máquinas, os funcionários do setor de produção, que, também com bastante empenho, compreenderam a minha situação de estudante e estagiária e explicavam, de maneira simples, mas clara, todo o conhecimento que eles tinham diante dos processos, uma vez que a prática nos torna sábios. Após acompanhar

os funcionários do setor, sempre tirava as dúvidas com o sócio proprietário, que aprofundava ainda mais os conhecimentos adquiridos.

2.3.2 Acompanhamento do controle de qualidade

A qualidade do leite é definida por parâmetros de composição química, características físico-químicas e higiene. A presença e os teores de proteína, gordura, lactose, sais minerais e vitaminas determinam a qualidade da composição, que, por sua vez, é influenciada pela alimentação, manejo, genética e raça do animal. Fatores ligados a cada animal, como o período de lactação, o escore corporal ou situações de estresse também são importantes quanto à qualidade composicional (BRITO; BRITO, 2016).

O controle de qualidade do leite tem início desde a ordenha no produtor até a chegada na indústria, onde são retiradas amostras individuais do caminhão isotérmico que chega ao laticínio, e segue durante o beneficiamento, armazenamento (*shelf-life*), até o sistema de distribuição.

As análises físico-químicas realizadas após o processamento do leite no laboratório da Chaparral Alimentos, confere se o processo foi executado com qualidade, realizando as demais análises: a densidade; alizarol e acidez; o percentual de gordura; crioscopia; fosfatase alcalina e peroxidase.

Durante o período de estágio no laboratório eram realizadas análises de densidade média do leite onde os resultados variam de acordo a IN nº 62/2011 entre 1,028 a 1,034 g/cm³, abaixo do mínimo fornece uma indicação de adição de água no leite e, eventualmente, poderá indicar também problemas de saúde da vaca, ou mesmo problemas nutricionais. Contudo, a densidade depende também do conteúdo de gordura e de sólidos não-gordurosos, porque a gordura do leite tem densidade menor que a da água, enquanto que os sólidos não-gordurosos têm densidade maior. O teste indicará claramente alteração da densidade somente quando mais que 5 a 10% de água for adicionada ao leite. Densidade acima do normal pode indicar que houve desnatamento ou, ainda, que qualquer outro produto corretivo foi adicionado.

A prova do Alizarol demonstra se o leite tem a estabilidade para ser pasteurizado, essa prova baseia-se na ocorrência da coagulação do leite por efeito da elevada acidez ou desequilíbrio salino, quando promove desestabilização as micelas pelo álcool e na mudança de coloração da mistura. Já a acidez é devida à presença de caseína, fosfatos, albumina, dióxido de carbono e citratos, podendo variar entre 15 e 18° Dornic (°D), indicando se o mesmo apresenta-se apto para o consumo. Quando o leite apresenta resultado maior que 18°D o que indica aumento na concentração de ácido lático, uma vez que esse ácido é formado pela

fermentação da lactose por bactérias mesófilas e, conseqüentemente, pode indicar qualidade microbiológica inadequada durante o processamento (CARVALHO, 2013).

Avalia-se a qualidade de um leite pela quantidade de gordura, sendo que esta é um dos componentes de maior valor comercial. A determinação de gordura no leite é uma das maneiras de identificar fraudes no alimento, como o desnate prévio do leite, adição de água, além de identificar possíveis problemas no processo, bem como na coleta de amostras para as análises, pois como a gordura é o elemento mais leve do leite, tende a ficar na superfície por isso a amostra devia ser bem homogeneizada para expressar resultados mais precisos (CARVALHO, 2013).

A Crioscopia é uma análise físico-química do ponto de congelamento do leite. Para Becchi (2003), o índice crioscópico é um parâmetro analítico de precisão, capaz de acusar fraudes no beneficiamento do leite, uma vez que a adição de água aproxima a temperatura de congelamento do leite à temperatura de congelamento da água (0 °C), quando a temperatura de congelamento do leite máximo permitido pela legislação é de -0,512 °C (BRITO et al., 2016).

A fosfatase alcalina pode indicar se a pasteurização atingiu a temperatura suficiente para eliminar os patógenos do leite, ou se ocorreu contaminação do leite pasteurizado com leite cru dentro do pasteurizador (TRONCO, 2008).

É uma enzima presente no leite cru, que por meio do processo de pasteurização com a temperatura acima de 65°C essa enzima é inativada. Para a realização dessa análise foi utilizado o teste rápido de tiras de fosfatase alcalina do fabricante cap-lab, após o tratamento térmico, a fosfatase deve ser inativada.

Enquanto, que a peroxidase tem o intuito de verificar se o leite passou por uma inativação da enzima peroxidase que ocorre através de uma ultra pasteurização do leite a uma temperatura de 85 a 90° C por 20 minutos. Para a realização desta análise usamos o teste rápido de tiras de peroxidase do fabricante cap-lab, onde a leitura dos resultados indica a cor salmão positivo, assegurando que o leite não sofreu superaquecimento durante a pasteurização.

A figura 3, mostra algumas das análises físico-químicas que eram realizadas diariamente no laboratório para as amostras de leite retiradas de cada produção.

Figura 3. Alguns procedimentos das análises diárias. (A- Termoláctodensímetro, B- Acidez Titulada, C- Estante com butirômetros antes de agitar e colocar na centrífuga, D- Butirômetro após sair da centrífuga.)



Fonte: Elaborada pelo autor.

2.4 ATIVIDADE DE INTERVENÇÃO

Conforme Toledo (2006), o Controle Estatístico de Processo é uma ferramenta de gestão que permite pensar e decidir baseado em dados e fatos, conhecer a existência da variabilidade na produção e administrá-la, visar a melhoria contínua do desempenho, identificar os pontos de falha e corrigir o problema a tempo. Diz-se que um processo está sob controle se os produtos resultantes mantêm-se dentro da faixa desejável de qualidade.

Dentre as ferramentas estatísticas (ou métodos estatísticos) usadas para avaliar se um processo está operando dentro das especificações ideais destacam-se os índices de capacidade, que foram desenvolvidos para facilitar a estimação da proporção de defeituosos produzidos. Os primeiros índices desenvolvidos foram o C_p e o C_{pk} , sendo os mais utilizados na indústria. A vantagem da utilização destes índices é que eles são adimensionais, facilitando a comparação de processos produtivos, independente do que se esteja produzindo (Oliveira et al., 2011).

Para Montgomery (2001), as flutuações ou padrões não aleatórios também indicam processo fora de controle. Para o autor, o processo está fora de controle se:

- Um ponto se localiza fora dos limites de controle três sigma;
- Dois, em três pontos consecutivos, se localizam além dos limites de alerta de dois-sigma;
- Quatro, em cinco pontos consecutivos, se localizam além a uma distância de um sigma ou mais em relação à linha central;
- Oito pontos consecutivos se localizam de um mesmo lado da linha central.

Quando a média do processo for exatamente igual a um dos limites de especificação tem-se $C_{pk} = 0$ e, obviamente quando $C_{pk} < -1$, tem-se que a média do processo se localiza fora das especificações.

De maneira geral, diz-se que C_p mede a capacidade potencial do processo, enquanto C_{pk} mede a capacidade atual do processo. Assim, C_p informa que quando o processo for

colocado no centro terá a capacidade indicada por Cp. Pode-se considerar como regra segundo Correa e Chaves (2009):

- Cp e Cpk maiores que 1,33: processo é capaz para + / - 4 desvios-padrões, mínimo de 99,994% dos itens dentro da tolerância.
- Cp e Cpk maiores que 1,00: processo é capaz para + / - 3 desvios-padrão, mínimo de 99,73% dos itens dentro da tolerância.
- Cp e Cpk menores que 1,00: processo não é capaz para + / - 3 desvios padrão, menos de 99,73% dos itens dentro da tolerância.

O estudo da capacidade do processo tem por função avaliar se um processo estável é capaz de satisfazer o nível de qualidade almejado pelos clientes, enquanto que gráficos de controle são ferramentas para avaliação da estabilidade de um processo. O cálculo da capacidade do processo tem validade apenas em processos que estão em estado de controle estatístico. Uma maneira de analisar um processo estável é a partir do cálculo da capacidade do processo e gráficos de controle. (OLIVEIRA; LIMA, 2011)

Um gráfico de controle é composto por uma linha central (LC) que representa o valor médio da característica da qualidade correspondente à situação do processo sob controle e um par de limites de controle: um deles localizado abaixo da linha central denominado limite inferior de controle (LIC) e, outro situado acima da linha central, denominado limite superior de controle (LSC). Ambos os limites ficam a uma distância de três desvios-padrão da média ou alvo do processo ($\mu \pm 3\sigma$) originalmente sugerido por Shewhart (1931).

Segundo Oliveira e Lima (2010), todo processo, independentemente da forma como é gerido, possui perturbações, podendo ser:

- ◆ Causas aleatórias ou comuns da variação: são inerentes ao processo, mesmo que este esteja sob controle estatístico. Normalmente são variações difíceis de serem identificadas e fazem parte de um sistema constante de variações. O processo pode absorvê-las sem gerar produtos defeituosos. Um processo que possui apenas causas aleatórias é considerado sob controle.
- ◆ Causas atribuíveis ou especiais da variação: possuem fontes de variação muito maiores do que a variabilidade natural, sendo, porém, identificáveis. As causas atribuíveis devem ser evitadas por gerarem defeitos e o processo que as contém é considerado fora de controle.

No trabalho proposto pelo orientador, para realizar o estudo da estabilidade e capacidade do processo foi escolhida a fase de embalagem da produção de Leite Pasteurizado Integral

Fazenda Chaparral de prontamente aceito pelo sócio-proprietário, sendo em seguida elaboradas folhas de verificação, tal como pode ser visto no Apêndice A, para a coleta de amostras.

Desta forma, foi coletada 5 subgrupos contendo 110 amostras durante uma semana em umas das envasadoras no turno da manhã de acordo com o número de produção diária do leite pasteurizado integral, sendo retiradas amostras da embaladeira a cada 50L de leite, onde as mesmas foram pesados em balança de precisão e seus pesos anotados na folha de verificação, seguindo rigorosamente as orientações propostas, mas com algumas dificuldades por problemas na descontinuidade da produção ou quando acontecia algumas paradas durante o envase, seja para repor a bobina de embalagem ou o operador tentava regular a máquina, conseqüentemente por causa dessa regulagem acontecia o descarte de algumas amostras iniciais por não estar entre o padrão de capacidade de envase da empresa (1,028 a 1,040g). Para a análise dos dados, foi utilizado o *Software Estatístico Action Stat*.

As características selecionadas nesse ponto do peso dos sacos de leite já envasados, foram tratados os dados e aplicados nos Gráficos de Controle, onde foi possível a observação das médias e da amplitude e, através da Análise da Variância foi possível analisar os desvios ocorridos em função do equipamento e dos operadores. Mediante as técnicas adotadas e a visualização dos gráficos foi possível avaliar se as variações e as médias do processo estão sob controle estatístico.

O quadro 1, mostra os dados após a transformação de peso e volume dos dias que foram coletados as amostras, descontado do peso médio fornecido pelo laticínio de 4 gramas da embalagem e utilizando a densidade média em cada dia.

Quadro 1. Amostras de leite coletadas na máquina 1, em mililitros.

Amostras	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅
1	993	999	989	999	985
2	982	1005	989	1024	993
3	983	979	981	997	989
4	977	1010	993	981	1001
5	991	987	981	993	1003
6	1010	987	997	987	983
7	993	997	995	993	993
8	995	997	991	981	983
9	1001	981	997	993	997
10	995	993	993	995	997
11	991	981	983	1001	981
12	1004	1008	1004	1006	1006
13	1012	1006	1008	1019	1008
14	996	998	1000	1000	998
15	998	1002	1006	1002	1002
16	996	998	998	990	1004
17	1002	1000	1002	1002	998
18	1011	996	999	1001	999
19	1001	999	996	990	999
20	997	990	994	992	997
21	992	1003	992	994	982
22	999	984	996	994	1001

Fonte: Do próprio autor.

De acordo com a empresa, o volume de 1 litro de leite ensacado equivale-se a uma variação entre 1028 e 1040 gramas.

2.5.2 Teste de Normalidade

O objetivo dessa subseção é verificar se as variáveis Peso dos Sacos de Leite nas máquinas do laticínio apresentam-se com uma distribuição de probabilidade normal, garantindo assim uma das hipóteses estabelecidas para os gráficos de controle utilizadas no trabalho.

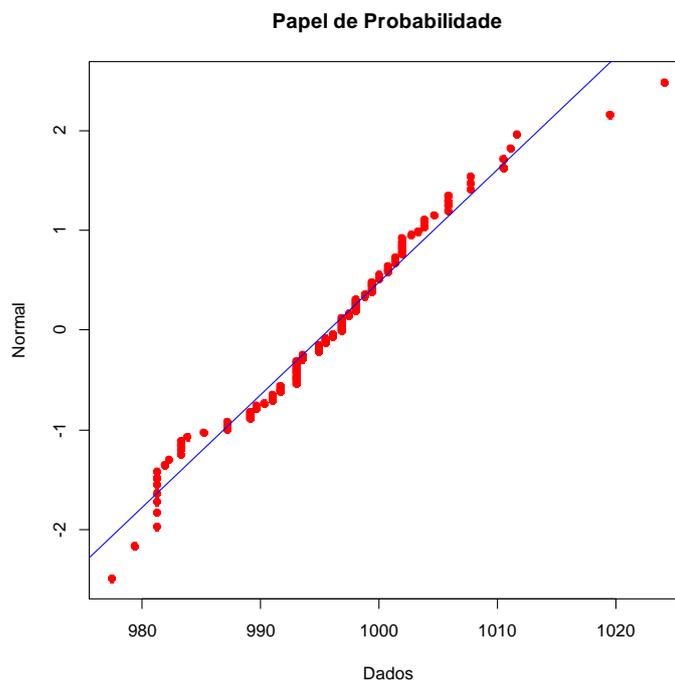
De acordo com Oliveira et al. (2011), o teste da normalidade é necessário para verificar se o estudo da capacidade do processo deva ser levado adiante.

O teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra é uma prova de aderência. Isto é, diz respeito ao grau de concordância entre a distribuição de um conjunto de valores amostrais (observados) e determinada distribuição teórica especificada. Determina se os valores da amostra podem razoavelmente ser considerados como provenientes de uma população com aquela distribuição teórica (SIEGEL, 1981).

Na variável do peso, foi verificada a normalidade nos níveis de significância desejado. Assim, a distribuição amostral se aproxima da distribuição teórica, o que ratifica os resultados encontrados no teste Kolmogorov-Smirnov. O teste de papel de probabilidade verifica a normalidade nas variáveis através da distribuição no gráfico, como é apresentado na figura 4.

A Figura 4 apresenta o resultado da aplicação do teste de normalidade que é um pressuposto para a aplicação dos gráficos de controle se as distribuições das amostras são normais. A maioria dos pesos encontram-se distribuídos, estando sobrepostos na reta de probabilidade, o que ratifica os resultados dos testes de normalidade.

Figura 4. Papel de probabilidade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 2 mostra o resultado do teste de normalidade de Kolmogorov - Smirnov para a variável peso dos sacos de leite das máquinas, indicando assim distribuição normal a partir do resultado de P-valor, que é maior que o nível de significância (0,5).

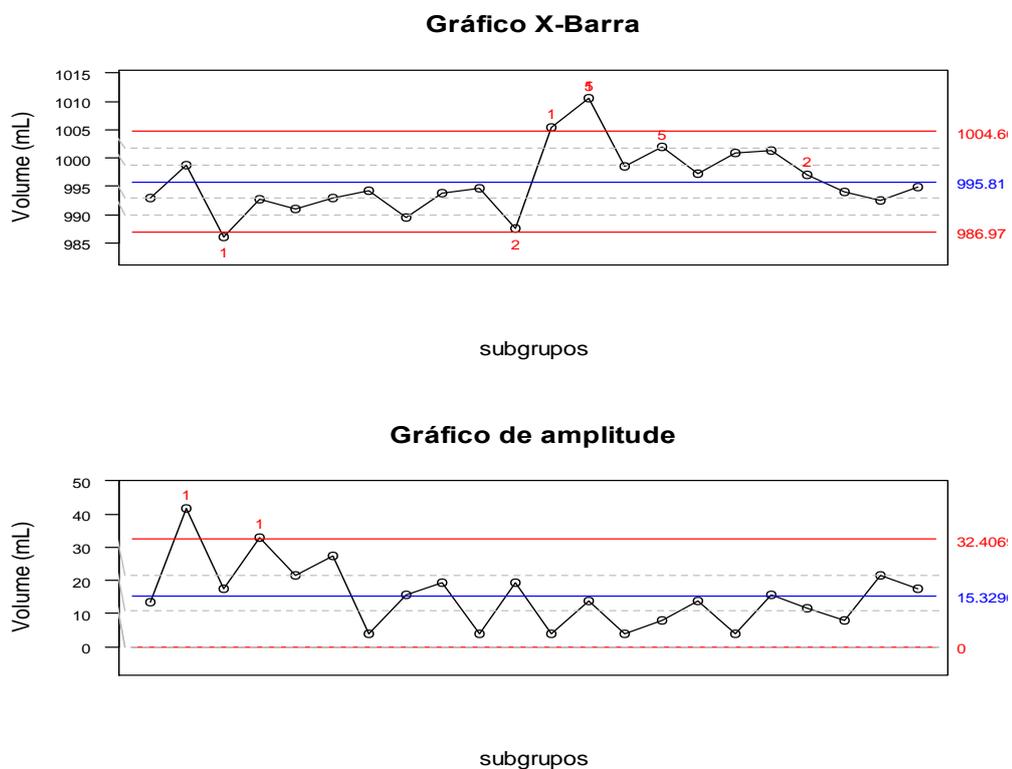
Tabela 2. Teste de normalidade de kolmogorov-Smirnov.

Estadística	Valor encontrado
Kolmogorov-Smirnov	0,0811
P-valor	0,0720

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise realizada na máquina “1” na Fig. 5 demonstra que nestes pontos o processo de envase do leite sofre mudanças muito bruscas quando se trata dos pontos de média e também possui uma elevada variabilidade.

Figura 5: Gráfico *Xbar* – R para a características de qualidade do envase dos sacos de leite da máquina 1.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Utilizando as cartas de controle, foi demonstrado o desempenho da máquina de enchimento. Foram retiradas e pesadas, amostras do material durante a produção, a média e a gama (amplitude) das medições obtidas foram usadas para construir a carta de controle.

A carta da média para a máquina 1 assinalou 4 pontos discrepantes, além dos limites superior e inferior de controle acusando também, outros padrões não aleatórios, tais como uma sequência de pontos muito próximos a linha central e subgrupo com valor além de 3σ da linha central e outros dois pontos além de 2σ , isso pode ser justificado em razão dos ajustes na máquina e grande variação dentro das amostras, como se pode constatar no gráfico das amplitudes.

Verificou-se também que máquina de enchimento "1" enchia as embalagens de leite fora dos limites pretendidos com as médias fora dos limites de controle, como a coleta de amostras foi realizada no turno da manhã em dias diferentes, observou-se no Gráfico X-Barra que a média do subgrupo estava muito próximo da linha central entre o primeiro e o segundo dia, já no Gráfico R a variabilidade do processo estava muito grande, podendo ser relacionada com os seguintes fatores: número de produção grande para um operador, problema na máquina e/ou desregulagem na balança de precisão ou em virtude da constante regulagem na máquina, feita pelo operador na tentativa ajustar o processo; nos outros dias a variabilidade continuava presente, só que com pontos mais estreitos na variabilidade.

A maioria dos problemas apresentados estão relacionados aos ajustes excessivos nas máquinas, desgaste dos equipamentos, sobrecarga de trabalho e erro humano, o que mostra que medidas de correção simples podem fazer uma grande diferença no que diz respeito à diminuição dos custos de produção e, conseqüentemente, a melhoria de desempenho do processo, aconselha-se que essa etapa seja realizada por mais de um operador, afim de reduzir a variabilidade, diminuir a sobrecarga da produção até o acondicionamento na câmara fria até a destinação e executem calibrações periódicas nos equipamentos de envase contribuindo para a controle de qualidade do processo diminuindo a variabilidade, os custos e as tentativas de regulagem pelo operador

O principal método empregado pelo CEP para distinguir as causas de variação é o gráfico de controle, o qual monitora uma variável de qualidade, como a capacidade de envase do leite, por meio de seu valor médio e de sua variação. O gráfico é aplicado na identificação de mudanças no processo ao longo do tempo (De VRIES & RENEAU, 2010). Se essas mudanças são maiores que a variação normal do processo, ou se os dados se distribuírem de forma não aleatória, os gráficos sinalizam e indicam que o processo está fora de controle, o que representa aumento de custos.

2.5.2 Índices de Capacidade e Performance de Processo

Segundo o Portal Action (2016) a Análise de Performance (desempenho) propõe-se a quantificar estas formas de variabilidade total do processo (devido a causas comuns e especiais) em relação às tolerâncias (ou especificações).

Índices de capacidade e performance do processo:

a) Cp: corresponde à Amplitude das Especificações (tolerâncias) dividido pela Capacidade do Processo;

b) Cpk: este índice avalia se o processo está centrado. Este corresponde ao menor valor entre o Limite Superior de Especificação (LSE) menos a Média e a Média menos o Limite Inferior de Especificação (LIE), dividido por metade da Capacidade do Processo;

c) Pp: corresponde à Amplitude das Especificações (tolerâncias) dividido pela Performance do Processo;

d) Ppk: este índice avalia se o processo está centrado. Este corresponde ao menor valor entre o Limite Superior de Especificação (LSE) menos a Mediana dividido pela performance do processo em relação ao limite superior e a Mediana menos o Limite Inferior de Especificação (LIE), dividido pela performance do processo em relação ao limite inferior.

Os índices de capacidade do processo Cp e Cpk utilizam a variabilidade a curto prazo, enquanto que os índices Pp e Ppk utilizam a variabilidade a longo prazo como estimativa do desvio padrão.

Na Tabela 3, mostra os valores encontrados dos índices de performance, afim que aconteça a detecção se o processo se encontra capaz ou incapaz.

Tabela 3. Índices de performance do processo de acondicionamento de leite pasteurizado.

Índices de performance	Valores encontrado
PP	0,21312
PPI	-0,16223
PPS	0,588468
PPK	-0,16223

Fonte: Elaborado pelo autor.

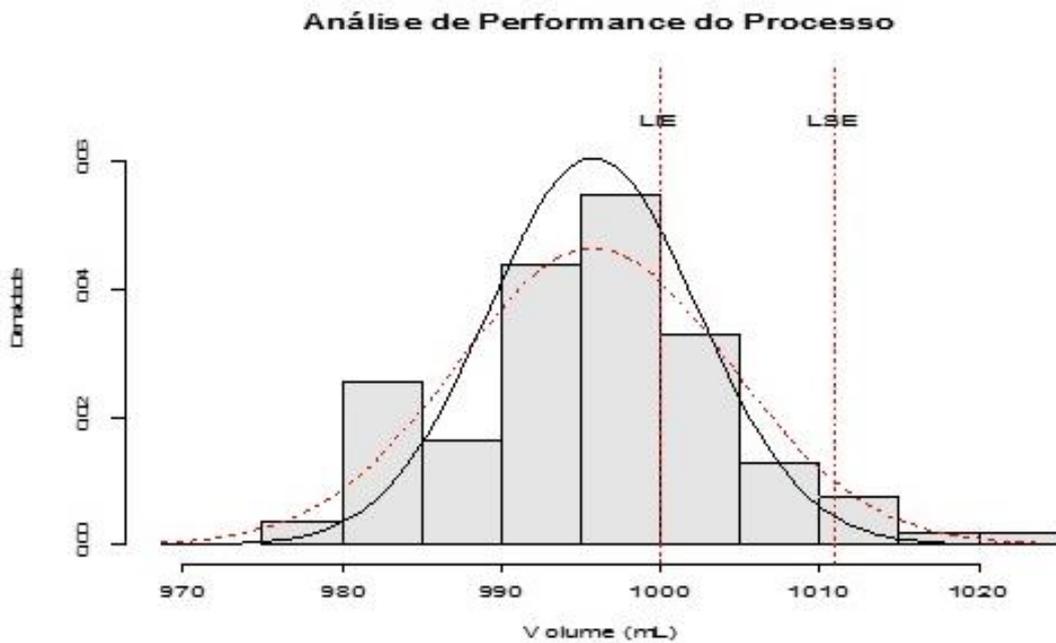
Os índices de capacidade Cp e Cpk não devem ser utilizados, porque o processo está fora de controle e nesse caso o adequado é usar os índices de performance PP e PPK. Os índices de desempenho (PP e Ppk) calculados pelas mesmas formulas de Cp e Cpk, considerando nas

fórmulas o desvio padrão geral (overall) dos dados considerados, enquanto que Cp e Cpk considera o desvio padrão entre os subgrupos.

O Ppk é o valor mínimo entre PPI e PPS e observa-se na Tabela 3 observa-se que o Ppk estimado foi negativo, sendo assim este é um processo sem expectativa de ser capaz e o número de produtos defeituosos em 1 milhão de peças vão ser de 725 mil peças com defeitos de acordo com a especificação de que o peso do envase estaria entre 1028g e 1040g.

É possível observar-se graficamente, na Figura 6, que a incapacidade do processo estudado, vê-se que o processo está centrado abaixo do limite inferior de especificação, isso é que faz a estimativa de peças defeituosas por milhão ser tão elevada.

Figura 6: Gráfico da Análise de Performance do Processo.



3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com estágio na Chaparral Alimentos foi possível colocar em prática as teorias estudadas durante o curso de Tecnologia em Alimentos. E exercitar a habilidade do trabalho em equipe, além das trocas de experiências profissionais relevantes na área de leite e seus derivados, análises de alimentos e o controle estatístico de processo.

Neste ramo produtivo, ainda existem muitas restrições quanto à aplicação de técnicas para controlar a qualidade, sendo que algumas organizações acreditam que a relação custo X benefício não é vantajosa. Por acreditarem que se trata de um processo extremamente confiável e automatizado, não é feita a coleta de dados a cada produção, só verifica esse peso durante o processo, porém dessa forma não dá para constatar os efeitos da variabilidade que torna o processo de envase incapaz com muitas peças defeituosas por lote.

Conclui-se que a partir da aplicação do CEP a etapa de envase do processo de leite pasteurizado mostrou-se fora de controle e incapaz de produzir conforme as especificações da própria empresa.

REFERÊNCIAS

ABIA. **Desenvolvimento do setor de alimentos em 2012**. Disponível em:

<www.abia.org.br/anexos2012/ValorEconomico-21janSetordealimentoscrescemenos.pdf>.

Consultado em 20 de jan. de 2016.

BECCHI, C. S. “**Estudo do índice crioscópico do leite tipo b “*in natura*” produzido na bacia leiteira do vale do Taquari, RS**”. Dissertação (Mestrado). Porto Alegre, RS. 2003.

Disponível em

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3750/000392240.pdf?sequence=1>>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. **Diário Oficial da União**. Brasília, 29 de dezembro de 2011.

BRITO, M. A. et al. **Crioscopia**. Disponível em:

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_185_21720039246.html>. Acesso em: 16 fev. 2016.

BRITO, Maria Aparecida Vasconcelos Paiva; BRITO, José Renaldi Feitosa. **Qualidade do Leite**. Disponível em: <http://www.fernandomadalenacom/site_arquivos/903.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2016.

CARVALHO, S. S. **Controle de Qualidade de Leite e Derivados da Empresa**

PETRICA. 2013. 18 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013. Disponível em:

<http://www.gerec.ct.utfpr.edu.br/estagioemprego/relatoriofinal/1028219_282.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

CHAPARRAL, **História**, disponível em < <http://www.chaparral.com.br/alimentos.php>>.

Acesso em: 04 de Fev. 2016.

CORRÊA, Jairo Marlon; CHAVES, A. N. **Estudo do controle e análise da capacidade do processo de produção de água potável**. XLI SBPO – Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, pg, p. 1414-1424, Curitiba 2009.

CORTEZ, Jorge Wilson et al. **Capabilidade do processo de semeadura do milho safrinha com mecanismo dosador tipo pneumático**. Meta, v. 95, n. 10, p. 10.

DE VRIES, A.; RENEAU, J. K. **Application of statistical process control charts to monitor changes in animal production systems**. Journal of Animal Science, v. 88, p. 1124, 2010.

Disponível em: <<http://www.cpa0.embrapa.br/cds/milhosafriinha2013/PDF/46.pdf>> Acesso em 15 de Mar. 2016.

MADERI, Talita Ruas. **Diagnóstico da gestão integrada em indústrias de laticínios do território de identidade do médio sudoeste**. 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014. Disponível em: <<http://www.uesb.br/ppgengalimentos/dissertacoes/2014/TALITA-MADERI.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

OLIVEIRA, J.B. et al. **Análise da capacidade de um processo: Um estudo de caso baseado nos indicadores CP e CPK**. Anais. XXI ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Belo Horizonte, UFMG, Brasil, 2011

OLIVEIRA, Tiago Soares; LIMA, Rafael Henrique Palma. **Aplicação do controle estatístico de processo na mensuração da variabilidade em uma usina de etanol**. Anais. INGEPRO-Inovação, Gestão e Produção, v. 3, n. 6, p. 022-033, 2011.

PORTAL, A. **Análise de Capacidade**, disponível em <<http://www.portalaction.com.br/analise-de-capacidade>>. Acesso: 10 de Mar. 2016.

SHEWHART, W. (1931), **Economic control of quality of manufactured product**. New York: D. Van Nostrand Company, 501p

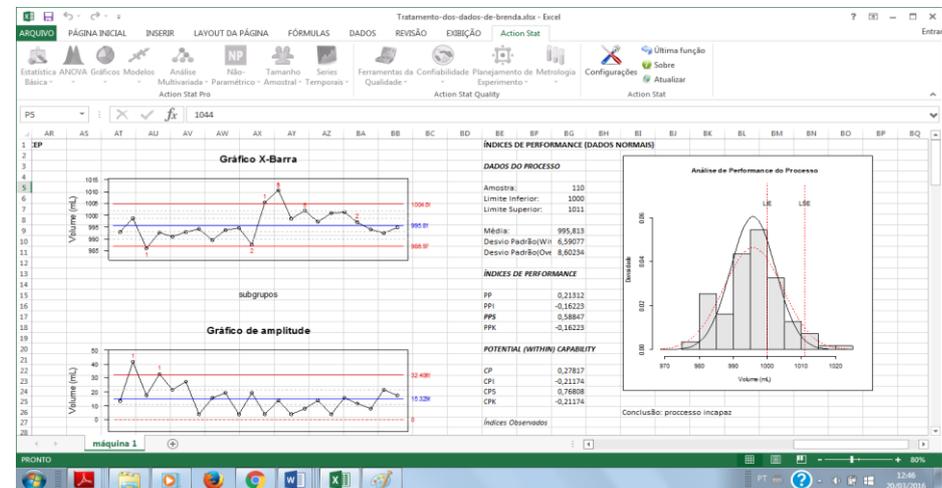
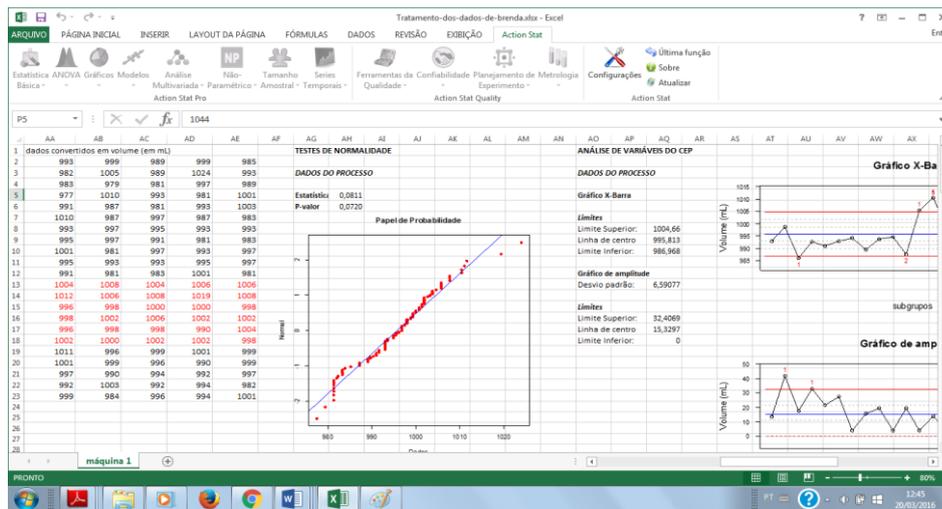
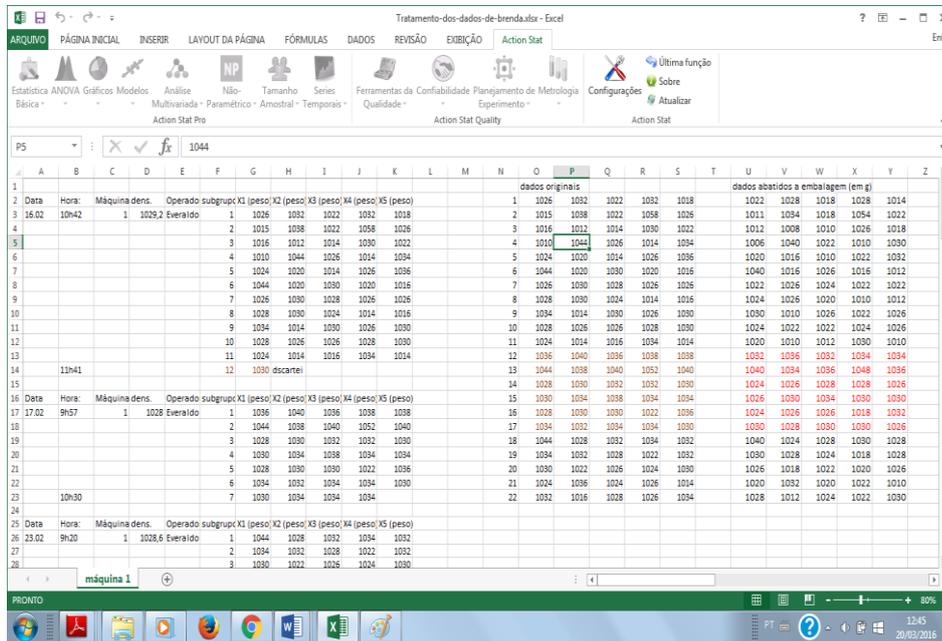
TAKAHASHI, Fabio Henrique et al. **Variação e monitoramento da qualidade do leite através do controle estatístico de processos**. Ciência Animal Brasileira, [S.l.], v. 13, n. 1, p. 99-107, mar. 2012. ISSN 1809-6891. Disponível em:

<<http://revistas.ufg.emnuvens.com.br/vet/article/view/14870>>. Acesso em: 16 fev. 2016.

TOLEDO, J.C.; **Introdução ao CEP – Controle Estatístico do Processo**. Online. Disponível em: <http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/CEP-ApostilaIntroducaoCEP2006.pdf>. Acesso: 10 mar. 2016.

TRONCO, V.M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 3 ed. Santa Maria: UFSM, 2008. 260p.

APÊNDICE B - Prints da Rotina do Action



ANEXO I
FORMULÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO

Dados do Relatório Científico e/ou científico
Título e subtítulo: Aplicação do CEP no envase do leite pasteurizado de uma indústria de laticínios do RN
Autor: Maria Brenda Dantas
Supervisor de estágio: Ronaldo dos Santos Falcão Filho
Instituição e endereço completo: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Campus Currais Novos Rua Manoel Lopes Filho, nº773, Valfredo Galvão, Currais Novos-RN
Supervisor de campo: Gilson de Andrade Pessoa Júnior
Instituição e endereço completo: Chaparral Indústria Alimentícia LTDA, Rua Romualdo Galvão, nº 860, Lagoa Seca, Natal-RN
Resumo: Descrever as atividades desenvolvidas durante o período de estágio no laboratório de físico-química, no setor de produção e a intervenção realizada no setor de qualidade com o estudo de estabilidade e capacidade de processo de envase do leite pasteurizado, dessa forma, correlacionando os conhecimentos adquiridos no decorrer do curso de Tecnologia em Alimentos.
Palavras-chave/descriptores: Estatística. Qualidade. Controle. Monitoramento
Período de estágio: 3 meses e 15 dias
Início: 16/11/2015 Término: 29/02/2016
Jornada de trabalho: horas semanais: 25 horas semanais.
Total de horas: 300 horas
Observações/notas