UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

CAMILA ZANCANARO GIBIKOSKI

DIAGNÓSTICO DE VARIABILIDADE DE pH E VISCOSIDADE DO DETERGENTE LAVA-LOUÇAS NEUTRO A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE CARTAS DE CONTROLE

Tubarão

2018

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

CAMILA ZANCANARO GIBIKOSKI

DIAGNÓSTICO DE VARIABILIDADE DE pH E VISCOSIDADE DO DETERGENTE LAVA-LOUÇAS NEUTRO A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE CARTAS DE CONTROLE

Relatório Técnico/Científico apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Prof. MSc. Alessandro de Oliveira Limas (Orientador)

Prof. Dr. Marcos Marcelino Mazzucco (Coorientador)

Tubarão

2018

CAMILA ZANCANARO GIBIKOSKI

DIAGNÓSTICO DE VARIABILIDADE DE pH E VISCOSIDADE DO DETERGENTE LAVA-LOUÇAS NEUTRO A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE CARTAS DE CONTROLE

Este relatório técnico/científico foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Engenharia Química da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 27 de novembro de 2018.

Professor Eng. Alessandro de Oliveira Limas, MSc. (Orientador)
Universidade do Sul de Santa Catarina

Professor Eng. Marcos Marcelino Mazzucco, Dr. (Coorientador)
Universidade do Sul de Santa Catarina

Professor Eng. Diogo Quirino Buss, MSc. (Avaliador)
Universidade do Sul de Santa Catarina

Professor Eng. Wilson Alano, MSc. (Avaliador)
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho a minha mãe, que esteve comigo em meus momentos de angústia, por tornar a faculdade um sonho possível e também meu avô (*in memorian*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida.

A minha mãe Marinez, que sempre me ajudou e nunca mediu esforços para que eu conseguisse chegar até aqui, ao meu namorado Mauricio, por sua paciência, carinho, amor e apoio.

Aos meus amigos e colegas de faculdade, pelos momentos e conhecimentos compartilhados.

Ao meu orientador, professor Alessandro e coorientador professor Marcos pela paciência e dedicação a realização deste trabalho.

Aos professores Gilson e Domingos, que me ajudaram durante a realização deste relatório.

A todos os professores que fizeram parte da minha formação e pelos ensinamentos no decorrer do curso.

Ao Fernando Venâncio pela oportunidade de realizar o estágio e a todos os funcionários da empresa que me auxiliaram neste trabalho.

Enfim, a todos que de alguma forma auxiliaram para a realização deste trabalho, obrigada.

“Nunca deixe que lhe digam: Que não vale a pena Acreditar no sonho que se tem Ou que seus planos Nunca vão dar certo Ou que você nunca Vai ser alguém... Quem acredita Sempre alcança...” (Renato Russo).

RESUMO

A ANVISA exige a garantia de qualidade de qualquer produto submetido à vigilância sanitária. Por se tratar do detergente lava-louças neutro que é um saneante domissanitários e que seja produzido com controle sanitário adequado, utiliza-se a RDC 47/2013 que trata de Boas Práticas de Fabricação de saneantes para assegurar a qualidade do mesmo. Há alguns parâmetros de controle da qualidade como pH e viscosidade, entre outros. A necessidade de averiguar as causas da variabilidade surgiu a partir do levantamento de dados do detergente lava-louças neutro, para auxiliar neste diagnóstico aplicou-se o controle estatístico de processo e utilizou-se a ferramenta estatística carta de controle por ser objetiva. Coletaram-se onze amostras de lotes referentes à produção de um período de aproximadamente três meses. Posteriormente, realizou-se o tratamento dos dados com a construção de uma carta de controle do tipo gráfico individual e amplitude móvel. Quando comparamos as cartas de controle de valores individuais do pH temos LSC de 7,5; LC de 6,7 e LIC de 5,9 e para amplitude móvel se tem LSC de 1,05, LC de 0,3 e LIC de 0, deste modo observa-se que o processo se encontra fora de controle estatístico. No momento em que verificamos as cartas de controle de valores individuais da viscosidade temos LSC de 1650,2 cP, LC de 1368,8 cP e LIC de 1087,3 cP e para amplitude móvel se tem LSC de 354,7 cP, LC de 105,8 cP e LIC de 0, assim sendo percebe-se que o processo está fora de controle estatístico. O tratamento estatístico confirmou que há variabilidade no processo. As possíveis causas diagnosticadas foram matérias-primas, operador, equipamentos do processo mal higienizados, instrumentos de medição descalibrado e tempo de rotação. Para se ter certeza de qual ou quais destas variáveis estão interferindo no processo necessita-se de um tratamento estatístico detalhado das variáveis que estão interferindo na qualidade do produto.

Palavras-chave: Saneantes domissanitários; Detergente neutro; Controle Estatístico de Processo - CEP.

RESUMEN

La ANVISA (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria) exige la garantía de calidad de cualquier producto sometido a la vigilancia sanitaria. Por tratarse del detergente lavavajillas neutro que es un saneante domisanitarios y que se produce con control sanitario adecuado, se utiliza la RDC 47/2013 que trata de Buenas Prácticas de Fabricación de saneantes para asegurar la calidad del mismo. Hay algunos parámetros de control de calidad como pH, viscosidad, entre otros. La necesidad de averiguar las causas de la variabilidad surgió a partir del levantamiento de datos del detergente lavavajillas neutro. Para auxiliar en este diagnóstico se aplicó el control estadístico de proceso, con la herramienta estadística carta de control por ser objetiva. El proceso consistió en separar once muestras de lotes referentes a la producción de un período de aproximadamente tres meses. Posteriormente, se realizó el tratamiento de los datos con la construcción de una carta de control del tipo gráfico individual y amplitud móvil. Cuando comparamos las cartas de control de valores individuales del pH tenemos LSC de 7,5; LC de 6,7 y LIC de 5,9 y para amplitud móvil si tiene LSC de 1,05, LC de 0,3 y LIC de 0, de este modo se observa que el proceso se encuentra fuera de control estadístico. En el momento que verificamos las cartas de control de valores individuales de la viscosidad tenemos LSC de 1650,2 cP, LC de 1368,8 cP y LIC de 1087,3 cP y para amplitud móvil se tiene LSC de 354,7 cP, LC de 105 , 8 cP y LIC de 0, así que se percibe que el proceso está fuera de control estadístico. El tratamiento estadístico ha confirmado que hay variabilidad en el proceso. Las posibles causas diagnosticadas fueron materias primas, operador, equipos del proceso mal higienizados, instrumentos de medición descalibrados y tiempo de rotación. Para asegurarse de cuál o cuáles de estas variables están interfiriendo en el proceso se necesita un tratamiento estadístico detallado de las variables que están interfiriendo en la calidad del producto.

Palabras clave: Saneantes domissanitarios; Detergente neutro; Control Estadístico de Proceso.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma do controle de qualidade dos produtos acabados. 17
Figura 2- Estrutura do diagrama de causa e efeito. 21
Figura 3– Esquema para construção das cartas de controle para variáveis de acordo com o número de replicatas em cada subgrupo. 24
Figura 4– Copo Ford de orifício 04. 28
Figura 5– Peagâmetro. 29
Figura 6– Exemplo de uma realização de leitura do pH. 30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Possíveis padrões para diagramas de dispersão. 22
Gráfico 2 - Controle típico..... 24
Gráfico 3 – Carta de controle para valores individuais da viscosidade (cP). 33
Gráfico 4 – Carta de controle da amplitude móvel da viscosidade (cP). 33
Gráfico 5 – Carta de controle para valores individuais do pH. 35
Gráfico 6 – Carta de controle da amplitude móvel da viscosidade (cP). 35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA 12
1.2 OBJETIVOS 13
1.2.1 Objetivo geral 13
1.2.1.1 Objetivos específicos 13
2 REFERENCIAL TEÓRICO 14
2.1 SANEANTES DOMISSANITÁRIOS 14
2.2 DETERGENTES 15
2.2.1 Detergente lava-louças neutro 15
2.3 CONTROLE DE QUALIDADE DE PRODUTOS ACABADOS 15
2.3.1 pH 15
2.3.2 Viscosidade 15
2.3.3 Controle de produtos acabados da empresa A 16
2.4 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO 18
2.5 FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS 18
2.5.1 Estratificação 19
2.5.2 Folha de Verificação 20
2.5.3 Gráfico de Pareto 20
2.5.4 Diagrama de causa e efeito 20
2.5.5 Histograma 21
2.5.6 Diagrama de Dispersão 22
2.5.7 Carta/Gráfico de Controle 23
3 MATERIAL E MÉTODOS 26
3.1 IMPORTÂNCIA E TIPO DE PESQUISA REALIZADA 26
3.2 COLETA DE DADOS 26
3.3 O PROCESSO 27
3.4 ENSAIOS 28
3.4.1 Viscosidade 28
3.4.2 pH 28
3.5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO 31
3.6 CARTA DE CONTROLE 31

3.7 DIAGNÓSTICO DAS CAUSAS DA VARIABILIDADE 32
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 33
4.1 CARTAS DE CONTROLE 33
4.1.1 Viscosidade 33
4.1.2 pH 34
4.2 DIAGNÓSTICO 36
5 CONCLUSÃO 38
REFERÊNCIAS 39
ANEXOS 41
ANEXO A – VALORES DAS CONSTANTES PARA CÁLCULO DOS LIMITES DE CONTROLE. 42
APÊNDICE 43
APÊNCICE A – RESULTADOS DE CÁLCULOS CARTA DE CONTROLE PARA VALORES INDIVIDUAIS DA VISCOSIDADE. 44
APÊNCICE B – RESULTADOS DE CÁLCULOS CARTA DE CONTROLE PARA AMPLITUDE MÓVEL DA VISCOSIDADE. 45
APÊNCICE C – RESULTADOS DE CÁLCULOS CARTA DE CONTROLE PARA VALORES INDIVIDUAIS DO PH. 46
APÊNCICE D – RESULTADOS DE CÁLCULOS CARTA DE CONTROLE PARA AMPLITUDE MÓVEL DO PH. 47

1 INTRODUÇÃO

A qualidade de qualquer produto é muito importante e seguir as normas de qualidade é imprescindível. Nas indústrias de saneantes domissanitários, a principal resolução a seguir é aquela que estabelece as Boas Práticas de Fabricação para Produtos Saneantes que é a RDC 47/2013. Esta resolução descreve todos os passos a serem seguidos por todas as áreas da empresa e não somente em uma específica, com a aplicação desta norma garante a qualidade dos produtos.

Para ajudar a empresa a se destacar mais no mercado atual, foi utilizado o Controle Estatístico de Processo (CEP), com o objetivo de diagnosticar as causas da variabilidade do pH e viscosidade do detergente lava-louças neutro.

Dessa forma, para a utilização do CEP, aplicou-se a cartas de controle, com a finalidade de identificar os motivos destas variações de viscosidade e pH.

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA

Com o passar dos anos as indústrias químicas de saneantes estão sempre buscando o aperfeiçoamento nos seus sistemas, processos, principalmente na qualidade do produto por ser uma exigência da ANVISA e também para a satisfação dos clientes. Entre estas preocupações está o cuidado com o meio ambiente. Então, quando se diagnostica as causas da variabilidade está se propondo a otimização de processos para produtos que impactem menos o meio ambiente.

A ANVISA exige a garantia da qualidade dos produtos. Para auxiliar as empresas nestas adequações é utilizada a RDC 47/2013 que trata de Boas Práticas de Fabricação de saneantes, ela aborda todos os cuidados devidos em todas as áreas da empresa para garantir a qualidade dos produtos. E uma destas áreas é o controle de qualidade que tem por objetivo identificar se o produto pode ou não ser consumido. Para ajudar nesta decisão há os parâmetros de qualidade que como viscosidade, pH, densidade e entre outras que são cruciais. A própria empresa padroniza o limite máximo e mínimo de cada um, com o objetivo de identificar se o produto pode ser consumido.

Para alcançar melhor qualidade no detergente lava-louças neutro, será aplicado uma ferramenta de qualidade chamada Controle Estatístico de Processo (CEP). O CEP tem por finalidade prevenção de defeitos, melhoria na qualidade dos produtos e serviços e redução

de custos. Quando a empresa não utiliza esta ferramenta muitas vezes passa por problemas que nem sabe que possui.

A necessidade da empresa A de averiguar as causas da variabilidade surgiu a partir de um levantamento de dados de pH e viscosidade do detergente lava-louças neutro. Esta busca foi realizada com a ajuda de uma das sete ferramentas que o CEP possui que é a carta ou gráfico de controle, pois é mais prático para diagnosticar as causas da variabilidade. Optou-se por estes dois parâmetros, porque o pH é exigido por lei e a viscosidade comprova a eficiência do produto.

Deste modo, a questão principal da pesquisa: **é possível diagnosticar a variabilidade da viscosidade e pH do detergente lava-louças neutro a partir da utilização de cartas de controle? Em uma empresa da área de saneantes do sul de Santa Catarina, no ano de 2018.**

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Diagnosticar a variabilidade de pH e viscosidade do detergente lava-louças neutro a partir da utilização de cartas de controle como ferramenta de qualidade.

1.2.1.1 Objetivos específicos

a) Determinar o pH e a viscosidade em amostras da produção;
b) Aplicar o tratamento estatístico;
c) Elaborar as cartas ou gráficos de controle;
d) Identificar as principais causas da variabilidade dos parâmetros determinados;
e) Propor melhorias para manter o controle dos processos, baseado nos limites padronizados dos parâmetros de qualidade do produto analisado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SANEANTES DOMISSANITÁRIOS

Os saneantes domissanitários são muitos utilizados no âmbito de limpeza industrial e residencial. Sempre estamos em busca de aperfeiçoamento da sua aplicação e qualidade, deste modo vem aumentando cada vez mais a variedade de fórmulas dos produtos. (CAMPOS, 2017). O art. 3, da Lei n° 6360, de 23 de setembro de 1976, fornece a seguinte definição:

> Substâncias ou preparações destinadas à higienização, desinfecção ou desinfestação domiciliar, em ambientes coletivos e/ou públicos, em lugares de uso comum e no tratamento da água compreendendo: a) Inseticidas: destinados ao combate, à prevenção e ao controle dos insetos em habitações, recintos e lugares de uso público e suas cercanias; b) Raticidas: destinados ao combate a ratos, camundongos e outros roedores, em domicílios, embarcações, recintos e lugares de uso público, contendo substâncias ativas, isoladas ou em associação, que não ofereçam risco à vida ou à saúde do homem e dos animais úteis de sangue quente, quando aplicados em conformidade com as recomendações contidas em sua apresentação; c) Desinfetantes: destinados a destruir, indiscriminada ou seletivamente, microrganismos, quando aplicados em objetos inanimados ou ambientes; d) Detergentes: destinados a dissolver gorduras e à higiene de recipientes e vasilhas, e a aplicações de uso doméstico. (BRASIL, 1976, p. 2).

Portanto, os saneantes domissanitários são produtos utilizados para limpeza e similares. Os produtos com esta denominação tem uma variada aplicação em diferentes áreas.

A ANVISA (Agência nacional de vigilância sanitária) tem por objetivo a proteção da saúde de toda a população e, com o ministério da saúde, a elaboração e publicação de legislações sanitárias e para domissanitários.

Os saneantes domissanitários são regulamentos pela ANVISA, onde são divididos por grau de risco que são: risco 1 e risco 2. Para saber em qual risco o produto se enquadra há a Resolução – RDC N° 59, de 17 de dezembro de 2010 que dispõe sobre os procedimentos e requisitos técnicos para a notificação e o registro de produtos saneantes e dá outras providências. Também possui a RDC n° 47, de 25 de outubro de 2013 que tem por finalidade Boas Práticas de Fabricação para Produtos Saneantes e outras providências. Esta norma é a garantia de qualidade dos produtos saneantes porque são descritas quais são as responsabilidades de cada setor da empresa, desde o fornecedor de matéria-prima até como proceder com as reclamações dos clientes. Ela é importantíssima para as empresas deste ramo.

2.2 DETERGENTES

Os detergentes têm por finalidade a higienização, limpeza ou branqueamento de matérias sem vida e espaços de uso comum ou de circulação de muitas pessoas. Qualquer pessoa pode realizar a sua manipulação devido a sua facilidade. (CORINGA; GOMES; PEREIRA, 2008).

2.2.1 Detergente lava-louças neutro

O detergente lava-louças está se tornando um produto muito competitivo no mercado, pois é um produto com baixo custo de produção, no entanto a consequência desse valor baixo está associada à qualidade do produto. As empresas passam a produzi-lo utilizando matérias-primas de baixa qualidade. (id ibid.).

Para o consumo deste produto, muitas vezes o mais barato não é a melhor opção de compra, devido a utilização de matérias-primas de baixa qualidade que não conferem a proteção da pele quando em contato com o detergente, ao baixo rendimento, entre outros.

2.3 CONTROLE DE QUALIDADE DE PRODUTOS ACABADOS

2.3.1 pH

O potencial hidrogeniônico é uma grandeza físico-química, que determina se o produto é ácido, neutro ou alcalino. “O pH é um dos parâmetros mais importantes na maioria das espécies químicas.” (HENRIQUE, 2017, p.45). A escala do pH varia de 0 até 14.

Conforme BRASIL n° 13 de 2007 ”[...] Para os produtos incluídos na categoria de detergentes líquidos específicos para lavar louças manual de venda livre, o pH deve estar compreendido entre 5,5 e 9,5 [...].” Para a leitura deste parâmetro pode-se utilizar: papel tornassol ou peagâmetro, ambos indicam pH ácido (valores menor que 7), pH neutro(7) e pH alcalino (valores maiores que 7).

2.3.2 Viscosidade

A viscosidade está correlacionada com a facilidade do escoamento do fluido, no qual pode ter dificuldade ou não em seu escoamento.

> A viscosidade é a propriedade que caracteriza a resistência ao escoamento de um fluido, sendo ela relacionada com a taxa de deformação deste fluido no que diz respeito à sua resistência ao escoamento, ou seja, deformação por cisalhamento. Valores altos são atribuídos a substâncias pastosas contrapartida valores baixos correspondem a substâncias que fluem facilmente. (HENRIQUE, 2017, p.44).

Portanto, se torna importante determinar qual a viscosidade do detergente, pois não se pode ter muita dificuldade de escoamento. Para saber se há facilidade ou não, utilizam-se diversos equipamentos como: Viscosímetro Capilar, Viscosímetro Rotativo, Copo Ford, entre outros.

A empresa A utiliza o Copo Ford para a realização deste parâmetro, para isto segue-se a "NBR 5849: Tintas – Determinação de viscosidade pelo Copo Ford" (ABNT, 2015). Conforme esta norma o detergente é um fluido newtoniano (sofre tensão de cisalhamento) e de viscosidade cinemática, além de que estabelece a temperatura a 25°C, de tintas, vernizes e resinas e o escoamento entre 20 s e 100 s utilizando o copo Ford com orifícios n° 2, 3 e 4. (id ibid.).

Esta norma traz consigo a equação para ser utilizada conforme o número do orifício. A equação abaixo é para o copo Ford com orifício n°4.

$$\mu_{cinemática} = (3{,}846 \times t_{escoamento}) - 17{,}30" \text{ (id ibid)}$$

A equação acima calcula a viscosidade em centistokes (cSt), em seguida se realiza-se a conversão para viscosidade dinâmica em centipoise (cP), conforme a equação abaixo.

$$\mu_{dinâmica} = \mu_{cinemática} \times \rho$$

Estas equações auxiliam a determinar a viscosidade.

2.3.3 Controle de produtos acabados da empresa A

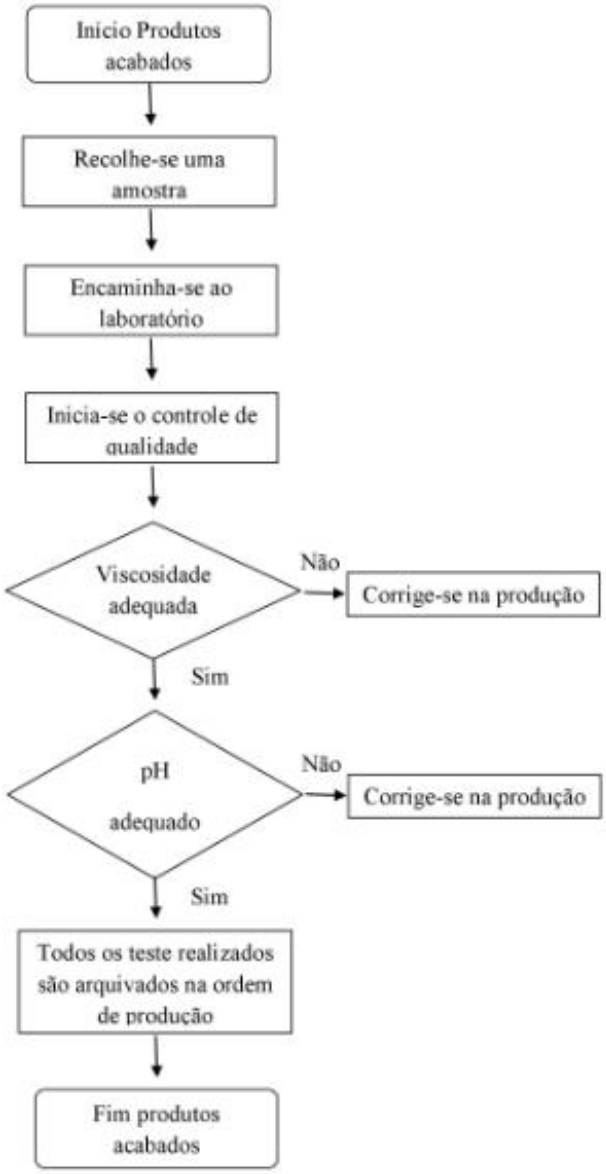
Antes das compras de matérias-primas, selecionam-se os melhores fornecedores. Para realizar estas escolhas são solicitados documentos da empresa e documentos dos produtos que serão fornecidos por ela como, por exemplo: ficha de informação de segurança de produtos químicos (FISPQ), licença da Polícia Federal se necessário, entre outros. É realizado o cadastro do fornecedor no setor de qualidade da empresa.

Para todas as matérias-primas assim que são recebidas, realiza-se primeiramente a inspeção visual (a integridade, conformidade da embalagem, validade e entre outras) e depois se recolhem amostras para a realização da confirmação do laudo recebido com ela. Estes

testes são realizados por um laboratório terceirizado. Caso qualquer matéria-prima venha sem laudo ou qualquer problema visual percebido ocorre a devolução desta.

Todos estes cuidados são realizados para garantir a qualidade do produto acabado. A figura 1 demonstra como acontece o controle de qualidade do produto acabado na empresa.

Figura 1- Fluxograma do controle de qualidade dos produtos acabados.



Fonte: da autora, 2018.

Após o produto acabado realiza-se a verificação dos parâmetros da qualidade. Os equipamentos são todos calibrados de acordo com suas especificações. Esta análise é realizada para comprovar a qualidade do produto que será entregue ao cliente e também garantirá a qualidade do produto até a sua validade.

Todas as análises realizadas são registradas no verso da folha de ordem de produção. Se ocorrer alteração é realizada a correção na hora e também é registrada na folha qual a medida realizada. As ordens de produção são arquivadas na empresa.

Para a realização de cada procedimento a empresa baseia-se no manual de boas práticas de fabricação e procedimento operacional padrão (POP). A fundamentação realiza-se a partir de normas e resoluções já existentes para esta área.

2.4 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

O controle estatístico de processo existe devido à inconstância das características de componentes, materiais, pessoal e serviços. Todos os processos com o passar do tempo sofrem com a variabilidade. (OAKLAND, 1994).

O CEP propõe-se a minimizar a variabilidade nos processos, pois aumenta qualidade dos produtos acabados destacando a empresa no mercado.

> Para que exista uma padronização em um sistema produtivo, utilizam-se métodos de controle de qualidade, para que o produto, depois de acabado, obedeça a parâmetros e seja expedido com o maior grau de qualidade. Neste sentido, busca-se métodos que vão além do controle já estabelecido de qualidade, inter-relacionando-se então com o Controle Estatístico de Processo, almejando um produto ou serviço que apresente sua melhora contínua. (CAMPOS, 2017, p. 25).

É formado por um conjunto de ferramentas, apresentadas nas formas de gráficos, diagramas e tabelas. Por mais simples que seja a sua apresentação tem uma importância muito grande para empresa, pois permite analisar e propor melhorias ao processo.

2.5 FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS

A estatística dedica-se a coletar, o processamento e a disposição de dados, se tornando uma ferramenta importante nos processos para solução de problemas. (WERKEMA, 1995).

Os métodos estatísticos são cada vez mais indispensáveis nas empresas, pois podem ser empregados no controle da qualidade de bens e serviços. (Id ibid.).

Todos os processos de produção sofrem variabilidade, muitas vezes em um lote do mesmo produto. A variabilidade muitas vezes pode ser grande ou pequena, mas sempre estará ali. Segundo Costa, Epprecht e Carpinetti estas variações ocorrem da seguinte forma:

> [...] todo e qualquer processo, por mais bem projetado e por mais bem controlado que seja, possui em sua variabilidade um componente impossível de ser eliminado.

> Trata-se da variabilidade natural do processo, que é fruto de uma série de pequenas perturbações, ou causas aleatórias, contra as quais pouco ou nada se pode fazer [...] O efeito conjunto de todas essas pequenas perturbações deixa de ser desprezível e passa a ser responsável pela variabilidade natural do processo: uma variabilidade inevitável, com a qual é preciso conviver [...]. Quando o processo apresenta apenas a variabilidade natural, devida às causas aleatórias, diz-se que ele está no estado de controle estatístico, ou simplesmente em controle. [...] Uma causa especial é um problema ou modo de operação anormal do processo, que pode, portanto, ser corrigido ou eliminado: um ajuste incorreto ou um desajuste de máquina, o rompimento de um tubo e um lote de matéria-prima com defeitos são exemplos de causas especiais. [...]. As causas especiais são sempre possíveis de eliminar; certos casos, contudo, demandam correções significativas no processo. [...]. Quando, além das causas aleatórias de variabilidade, causas especiais estiverem presentes, diz-se que o processo está fora de controle. (COSTA; EPPRECHT; CARPINETTI, 2005, p. 24-25).

Para Werkema ocorre deste modo:

> Há muitas causas para a presença desta variabilidade. [...] a variabilidade é o resultado de alterações nas condições sob as quais as observações são tomadas. Estas alterações podem refletir diferenças entre as matérias-primas, as condições dos equipamentos, os métodos de trabalho, as condições ambientais e os operadores envolvidos no processo considerado. [...] a redução da variabilidade dos processos permite a produção de itens cuja característica da qualidade de interesse esteja próximo a um valor alvo desejado e dentro dos limites de especificações estabelecidos. (WERKEMA, 1995, p. 3-4).

Para ajudar a controlar a variabilidade aplicamos as ferramentas estatísticas, que frequentemente são formadas por sete ferramentas: estratificação, folha de verificação, gráfico de Pareto, diagrama de causa e efeito, histograma, diagrama de dispersão e gráfico de controle.

2.5.1 Estratificação

Funciona da seguinte forma: capta-se um grupo e divide-se em subgrupos de acordo com as condições pertinentes, estas condições são conhecidas como fatores de estratificação. (id ibid.).

Os principais fatores que causam variações nos processos produtivos são prováveis fatores de estratificações de conjunto de dados. “[...] os fatores equipamentos, insumos, pessoas, métodos, medidas e condições ambientais são fatores naturais para a estratificação dos dados”. (id ibid., p.54).

É muito eficaz para as partes de observação, análise, execução e ação corretiva do ciclo PDCA. As condições pertinentes são: tempo, local, tipo, sintonia e indivíduo, para se responder deve-se ter vários dados de diferentes pontos de vista. (id ibid.).

2.5.2 Folha de Verificação

Pode ser uma planilha ou formulário tem o intuito de simplificar e estruturar o processo de coleta e registro de dados.

Pode ser aplicada em diferentes setores, tais como controle de um processo, classificação, localização de defeitos, causas de defeitos, entre outros. (id ibid.).

2.5.3 Gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto tem o objetivo de tornar explícito e aparente diversos problemas. (id ibid.).

Os problemas relacionados a qualidade podem ser separados em duas classes os poucos vitais e muitos triviais.

> O princípio de Pareto estabelece que os problemas relacionados à qualidade (percentual de itens defeituosos, número de reclamações de clientes, modos de falhas de máquinas, perdas de produção, gastos com reparos de produção dentro do prazo de garantia, ocorrências de acidentes de trabalho, atrasos na entrega de produtos, entre outros), os quais se traduzem sob forma de perdas, podem classificados em duas categorias: os "poucos vitais" e os "muitos triviais". Os *poucos vitais* representam um pequeno número de problemas, mas que no entanto resultam em grandes perdas para a empresa. Já os *muitos triviais* são uma extensa lista de problemas, mas que apesar de seu grande número, convertem-se em perdas pouco significativas. (id ibid., p. 75-76).

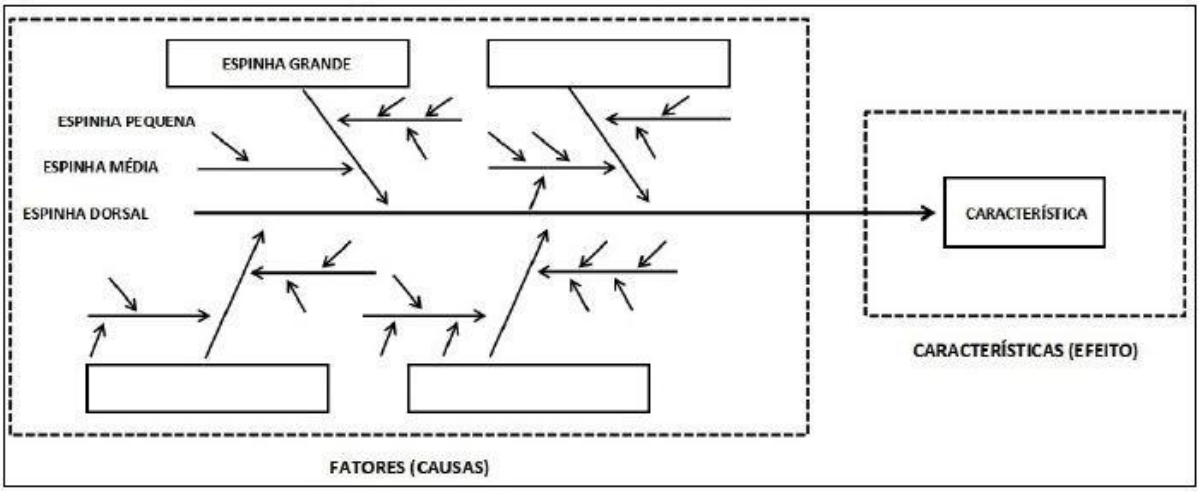
Para que os problemas possam ser revolvidos com maior habilidade possível, é necessário esquecer parcialmente dos problemas muitos triviais, pois assim que reconhecidas as origens dos impasses vitais, realiza-se pequenos procedimentos para minimizar os prejuízos. (id ibid.).

2.5.4 Diagrama de causa e efeito

O diagrama de causa e efeito também é conhecido como diagrama de espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa (homenagem ao professor Kaoru Ishikawa, que montou o primeiro diagrama de causa e efeito). "O diagrama de Causa e Efeito é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado." (id ibid., p.101).

"Para construção de um diagrama de causa e efeito, determina-se o efeito a ser estudado, motivo deste diagrama e, posteriormente, selecionam-se todos os possíveis fatores que podem estar contribuindo para formação do efeito identificado." (CAMPOS, 2017, p. 31). O diagrama se apresenta no formato abaixo.

Figura 2- Estrutura do diagrama de causa e efeito.



Fonte: Werkema 1995, p.103.

Podem ser colocados de 4 ou 6 fatores que colaboram para a variação. Esses fatores são chamados de 6 M: 1-Máquina, 2- Método, 3- Materiais, 4- Meio ambiente, 5- Mão-de-obra e 6- Medidas. (SIQUEIRA, 1997). Após o grupo se reunir para acompanhar e *brainstorming*, relaciona-se as prováveis causas de um problema, para que no resultado final consiga-se identificar e solucionar as causas encontradas. (CAMPOS, 2017).

2.5.5 Histograma

Os histogramas se expõem de uma forma mais compreensível visualmente, a periodicidade de um determinado valor ou grupo de valores. (OAKLAND, 1994). De acordo com Werkema isto ocorre devido:

> O histograma é um gráfico de barras no qual o eixo horizontal, subdividido em vários intervalos, apresenta os valores assumidos por uma variável de interesse. Para cada um destes intervalos é construída uma barra vertical, cuja área deve ser proporcional ao número de observações na amostra cujos valores pertencem ao intervalo correspondente. (WERKEMA, 1995, p. 119).

Por se ter uma quantia muito grande de informações proporcionada por uma amostra, se tem dificuldade em observar todos os dados obtidos, por tanto esta ferramenta é a mais eficaz. (VIEIRA, 1999).

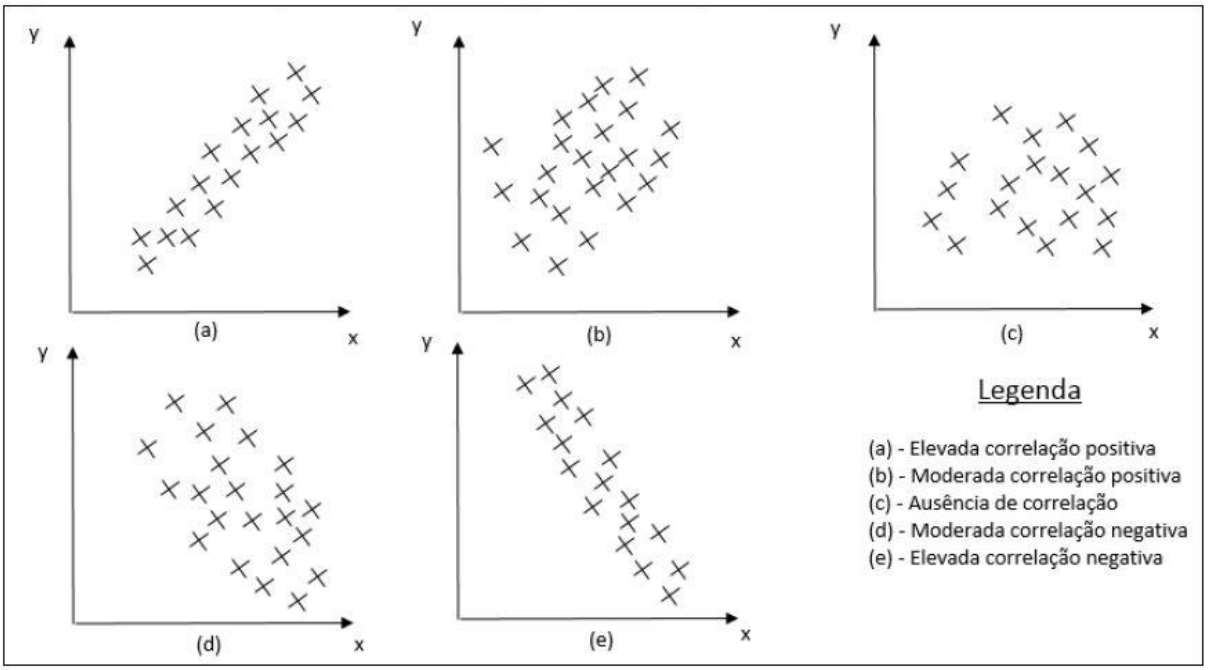
2.5.6 Diagrama de Dispersão

O diagrama de dispersão estuda a relação de duas variáveis. Segundo Viera, (1999, p.51) estudam-se estas relações: “a) um característico de qualidade e um fator que possa ter efeito sobre esse característico; b) dois característicos de qualidade; c) dois fatores que possam ter efeito sobre o mesmo característico da qualidade”.

Sua construção é simples e possui fácil interpretação. (OAKLAND, 1994). Pois se define duas variáveis que se pretende trabalhar para que se possa alcançar a ligação existente entre elas e representem as informações obtidas no diagrama que definirá a correlação.

Existem algumas formas para interpretar o resultado do diagrama como: uma elevada correlação positiva, moderada correlação positiva, inexistência de relação, moderada correlação negativa e forte correlação negativa, como pode ser verificado no gráfico 1.

Gráfico 1 – Possíveis padrões para diagramas de dispersão.



Fonte: Werkema 1995, p.182.

Desta forma, se interpreta o resultado com os possíveis padrões para os diagramas de dispersão de Werkema (1995).

2.5.7 Carta/Gráfico de Controle

Conforme o item 2.5 que salienta que independente de qualquer coisa sempre existirá variabilidade, o gráfico de controle ajudará a avaliar a variabilidade para se obter melhor qualidade nos produtos fabricados.

> Apesar de um esforço considerável ser especificadamente direcionado para controlar a variabilidade em cada um desses fatores, existirá sempre a variabilidade no produto acabado de cada processo de uma empresa. Portanto, é importante que esta variabilidade também seja controlada, para que possam ser fabricados produtos de boa qualidade. (WERKEMA, 1995, p. 197).

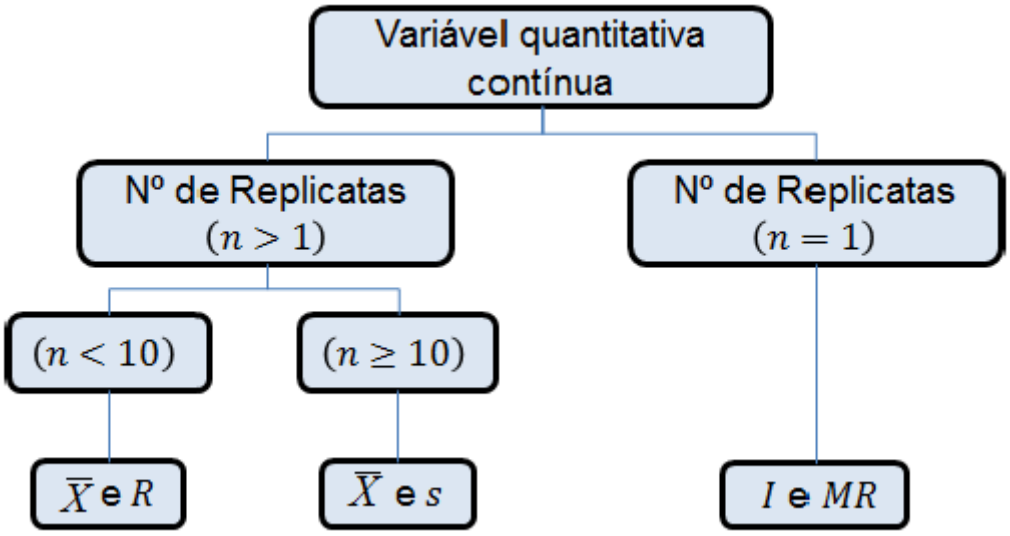
"Os gráficos (cartas) de controle são ferramentas para o monitoramento da variabilidade e para a avaliação da estabilidade de um processo". (id ibid., p. 198).

> A carta de controle é uma ferramenta extremamente útil para identificar se as variações observadas num processo são decorrentes de causas comuns de variação e, portanto, de pequena significância, ou decorrentes de causas especiais de variação e, portanto, de grande significância, que necessitam ser identificadas e eliminadas do processo. (SIQUEIRA, 1997, p. 9).

O gráfico de controle ajuda a diferenciar as variações, mas não encontra as causas da variação, entretanto disponibiliza todos os dados para que possam ser identificadas estas causas. (Id ibid.).

Existem alguns tipos de cartas de controle (figura 3), cartas de média e amplitude ($\bar{X}\ e\ R$) são aplicadas quando o número de replicadas é de 2 a 9, sendo que o ideal é 4 a 6, cartas de média e desvio padrão ($\bar{X}\ e\ s$) são utilizadas no momento em que as replicadas forem entre 10 a 15 e as cartas de valores individuais e amplitude móvel emprega-se quando o número de replicadas é igual a 1. A escolha ocorre conforme a característica do processo que será analisado.

Figura 3– Esquema para construção das cartas de controle para variáveis de acordo com o número de replicatas em cada subgrupo.

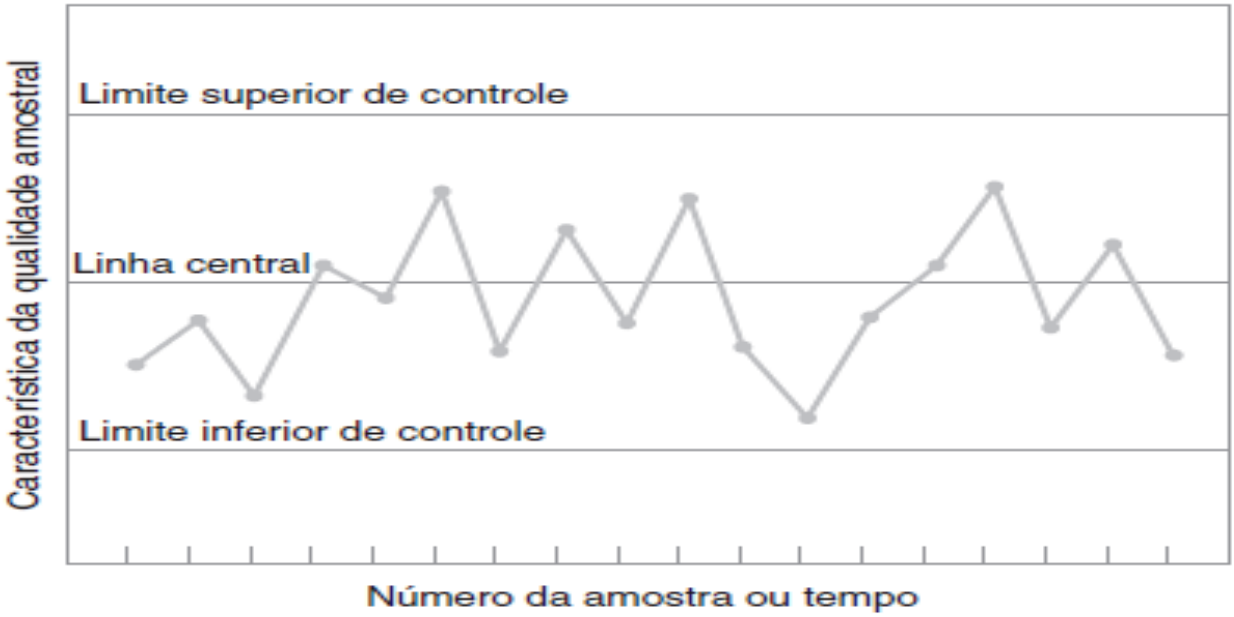


Fonte: Oliveira et al. (2013, p. 60).

Então, cada processo é analisado conforme o número de subgrupos possíveis, para a aplicação da carta de controle.

A estrutura do gráfico é estabelecida da seguinte forma uma linha central (LC), um limite inferior de controle (LIC) e um limite superior de controle (LSC), como se pode observar no gráfico 2.

Gráfico 2 - Controle típico.



Fonte: Montgomery (2016 p. 131).

O gráfico de controle se expõe desta forma, onde a linha central apresenta a média dos dados obtidos. A LSC e LIC são os limites calculados de modo que o processo está sob controle, que são calculadas desta forma:

$$LSC = \bar{x} + \frac{3\overline{MR}}{d_2} \qquad LC = \bar{x} \qquad LIC = \bar{x} - \frac{3\overline{MR}}{d_2}$$

E para gráfico de amplitude móvel ($\overline{MR}$):

$$LSC = D_4\overline{MR} \qquad LC = \overline{MR} \qquad LIC = D_3\overline{MR}$$

O processo estará fora de controle "Quando ocorre essa situação no processo conclui-se que existe uma causa especial agindo, isto é, não é causa comum ao processo. Devem ser identificados quais os fatores que causam essa variação para em seguida eliminá-los". (JUSTOS, 2009, p.36). E estará sob controle quando "Todos os valores marcados estiverem contidos nos limites de controle, sem qualquer tendência particular". (Id ibid., p.39).

Da mesma forma, todos os pontos necessitam ser verificados após a análise das cartas, para que isto ocorra deve-se manter um programa eficaz para o controle do processo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 IMPORTÂNCIA E TIPO DE PESQUISA REALIZADA

Pesquisar é uma forma clara de perceber a realidade sob o aspecto da neutralidade científica. As pesquisas são ações que permitem ao investigador uma análise imparcial dos dados obtidos desde que haja um rigoroso planejamento inicial na busca de encontrar-se resposta ao problema evidenciado.

A ferramenta mais relevante, hoje, é a competência em manejar e construir conhecimento através da pesquisa científica. Um processo educativo que se diz emancipatório, não pode prescindir do recurso da investigação. O desafio do homem moderno é abandonar as fracassadas técnicas de transmissão, cópia, reprodução de conhecimento, elementos domesticadores e que não demonstram o protagonismo do estudante (ou Professor). (DEMO, 2012).

A investigação realizada caracterizou-se como quantitativa (método de abordagem), pois definiu e manipulou algumas variáveis previamente elaboradas para a resposta à hipótese de trabalho (problema de pesquisa) e a hipóteses secundárias. As pesquisas quantitativas devem afastar o investigador do objetivo em estudo para garantir o rigor da pesquisa.

O procedimento adotado foi experimental, pois tanto as variáveis quanto hipóteses foram examinadas em laboratório. Simultaneamente o nível adotado foi o descritivo, pois se tratou da descrição e manipulação de variáveis.

Os experimentos de laboratório, diferentemente dos experimentos de campo, permitem aos pesquisadores isolar o objeto de pesquisa em uma situação física delimitada e manipulando e medindo variáveis sob condições cuidadosamente especificadas e controladas. (KERLINGER, 2003).

3.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados ocorreu através de referencial bibliográfico científico, livros (e-books e físicos), ficha de registro, relatórios técnico-científicos de estágio obrigatório, dissertação, resoluções da ANVISA.

Cabe destacar que as resoluções da ANVISA foram de grande importância, pois visam a qualidade da matéria-prima, o processo de produção e o produto acabado, além da preocupação da saúde do consumidor.

Os trabalhos acadêmicos e muitos livros têm ganhado espaço com o avanço da tecnologia, porque são publicados nas plataformas acadêmicas, com isto temos acesso a trabalhos e livros do mundo inteiro. Além dos livros físicos que encontramos na biblioteca.

A ficha de registro tem por finalidade registrar todo o desenvolvimento da pesquisa realizada.

No caso do estudo realizado, além dos instrumentos descritos, foram extraídas amostras dos detergentes produzidos para que fossem determinados os parâmetros (pH e viscosidade) para cada amostragem.

3.3 O PROCESSO

O método de produção do detergente neutro inicia-se após a verificação do estoque das matérias-primas necessárias para o processo. Após esta averiguação realiza-se a pesagem das mesmas para realização do processo conforme a formulação. Depois da produção, o responsável por ela verifica o pH e, se necessário, realiza-se a correção.

Após realizar-se a produção, coleta-se uma amostra e encaminha-se para o controle de qualidade, onde a pessoa responsável analisa a viscosidade, o pH, a cor, a densidade e o odor. Estas informações são registradas na ordem de produção e responsável pelo controle de qualidade indica se o produto está conforme ou não conforme, e indica, caso necessário a correção de algum parâmetro.

Posteriormente às análises, o responsável pela produção obtém o parecer de conforme ou não conforme, caso encontre-se conforme, o produto é envazado e lacrado, ou, se apresentar algum parâmetro para correção é intitulado como não conforme, corrige-se o parâmetro até que se torne conforme para prosseguir com o processo.

Em seguida o produto envasado e lacrado é encaminhado para a rotulagem, as etiquetas são impressas com data de fabricação, lote, de acordo com a sequência anterior registrada e adotada para cada embalagem do produto de cinco litros.

Depois do processo de rotulagem, o produto é conduzido para o depósito de produtos acabados da empresa, no qual é expedido conforme os pedidos realizados no setor de vendas. A entrega ocorre em transporte próprio e destinado para o consumidor pelo motorista da empresa.

3.4 ENSAIOS

3.4.1 Viscosidade

Foram obtidas 11 (onze) amostras durante o período de estágio, as análises foram realizadas pelo setor de qualidade.

Para a determinação da viscosidade foi utilizado o copo Ford de orifício 04 (figura 4). Iniciou-se o processo da seguinte forma: fechou-se o orifício com o dedo, depositou-se o detergente neutro para ser analisado completando até o nível máximo do copo, removeu-se o excesso do produto utilizando a placa de plástico plana. Desbloqueou-se o orifício do copo e ao mesmo tempo acionou-se o cronômetro. Pausa-se o cronômetro no momento em que ocorre a primeira interrupção do fluxo contínuo e registra-se o tempo em minutos. Para os cálculos foi necessário modificar o tempo para segundos. (HENRIQUE, 2017).

Após a obtenção deste tempo de escoamento é possível calcular a viscosidade cinemática.

Figura 4– Copo Ford de orifício 04.

Fonte: da autora, 2018.

3.4.2 pH

As leituras do pH foram realizadas utilizando o peagâmetro (figura 5). Iniciou-se desta forma: pegou-se um recipiente e adicionou-se o detergente neutro em quantidade

suficiente para realização da leitura (figura 6). Após a leitura anotou-se o resultado para aplicar o tratamento estatístico que lhe correspondesse.

Figura 5– Peagâmetro.

Fonte: da autora, 2018.

Figura 6– Exemplo de uma realização de leitura do pH.

Fonte: da autora, 2018.

3.5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Depois de cada leitura realizada tanto de pH quanto de viscosidade eram anotados os resultados. Foram realizadas as análises 3 (três) vezes por semana no período de aproximadamente 3 (três) meses. Reuniram-se todos os dados coletados das amostras para auxiliar na construção da carta de controle.

3.6 CARTA DE CONTROLE

Após as 11 (onze) amostras passarem pelo tratamento estatístico, realizou a escolha do tipo das cartas de controle e optou-se pela de valores individuais e amplitude móvel. São utilizados para amostras de tamanho unitário, são gráficos conhecidos por serem aplicados em medidas individuais com processos de inspeção automatizada ou produção baixa. Com o auxílio do *software Excel* foram reunidos os dados para realização dos cálculos de média de viscosidade e pH, amplitude móvel da viscosidade e pH, linha superior e inferior de controle, também foram estabelecidos limites, onde estes são os parâmetros padronizados pela empresa.

Desta forma, aplicou-se este tipo de gráfico para reprodução de dados relacionados às bateladas, na qual no final do processo se obtém o detergente lava-louças neutro. E, por se tratar de um produto específico, possui um pH distinto. (CAMPOS, 2017).

Utilizaram-se as equações do item 2.5.7. Com os resultados obtidos foram plotados no gráfico de linhas retratando uma carta de controle de processo, com as informações adquiridas do pH e da viscosidade. Conforme os cálculos, obteve-se os seguintes resultados para plotar nos gráficos:

- Para o gráfico do pH

Valores individuais:

$$LSC = \bar{x} + \frac{3\overline{MR}}{d_2} \quad \therefore LSC = 7{,}5$$

$$LC = \bar{x} \ \therefore LC = \ 6{,}7$$

$$LIC = \bar{x} - \frac{3\overline{MR}}{d_2} \quad \therefore LIC = 5{,}9$$

$$Limite\ Supeior\ Estabelecido = 8$$

$$Limite\ Inferior\ Estabelecido = 6$$

Valores para amplitude móvel (MR):

$$LSC = D_4\overline{MR} \therefore LSC = 1{,}05$$
$$LC = \overline{MR} \therefore LC = 0{,}3$$
$$LIC = D_3\overline{MR} \therefore LIC = 0{,}0$$

- Para o gráfico da viscosidade

Valores individuais:

$$LSC = \bar{x} + \frac{3\overline{MR}}{d_2} \quad \therefore LSC = 1650{,}2\ cP$$

$$LC = \bar{x} \ \therefore LC = 1368{,}8\ cP$$
$$LIC = \bar{x} - \frac{3\overline{MR}}{d_2} \quad \therefore LIC = 1087{,}3\ cP$$
$$Limite\ Supeior\ Estabelecido = 942\ cP$$
$$Limite\ Inferior\ Estabelecido = 729\ cP$$

Valores para amplitude móvel (MR):

$$LSC = D_4\overline{MR} \therefore LSC = 354{,}7\ cP$$
$$LC = \overline{MR} \therefore LC = 105{,}8\ cP$$
$$LIC = D_3\overline{MR} \therefore LIC = 0{,}0\ cP$$

Onde, $\overline{MR}$ representa a média móvel, $\bar{x}$ média do pH e da viscosidade, os valores que foram estabelecidos (pH e viscosidade) para limite superior e inferior são os padrões utilizados pela empresa. Os valores determinados para D_3, D_4 e d_2 foram retirados da tabela valores das constantes para cálculo dos limites de controle (anexo A), seus valores foram estabelecidos com duas observações para cálculo da amplitude móvel.

3.7 DIAGNÓSTICO DAS CAUSAS DA VARIABILIDADE

Em tudo que realizamos no nosso dia a dia sempre ocorre variabilidade, embora muitas vezes passe despercebido. Contudo, nas empresas esta variação pode se tornar uma complicação enorme.

Para a empresa se precaver de problemas futuros, ela identifica os motivos desta variabilidade. Após diagnosticar as causas da variabilidade são realizadas modificações ou até mesmo inserido novos métodos para evitar estas variações.

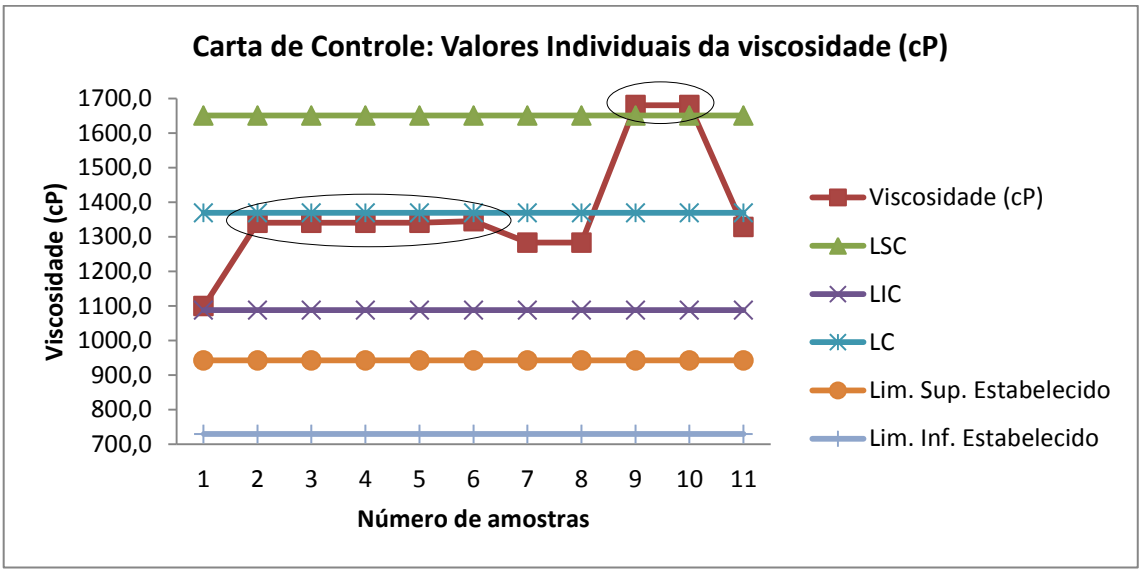
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARTAS DE CONTROLE

4.1.1 Viscosidade

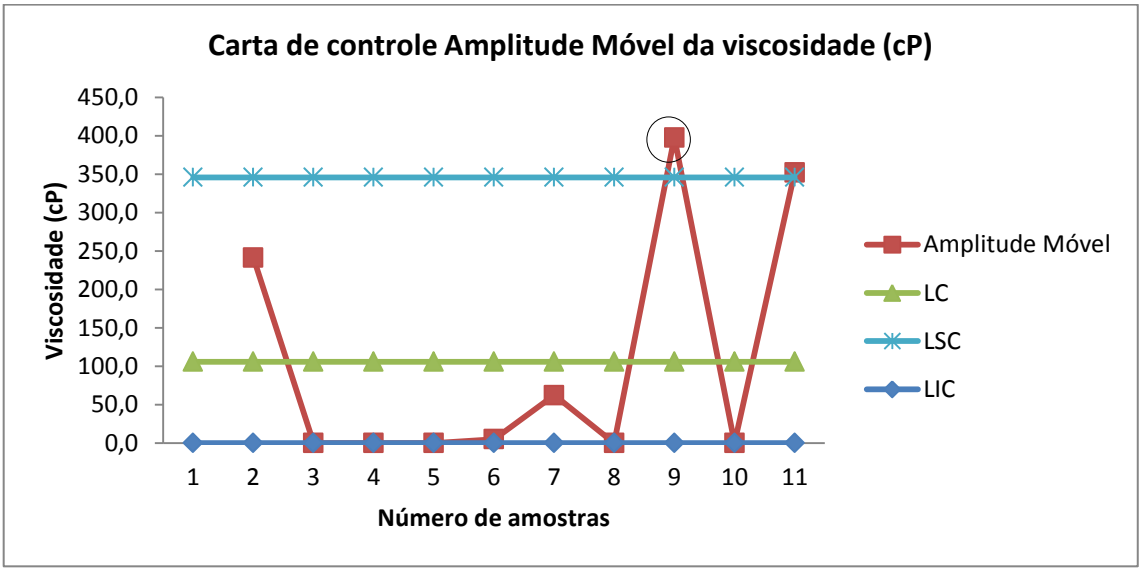
Depois do tratamento estatístico e dos cálculos para as cartas de controle, se obteve os gráficos abaixo:

Gráfico 3 – Carta de controle para valores individuais da viscosidade (cP).



Fonte: da autora, 2018.

Gráfico 4 – Carta de controle da amplitude móvel da viscosidade (cP).



Fonte: da autora, 2018.

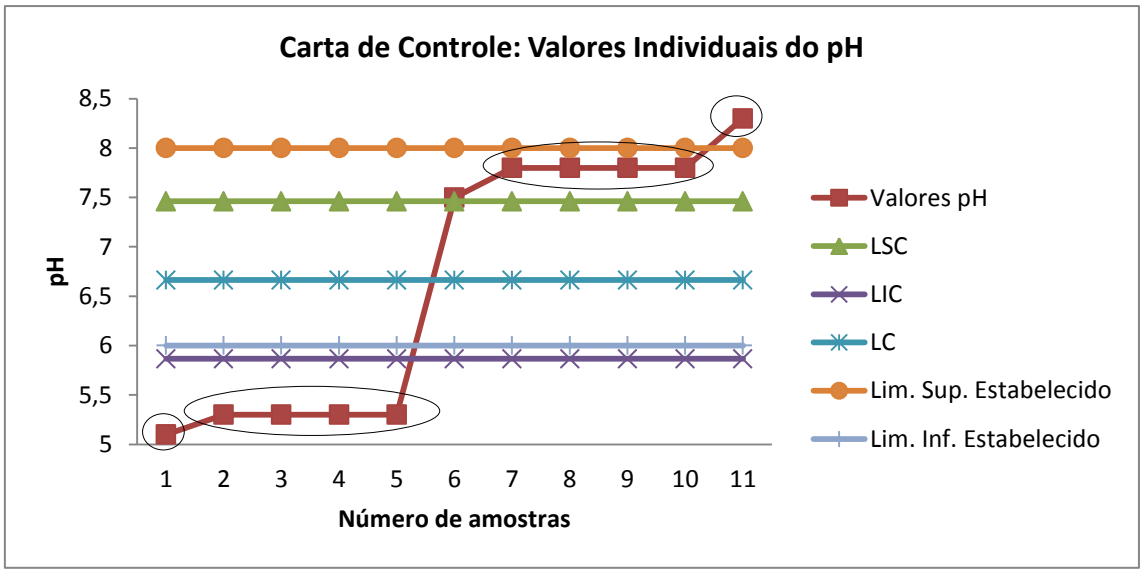
a) Possui 2 (dois) pontos fora dos LSC, por que têm alguma coisa de errada acontecendo e devem ser identificados os fatores que estão causando esta variação.
b) Não há um seguimento de pontos, que representem 7 (sete) ou mais pontos decorrentes de um mesmo lado (superior e/ou inferior) da linha média. Contudo, possui uma sequência de 5 (cinco) pontos consecutivos de um mesmo lado (Inferior) da linha média definida.
c) Não possui disposição para constituir uma linha contínua ascendente ou descendente com 7 (sete) pontos.
d) Não tem uma sequência de 2 (dois) ou mais pontos próximos aos limites de controle (superior e/ou inferior).
e) Não se pode afirmar que tem periodicidade com disposição para cima e para baixo com espaço de tempo aproximadamente igual, pois precisaria de mais amostras para garantir esta regularidade.

Desta forma, como se constatou, há pontos fora dos limites, logo se compreende que o processo está fora do controle estatístico, pois a média e a amplitude móvel estão fora de controle. Os limites inferior e superior estabelecidos encontram-se inteiramente fora dos limites (superior e inferior) de controle do processo. Para se adequar os limites estabelecidos pela empresa poderiam ser ajustados estabelecendo um novo padrão para a mesma. A viscosidade de saneantes não dispõe de uma norma própria, então baseia-se na ABNT NBR 5849 que é voltada para tintas, em virtude disto utiliza-se somente a equação correspondente ao número do orifício do copo Ford para a realização dos cálculos. Os resultados dos cálculos para valores individuais (apêndice A) e amplitude móvel (apêndice B) da viscosidade encontram-se nos apêndices.

4.1.2 pH

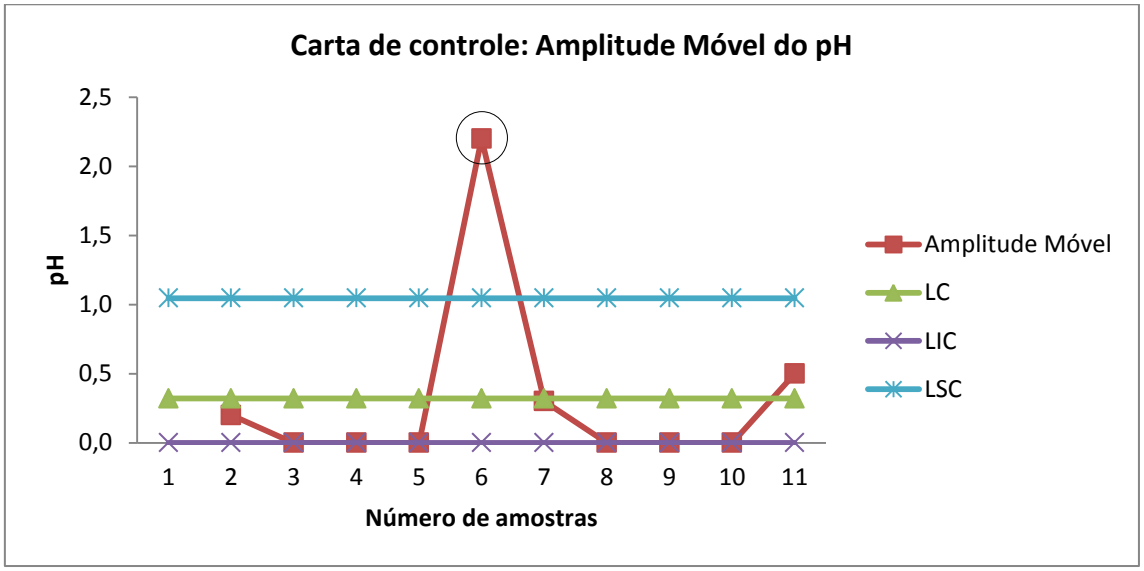
Depois do tratamento estatístico e dos cálculos para as cartas de controle, se obtiveram os gráficos 5 e 6:

Gráfico 5 – Carta de controle para valores individuais do pH.



Fonte: da autora, 2018.

Gráfico 6 – Carta de controle da amplitude móvel da viscosidade (cP).



Fonte: da autora, 2018.

Após averiguação dos gráficos construídos, é possível afirmar:

a) Apresenta 5 (cinco) pontos fora dos LSC e 5 (cinco) pontos fora da LIC, pois tem uma causa especial acontecendo para deixa–lós fora dos limites e precisam ser estudados os fatores que estão ocasionando esta variação.

b) Não há nenhum seguimento de pontos, que retratem 7 (sete) ou mais pontos consecutivos de um mesmo lado (superior e/ou inferior) da linha média, pois não possui nem um ponto próximo a linha central.

c) Não há tendência para desenvolver uma linha contínua ascendente ou descendente com 7 (sete) pontos.

d) Não dispõem de 2 (dois) ou mais pontos consecutivos próximos aos limites de controle (superior e/ou inferior).
e) Não demonstra periodicidade com disposição para cima e para baixo com o intervalo aproximadamente igual.

Assim, como podemos identificar, há de pontos fora dos limites, entende- se que o processo está fora do controle estatístico, pois a média e a amplitude móvel estão fora de controle. Neste caso o limite inferior estabelecido é menor que o limite de controle inferior calculado e o superior estabelecido é maior do que o limite de controle superior calculado. Para a empresa isto é muito bom, porém é necessário controlar o pH, para se ter um processo sob controle estatístico que seria o ideal. A RDC n° 13, de 28 de fevereiro de 2007 estabelece que detergentes líquidos específicos para lavar louças manual de venda livre, o pH pode estar entre 5,5 e 9,5, a norma não determina o pH específico para detergente lava-louças neutro, então compreende-se que os limites estabelecidos pela empresa estão adequados a norma. Os resultados dos cálculos para valores individuais (apêndice C) e amplitude móvel (apêndice D) do pH estão nos apêndices.

4.2 DIAGNÓSTICO

O pH e a viscosidade têm algumas variáveis em comum como: matéria-prima, operador e equipamentos do processo mal higienizados. As matérias-primas podem variar de marca para marca, pois quando se está habituado com uma marca já sabe a quantia necessária de cada material e às vezes com outras marcas estas mesmas quantias podem ser suficiente ou não para a produção do mesmo produto. Os equipamentos mal higienizados podem contaminar a produção, tanto aumentando, quanto baixando o pH e a viscosidade. O operador tem uma responsabilidade muito grande em monitorar passo a passo do processo e possui o compromisso de ser o mais cuidadoso possível em todos os momentos.

A mudança na viscosidade tem uma causa que lhe é característica que é o tempo de agitação, porque se agitar muito fica pouco viscoso e se agitar pouco obtém-se um produto viscoso.

Uma causa característica de problemas na medição pH são os instrumentos de medição descalibrados. Todos os instrumentos utilizados para análise de qualidade dos produtos finais necessitam estar sempre com a calibração em dia.

Para se ter certeza que qual/quais destas variáveis estão interferindo precisa-se realizar maiores investigações.

5 CONCLUSÃO

Com o auxílio das cartas de controle pode-se diagnosticar prováveis causas que possam ocasionar as variabilidades de pH e viscosidade do detergente lava-louças neutro. As causas identificadas no processo são consideradas especiais, porque se consegue reconhecê-las e pode-se eliminá-las para tornar um processo sob controle estatístico.

Para a determinação do pH e da viscosidade do detergente, foram utilizadas 11 (onze) amostras. Quando comparamos as cartas de controle de valores individuais do pH temos LSC de 7,5; LC de 6,7 e LIC de 5,9 e para amplitude móvel se tem LSC de 1,05, LC de 0,3 e LIC de 0, deste modo observa-se que o processo se encontra fora de controle estatístico. No momento em que verificamos as cartas de controle de valores individuais da viscosidade temos LSC de 1650,2 cP, LC de 1368,8 cP e LIC de 1087,3 cP e para amplitude móvel se tem LSC de 354,7 cP, LC de 105,8 cP e LIC de 0, assim sendo percebe-se que o processo está fora de controle estatístico.

O tratamento estatístico confirmou que havia demasiada variabilidade nos parâmetros de qualidade (pH e viscosidade) do produto acabado. A partir desta comprovação buscou-se uma ferramenta que pudesse auxiliar na identificação das causas da variação no processo. A ferramenta da qualidade adequada para esta ajuda foi a carta de controle.

As principais causas que provocam a variabilidade do pH e viscosidade do detergente lava-louças neutro são matéria-prima, operador, equipamento mal higienizado, instrumentos de medição descalibrado e tempo de rotação.

Para haver um processo sob controle estatístico é necessário que as causas citadas acima sejam eliminadas. A partir desta exclusão é recomendado que se avaliasse medidas para prevenir o reaparecimento dos problemas.

Como sugestões, realizar um tratamento estatístico detalhado das variáveis que interferem na qualidade do produto e seguir os procedimentos operacionais padronizados previstos no manual de boas práticas de fabricação da empresa relacionado à manutenção, calibração e treinamento de pessoal.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5849. Tintas: Determinação de viscosidade pelo copo Ford. Rio de Janeiro, 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução Lei 6.360, de 23 de setembro de 1976. Dispõe sobre a vigilância sanitária a que ficam sujeitos os medicamentos, as drogas, os insumos farmacêuticos e correlatos, cosméticos, saneantes e outros produtos, e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União de 24 de setembro de 1976. 9 p.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, Resolução - RDC n° 13:Aprova Regulamento Técnico para Produtos de limpeza e afins, harmonizado no âmbito do Mercosul, e dá outras providências. 28 de fevereiro de 2007.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 47, de 25 de outubro de 2013. Aprova o Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Produtos Saneantes, e dá outras previdências. Publicado no Diário Oficial da União de 28 de outubro de 2013.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 59, de 17 de dezembro de 2010. Dispõe sobre os procedimentos e requisitos técnicos para a notificação e o registro de produtos saneantes e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União de 21 de agosto de 2006.

CAMPOS, K. M. **Avaliação da viscosidade do detergente lava-louças a partir da utilização do controle estatístico de processo**. 2017. 56p.

CORINGA, E.A.O.; GOMES, A.L.; PEREIRA, S. C**. Parâmetros de qualidade físico-químicos de detergentes neutros comercializados em Cuiabá-MT**. 2ª JORNADA DA PRODUÇÃO CIENTIFICA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLOGICA DA REGIAO CENTRO OESTE. Cuiabá: CEFET, 2008.

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle estatístico de qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005. 334 p.

DEMO, Pedro. **Pesquisa e construção de conhecimento:** metodologia científica no caminho de Habermas. 7. ed. Rio de Janeiro: Tempo brasileiro, 2012.

HENRIQUE, S.M. **Produção de detergente lava-louças através do reuso de subprodutos em uma indústria de domissanitários**. 2017.79p.

JUSTO, L. L. **Implantação e desenvolvimento do controle estatístico de processos em uma indústria química – uma contribuição para o desenvolvimento local**. 2009. 115 p. Tese Mestrado – Universidade de Taubaté. Taubaté, 2009.

KERLINGER, Fred Nichols. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais:** um tratamento conceitual. 9. ed. Tradução: Helena Mendes Rotundo. São Paulo: EPU, 2003. 378 p.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico de qualidade**, 1943. Tradução de Ana Maria Lima de Farias e Vera Regina Lima de Farias e Flores. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017. 544 p.

OAKLAND, J. **Gerenciamento da qualidade total**. São Paulo: Nobel, 1994. 459 p.

OLIVEIRA, C. C.; GRANATO, D.; CARUSO, M. S. F.; SAKUMA, A. M. **Manual para elaboração de cartas de controle para monitoramento de processos de medição quantitativos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2013. 73 p.

SIQUEIRA, L. G. P. **Controle de estatístico do processo**. São Paulo: Pioneira, 1997. 129 p.

VIEIRA, S. **Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. Rio de Janeiro: Campus, 1999. 198p.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 384 p.

ANEXOS

ANEXO A – Valores das constantes para cálculo dos limites de controle.

n	Fatores para Limites de Controle											Fatores para Linha Central			
	A	A_2	A_3	B_3	B_4	B_5	B_6	D_1	D_2	D_3	D_4	c_4	$1/c_4$	d_2	$1/d_2$
2	2,121	1,880	2,659	0,000	3,267	0,000	2,606	0,000	3,686	0,000	3,267	0,7979	1,2533	1,128	0,8865
3	1,732	1,023	1,954	0,000	2,568	0,000	2,276	0,000	4,358	0,000	2,574	0,8862	1,1284	1,693	0,5907
4	1,500	0,729	1,628	0,000	2,266	0,000	2,088	0,000	4,698	0,000	2,282	0,9213	1,0854	2,059	0,4857
5	1,342	0,577	1,427	0,000	2,089	0,000	1,964	0,000	4,918	0,000	2,114	0,9400	1,0638	2,326	0,4299
6	1,225	0,483	1,287	0,030	1,970	0,029	1,874	0,000	5,078	0,000	2,004	0,9515	1,0510	2,534	0,3946
7	1,134	0,419	1,182	0,118	1,882	0,113	1,806	0,204	5,204	0,076	1,924	0,9594	1,0423	2,704	0,3698
8	1,061	0,373	1,099	0,185	1,815	0,179	1,751	0,388	5,306	0,136	1,864	0,9650	1,0363	2,847	0,3512
9	1,000	0,337	1,032	0,239	1,761	0,232	1,707	0,547	5,393	0,184	1,816	0,9693	1,0317	2,970	0,3367
10	0,949	0,308	0,975	0,284	1,716	0,276	1,669	0,687	5,469	0,223	1,777	0,9727	1,0281	3,078	0,3249
11	0,905	0,285	0,927	0,321	1,679	0,313	1,637	0,811	5,535	0,256	1,744	0,9754	1,0252	3,173	0,3152
12	0,866	0,266	0,886	0,354	1,646	0,346	1,610	0,922	5,594	0,283	1,717	0,9776	1,0229	3,258	0,3069
13	0,832	0,249	0,850	0,382	1,618	0,374	1,585	1,025	5,647	0,307	1,693	0,9794	1,0210	3,336	0,2998
14	0,802	0,235	0,817	0,406	1,594	0,399	1,563	1,118	5,696	0,328	1,672	0,9810	1,0194	3,407	0,2935
15	0,775	0,223	0,789	0,428	1,572	0,421	1,544	1,203	5,741	0,347	1,653	0,9823	1,0180	3,472	0,2880
16	0,750	0,212	0,763	0,448	1,552	0,440	1,526	1,282	5,782	0,363	1,637	0,9835	1,0168	3,532	0,2831
17	0,728	0,203	0,739	0,466	1,534	0,458	1,511	1,356	5,820	0,378	1,622	0,9845	1,0157	3,588	0,2787
18	0,707	0,194	0,718	0,482	1,518	0,475	1,496	1,424	5,856	0,391	1,608	0,9854	1,0148	3,640	0,2747
19	0,688	0,187	0,698	0,497	1,503	0,490	1,483	1,487	5,891	0,403	1,597	0,9862	1,0140	3,689	0,2711
20	0,671	0,180	0,680	0,510	1,490	0,504	1,470	1,549	5,921	0,415	1,585	0,9869	1,0133	3,735	0,2677
21	0,655	0,173	0,663	0,523	1,477	0,516	1,459	1,605	5,951	0,425	1,575	0,9876	1,0126	3,778	0,2647
22	0,640	0,167	0,647	0,534	1,466	0,528	1,448	1,659	5,979	0,434	1,566	0,9882	1,0119	3,819	0,2618
23	0,626	0,162	0,633	0,545	1,455	0,539	1,438	1,710	6,006	0,443	1,557	0,9887	1,0114	3,858	0,2592
24	0,612	0,157	0,619	0,555	1,445	0,549	1,429	1,759	6,031	0,451	1,548	0,9892	1,0109	3,895	0,2567
25	0,600	0,153	0,606	0,565	1,435	0,559	1,420	1,806	6,056	0,459	1,541	0,9896	1,0105	3,931	0,2544

n = número de replicatas

Fonte: ISO 8258 – Shewhart control charts. (1991, apud Oliveira et al., 2013, p. 63).

APÊNDICE

APÊNCICE A – Resultados de Cálculos Carta de Controle para valores individuais da viscosidade.

AMOSTRAS	VISCOSIDADE (cP)	LSC	LIC	LC	Lim. Sup. Estabelecido	Lim. Inf. Estabelecido	Tempo (min)	Tempo (s)
1	1098,8	1650,2	1087,3	1368,8	942	729	04:33	273
2	1339,9	1650,2	1087,3	1368,8	942	729	05:30	330
3	1339,9	1650,2	1087,3	1368,8	942	729	05:30	330
4	1339,9	1650,2	1087,3	1368,8	942	729	05:30	330
5	1339,9	1650,2	1087,3	1368,8	942	729	05:30	330
6	1344,8	1650,2	1087,3	1368,8	942	729	05:31	331
7	1282,5	1650,2	1087,3	1368,8	942	729	05:16	316
8	1282,5	1650,2	1087,3	1368,8	942	729	05:16	316
9	1680,2	1650,2	1087,3	1368,8	942	729	06:49	409
10	1680,2	1650,2	1087,3	1368,8	942	729	06:49	409
11	1328,0	1650,2	1087,3	1368,8	942	729	05:36	336

APÊNCICE B – Resultados de Cálculos Carta de Controle para amplitude móvel da viscosidade.

AMOSTRAS	AMPLITUDE MÓVEL	LC	LIC	LSC
1		105,8	0	345,7
2	241,1	105,8	0	345,7
3	0,0	105,8	0	345,7
4	0,0	105,8	0	345,7
5	0,0	105,8	0	345,7
6	4,9	105,8	0	345,7
7	62,3	105,8	0	345,7
8	0,0	105,8	0	345,7
9	397,7	105,8	0	345,7
10	0,0	105,8	0	345,7
11	352,2	105,8	0	345,7

APÊNCICE C – Resultados de Cálculos Carta de Controle para valores individuais do pH.

AMOSTRAS	pH	LSC	LIC	LC	Lim. Sup. Estabelecido	Lim. Inf. Estabelecido
1	5,1	7,5	5,9	6,7	8	6
2	5,3	7,5	5,9	6,7	8	6
3	5,3	7,5	5,9	6,7	8	6
4	5,3	7,5	5,9	6,7	8	6
5	5,3	7,5	5,9	6,7	8	6
6	7,5	7,5	5,9	6,7	8	6
7	7,8	7,5	5,9	6,7	8	6
8	7,8	7,5	5,9	6,7	8	6
9	7,8	7,5	5,9	6,7	8	6
10	7,8	7,5	5,9	6,7	8	6
11	8,3	7,5	5,9	6,7	8	6

APÊNCICE D – Resultados de Cálculos Carta de Controle para amplitude móvel do pH.

AMOSTRAS	AMPLITUDE MÓVEL	LC	LIC	LSC
1	-	0,3	0,0	1,05
2	0,2	0,3	0,0	1,05
3	0,0	0,3	0,0	1,05
4	0,0	0,3	0,0	1,05
5	0,0	0,3	0,0	1,05
6	2,2	0,3	0,0	1,05
7	0,3	0,3	0,0	1,05
8	0,0	0,3	0,0	1,05
9	0,0	0,3	0,0	1,05
10	0,0	0,3	0,0	1,05
11	0,5	0,3	0,0	1,05