



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
KAROLINE MENDES DE CAMPOS

**AVALIAÇÃO DA VISCOSIDADE DO DETERGENTE LAVA-LOUÇAS A PARTIR
DA UTILIZAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO**

Tubarão
2017



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
KAROLINE MENDES DE CAMPOS

**AVALIAÇÃO DA VISCOSIDADE DO DETERGENTE LAVA-LOUÇAS A PARTIR
DA UTILIZAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO**

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

Prof. MSc. Alessandro de Oliveira Limas (Orientador)

Tubarão

2017

KAROLINE MENDES DE CAMPOS

**AVALIAÇÃO DA VISCOSIDADE CINEMÁTICA DO DETERGENTE LAVA
LOUÇAS A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE
PROCESSO**

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.

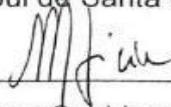
Tubarão, 29 de novembro de 2017.



Prof. Eng. Alessandro Oliveira Lima, MSc. (Orientador)
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof.ª Lic. Suzana Cimara Batista, Dra. (Avaliadora)
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof.ª Eng. Maria Lúcia Soares Cochlar, MSc. (Avaliadora)
Universidade do Sul de Santa Catarina

Aos meus pais, namorado, minha irmã e à toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida, e ter me proporcionado a chance de estar apresentando meu relatório neste momento, sendo meu alicerce, motivo maior de meu engajamento.

Agradeço imensamente aos meus pais, Jucemar e Vilma, meu namorado Diogo, minha irmã Bruna, meu cunhado André e à toda minha família, que com muita paciência superaram comigo todos os obstáculos, dando força e coragem para chegar até aqui.

Agradeço a minha amiga Caroline, que esteve comigo fielmente ao longos destes anos acadêmicos, e também aos meus amigos, Cléber, Fernanda e Gislaine, pelo companheirismo em nossas equipes de estudo e trabalho.

Agradeço, ao meu orientador, Professor Alessandro, que me acompanhou em toda construção do relatório e durante o curso.

Ao professor Domingos, pelo auxílio prestado durante a realização do relatório.

A todos os professores dos quais obtive ajuda para alcançar os meus objetivos, e a todos que passaram no currículo, pois com eles tenho todo aprendizado alcançado até aqui.

Todos os amigos e colegas de curso, pelos quais sou grata por toda ajuda, pela turma unida e bem relacionada.

Aos amigos e amigas da pesquisa científica, como também não poderia deixar de citar a professora orientadora da pesquisa, prof.^a Suzana Cimara, que acompanho há mais de dois anos.

Enfim, agradeço a Deus, a vida e a todas as experiências que tive até aqui. Que estas sejam porta de entrada para as experiências aplicadas a todo conhecimento absorvido nestes anos de Engenharia Química.

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos.” (Provérbios 16:3).

RESUMO

Detergentes lava-louças são produtos químicos, utilizados para limpeza de superfícies, podendo ser de uso doméstico ou industrial. Juntamente com o pH e com o poder de remoção de sujidades, a viscosidade do detergente é um dos parâmetros de qualidade importante e necessita de controle da mesma no processo de produção. Devido aos altos índices de reclamações de consumidores, quanto à consistência, relativo à baixa viscosidade do detergente, avaliou-se o parâmetro a partir da aplicação do Controle Estatístico de Processo, utilizando-se três ferramentas estatísticas. Foram coletadas oito amostras de lotes referentes à produção de um período de três meses, utilizando-se as mesmas matérias-primas de mesmos fornecedores. Após, realizou-se o tratamento dos dados com a construção de uma carta de controle do tipo gráfico individual e amplitude móvel, diagrama de dispersão e diagrama de causa e efeito. Por meio destas ferramentas, pôde-se identificar a variabilidade da viscosidade dessas amostras, demonstrando-se a necessidade de um controle mais eficaz desse parâmetro para avaliar a qualidade do detergente de lava-louças. Deste modo, realizou-se estudo do processo de produção do detergente e observaram-se as possíveis causas da variabilidade durante o período avaliado. Posteriormente, compararam-se os resultados com a média da viscosidade dos detergentes disponíveis no mercado, onde, reavaliaram-se os limites de viscosidade do processo atual, reespecificando-os para adequação do produto aos valores de no mínimo 674 e no máximo 791 cP. O valor determinado, conforme a Resolução Normativa indica que os limites ultrapassaram os valores que a Resolução Normativa 1/78 indica como concentrado e super concentrado. Assim, pretende-se atender as necessidades dos consumidores, tendo em vista um padrão de qualidade de grande aceitabilidade.

Palavras-chave: Detergente. Domissanitários. Controle Estatístico de Processo.

ABSTRACT

Dishwashing detergents are chemical products, used for surface cleaning, and may be for home or industrial use. Together with pH and dirt removal power, detergent viscosity is one of the important quality parameters and needs to be controlled in the production process. Due to the high levels of consumer complaints regarding consistency, related to low viscosity of the detergent, the parameter was evaluated from the application of Statistical Process Control, using three statistical tools. Eight samples of batches were collected related to the production of a period of three months, using the same raw materials from the same suppliers. After that, the data treatment was performed with the construction of a control chart of the individual type and mobile range, dispersion diagram and cause and effect diagram. Through these tools, it was possible to identify the variability of the kinematic viscosity of these samples, demonstrating the necessity of a more effective control of this parameter to evaluate the quality of the dishwasher detergent. Thus, a study of the detergent production process was carried out and the possible causes of variability during the period evaluated were observed. Subsequently, the results were compared to the average viscosity of commercially available detergents, where the viscosity limits of the current process were reassessed, re-specifying them to suit the product at values of at least 674 and at most 791 cP. The determined value, according to the Normative Resolution indicates that the limits exceeded the values that Normative Resolution 1/78 indicates as concentrated and super concentrated. Therefore, it is intended to meet the needs of consumers, taking into account a quality standard of high acceptability.

Keywords: Detergent. Household cleaners. Statistical Process Control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Representação esquemática de uma molécula de tensoativo com suas partes apolar e polar.	19
Figura 2. Descrição e caracterização resumida do mercado de tensoativos no Brasil.	20
Figura 3. Esquematização da formação de micelas no meio oleoso e aquoso. Enquanto no meio oleoso as micelas se organizam com as parcelas hidrofílicas de seus tensoativos voltadas para dentro, no meio aquoso, as parcelas lipofílicas é que estão no interior da micela.	21
Figura 4. Sequência de formação de bolhas de ar em solução aquosa de tensoativo.	22
Figura 5. Esquema para construção das cartas de controle para variáveis de acordo com o número de replicatas em cada subgrupo.....	27
Figura 6. Possíveis padrões para diagrama de dispersão.	30
Figura 7. Estrutura do diagrama de causa e efeito.....	31
Figura 8. Diagrama de Causa e Efeito.	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Um típico gráfico de controle.	28
Gráfico 2. Carta de controle para medidas individuais.	38
Gráfico 3. Carta de controle para amplitude móvel.	38
Gráfico 4. Diagrama de dispersão: relação entre viscosidade e concentração de cloreto de sódio.	40
Gráfico 5. Diagrama de dispersão: relação entre porcentagem de lauril e concentração de NaCl.	41
Gráfico 6. Diagrama de dispersão: relação entre viscosidade e porcentagem de lauril.	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA	15
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Geral.....	15
1.2.1.1 Específicos	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	17
2.2 SANEANTES DOMISSANITÁRIOS.....	17
2.3 DETERGENTES E TENSOATIVOS	18
2.4 VISCOSIDADE DE FLUIDOS LÍQUIDOS.....	23
2.5 CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO.....	24
2.6 FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS	26
2.6.1 Carta de controle.....	26
2.6.2 Diagrama de Dispersão	29
2.6.3 Diagrama de Causa e Efeito	30
3 METODOLOGIA	32
3.1 A PESQUISA CIENTÍFICA	32
3.2 CARACTERÍSTICAS DA INVESTIGAÇÃO REALIZADA	32
3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA	33
3.4 DESCRIÇÃO DO PROCESSO.....	33
3.5 DETERMINAÇÃO DA VISCOSIDADE E TRATAMENTO ESTATÍSTICO	34
3.6 CARTA DE CONTROLE.....	35
3.7 DIAGRAMA DE DISPERSÃO.....	35
3.8 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO	36
3.9 AVALIAÇÃO DE VISCOSIDADE DE AMOSTRAS DE DIFERENTES MARCAS	
36	
3.10 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
4 CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS.....	49
ANEXOS	51
ANEXO A – VALORES DAS CONSTANTES PARA CÁLCULO DOS LIMITES DE	
CONTROLE.	52

APÊNDICE.....	53
APÊNCICE A – RESULTADO VISCOSIDADE DETERGENTE LAVA-LOUÇAS....	54
APÊNCICE B – RESULTADOS DE CÁLCULOS CARTA DE CONTROLE	55
APÊNCICE C – RESULTADOS DE CÁLCULOS DIAGRAMA DE DISPERSÃO	56

1 INTRODUÇÃO

É indispensável a busca pela qualidade e adequação das indústrias às normas de qualidade que regem cada setor, principalmente quando se compreende indústria farmacêutica, química, alimentícia, entre outras.

Falando-se em indústria química, produtora de saneantes domissanitários, a qual se emprega a fabricação de produtos de limpeza industrial ou doméstica, as normas prioritárias que o processo produtivo precisa seguir são as Boas Práticas de Fabricação para Produtos Saneantes, que descrevem todos os aspectos englobados na produção, não só o setor produtivo em si, mas a instalação em geral.

O consumidor, atualmente, busca por produtos que satisfaçam suas necessidades, pagando menos, e, deste modo, é preciso focar na qualidade, para que se mantenha padronizada, atendendo ao mercado consumidor.

Nesse sentido, buscou-se resolver o problema das reclamações realizadas pelos clientes, referentes à viscosidade de detergentes lava-louças consumidos, de modo a realizar-se um tratamento estatístico, aplicando-se o Controle Estatístico de Processo (CEP), a fim de coletar e tratar dados, chegando aos motivos que levaram o produto a assumir essa qualidade, visto que o parâmetro de viscosidade em detergentes faz com que seja consumido mais ou menos quantidade de produto para limpeza de sujidades.

Portanto, para aplicação do CEP, utilizou-se de cartas de controle, diagrama de dispersão e diagrama de causa e efeito, a fim de chegar a conclusões quanto a variabilidade do processo e os motivos que levaram a essa. Realizou-se juntamente análise de viscosidade dos detergentes disponíveis no mercado, para comparação de resultados.

Por fim, objetivou-se assumir novos limites de viscosidade, reduzindo a variabilidade inerente ao processo, em questão da viscosidade de detergentes lava-louças, juntamente com a resolução de uma problemática que afeta diretamente ao consumidor, fazendo com que haja a não aceitação desse tipo de produto, juntamente com a indústria, que perderá seu cliente ou a fidelidade exclusiva desses.

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA

A viscosidade é uma particularidade determinística para alguns produtos saneantes, como o detergente lava-louças, pois, juntamente com o poder de remoção de sujidades, é o que o cliente espera em produtos como estes.

Atualmente, o consumidor se importa cada vez mais com o produto que compra, tanto para valores, quanto para qualidade. Portanto, este ponto foi analisado conforme a crescente ocorrência de reclamações realizadas pelos clientes, repassadas pelo setor de vendas, onde há queixas sobre a baixa viscosidade recorrente a detergentes vendidos pela empresa A, o que faz com que sejam consumido muito destes produtos para fins de limpeza.

Por fim, deseja-se obter um novo limite de viscosidade, que hoje estão especificados com um intervalo de 251,92 a 1136,50 cP em copo ford de orifício 4 para os detergentes lava-louças produzidos, o que se dará através da aplicação do controle estatístico de processo, para a adequação até o padrão de qualidade dos produtos que estão disponíveis no mercado e que possuem um valor médio, o qual servirá como parâmetro de viscosidade.

Através do exposto, este trabalho traz então como questão central: **é possível reavaliar a viscosidade de detergente lava-louças a partir da implantação de um sistema de controle estatístico de processo com base na média de viscosidade dos detergentes já encontrados no mercado? Em estudo realizado para estágio de ensino superior de engenharia química, em Tubarão no ano de 2017.**

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Avaliar a viscosidade do detergente lava-louças, utilizando as ferramentas do Controle Estatístico de Processo (Carta de Controle, Diagrama de Dispersão e Diagrama de Causa e Efeito).

1.2.1.1 Específicos

- a) Coletar dados de viscosidade e aplicar o tratamento estatístico;
- b) Construir a carta de controle de acordo com o limite inferior e superior identificados;
- c) Elaborar um diagrama de dispersão;
- d) Identificar as principais causas a partir do diagrama de causa e efeito;
- e) Propor novo limite de viscosidade, baseando-se na legislação e no mercado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa A, Indústria e Comércio de Produtos de Limpeza Eirele Me, está localizada no sul de Santa Catarina, na cidade de Tubarão, e conta com 27 anos de atuação. Possui uma área efetiva em seu layout de 228 m², onde 80 m² são de produção e, o restante escritório, depósito e controle de qualidade.

A mesma é responsável pela fabricação e comercialização de produtos saneantes domissanitários, onde se enquadram como sua maior produção: limpadores perfumados, alvejantes, detergentes lava-louças, detergentes lava roupas e detergentes automotivos.

Conta com produção média de 9,1 ton/mês, que se atribuem a todos os produtos somados, e 2,5 ton/mês de detergente lava-louças. Possui a colaboração de oito funcionários, dos quais três vendedoras, um financeiro, uma estagiária, um motorista, um encarregado de produção e o diretor da empresa.

No ano de 2016, iniciou com a adequação da empresa com as Boas Práticas de Fabricação e Controle, seguindo a RDC nº 47 de 25 de outubro 2013, que “Aprova o Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Produtos Saneantes, e dá outras providências” (BRASIL, 2013), pela qual a estagiária contratada é responsável pela elaboração dos procedimentos operacionais padrão, instruções de trabalho, planilhas, avisos e normas, sendo supervisionada pelo responsável técnico. Como consequência, neste mesmo ano, iniciou-se com a avaliação de fornecedores, controle de matéria-prima pelo laudo e inspeção, verificação e análise de lotes em conformes ou não conformes.

No ano atual, segue com a adequação da empresa pelas normas, onde cada vez mais trabalha a qualidade dos produtos fabricados, com o objetivo de tornar-se parcela desejável para o mercado e os consumidores.

2.2 SANEANTES DOMISSANITÁRIOS

Os saneantes domissanitários, produtos utilizados há muito tempo para limpeza residencial e industrial, mostram-se indispensáveis a qualquer tempo. Atualmente, encontram-se em variadas fórmulas, onde se desenvolvem muitas

pesquisas para melhora contínua de sua utilidade e qualidade. Para melhor conceituá-los, pode-se fazer referência ao art. 3º, da Lei nº 6360, de 23 de setembro de 1976, que define saneantes domissanitários em:

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).

Desse modo, compreende-se como saneantes domissanitários os produtos de limpeza e auxílio dessa, que compõem uma vasta gama de alternativas para os mais variados fins.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA é a agência reguladora vinculada ao Ministério da Saúde, que regulamenta serviços e produtos, mantendo o controle sanitário e a fiscalização de produtos saneantes domissanitários para posterior comercialização.

Os produtos saneantes domissanitários podem ser divididos em duas classes, sendo elas: classe de risco 1 e risco 2. Cada uma dessas é distinta conforme descrito no art. 5º da RDC 59 de 17 de dezembro de 2010, o qual dispõe que “A notificação e o registro dos produtos saneantes são efetuados levando-se em conta a avaliação e o gerenciamento do risco, finalidade, categoria e devem atender regulamentos específicos.” (RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA, 2010). Assim, conforme suas características, cada classe de saneantes domissanitários é notificado ou registrado, administrando-se o risco destes.

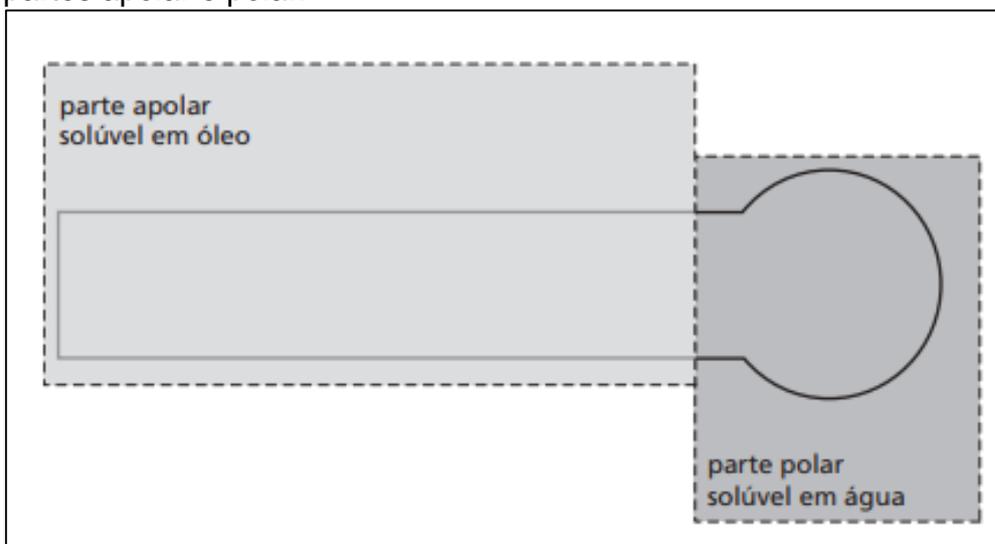
2.3 DETERGENTES E TENSOATIVOS

Detergentes são compostos amplamente utilizados, fazendo seu uso doméstico e/ou profissional. Apresentam-se como agentes de limpeza e consistem em sua formulação, tensoativos, espessantes, conservantes, alcalinizantes, veículo e agentes auxiliares.

Cada matéria-prima utilizada é responsável por um atributo determinado, sendo que os tensoativos são responsáveis por proporcionar diminuição da tensão superficial da água, proporcionando poder de limpeza ao dissolver gorduras, como também conferindo molhabilidade, emulsionabilidade e espumação. As NBR 13063, 13064 e 13065 de janeiro do ano de 1994 que falavam da determinação da tensão superficial, do poder espumante e do poder emulsionante dos tensoativos, foram descontinuadas em 2012, não sendo substituídas.

Os tensoativos são moléculas do tipo polar e apolar ao mesmo tempo, por possuírem em suas estruturas extremidade hidrofílica e outra hidrofóbica. A extremidade polar ou hidrofílica possui solubilidade da molécula em água e a extremidade apolar ou hidrofóbica da molécula com as gorduras vegetais e animais, sendo assim um removedor de sujidades, agindo para diminuição da tensão superficial da água, a fim de quebrar as ligações de hidrogênio presentes. A figura seguinte apresenta a formação de uma molécula de tensoativo.

Figura 1. Representação esquemática de uma molécula de tensoativo com suas partes apolar e polar.



Fonte: Daltin (2011, p. 11).

Assim, a parte apolar é representada pela sua solubilidade em óleo e é composta por uma cadeia carbônica, já a parte polar é composta por um grupo polar, o qual possui solubilidade em água.

Um tensoativo típico possui a estrutura R-X, onde R é uma cadeia de hidrocarboneto variando de 8 –18 átomos (normalmente linear) e X é o grupo cabeça, polar (ou iônico). Dependendo de X, os tensoativos podem ser classificados como não-iônicos, catiônicos, aniônicos ou anfóteros. (PELIZZETTI, E.; PRAMAURO, E., 1985, apud MANIASSO, 2001, p. 87).

Pode-se classificar os tensoativos de quatro diferentes formas, sendo estes os aniônicos, catiônicos, não-iônicos e anfóteros, como descrito na figura 2.

Figura 2. Descrição e caracterização resumida do mercado de tensoativos no Brasil.

	TENSOATIVOS ANIÔNICOS	TENSOATIVOS NÃO-IÔNICOS	TENSOATIVOS CATIÔNICOS	TENSOATIVOS ANFÓTEROS
Características	Região polar apresenta carga negativa	Não apresentam cargas verdadeiras	Região polar apresenta carga positiva	Dependendo do pH de solução, se comportam como aniônicos ou catiônicos
Mercado brasileiro	Subsegmento de tensoativo mais utilizado (volume e vendas)	Segundo subsegmento mas utilizado (volume e vendas) e com maior variedade em número de moléculas	Obteve o maior crescimento (volume e vendas) em 2012. Possui maior projeção de crescimento até 2018	Subsegmento menos representativo no mercado nacional e mundial
Principais produtos	LAS (Alquilbenzeno sulfonato linear) LESS (lauril éter sulfato de sódio)	Polietilenoglicóis Álcoois, alquilfenóis e aminas etoxiladas	Sais de quaternários de amônio	Bataínas
Principais produtos consumidores	Sabões em pó para roupas, detergentes para louça e xampus	Detergentes, produtos de limpeza industrial, outras aplicações industriais e emolientes e umectantes para cosméticos	Limpeza industrial e institucional, amaciantes e detergentes	Xampus, sabões líquidos e detergentes para louça

Fonte: Da autora, adaptado de, Frost and Sullivan (2013, apud Bain & Company e Gas Energy. 2014, p. 4).

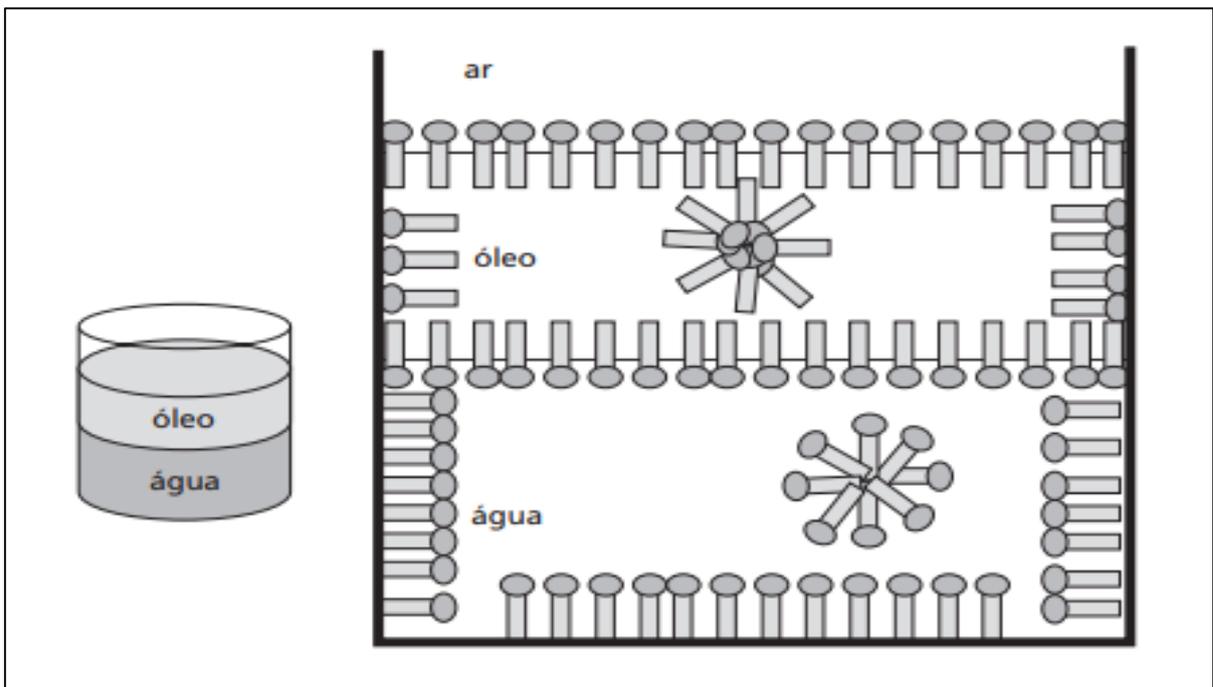
Desses, os aniônicos e não-iônicos são os que constituem os detergentes da empresa A do referido estudo, sendo Ácido Linear Alquil Benzeno Sulfônico e Lauril Éter Sulfato de Sódio como tensoativos aniônicos e Dietanolamida de Ácido Graxo de Coco como tensoativo não-iônico.

O ácido linear alquil benzeno sulfônico é a matéria-prima mais abundante na formulação de detergentes e é responsável pela diminuição da tensão superficial, juntamente com lauril éter sulfato de sódio. Estes dois produtos conferem aos detergentes poder de miscibilidade em água, pelas suas propriedades hidrofílica e hidrofóbica, assim como miscibilidade em substâncias apolares, fazendo com que atinjam o poder de limpeza necessário para remoção de sujidade em superfícies para o detergente lava-louças.

Os tensoativos incorporados às formulações de detergentes, juntamente com o ar, são responsáveis pela formação de espuma, devido às moléculas de

tensoativos dissolvidos na suspensão. Esses tornarão a se agrupar na superfície água-substância apolar, que após ocuparem todo espaço disponível nessa superfície, formarão micelas, onde dispersas em meio polar, serão agrupadas pela sua parte apolar e, se encontradas em meio apolar, serão ligadas pela sua parte polar, fazendo com que a sua extremidade exterior esteja voltada para o meio de maior miscibilidade da molécula, como a representação.

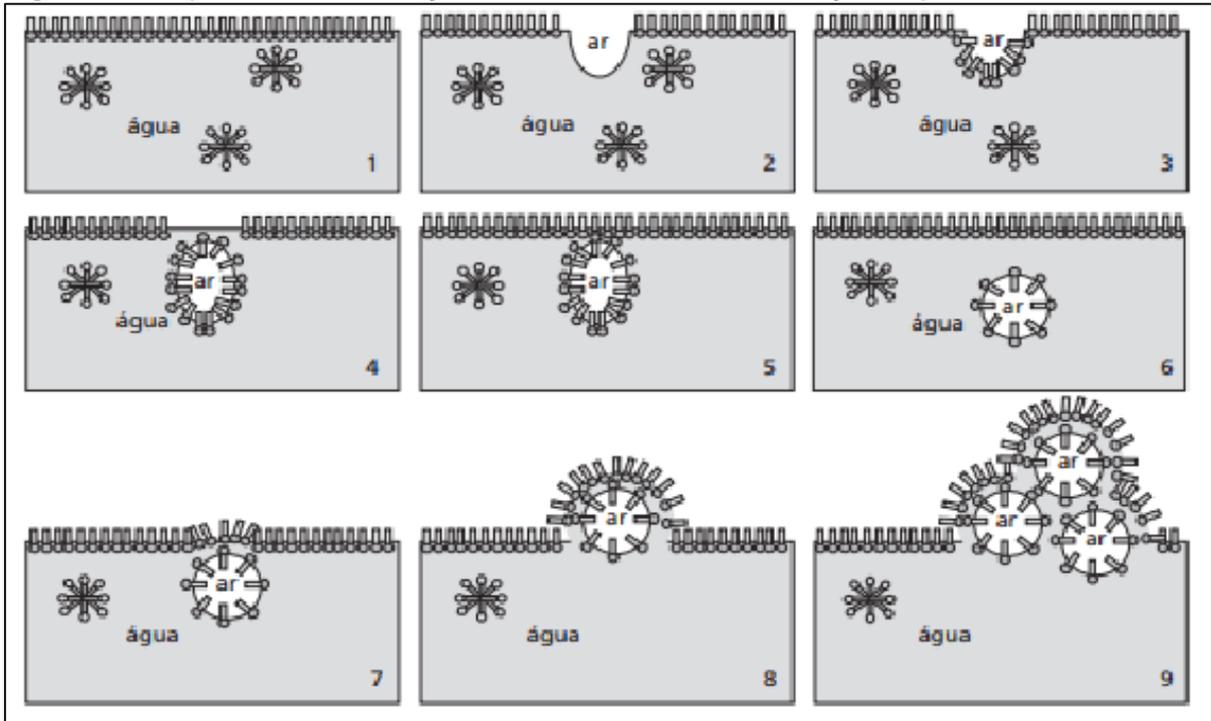
Figura 3. Esquemática da formação de micelas no meio oleoso e aquoso. Enquanto no meio oleoso as micelas se organizam com as parcelas hidrofílicas de seus tensoativos voltadas para dentro, no meio aquoso, as parcelas lipofílicas é que estão no interior da micela.



Fonte: Daltin (2011, p. 25).

Após a formação das micelas e posterior agitação, o ar que adentra a suspensão de líquidos é facilmente congregado pelas micelas e formarão bolhas, fazendo com que essas se agrupem na superfície ar-líquido da suspensão.

Figura 4. Sequência de formação de bolhas de ar em solução aquosa de tensoativo.



Fonte: Daltin (2011, p. 36).

Da mesma forma que ocorre a formação de emulsão, as micelas são responsáveis por englobarem as moléculas de sujeiras, expulsando-as da superfície.

O efeito de detergentes acontece pelo mesmo mecanismo em qualquer superfície suja durante o processo de lavagem com um tensoativo, seja um tecido, um prato, ou outro qualquer. Tomemos, por exemplo, um substrato que apresenta sujidade oleosa e que necessita ser lavado. Essa sujidade oleosa está situada sobre substrato e, quando é imerso em solução aquosa de tensoativo (normalmente aniônico) que esteja acima de sua concentração micelar crítica, ocorre o mesmo efeito visto na formação de uma emulsão. As moléculas do tensoativo em micelas rapidamente ocupam as superfícies do óleo com a água e do substrato com a água. Assim que todas essas superfícies forem ocupadas por moléculas de tensoativo, caso ainda haja micelas em quantidade suficiente, haverá uma tendência para moléculas de tensoativo dessas micelas ainda procurarem se posicionar nessas superfícies. Essa tendência gera uma força [...] que busca aumentar o tamanho das superfícies para permitir que mais moléculas de tensoativo possam se estabilizar. Assim sendo, a sujidade oleosa vai se deformando e sendo expulsa da superfície do substrato pelo efeito cunha, pois isso aumenta a superfície de estabilização de moléculas do tensoativo disponíveis. (DALTIM, 2011, p. 33).

Juntamente com os tensoativos aniônicos, é também adicionado um tensoativo não-iônico, nomeado de dietanolamida de ácido graxo de côco, o qual confere espessamento e devolve a oleosidade da pele, alterada pelos tensoativos aniônicos. Esse tipo de tensoativo não iônico, não altera as propriedades dos

tensoativos aniônicos, por não possuir carga verdadeira em sua estrutura, ou seja, não são derivados de dissociação de sais.

Há também, na formulação dos detergentes, atuação de alcalinizante para equilíbrio do pH, cloreto de sódio para a formação viscosidade, corante, água como veículo e outras matérias-primas auxiliares.

2.4 VISCOSIDADE DE FLUIDOS LÍQUIDOS

Assimila-se por viscosidade a resistência de fluidos à uma deformação ou quando submetido a um fluxo. É resultado de forças intermoleculares presentes e nas condições do meio, bem como temperatura e pressão.

Assim, quanto maior for o valor de viscosidade de um fluido, maior será a dificuldade de escoar em um meio.

A definição do coeficiente de viscosidade, ou, mais simplesmente falando, da viscosidade de um fluido, é apresentada usualmente supondo-se um escoamento entre duas placas planas paralelas, ocasionado pelo deslocamento de uma delas relativamente à outra. (VIEIRA, 1971, p. 50).

Desse modo, é fato que a viscosidade absoluta, μ , dos fluidos reais, depende da força sobre área e também da taxa de deformação angular, e é função da temperatura, pressão e da taxa de deformação angular, portanto, é representada pela expressão da lei de Newton da viscosidade para escoamento unidimensional.

$$\tau = \mu * \frac{dV_x}{dy}$$

Para viscosidade cinemática, a equação a representar-se é definida por sua viscosidade sobre a sua massa específica.

$$\vartheta = \frac{\mu}{\rho}$$

Os fluidos que não possuem interação da viscosidade com a taxa de deformação angular, são definidos com fluidos newtonianos, como o ar e a água, e os que sofrem variação em relação a taxa de deformação angular, são denominados de fluidos não newtonianos.

Utilizam-se diferentes meios para medida de viscosidade, como o viscosímetro de Ostwald, Höppler e Gilmont.

Nas indústrias de saneantes domissanitários, normalmente se utilizam viscosímetros de orifícios, chamados de Copo Ford, para medir a capacidade de fluidez dos líquidos newtonianos, como os detergentes e/ou produtos de características “grossas”, fato confirmado pelo ensinamento abaixo descrito:

A viscosidade em detergentes é um parâmetro importante de controle, pois o consumidor, por vezes, acredita que a viscosidade está correlacionada com o teor de ativos. Há diversos viscosímetros no mercado, o de bola, Brookfield e copo Ford [...]. Os viscosímetros mais utilizados são os de bola [...] e o copo Ford, que medem respectivamente o tempo que uma pequena bola demora a atravessar uma determinada distância e o tempo para escoar uma dada quantidade de detergente em um copo com um orifício pré-determinado em sua base. (AMARAL; JAIGOBIND; JAISINGH, 2007, p.17).

O viscosímetro de Copo Ford, é de grande utilização nas indústrias de tintas e saneantes, pois é de fácil limpeza para fluidos aderentes e de fácil aplicação, e é determinada conforme o que diz o escopo da norma, “estabelece a determinação da viscosidade cinemática, a 25 °C, de tintas, vernizes, resinas e outros líquidos com propriedades newtonianas, de escoamento entre 20 s a 100 s, utilizando-se copo Ford com orifícios nos 2, 3 e 4.” (ABNT, 2015).

Então, obtém-se o tempo de escoamento requerido a partir da utilização da ferramenta copo ford na sequência, calcula-se a viscosidade em centistokes (cSt), e, posteriormente, a conversão para viscosidade dinâmica centipoise (cP), conforme a fórmula:

$$\mu_{cinemática} = (3,846 * t_{escoamento}) - 17,30 \text{ (id bid, 2015)}$$

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

As equações anteriores determinam, conforme observado, o tempo de escoamento, e, a partir dele, define-se a viscosidade.

2.5 CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO

Em todos os processos de transformação, ocorrem variações características na matéria-prima, nos equipamentos, na mão de obra, dentre outras, que podem ser identificadas como sendo de causas comuns ou especiais. Nesse sentido, Oakland afirma:

[...] A variabilidade inerente a cada processo de transformação, com o decorrer do tempo, causa variações no seu produto. Se essa variabilidade for muito grande, é impossível prever o valor de uma característica de um item qualquer ou a qualquer tempo. (OAKLAND, 1994, p. 245-246).

Este modo faz com que a variabilidade não desejada produza alterações no produto final, resultando em descontentamento de consumidores.

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, buscam-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.

O método estatístico amplamente utilizado para efeito de CEP, são as cartas de controle e posterior aplicação de outras ferramentas para análise criteriosa do problema identificado, se assim for.

Referente ao Controle Estatístico do Processo, Siqueira define:

Controle Estatístico do Processo é o ramo do Controle de Qualidade que consiste na coleta, análise e interpretação de dados para utilização nas atividades de melhoria e controle da qualidade de produtos e serviços. (SIQUEIRA, 1997, p. 3).

Sendo assim, no controle de processos serão coletadas informações pertinentes ao processo ou produto e verificar-se-á a sua qualidade estatística, através de ferramentas estatísticas conhecidas, compreendendo o padrão estabelecido, mantendo o processo sob controle e, ao final deste, é emitido o *feedback* do setor de Controle de Qualidade, utilizando-se quando necessário, ações corretivas, fazendo que, ao final do procedimento, o produto atenda perfeitamente às especificações delimitadas.

A aplicação de um CEP numa organização resulta em um processo estável, previsível, com padrão e capacidade definidos. Possibilita ainda um controle eficaz, monitorando as características de interesse, fazendo com que estas se mantenham dentro dos limites especificados e que, se necessário e em tempo hábil, as devidas ações corretivas sejam tomadas, tornando o processo econômico e com ótima qualidade.

2.6 FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS

A estatística é o ramo que adota conclusões sobre determinado assunto, após a coleta de dados e sua interpretação.

“A estatística é a ciência que lida com a coleta, o processamento e a disposição de dados (informação), atuando como ferramenta fundamental nos processos de solução de problemas”. (WERKEMA, 1995, p. 1).

Deste modo, tem-se a necessidade de uso de outras atribuições para tratamento de dados, como as ferramentas estatísticas, que se são usualmente formadas por sete tipos, como a estratificação, folha de verificação, gráfico de Pareto, diagrama de causa e efeito, histograma, diagrama de dispersão e gráfico de controle.

As ferramentas estatísticas são utilizadas para o fim de reduzir a variabilidade de um processo ou um produto, e os problemas recorrentes de seus resultados serão classificados em causas comuns ou especiais. É o que leciona Costa, Epprecht e Carpinetti, 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 [...]. 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).

A partir desta análise de causas recorrentes a qualquer processo, o profissional consegue definir de forma clara quais são os erros e tornar a resolvê-los para adequação aos padrões esperados de qualidade.

2.6.1 Carta de controle

A carta de controle pode ser entendida por gráficos que se apresentam como controladores de variáveis ou atributos de um processo, produto, etc. Essa

ferramenta tem o objetivo de mostrar as variações que ocorrem em um mesmo produto em lotes diferentes e, podendo ter a presença ou não de subgrupos.

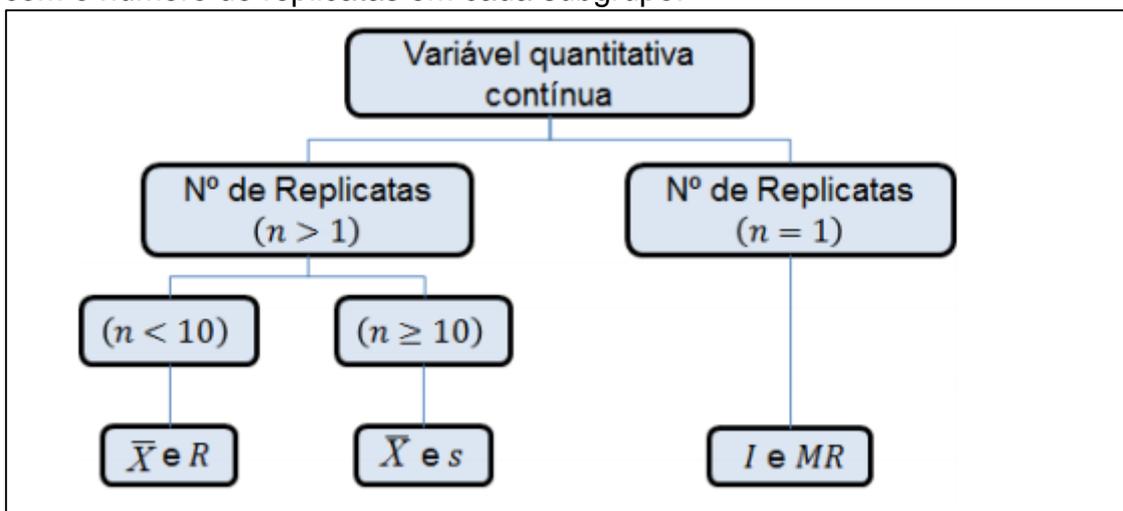
Caracteriza-se por sugerir resultados que podem ser compreendidos dentro ou fora de controle, tendo esse último a ocorrência de causas especiais e, indicam ao final, o ponto a ser investigado. Sobre o assunto, Siqueira afirma:

A carta de controle é uma ferramenta extremamente útil para identificar se a 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).

Assim, em qualquer processo existem ocorrências de causas comuns, sendo agentes difíceis de serem identificados e com pequena significância, pois ocorrem por motivos externos e inevitáveis. Se apenas estas causas forem encontradas no processo, podemos reconhecer que este está sob controle, mas também podem acontecer as causas especiais de variação, que são fáceis de serem identificadas e de grande significância, pois resultam em processos fora do controle estatísticos de dados e fogem de padrões estipulados, e se estiverem presentes em um processo, podem ser classificados como fora do controle ou além da expectativa normal de variação.

Existindo variados tipos de cartas, é adotada a característica do processo que irá ser avaliado, para a escolha da carta que melhor se enquadre.

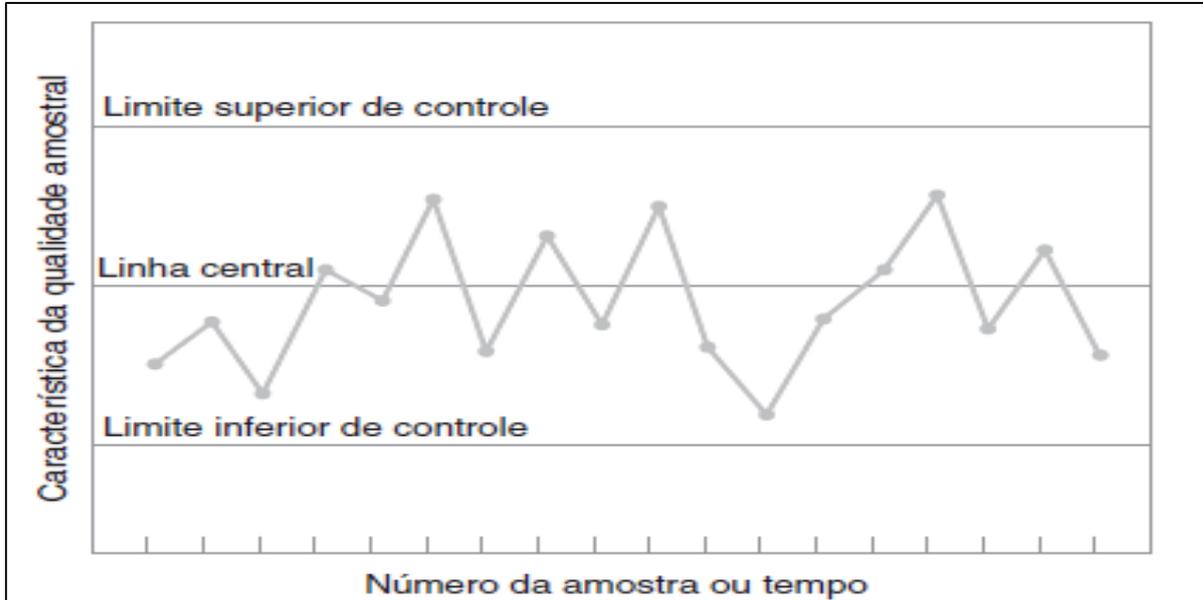
Figura 5. Esquema para construção das cartas de controle para variáveis de acordo com o número de replicatas em cada subgrupo.



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

Portanto, cada estudo é verificado quanto aos seus números de subgrupos possíveis de ser analisado, para posterior aplicação em cartas de controle.

Gráfico 1. Um típico gráfico de controle.



Fonte: Montgomery (2016 p. 131).

As cartas de controle, apresentam-se como a figura acima, onde possuem limite superior de controle (LSC), limite inferior de controle (LIC), assim como também a linha central, que é representada pela média dos dados. Estes valores, são definidos a partir dos cálculos para gráfico de valores individuais:

$$LSC = \bar{x} + 2 \frac{\overline{AM}}{d_2} \quad LM = \bar{x} \quad LIC = \bar{x} - 2 \frac{\overline{AM}}{d_2}$$

E, para gráfico AM:

$$LSC = D_4 \overline{AM} \quad LM = \overline{AM} \quad LIC = D_3 \overline{AM}$$

Então, um processo encontra-se sob controle quando “[...] todos os valores marcados estiverem contidos nos limites de controle, sem qualquer tendência particular.” (JUSTO, 2009, p. 39). De outro modo, estão fora de controle quando os pontos saem dos limites calculados, então, “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.” (JUSTO, 2009, p. 36).

De forma a validar o processo, todos os pontos devem ser averiguados e, após a avaliação das cartas, deve-se manter um programa útil e eficaz de controle do processo.

2.6.2 Diagrama de Dispersão

O diagrama de dispersão é uma ferramenta amplamente utilizada pela sua simplicidade e capacidade de produzir resultados das relações existentes entre duas variáveis, determinando qual alteração sofre a variável no eixo y, em relação às alterações realizadas no eixo x, e, assim, averiguar qual a relação existente entre elas, conforme observado no referido entendimento de que “O Diagrama de Dispersão é um gráfico utilizado para a visualização do tipo de relacionamento existente entre duas variáveis”. (WERKEMA, 1995, p. 175).

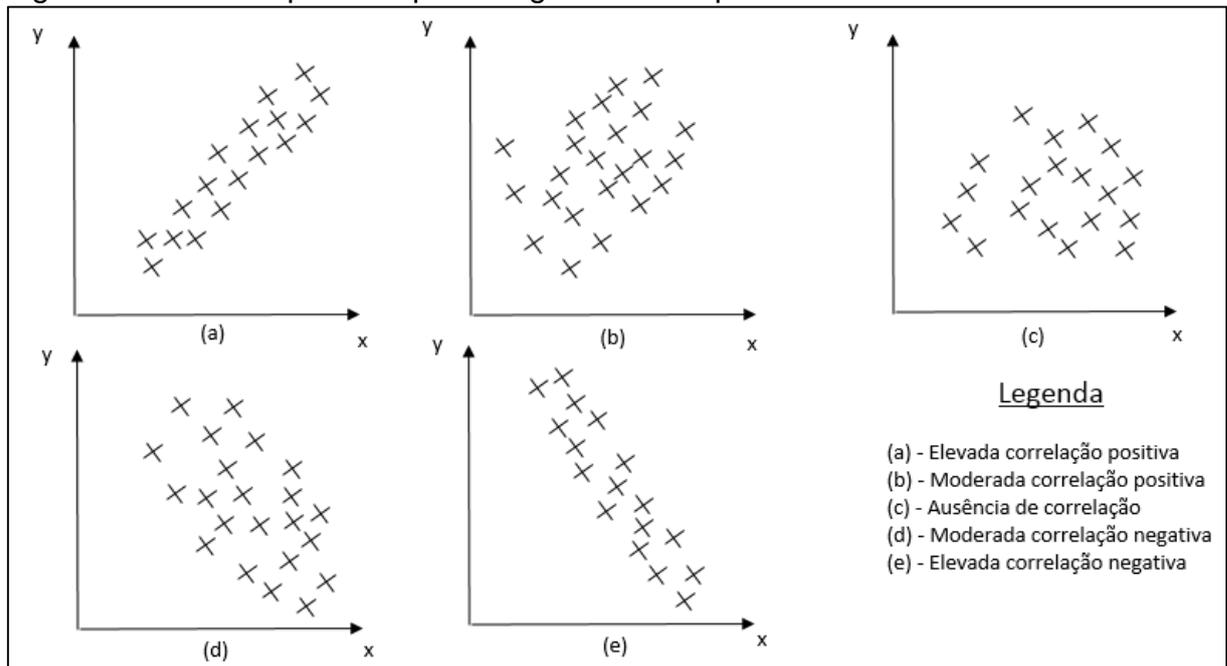
Desse modo, espera-se encontrar ótimas formas de alterações em um processo, a fim de validar a qualidade dos produtos gerados, atribuindo os resultados as duas variáveis escolhidas, definidas da seguinte forma:

As duas variáveis apresentadas em um diagrama de dispersão podem ser: Duas causas de um processo. Por exemplo, a temperatura e o teor de silício do gusa, no processo de fabricação do aço líquido [...]; Uma causa e um efeito de um processo. Por exemplo, o tempo de sopro de oxigênio (causa) e o teor de carbono do aço (efeito), também no processo de fabricação do aço líquido; Dois efeitos de um processo. [...], um exemplo seria o par temperatura do aço líquido e o teor de carbono também do aço líquido. (Id bid, p. 176-177).

Nesse sentido, escolhem-se as duas variáveis que se deseja trabalhar para obter a relação existente entre elas e se reproduzem os dados no diagrama que determinará a sua afinidade.

O resultado deste tipo de diagrama é interpretado por: elevada correlação positiva, moderada correlação positiva, ausência de correlação, moderada correlação negativa e elevada correlação negativa, como pode ser observado na figura a seguir.

Figura 6. Possíveis padrões para diagrama de dispersão.



Fonte: da autora, adaptado de Werkema (1995, p. 182).

Para confirmação de resultados, pode-se relacionar com o valor dos coeficientes de correlação linear entre as variáveis, sendo obtidos a partir da equação, ou diretamente pela ferramenta *Excel*.

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \times S_{yy}}}$$

Desse modo, obtém-se as correlações das variáveis escolhidas, elencando-as ao coeficiente de correlação linear e aos possíveis padrões para o diagrama de dispersão de Werkema (1995).

2.6.3 Diagrama de Causa e Efeito

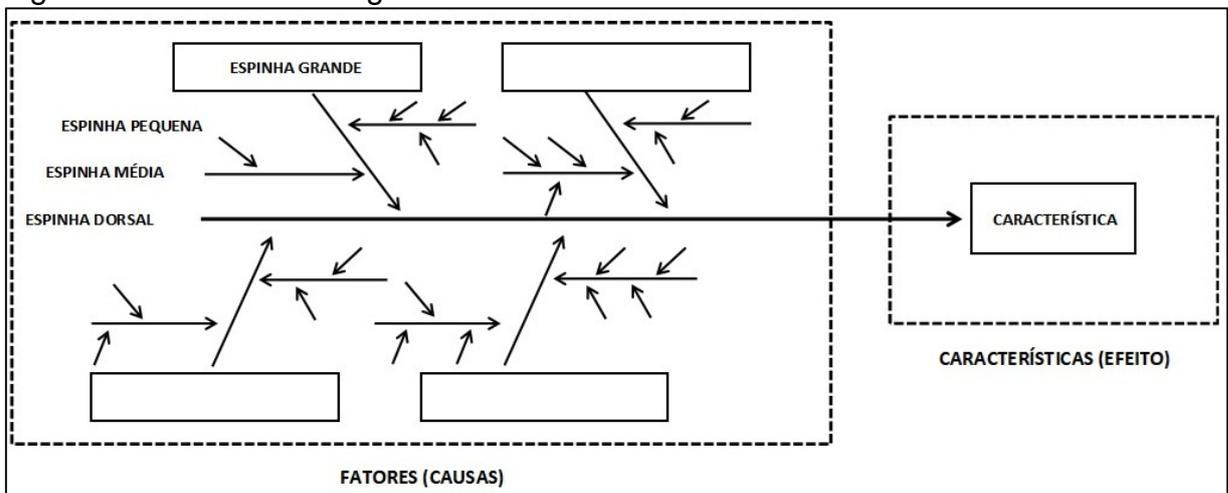
Comumente chamado por Diagrama de espinha de peixe ou Diagrama de Ishikawa – construtor do primeiro diagrama de causa e efeito –, este gráfico foi desenvolvido para auxílio na apresentação de defeito ou problema a ser solucionado em uma linha de produção, item chamado de efeito, originado por fatores, chamados de causas, como explicado:

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. (WERKEMA, 1995, p. 101).

Ao final, é possível solucionar as causas do efeito com maior facilidade, fazendo com que este entre em conformidade da sua qualidade e atenda aos requisitos esperados pelo cliente e o mercado o qual se destina.

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. Apresenta-se em formato de “espinha de peixe”, pelas suas características de formação, como mostrado na figura a seguir.

Figura 7. Estrutura do diagrama de causa e efeito.



Fonte: da autora, adaptado de Werkema (1995, p. 103).

Esse diagrama deve ser composto por 4 ou 6M's, nas respectivas espinhas grandes, e, seguem um modelo onde “os fatores ou as causas no diagrama de Ishikawa são classificados, de maneira geral, em seis agrupamentos ou categorias: 1. mão de obra 2. máquina 3. matéria-prima 4. métodos 5. medida 6. meio ambiente.” (Ramos, 2013, p. 11-12). Pode-se, então, após sessões de acompanhamento e *brainstorming*, elencar todas as possíveis causas de um problema, de modo que chegue aos resultados finais de identificação e resolução dos fatores encontrados.

3 METODOLOGIA

3.1 A PESQUISA CIENTÍFICA

A pesquisa científica, prática e teórica, ambas metodológicas, é uma forma inequívoca de se adquirir competência interpretativa. É possível que, inicialmente, não se perceba a relevância da investigação científica, não apenas para a atividade acadêmica, mas para que seja possível perceber a mobilidade das transformações científicas e sociais e, assim, intervir-se no momento adequado, contribuindo para que se possa acompanhar a velocidade dessas mudanças. Conforme Demo (2012, p. 35-36), não satisfará a cidadania moderna, se permanecermos na mesma condição, onde, não se formam cidadãos competentes, e os professores, atuam somente repassando matéria, sem pensar no próprio projeto de incremento.

Ao mesmo tempo, é fundamental esquivar-se das, já ultrapassadas no início do século XX, teorias positivistas que se preocupavam apenas com a memorização de conteúdos e reprodução da sociedade. Por isso, a pesquisa como princípio educativo e de construção do conhecimento científico, é uma prática já realizada ao redor do mundo, em todos os países que adotaram a educação como solução para a resolução de problemas da ciência, da tecnologia e da sociedade.

3.2 CARACTERÍSTICAS DA INVESTIGAÇÃO REALIZADA

Para que seja respondido o problema central dessa pesquisa, a “reavaliação da viscosidade de detergentes e lava-louças”, optou-se por um estudo de abordagem quantitativo, de nível descritivo e com método de procedimento experimental.

Quantitativa, porque trata da refutação ou confirmação de hipóteses e, para isso, da manipulação de variáveis. Esse tipo de abordagem mantém o investigador “longe” do objeto de estudo que necessita ser analisado, sem interferências externas ou subjetivas.

O nível, descritivo, foi definido após minucioso delineamento do estudo que, em se tratando de quantitativo e, sob a necessidade de manipulação de variáveis, assim foi determinado. Também se verifica um razoável material bibliográfico disponível relativos ao tema em análise e discussão.

O procedimento, experimental, é resultado da escolha do método de abordagem e do nível da pesquisa, onde as relações puras podem ser estudadas independentes umas das outras, de modo que, mantenha-se o controle da situação experimental e das variáveis independentes, conforme afirma Kerlinger (2003, p.127).

O autor (KERLINGER, 2003), quando fala de cacofonia, está referindo-se à necessidade de isenção da análise, isto é, que seja realizada sem interferências do mundo exterior. Por isso o cuidado da pesquisadora em manter suas variáveis sem a “contaminação” por elementos externos ao estudo.

3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Como população definida para o estudo, tem-se os detergentes lavalouças, para determinação da viscosidade final. Como amostras probabilísticas, foram determinadas 8 (oito) unidades da população para os tratamentos estatísticos de dados realizados. Estas amostras foram coletadas a partir dos registros já realizados pelo setor de controle de qualidade, referente as viscosidades obtidas de cada lote. A variável independente do estudo foi constituída pela base de detergente submetida aos compostos determinantes da variação da viscosidade, que, por sua vez, foram definidos como variáveis dependentes.

3.4 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

O processo de produção de detergente da Indústria de saneantes, é caracterizado, inicialmente, pela visualização do estoque pelo encarregado da produção. Constando-se a falta de produtos em estoque, é dado início à produção, com a realização da pesagem das matérias-primas pelo encarregado da produção conforme formulação de cada produto. Na sequência, preenche-se o tanque de mistura com metade da capacidade, ou metade do volume requerido de água, adicionando-se as matérias-primas pesadas previamente, começando pelos tensoativos. Posteriormente, se necessário, realiza-se a correção do pH e, após, tem-se a adição de conservante, essência e corante, juntamente com o restante da água.

Ao finalizar a primeira etapa de produção, a viscosidade, assim como o pH, a cor e odor são analisados pela pessoa responsável do setor de controle de

qualidade, onde a mesma registra o produto como conforme ou não conforme, e tem-se o envio ao setor de produção.

Ao retornar do registro para a produção, o encarregado toma a decisão de correção do produto, caso esse esteja fora de especificação, denominado como não conforme, ou, caso esteja conforme, o produto é tampado e lacrado, posteriormente seguindo para a transferência para o setor de rotulagem.

No setor de rotulagem, as etiquetas são impressas com data de fabricação e lote, conforme sequência anterior já registrada e aderida a cada embalagem de produto de cinco litros.

O produto, nesta etapa de finalização, é encaminhado para o setor de depósito de produtos acabados, onde, de acordo com os pedidos realizados pelo setor de vendas, é retirado e levado para a expedição conforme notas de venda, sendo então conferido, carregado em transporte próprio e encaminhado para o consumidor pelo motorista da empresa.

3.5 DETERMINAÇÃO DA VISCOSIDADE E TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Foram escolhidas para representar os produtos algumas amostras obtidas ao decorrer de três meses, com o emprego de tensoativos como matérias-primas de um mesmo fornecedor, onde as mesmas resultaram em uma quantidade de 8 (oito) amostras analisadas.

Para obtenção dos dados, foi realizada análise pelo setor de controle de qualidade. O método empregado foi realizado sob uma superfície plana com copo ford de orifício com tamanho 04, escolhido para líquidos newtonianos pouco viscosos.

Após a coleta dos dados, tratou-se com equação conveniente para conversão de tempo (min) para segundos e posteriormente para *Centistokes* (cSt), fazendo as devidas alterações, para obtenção dos resultados em *Centipoise* (cP), e, posteriormente, seguiu-se com a representação dos dados em cartas de controle e gráfico de dispersão. Logo após a representação em gráficos, realizou-se o diagrama de causa e efeito, com o auxílio para o encontro do problema analisado.

Para obtenção de dados dos produtos concorrentes no mercado, analisou-se a viscosidade em copo ford de orifício 4, dos detergentes de 5 (cinco) marcas conhecidas da cidade de Tubarão, onde utilizou-se a média destas para comparação

dos resultados obtidos. Posteriormente, reespecificou-se os limites adequados para padronização do detergente lava-louças da empresa em estudo.

3.6 CARTA DE CONTROLE

Após a coleta das amostras referentes aos três meses, na ferramenta *Excel* foram realizados os cálculos de média de viscosidade e range, limite superior e inferior individual e de range, em seguida os resultados serão plotados em gráfico de linhas reproduzindo a carta de controle do processo, juntamente com os dados coletados de viscosidade.

Ao final da representação dos valores e cálculos na carta, avaliou-se o comportamento dos resultados obtidos, conforme indica a análise dos resultados.

3.7 DIAGRAMA DE DISPERSÃO

Para realização do diagrama de dispersão, foram utilizados os mesmos valores coletados para carta de controle, num período de três meses com 8 (oito) amostras.

Este diagrama utiliza duas variáveis para sua análise, onde figura-se o tipo de relacionamento existente entre estas, que podem ser: duas causas, uma causa e um efeito ou dois efeitos de um processo, conforme afirma Werkema (1995, p. 176-177).

Desse modo, foram escolhidas duas causas e um efeito e duas causas de um processo para a montagem de três diagramas. Como efeito, utilizou-se a viscosidade, que pode ter grande relação com o cloreto de sódio e o lauril éter sulfato de sódio adicionado como matéria-prima, e sendo as causas do processo. Na teoria, quanto maior a quantidade desses adicionada ao tanque, maior será a viscosidade obtida se não houver outras influências de matérias-primas, bem como o espessante utilizado e a não ultrapassagem de seu limite de turvação.

Portanto, representou-se as três variáveis escolhidas nos gráficos de dispersão, obtendo-se o comportamento representado. Ao final do estudo dos diagramas, pode-se afirmar se as três variáveis escolhidas têm ou não relação, de modo a quantificar estes resultados.

3.8 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

Nesse diagrama, escolhe-se o efeito da diferença de viscosidade obtida do processo e relacioná-la com os fatores que por ventura poderão ocasionar uma incoerência nos resultados. Ao analisar o processo como um todo, determinar-se-á possíveis causas do efeito com a expansão dos itens de medida, mão de obra, máquina, matéria-prima, meio ambiente e método.

3.9 AVALIAÇÃO DE VISCOSIDADE DE AMOSTRAS DE DIFERENTES MARCAS

Foi realizada análise de viscosidade em copo ford de orifício 4, de 05 marcas de detergentes encontrados no mercado, de marcas conhecidas.

A análise foi realizada bloqueando-se a saída do viscosímetro com auxílio do dedo para enchimento de 100 mL da amostra no copo, derramado sem ocorrências de formação de bolhas. Seguiu-se com a retirada do excesso com placa plana, própria para a análise, a fim de obter um nível correto da amostra. Acionou-se o cronômetro, ao retirar o dedo do orifício, acompanhando-se o escoamento do produto e, por fim, parou-se a contagem na primeira descontinuidade do líquido, por fim, foi anotado o tempo decorrido.

Os dados foram convertidos, para segundos (s), *centistokes* (cSt) e *Centipoise* (cP), e, posteriormente, obteve-se a média dos valores encontrados.

3.10 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após coleta, foi verificado o tipo de carta para a representação dos dados, optando-se por utilizar o tipo de Cartas de Valores Individuais e Amplitude Móvel, conforme é determinado por Werkema (1995, p. 240), onde, quando são utilizadas amostras de tamanho unitário em cartas de controle. Os gráficos utilizados são denominados de gráficos para medidas individuais, como em processos onde a produção é baixa ou em processos de inspeção automatizada.

Desse modo, para fins do presente trabalho, utilizou-se esse tipo de gráfico para reprodução de dados referentes as bateladas, onde, no final do processo de obtenção do produto, analisa-se uma única vez da viscosidade do produto pelo setor de controle de qualidade, por caracterizar-se como produto totalmente homogêneo.

Posteriormente, realizaram-se os cálculos dos limites com dois desvios padrões, conforme segue para gráfico de valores individuais:

$$LSC = \bar{x} + 2 \frac{\overline{AM}}{d_2} = 1105,90 \text{ cP}$$

$$LM = \bar{x} = 575,46 \text{ cP}$$

$$LIC = \bar{x} - 2 \frac{\overline{AM}}{d_2} = 45,03$$

E, para gráfico AM:

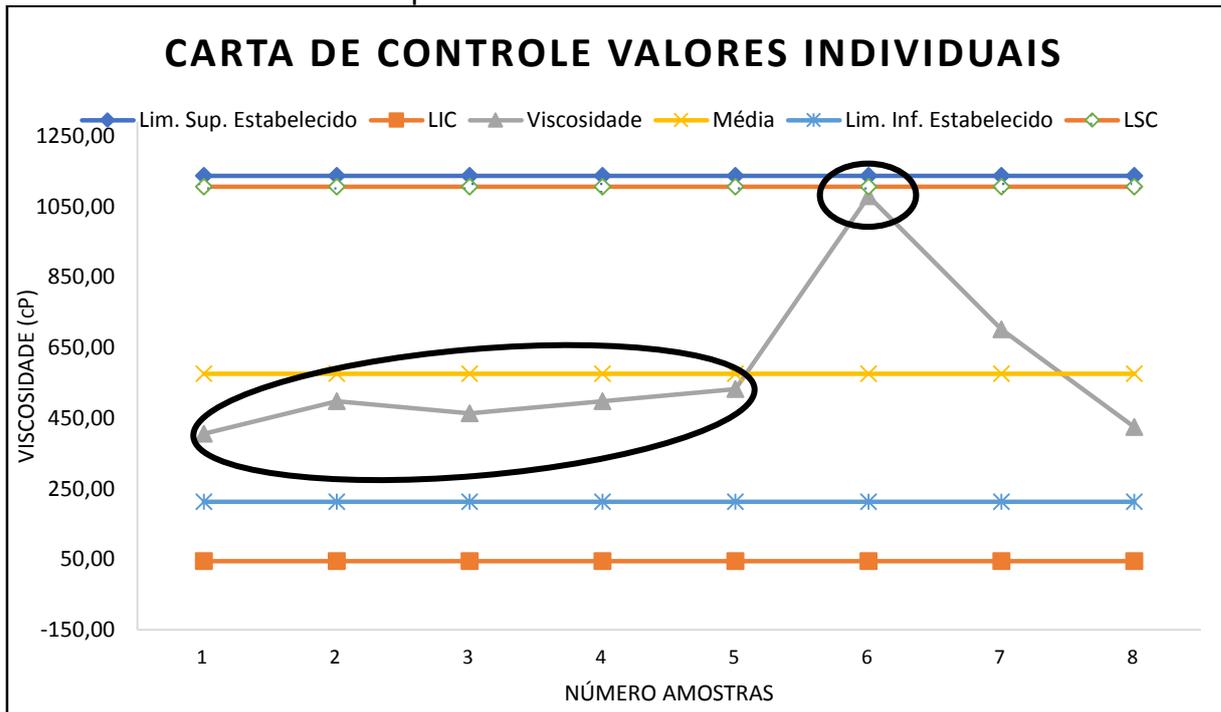
$$LSC = D_4 \overline{AM} = 651,58$$

$$LM = \overline{AM} = 199,44$$

$$LIC = D_3 \overline{AM} = 0$$

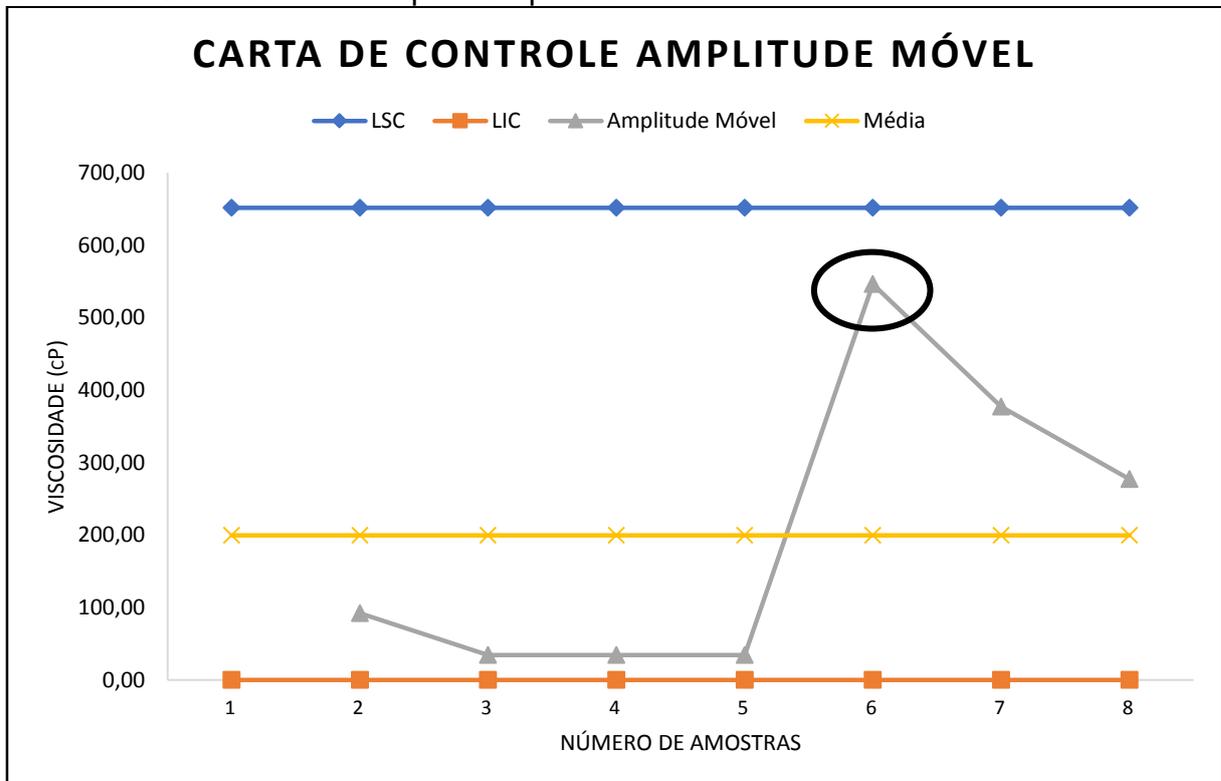
Tal que, \overline{AM} representa a média da amplitude móvel e \bar{x} , a média dos valores individuais. Os valores utilizados como d_2 , D_3 e D_4 foram obtidos da tabela de constantes para gráfico de controle, onde d_2 é referente a escolha de duas observações para cálculo da amplitude móvel. E, ao representar os valores encontrados, consegue-se proporcionar o seguinte gráfico:

Gráfico 2. Carta de controle para medidas individuais.



Fonte: da autora, 2017.

Gráfico 3. Carta de controle para amplitude móvel.



Fonte: da autora, 2017.

Posteriormente à verificação dos gráficos construídos, é possível afirmar:

- a) Não houve aspecto de periodicidade, onde a curva traçada mostra uma tendência para cima ou para baixo em intervalos de mesma amplitude.
- b) Não há sequência de pontos, que equivalem a representação de 07 (sete) ou mais pontos consecutivos de um mesmo lado da linha média. Porém, há uma sequência de 05 (cinco) pontos em sequência de um mesmo lado da média calculada.
- c) Não há tendência de movimento consecutivo em uma só direção, onde representasse por ascendência ou descendência de 07 (sete) ou mais pontos.
- d) Está verificada a ausência de pontos próximos as linhas de limites da carta, que correspondem a ocorrência de 02 (dois) ou mais pontos próximos aos limites inferior e/ou superior, apesar de ainda estarem dentro dos limites definidos. Porém, encontra-se um ponto muito próximo ao limite LSC.
- e) E, por último, há ausência de pontos muito próximos a linha média, que indicariam a possibilidade de ocorrência erros dos cálculos dos limites ou que os dados das amostras foram definidos de maneira incoerente.

Deste modo, não se observaram pontos fora dos limites da carta de controle, onde deduz-se que o processo esteja sob controle estatístico, porém, o processo não apresenta um “comportamento estável e previsível” (WERKEMA, 1995, p.198), visto que os pontos não estão com comportamentos semelhantes, fazendo com que não seja possível prever os resultados futuros. Nesse intuito, é devido continuar com o estudo, coletando-se amostras representativas do processo, que, futuramente, poderão ser classificadas conforme seu verdadeiro sentido.

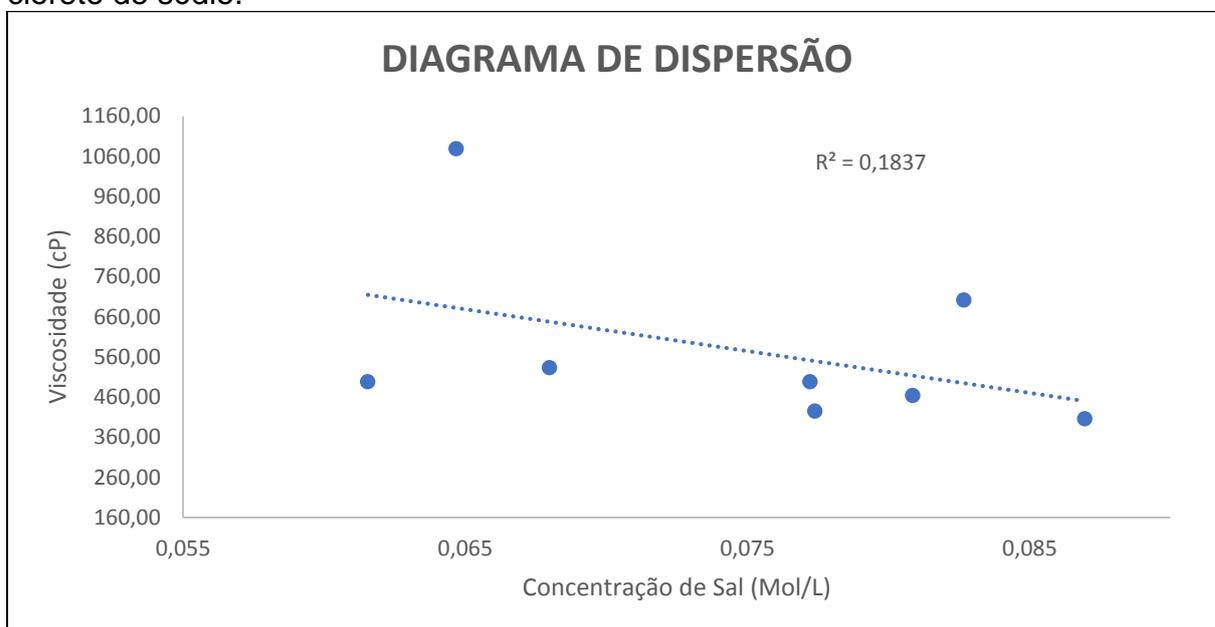
Para tanto, na representação obtida, pode-se observar que o ponto 6 fez com que a média se alterasse, e, então, prosseguiu-se com a averiguação do motivo pelo qual ocasionou este ponto, que, estando dentro do controle, retira a média do seu ponto normal, visto que é nítida a falha no processamento neste lote, mesmo estando teoricamente sob controle. Porém, a folha de registro de rastreabilidade realizado pelo controle de qualidade, não consegue especificar o motivo que levou a alteração da viscosidade, visto que as quantidades de matéria-prima empregadas não foram alteradas da formulação original, podendo, neste caso, haver dados omissos ao registro.

No presente estudo, foram coletadas poucas amostras de detergente lavaloças, visto que as bateladas ocorreram em grandes intervalos de tempo, e, por este motivo, o período reservado à amostragem deverá ocorrer em maior tempo em relação as amostras já coletadas.

Após a análise das cartas, seguiu-se com a reprodução das três variáveis escolhidas para realização dos diagramas de dispersão, que estão representadas nas figuras a seguir, onde a concentração de cloreto de sódio, inerente ao processo, foi analisada a partir do método de Mohr, para determinação de haletos, como o cloro (Cl), onde ocorre a titulação por volumetria de precipitação com AgNO_3 0,099 M, inicialmente padronizada com NaCl de mesma molaridade e K_2CrO_4 a 5% como indicador.

Assim, podem ser representados os diagramas mostrados na sequência.

Gráfico 4. Diagrama de dispersão: relação entre viscosidade e concentração de cloreto de sódio.

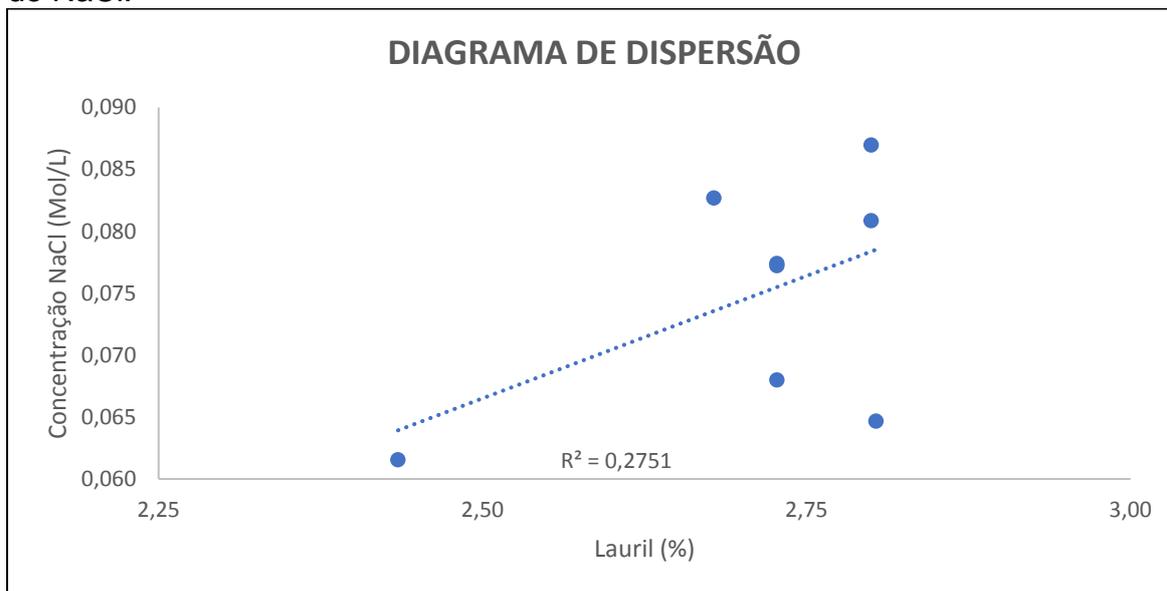


Fonte: da autora, 2017.

Através do exposto no gráfico, pôde-se evidenciar uma correlação negativa, conforme aproximação ao gráfico (d), dos possíveis padrões para diagrama de dispersão, de Werkema (1995). O valor de coeficiente de correlação linear deu-se em -0,42, valor próximo a 0 (zero), o que indica fraca correlação linear existente entre as duas variáveis analisadas, conforme mencionado pela mesma autora.

Essa análise indica que, apesar do cloreto de sódio adicionado como espessante, então, promotor de viscosidade, ter tal efeito no produto até o ponto de turvação, ele não é isoladamente a causa da variação nos valores de viscosidade, o que indica a presença de outros fatores que podem estar influenciando no resultado final, como o emprego de lauril éter sulfato de sódio, visto que este, possui também relação com a viscosidade, conforme representado no próximo diagrama.

Gráfico 5. Diagrama de dispersão: relação entre porcentagem de lauril e concentração de NaCl.

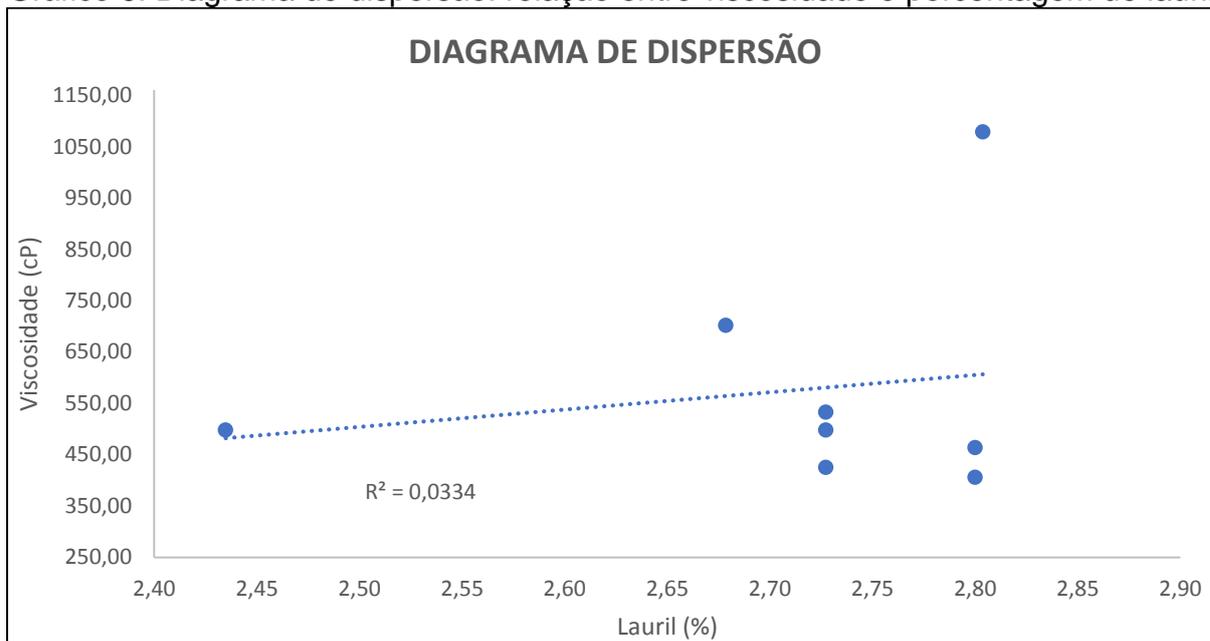


Fonte: da autora, 2017.

A dispersão representada na figura acima, indica correlação positiva entre o lauril adicionado e a quantidade do sal empregada para a promoção de viscosidade. Portanto, com o aumento de lauril como matéria-prima, este requer maiores quantidades de cloreto de sódio adicionado, e por fim, em comparação com a figura b, dos possíveis padrões para diagrama de dispersão, de Werkema (1995), essa recebe a característica de moderada correlação positiva, assim, as duas causas devem ser trabalhadas juntas para adequação da variação da viscosidade dos detergentes.

Por fim, foi analisada a dispersão dos dados, referente a quantidade de lauril do processo e a sua relação com a viscosidade.

Gráfico 6. Diagrama de dispersão: relação entre viscosidade e porcentagem de lauril.



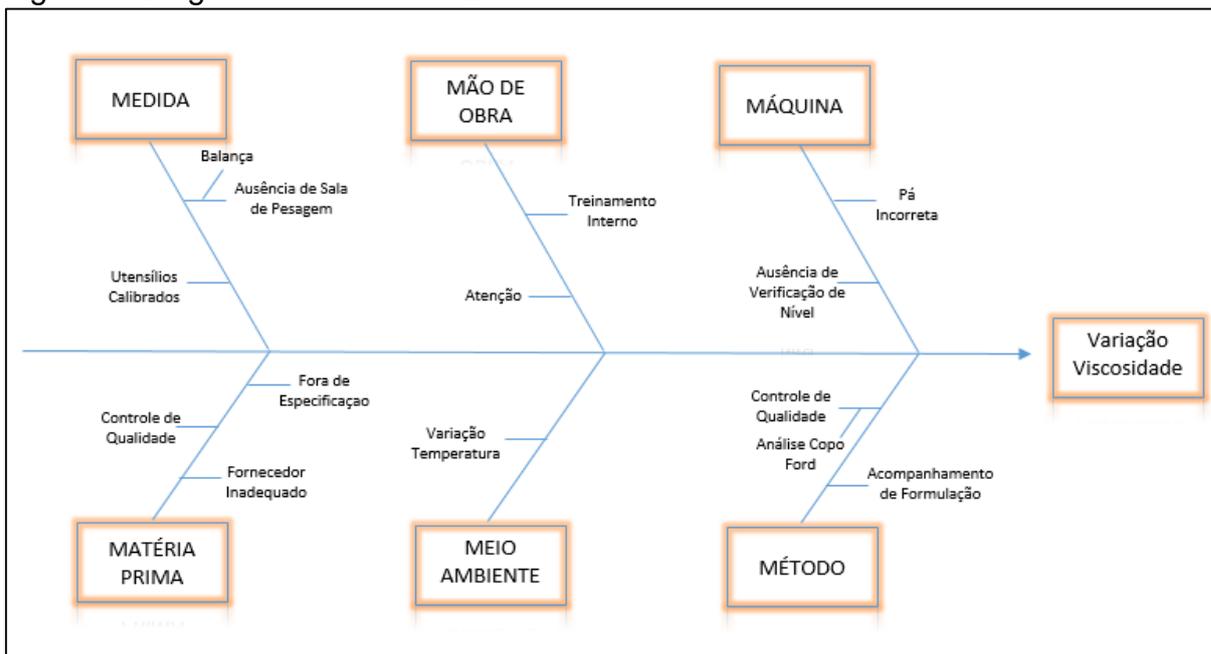
Fonte: da autora, 2017.

Acompanhando o terceiro diagrama, é notório que a relação entre a quantidade de lauril éter sulfato de sódio, empregado na formulação do detergente e a viscosidade obtida, se enquadra na ausência de correlação entre as duas variáveis em estudo, resultando em um R^2 de 3,34%. Ao calcular-se o valor do coeficiente de correlação entre ambas variáveis, obtêm-se o valor de 0,1827, indicando, assim, valor próximo a 0, atribuindo-se uma fraca correlação linear entre x e y, conforme o que indica Werkema (1995).

Os resultados então apresentados nos diagramas de dispersão, não são, na sua totalidade, representativos do processo. Consegue-se obter resultados conforme valores e observação dos pontos, porém, para se obter respostas verdadeiramente representativas, deve-se coletar uma maior quantidade de amostras. Prioritariamente, para o diagrama de dispersão, deve-se coletar um valor de aproximadamente 30 (trinta) amostras, como descrito nas etapas para a construção de um diagrama de dispersão: “Colete pelo menos 30 pares de observações (x, y) das variáveis cujo tipo de relacionamento será estudado.” (WERKEMA, 1995, p. 178).

Portanto, adquiriram-se resultados que representaram insuficientes a realidade do processo em estudo, e que possuem outros fatores motivando a variabilidade do processo. Desse modo, realizou-se a discriminação destes fatores, através de diagrama de causa e efeito, por meio de um acompanhamento realizado do processo, como mostrado na sequência.

Figura 8. Diagrama de Causa e Efeito.



Fonte: da autora, 2017.

As causas relacionadas à falha do processo foram escolhidas a partir do efeito causado e tema do presente trabalho, que diz respeito à variação da viscosidade dos detergentes.

Como o resultado da carta de controle apresentou-se sob controle estatístico de processo, porém, com a alteração da média por um ponto fora de especificação, para continuação da percepção das causas, foi necessária a montagem desse diagrama, a fim do aprofundamento das causas possíveis para a variação de viscosidade dentro do processo.

Foram selecionadas, então, como causas principais, a falta de área de pesagem na produção e ausência de utensílios calibrados, pois, a partir disso, é controlado a quantidade de matéria-prima introduzida da formulação, o que atualmente não é realizado, pois há falta de balança no setor, assim, o encarregado da produção determina no olho a quantidade a ser depositada.

Nesse sentido, pode-se relacionar também a falta de treinamento, realizado pelo controle de qualidade para o operador.

Os tamanhos das pás e as rotações escolhidas, não sofrem alterações, fazendo com que, assim, troque de produto sem que haja alteração no modo de produção, a partir do agitador. Ainda, a falta de observação do nível exato do tanque de mistura, pois utiliza-se atualmente como tanque, caixas d'água comum de 500 L que não possuem graduação.

Outro motivo pelo qual há interferência da viscosidade, pode estar relacionado à falta de especificação da matéria-prima, ou à falha dessas especificações, fazendo com que o produto não esteja conforme para sua utilização. Essa análise deve ser verificada pelo setor de Controle de Qualidade, que, nesse quesito, irá analisar, registrar e dar a destinação correta para a matéria-prima, sendo a utilização, devolução ou descarte correto, conforme a gestão de resíduos da indústria, como também é de responsabilidade do controle de qualidade, a seleção dos fornecedores destas matérias-primas, que podem estar ocasionando as falhas nos requisitos aceitos atualmente.

A variação de temperatura pode ser responsável, também, pela variação da viscosidade, pois no Sul de Santa Catarina há variação dos extremos de temperatura durante o ano, fazendo com que, em altas temperaturas, o produto reduza sua viscosidade, e em baixa temperatura, ele altere sua viscosidade para um valor mais alto. Essa variação deve ser alterada para análise no setor de controle de qualidade, pois ao medi-la em laboratório, a mesma deve estar entre $25^{\circ}\text{C} \pm 0,2$.

Outra provável causa para a variação estudada, está relacionada a falta de controle durante o processamento do produto, fazendo com que algumas alterações ou erros passem despercebidos, pois as características do processamento destes produtos devem ser registradas desde seu início até a finalização, juntamente com todos os outros dados de fabricação de cada lote, bem como, deve ser realizadas análises de viscosidade no copo ford e de pH, no produto semielaborado, produto acabado e no produto envasado, fazendo com que sejam eliminados todos os erros possíveis desse com relação ao efeito.

Para comparação dos resultados com as marcas vendidas no mercado, na região de Tubarão, realizou-se a análise da viscosidade de detergente lava-louças em copo ford de orifício 4, onde obteve-se os resultados mostrados na tabela em apêndice A.

Obteve-se, então, média igual a 738,05 cP, que se diferencia do produto da empresa em estudo, calculada em média de 575,46 cP. Conseguiu-se obter este valor a partir da adição de sal e lauril na formulação, conforme, diagrama de dispersão que relaciona estas duas causas da variável viscosidade.

A partir dos resultados gráficos, percebe-se que o processo encontra-se sob controle estatístico, porém, resultando em variações de viscosidade, ocasionadas por causas relativas às alterações e erros externos ao processo, que induzem observar o processo na sua totalidade, compreendendo, então, através do diagrama de causa e efeito, que essas alterações se formam por erros de medida ao adicionar-se matéria-prima no tanque de mistura, afirmando-se que “a viscosidade é um indicativo da concentração do produto, embora esteja sujeita a alteração pela adição de coadjuvantes de viscosidade, tais como o cloreto de sódio.” (CORINGA; GOMES; PEREIRA, 2008). Deste modo, compreende-se a importância do controle rigoroso da quantidade de matéria-prima adicionada ao tanque de mistura, para que não varie a característica de fluidez e ocorra com “viscosidade cinemática de acordo com o limite (>100 cP).” (Id bid, 2008).

Os erros também são relativos à falta de visualização do nível no tanque, ocorrendo a falha de volume ao adicionar-se água e matéria-prima, podendo, assim, ultrapassar o volume requerido para o lote, diminuindo ou aumentando a viscosidade, e, na adição de matéria-prima, ocorre a desestabilização do produto, fazendo com que gaste maior quantidade matéria-prima e mão de obra. Foi verificado, também, que no final do processo, para conseguir envasar a quantidade requerida de produto pelo setor administrativo, adiciona-se uma quantidade excessiva de água, ocorrendo a redução da viscosidade.

Desse modo, para alteração dos limites do produto, em sua viscosidade ideal, será necessário a pesagem de toda matéria-prima, um tanque com possibilidade de visualização do nível para produzir-se o volume exato requerido, o controle do processo pelo setor de controle de qualidade, realizando-se análises em copo ford até que se obtenha correta viscosidade, juntamente com o envase correto com o volume requerido na embalagem, para que não seja depositado produto em demasia ou em carência nas bombonas, e, então, a quantidade de produto no tanque de mistura seja efetivamente a quantidade de produtos envasados. Também, faz-se necessária a emissão de ordem de produção, com quantidades de produto e matéria-prima requerido.

Juntamente com as alterações sugeridas no processamento do produto, recorre-se a reespecificação da viscosidade do detergente de louças, fazendo com que este esteja dentro do limite de 674 a 791 cP, reespecificando-o conforme produtos disponíveis no mercado, e extinguindo toda reclamação referente a viscosidade do produto, obtendo-se estes valores, que ultrapassam os valores que a Resolução Normativa nº 1 de 1978 classifica como concentrado e super concentrado.

Como sugestão, frisa-se a utilização da nova especificação dos limites de viscosidade, fazendo com que estes sejam sempre controlados até o final do processo, empregando-se os equipamentos necessários. Para que não ocorra a turvação do produto, espera-se que testes em laboratório sejam realizados antes da produção, a fim de observar a validade destas análises estatísticas e que ocorra a melhoria do processo para o produto e todos os envolvidos, esperando-se que, com os resultados positivos, possa-se garantir a qualidade para os consumidores.

Embora as amostras coletadas não representem o processo, conforme descrito em parágrafos anteriores, o estudo da viscosidade deve continuar, para obterem-se resultados que melhor especifiquem o processo em si.

4 CONCLUSÕES

A avaliação da viscosidade do detergente possibilitou identificar as possíveis causas das variações das amostras, num período de 3 meses, onde a coleta de dados resultou em um total de 8 (oito) amostras viscosidade.

Com a representação dos dados em carta de controle, os valores dos limites calculados deram-se em LSC de 1105,90 cP, LIC de 45,03 para o gráfico de medidas individuais, sendo a média de 575,46 cP, e, para o gráfico de amplitude móvel, os valores resultaram em LSC de 651,58 cP e LIC 0 cP. Assim, compreendem-se os gráficos como sob controle estatístico, porém não apresentaram estabilidade, bem como, impossibilidade de previsão das características do processo.

Para os diagramas de dispersão representados, não houve ou mesmo, pois houve fraca interação da relação de cloreto de sódio e lauril éter sulfato de sódio com a viscosidade, supondo com que outros fatores estejam agindo para ocorrência da variação de viscosidade. Analisando-se a correlação entre lauril éter sulfato de sódio e cloreto de sódio, assumiu-se moderada correção positiva, indicando que estes agem juntos para promoção da viscosidade. Desse modo, seguiu-se com a aplicação em diagrama de causa e efeito.

Para investigação dos fatores externos ao processo químico, utilizou-se da ferramenta estatística, diagrama de causa e efeito, que possibilita o acompanhamento do processo para revisão de todos os fatores que influenciam na variação da viscosidade. Concluindo, portanto, que as causas que tem maior tendência ao efeito compreendido é a falta de sala de pesagem na produção, tanque inadequado, falta de treinamento dos funcionários, utensílios calibrados, pás e rotação dos agitadores impróprios, falha na especificação de matéria-prima e fornecedores, controle de temperatura em análise e a falta de registro de controle durante o processamento.

Para ajuste dos limites de viscosidade, foram analisados os mesmos parâmetros nos produtos concorrentes, os quais, deram uma média de 738,05 cP, fazendo com que os valores dos limites de viscosidade da empresa em estudo, se alterasse de 251,95 a 1136,50 cP para 674 a 791 cP, restringindo, assim, a viscosidade a limites menores, havendo pouca variação.

Como sugestão, frisa-se a necessidade de coleta de uma maior amostragem dos valores de viscosidades, por um novo graduando, a fim de complementar o estudo já realizado até aqui. Para tal, é preciso o acompanhamento de novas bateladas de detergente lava-louças.

Assim, finaliza-se o trabalho, resolvendo o problema proposto para fins de promoção de melhorias para a empresa, concluindo-se que o relatório técnico/científico é de fundamental emprego na formação dos estudantes de engenharia química, aliando a teoria das aulas à prática do mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, L.; JAIGOBIND, A. G. A.; JAISINGH, S. Serviço Brasileiro de Normas Técnicas. Dossiê Técnico: detergente doméstico. Instituto de Tecnologia do Paraná, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5849. Tintas: Determinação de viscosidade pelo copo ford. Rio de Janeiro, p. 2. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13063. Tensoativos: Determinação Da tensão superficial. 1994. 1 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13064. Tensoativos: Determinação do poder espumante. 1994. 1 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13065. Tensoativos: Determinação do poder emulsionante. 1994. 2 p.
- BACCAN et al. São Paulo: Blucher; Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1979. 245 p.
- BAIN & COMPANY; GAS ENERGY. *Potencial de diversificação da indústria química Brasileira: relatório 4: tensoativos*. Rio de Janeiro, 2014. 52p.
- BRASIL. 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 providências. Publicado no Diário Oficial da União de 28 de outubro de 2013.
- BRASIL. 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.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução Normativa nº 1, de 25 de outubro de 1978. Aprova as normas a serem obedecidas pelos detergentes e seus congêneres. Publicado no Diário Oficial da União de 27 de novembro de 1978.
- CORINGA, E. A. O.; GOMES, A. L.; PEREIRA, S. C. *Parâmetros de qualidade físico-químicos de detergentes neutros comercializados em Cuiabá-MT*. Jornada da produção científica da educação profissional e tecnologia da região Centro Oeste. Educação profissional: ensino e pesquisa para ações sustentáveis. 2008.
- COSTA, A. F.B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. *Controle estatístico de qualidade*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005. 334 p.
- DALTIN, D. *Tensoativos: química, propriedades e aplicações*. São Paulo: Blucher, 2011. 43 p.

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

FOX, R. W.; MCDONALD, A. T.; PRITCHARD, P.J. *Introdução à mecânica dos fluidos*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 798 p.

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

MANIASSO, N. *Ambientes micelares em química analítica*. Química Nova. v. 24, n.1, 87-96, 2001.

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.

NETO, A. B.; FOGAÇA, M. *Controle de qualidade: livro didático*. Palhoça: Unisul Virtual, 2011. 112 p.

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

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

RAMOS, E. M. L. S.; ALMEIDA, S. S.; ARAÚJO, A. R. Controle estatístico de qualidade [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Bookman, 2013. 160 p.

VIEIRA, R. C. C. *Atlas de mecânica dos fluidos: fluidodinâmica*. São Paulo: Blücher, 1971. 281 p.

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.

YOUNG, B. R. M. D. F.; OKIISHI, T. H. Fundamentos da mecânica dos fluidos. 2ª ed. São Paulo: Blücher, 1997. 412 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 – Resultado viscosidade detergente lava-louças.

Descrição	Viscosidade (cP)
Marca 01	371,15
Marca 02	240,38
Marca 03	813,44
Marca 04	667,29
Marca 05	1598,02
Média Encontrada	738,05

APÊNCICE B – Resultados de Cálculos Carta de Controle

N ^o	Tempo (min)	Tempo (s)	Viscosidade (cP)	Média viscosidade (cP)	Amplitude	Média Amplitude	LSC	LIC	LSCr	LICr
1	01:50	110	405,76	575,46		199,44	1105,90	45,03	651,58	0
2	02:14	134	498,06	575,46	92,30	199,44	1105,90	45,03	651,58	0
3	02:05	125	463,45	575,46	34,61	199,44	1105,90	45,03	651,58	0
4	02:14	134	498,06	575,46	34,61	199,44	1105,90	45,03	651,58	0
5	02:23	143	532,68	575,46	34,61	199,44	1105,90	45,03	651,58	0
6	04:45	285	1078,81	575,46	546,13	199,44	1105,90	45,03	651,58	0
7	03:07	187	701,90	575,46	376,91	199,44	1105,90	45,03	651,58	0
8	01:55	115	424,99	575,46	276,91	199,44	1105,90	45,03	651,58	0

APÊNCICE C – Resultados de Cálculos Diagrama de Dispersão

Nº	NaCl (mol/L)	Viscosidade (cP)	Lauril (%)
1	0,062	498,06	2,43
2	0,065	1078,81	2,80
3	0,068	532,68	2,73
4	0,0772	498,06	2,73
5	0,0774	424,99	2,73
6	0,081	463,45	2,80
7	0,083	701,9	2,68
8	0,087	405,76	2,80