



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

**KARINA DA SILVA FALCÃO**

**ESTUDO SOBRE REPETITIVIDADE E REPRODUTIVIDADE PARA PRODUTOS DO  
LABORATÓRIO PILOTO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**JOÃO PESSOA - PB**

**2019**

**KARINA DA SILVA FALCÃO**

**ESTUDO SOBRE REPETITIVIDADE E REPRODUTIVIDADE PARA PRODUTOS DO  
LABORATÓRIO PILOTO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito final para obtenção do título de Bacharel em Química Industrial pelo Centro de Tecnologia, da Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lígia de Oliveira Franzosi Bessa

**JOÃO PESSOA-PB**

**2019**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

F178e Falcao, Karina da Silva.

Estudo sobre Repetitividade e Reprodutibilidade para  
Produtos do Laboratório Piloto de Química Industrial /  
Karina da Silva Falcao. - João Pessoa, 2019.

52 f. : il.

Orientação: Lígia de Oliveira Franzosi Bessa.  
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

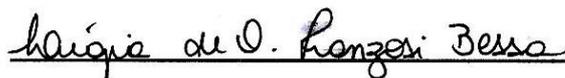
1. Detergentes.R&R.Variabilidade.Viscosidade. I. Bessa,  
Lígia de Oliveira Franzosi. II. Título.

UFPB/BC

**KARINA DA SILVA FALCÃO**

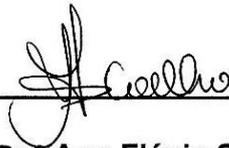
**ESTUDO SOBRE R&R PARA PRODUTOS DO LABORATÓRIO PILOTO DE QUÍMICA  
INDUSTRIAL**

**BANCA EXAMINADORA**



**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lígia de Oliveira Franzosi Bessa**

**Orientadora – UFPB/CT/DEP**



**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Flávia Santos Coelho**

**Examinador(a) – UFPB/CT/DEQ**



**Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Rogério Santana Peruchi**

**Examinador(a) - UFPB/CT/DEP**

**20 DE SETEMBRO DE 2019**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele eu não teria conseguido chegar até aqui. Senhor, obrigada por nunca me abandonar até nos momentos em que todos, inclusive eu achava que não daria certo.

À toda minha família, principalmente a minha avó Ivaldete Valentim do Rêgo pela inspiração diária de mulher e profissional exemplar, seja ela qualquer tarefa que se proponha fazer.

À minha mãe, Andréa Márcia por sempre acreditar no meu potencial, por nunca achar que eu não iria conseguir e toda hora persistir na ideia de que sou capaz de tudo que eu estiver determinada a realizar. Ao meu pai, Jadenilson Falcão por sempre me fazer acreditar que através dos estudos eu consigo alcançar o mundo.

Ao meu namorado, Marcos Souza por sempre sonhar comigo, mesmo quando o sonho parece ser utópico, você sempre esteve lá para me motivar, saiba que tu és minha principal referência de determinação e lealdade.

Aos meus verdadeiros amigos da universidade Débora Almeida, Fábio Batista, Gabriel Romaniuc, Júlia Falcão, Lucas André, Mirela Mendes, Rafael Silva e Vinícius Gabriel obrigada pela paciência naqueles momentos de agonia, nas madrugadas pré e pós-provas, nos momentos de choro, insegurança, mas acima de tudo nas conquistas e boas risadas, eu levarei vocês em meu coração por toda minha vida.

E não menos importante as minhas amigas da vida Ângela Nádia, Érika Lima, Maynara Martins e Vitória Furtunato obrigada por sempre acreditarem em mim, sempre me motivarem e sempre comemorar as minhas conquistas como se fossem as suas. Eu dedico a vocês minha sincera amizade.

À minha orientadora Lígia, pois sem ela esse TCC não teria um toque especial de gentileza, paciência e compreensão. Desde a aceitação em me orientar a reta final em me motivar. Irei guardar todas as palavras doces de que tudo dará certo e que tudo tem seu tempo. Obrigada por confidenciar minhas angústias, planos futuros e alegrias. Se um dia o sonho de seguir carreira acadêmica der certo, tenha certeza que me espelharei em você.

À UFPB pelo privilégio de fazer parte desta instituição na qual tenho tanto orgulho. A universidade me proporcionou uma profissão linda, nesses 4 anos minha segunda casa me ensinou a amadurecer, foi onde eu vivi momentos tão felizes e tão tristes, mas que todos contribuíram para meu crescimento profissional e principalmente em meu crescimento humano, obrigada.

## RESUMO

Com a diversidade de detergentes sendo fabricados no Laboratório Piloto de Química Industrial (LAPQ), deseja-se saber se estes produtos estão sendo bem elaborados e se suas viscosidades estão corretas de acordo com as legislações estabelecidas. Especificação como viscosidade tomando base em Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) de produtos de alta linha de produção. Espera-se avaliar essas particularidades por meio de um estudo sobre Repetitividade e Reprodutibilidade (R&R) que ajudará a descobrir se existe variabilidade no sistema de medição dos lotes de detergentes produzidos pelo LAPQ da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), no qual alunos voluntários auxiliam na elaboração dos detergentes. Este estudo visa analisar as fontes de variações associadas aos processos de medições na produção de detergentes do laboratório, através de mensurações de parâmetros importantes com o mesmo operador e diferentes operadores medindo diversas vezes o mesmo produto. A partir dos resultados obtidos foi possível visualizar que nas medições das viscosidades dos detergentes não houve problemas de repetitividade, mas houveram problemas de reprodutividade, identificados através dos gráficos das médias dos operadores, interação peça\*operador e Rchart e para solucionar tais problemas, foi possível sugerir soluções que os operadores pudessem evitar em próximos trabalhos além de aplica-las no LAPQ.

Palavras-chaves: Detergentes. R&R. Variabilidade. Viscosidade.

## ABSTRACT

With the diversity of detergents being manufactured in the Pilot Laboratory of Industrial Chemistry (PLIC), it is wanted to know if these products are being well elaborated and if their viscosities are correct according to the established legislation. Specification as viscosity based on Chemical Safety Data Sheet (CSDS) for high production line products. It is expected to evaluate these particularities through a study on Repeatability and Reproducibility (R&R) that will help to find out if there is variability in the detergent batch measurement system produced by the Federal University of Paraíba (FUPB), in which volunteer students assist in the preparation of detergents. This study aims to analyze the sources of variations associated with the measurement processes in laboratory detergent production, by measuring important parameters with the same operator and different operators measuring the same product several times. From the obtained results it was possible to see that in the detergent viscosity measurements there were no repeatability problems, but there were reproducibility problems, identified through the graphs of the operator averages, interaction \* operator and Rchart and it was possible to solve such problems. suggest solutions that operators could avoid in future work beyond applying them to PLIC.

Keywords: Detergents. R&R. Variability. Viscosity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Gráfico de controle .....	17
Figura 2 - Detergentes fabricados no LAPQ, sem rótulos.....	31
Figura 3 - Rótulo de um detergente fabricado no LAPQ.....	32
Figura 4 - Viscosímetro rotativo .....	33
Figura 5 - Gráfico das médias dos operadores.....	37
Figura 6 - Gráfico de Interação peça*operador.....	37
Figura 7 - R chart .....	38
Tabela 1 - Parâmetros e quantidades de elementos .....	35
Tabela 2 - % R&R.....	35
Tabela 3 - ANOVA .....	36
Quadro 1 - Conexão das etapas, métodos e objetivos.....	34

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABIPLA - Associação Brasileira de Indústrias de Produtos de Limpeza e Afins

AIAG - Automotive Industry Action Group

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BPF - Boas Práticas de Fabricação

CEP - Controle Estatístico de Processo

CT - Centro de Tecnologia

DEQ - Departamento de Engenharia Química

GGSAN - Gerência Geral de Saneantes

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

LABSAN - Laboratório de Saneamento

LAPQ - Laboratório Piloto de Química Industrial

MSA - Measurement Systems Analysis

POP - Procedimento Operacional Padrão

pH - Potencial Hidrogeniônico

R&R - Repetibilidade e Reprodutibilidade

SM - Sistema de Medição

UFPB - Universidade Federal da Paraíba

FISPQ - Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1 Justificativa .....	13
1.2 Objetivo geral .....	14
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	15
2.1 Controle Estatístico de Processo .....	15
2.2 Sistema de Medição .....	19
2.3 Repetitividade e Reprodutibilidade (R&R) .....	21
2.3.1 Interpretação de um estudo de Repetitividade e Reprodutibilidade ....	23
2.4 Saneantes .....	26
2.4.1 Detergentes.....	27
2.4.2 Viscosidade .....	28
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	29
3.1 Tipo de pesquisa realizada.....	29
3.2 Ambiente da pesquisa .....	30
3.3 Atividades desenvolvidas .....	33
<b>4. RESULTADOS – ESTUDO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO</b> .....	35
4.1 Análise de R&R baseado nos dados mensurados.....	35
4.2 Procedimento Operacional Padrão - POP.....	39
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	40
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	41
<b>APÊNDICE A – Dados dos lotes de detergentes</b> .....	48

## 1. INTRODUÇÃO

Os domissanitários são substâncias ou preparações que vão desde a higienização até a odorização de ambientes domiciliares, coletivos ou públicos. Podem ser utilizados por qualquer pessoa para fins domésticos, para aplicação, manipulação ou entidades especializadas, para fins profissionais (RDC, 2001).

O mercado de compras de produtos domissanitário cresce cada dia mais o que contribui para o maior faturamento na área de saneantes e beneficia o mercado de trabalho do setor. Espera-se que essa tendência venha a ascender já que o consumo dos produtos na manutenção do lar dos brasileiros chega a 25,5% do total das despesas (HUPFER, 2013; SEBRAE, 2019).

Produtos químicos saneantes são aqueles destinados à higienização, desinfecção ou desinfestação domiciliar, em ambientes coletivos, públicos e em lugares de uso comum. Além disso, possuem regulamentação sob a responsabilidade da Gerência Geral de Saneantes (GGSAN) da Anvisa, no qual é responsável por certificar que o produto não oferece riscos, para isso são realizados teste de eficácia e segurança (BRASIL, 2010).

De acordo com Filho (2008) a GGSAN classifica os saneantes em dois grupos distintos risco I e risco II. Produtos de limpeza em geral que não necessite de diluição, possua pH puro entre 2 e 11,5 e não contenham em sua formulação ácido fluorídrico, sulfúrico e nítrico por sua destinação de uso e pelas características de suas formulações, esses são requisitos para grupo do Risco I. Já os produtos que apresentam características mais ácidas ou alcalinas e os que requerem comprovação de eficácia, por exemplo, os antimicrobianos e os desinfetantes, são registrados e passam por uma avaliação mais profunda, principalmente quanto à eficácia e propriedades toxicológicas, essa característica pertence a produtos do Risco II.

Ao considerar que pessoas lidam com produtos saneantes e que eles causam riscos quando utilizados de má forma, o controle de qualidade deve ser sempre prezado. Controle de qualidade e a melhoria da qualidade tendem a andar juntos já que ambos possuem o intuito de garantir que tarefas e produtos satisfaçam os clientes numa porção significativa do mesmo, para assim se aperfeiçoarem de forma contínua (MONTGOMERY, 2016).

A qualidade se torna primordial na busca pelo produto perfeito, sem que haja defeitos. Uma das eras da qualidade é o controle estatístico da qualidade e visa avaliar a precisão e a exatidão com que estão sendo realizados os experimentos, de forma a garantir a confiabilidade dos dados experimentais, e evitar interpretações e decisões equivocadas (BRASIL, 2010; GARVIN, 1992).

Para investigar a qualidade de um determinado aspecto em um produto é importante que sejam realizadas medições para obter algum parâmetro avaliativo. E para realizar as medições são utilizados métodos e instrumentos, porém é importante identificar se os métodos de medições estão adequados. Uma maneira de avaliar o sistema medição é por meio da Repetitividade e Reprodutibilidade (R&R), onde se podem mensurar parâmetros avaliativos como análise da viscosidade

A repetitividade é variação das medições obtidas com um instrumento de medição, usado várias vezes por um mesmo operador, enquanto medindo uma mesma característica de uma mesma peça. Enquanto a reprodutibilidade é definida como a variação das médias feitas por diferentes avaliadores, utilizando um mesmo instrumento de medição, enquanto medindo uma mesma característica de uma mesma peça (SILVA, 2005).

Sendo assim um processo de medição (R&R) é uma estimativa da variação que combinam os dois processos, ou seja, é a variância resultante do erro de repetitividade e do erro de reprodutibilidade (SILVA, 2005).

Com isto, o Laboratório Piloto de Química Industrial (LAPQ) que atende ao Campus I da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), e se localiza no Centro de Tecnologia (CT) é auxiliado pelos professores, técnicos e alunos do Departamento de Engenharia Química (DEQ). E, por meio deste trabalho deseja-se inspecionar se os detergentes do laboratório possuem uma margem de variabilidade distinta entre si e caso haja solucionar essa variação de variabilidade na qual gera erros avaliativos nos produtos.

Os produtos fabricados no LAPQ são destinados à própria universidade, no que auxilia os alunos dos cursos de Química Industrial e Engenharia Química a se habituarem a fabricação de produtos em pequena escala. Além de propor que usufruam os produtos e tenham um contato a mais com o âmbito laboratório e propor aos discentes da instituição oportunidades de estágios.

É importante que o LAPQ possua um monitoramento no qual se baseie nas elaborações dos saneantes, por meio de estudo do sistema de medição, no qual os alunos, estagiários, técnicos e professores tenham como saber se ocorrem variâncias no sistema de medição em R&R. Assim, poderão ocorrer melhorias nas atividades de controle de qualidade dos produtos e no beneficiamento de referência laboratorial dentro da instituição, além de ser um excelente incentivo para os alunos obterem uma experiência importante desde a vida acadêmica.

Com base nos contextos abordados, é de grande valia que o laboratório tenha análises que envolvam sistemas de medição como R&R que irá avaliar a eficácia dos detergentes fabricados, tanto no controle de processos quanto nas medições e assim obter um produto final de qualidade ótima.

Para um produto oferecer qualidade ótima é necessário que todas as medições estejam sendo realizadas de forma correta para desta forma obter um sistema de medição com capacidade de determinar um controle de qualidade, processo suficiente e assim produzir produtos com erros de avaliação muito pequenos (KAMIL e PAWEL, 2017).

A maioria das referências foi abordada na realização de trabalhos que buscavam melhorias nas áreas do tema abordado, como indústria e tecnologia. Este trabalho tem como objetivo analisar, identificar e reduzir as variações no processo de fabricação dos saneantes do LAPQ. Não se tem muita informação sobre o estudo sistema de medição em R&R na área de saneantes o que limitou a busca de artigos para a composição do trabalho.

Ao final das análises com base nos resultados e conclusões do trabalho, este será apresentado ao LAPQ com o intuito de propor melhorias durante a produção dos saneantes para conscientizar a equipe do que está sendo feito de correto e errado durante a produção dos saneantes que acaba afetando o produto final.

### 1.1 Justificativa

A motivação para realização deste trabalho foi analisar as medições e os testes feitos nos produtos selecionados no laboratório, averiguar por meio de sistemas de medição as melhorias para os métodos de repetitividade e reprodutibilidade e se eles foram satisfatórios.

De acordo com a ANVISA (2010) os produtos saneantes precisam manter um padrão de qualidade, como de desinfecção com processo físico ou químico que destrói a maioria dos microrganismos patogênicos de objetos inanimados e superfícies. Desinfestação é um processo que mata, inativa ou repele organismos indesejáveis no ambiente, sobre objetos, superfícies inanimadas ou em plantas além da desodorização que é capaz de controlar odores desagradáveis, por meio de atividade antimicrobiana, limitando à inibição do crescimento dos microrganismos.

Como o LAPQ trabalha com ajuda de alunos e estagiários da UFPB é considerável orientar tais membros de acordo com RESOLUÇÃO-RDC Nº 59, de 17 de dezembro de 2010 na qual se dispõe sobre os procedimentos e requisitos técnicos para a notificação e o registro de produtos saneantes e dá outras providências, pois é necessário que os produtos produzidos atendam todas as exigências para possuir um padrão de qualidade ideal.

A análise da R&R no sistema de medição da viscosidade de detergentes é fundamental para diagnosticar problemas no processo de medição, seja no operador, ou no produto.

Através do sistema de medição podem-se verificar as possíveis causas e assim corrigi-las para manter um bom padrão de qualidade dos produtos. A verificação do método de medição da viscosidade é importante para evitar que os produtos finais de detergentes estejam fora dos padrões estabelecidos e assim evitaria um produto com uma viscosidade ruim, sem um aspecto muito fluido ou muito espesso.

É importante também para criar padrões do sistema de medição para o laboratório além de garantir que a medição da viscosidade está sendo feita de forma correta.

## 1.2 Objetivo geral

Analisar as fontes de variação associadas aos processos de medições na produção de detergentes do Laboratório Piloto de Química Industrial na Universidade Federal da Paraíba.

## 1.3 Objetivos específicos

- Identificar parâmetros legais para a produção de saneantes;
- Identificar os métodos de controle empregados ao Laboratório Piloto de Química Industrial;
- Determinar os fatores que variam e os intervalos sobre os quais esses fatores variam na produção dos produtos;
- Selecionar a variável de resposta que forneça o parâmetro legal do produto;
- Analisar as variações de repetibilidade e reprodutibilidade associadas ao processo de medição na fabricação dos saneantes;
- Propor processo de melhoria para reduzir as fontes de variações associadas aos processos de medições;
- Apresentar conclusões que possam ser postas em prática de acordo com os resultados.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo possui temas que abrangem sistema de medição, Controle Estatístico de Processo (CEP), Repetitividade e Reprodutibilidade (R&R) e regulamentações da Anvisa, utilizando os temas em conjunto para aplicação final na produção dos saneantes do LAPQ. Desejou-se apresentar os temas envolvendo os resultados propostos através dos objetivos gerais e específicos.

### **2.1 Controle Estatístico de Processo**

O Controle Estatístico Do Processo (CEP) é o conjunto de técnicas e ferramentas estatísticas organizadas e nos dá a possibilidade de melhorar a qualidade de um processo além de proporcionar a manutenção dele. Considerado uma ferramenta da qualidade além de outras já existentes, é um bom rumo a se tomar quando se trata de resultados eficientes para organização. Através do uso do CEP, processos podem ser analisados, diminuindo as perdas por meio de análise constante do processo (SCHISSATTI, 1998).

De modo a auxiliar eficazmente o controle da qualidade, o CEP é uma metodologia muito desenvolvida e eficaz. No Brasil, a utilização do CEP está sendo mais frequente por uma quantidade significativa de empresas. Através da sua utilização em indústrias, foi comprovada sua ótima desenvoltura no monitoramento de problemas (KUROKAWA, 2002).

O CEP dentro de uma fábrica pode ser uma ótima ferramenta no auxílio do monitoramento de processo e assim utilizá-lo é uma forma eficaz de identificação de problemas, porém ainda existem diversas empresas na qual sofrem com processos industriais não otimizados (PALADINI, 2002).

No CEP existem algumas ferramentas que se destacam como: cartas de controle por variáveis, medidas de dispersão, medidas de tendência central além dos histogramas (BONILLA, 1995), e por meio destas ferramentas pode-se facilitar a visualização de um problema em uma indústria.

Dentre os gráficos em que o CEP proporciona, as cartas de controle são os que chamam de indispensáveis, pois possuem três objetivos que são primordiais na análise de um processo. Eles são: verificar se o processo possui causas especiais, observar se o processo permanece estável, mostrando se será preciso modificá-lo e aprimorar o processo de forma contínua, por meio de redução de variações. (RAMOS, 1997).

Os gráficos de controle são amplamente utilizados para supervisionar os processos produtivos e melhoria da qualidade, principalmente, por suas facilidades computacionais e por exigir pouco treinamento estatístico (PYLRO, 2008).

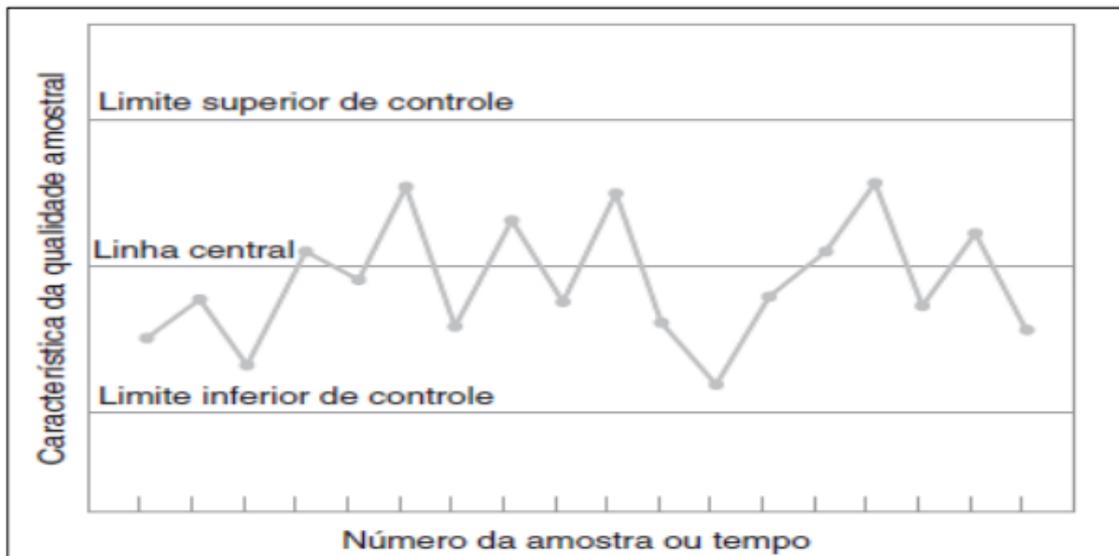
O auxílio de técnicas estatísticas de controle é uma realidade, pois a qualidade das operações representa diminuição na variabilidade, obtendo-se resultados mais próximos aos limites especificados (MILAN E FERNANDES, 2002).

Segundo Konrath (2002) no processo de construção desses limites são usados comumente três desvios padrões, o que pode ser justificado pelos bons resultados obtidos na prática.

Vieira, (1999) diz que as cartas de controle possuem três linhas paralelas. Uma central, onde representa a média dos valores resultantes das medições realizadas no processo, uma linha superior e outra inferior, uma abaixo e outra acima da linha central. E estas são ditas como limite superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC). Em um processo sob controle, todos os pontos se

encontram dentro dos limites inferior e superior de controle, os pontos ficam de forma aleatória dentro dos limites. Mas, a maior parte dos processos não opera sob controle estatístico e a utilização frequente dos gráficos é muito útil para a identificação das causas de desvios.

Figura 1 - Gráfico de controle



Fonte: Montgomery (2016 p. 131)

Alencar (2004) e Cortivo (2005) afirmam que Controle Estatístico de Processo (CEP) é um conjunto de ferramentas que monitoram através de uma rede online os dados da qualidade, e através desta ferramenta é possível observar o comportamento do processo, visualizando suas variações e controlando o processo através dos dados contínuos que são fornecidos, além da possibilidade de anulação de causas especiais, que são as causadoras de um processo não estar sob controle.

Ramos (1997), defini as causas de variação nos processos como causas especiais ou aleatórias e causas comuns, desta forma diz que as causas especiais ou aleatórias são as que geram fatores variações no qual afeta o processo de maneira inesperada. Esta causa se diferencia de uma comum pelos seus resultados serem diferentes quando se compara com os demais.

As causas aleatórias ou especiais podem causar problemas inevitáveis em processos, mas pode existe alguma causa considerável decorrente de causas comuns e que existam fatores importantes a serem analisados. Por meio de cartas de controle,

é possível controlar um problema e assim prosseguir com o processo de forma efetiva, após a eliminação das causas comuns (KUROKAWA, 2002).

Já os de causas comuns são definidos por Ramos (1997), como uma fonte de variação que atinge valores de forma individual no processo, sendo assim possui várias origens, sem que nenhuma se sobressaísse na outra. Quando apenas as causas comuns existirem em um processo, dizemos que este processo está sob controle ou estatisticamente estável.

Vieira (1999) diz que, todo processo está sujeito à variabilidade e existem as causas especiais e as causas comuns que promovem estas variações.

Vieira (2002) diz que dois produtos nunca serão iguais em função da variabilidade de produção e que tal característica leva à definição de qualidade. Então, a qualidade pode ser entendida como diminuição da variabilidade, e pode ser analisada por meio do Controle Estatístico de Processo.

Segundo Werkema, (1995), o gráfico de controle não possibilita identificar de quais são as causas especiais de variação que estão fora de um processo que não está sob controle estatístico, porém existe um processamento que possibilita a visualização das informações que irão ser utilizadas quando for identificar estas causas.

Segundo Costa (2005), na busca pela identificação das causas, deseja-se trabalhar sobre o processo, trazendo melhorias até que os pontos que estariam fora dos limites de especificação voltem a estar situados dentro dos limites. E então ocorre a redução das variações e surge o aumento do controle e confiança do processo.

O uso do CEP se baseia em um processo onde está sob condições conhecidas e são mantidas constantes, tal processo pode sofrer causas comuns que mostra a posição e a dispersão do processo. Então já que conhecemos o processo, poderemos prever o que irá ocorrer (DINIZ, 2001).

Segundo Carneiro (2003) e Moreira (2004) métodos estatísticos não irão resolver todas as imperfeições do processo, mas é uma alternativa adequada para localizar e buscar resolver os problemas que nele consta. Estes métodos estatísticos podem proporcionar um melhoramento contínuo da qualidade e simultaneamente um melhoramento da produtividade.

Mexer no processo é necessário para não continuar com os defeitos. O CEP tem um caráter preventivo, não tem limitações a problemas específicos, necessita

ter um objetivo nas análises e possibilita a avaliação da qualidade em todo o processo (PALADINI, 1990).

Silva (1999) afirma que a busca por melhorias da qualidade necessita de aperfeiçoamento constantes e ações que deixem que os problemas sejam ajustados, priorizando feitos corretivos, para dar continuidade com melhoramentos e assim agir corretamente na busca por bons resultados.

Para Martins (2011), com o controle estatístico de processo é acreditável que se tenha bons resultados, pois esta ferramenta pode ser utilizada em diversas etapas do processo e assim podemos averiguar de forma contínua da qualidade e a analisar as variáveis que estarão surgindo de forma negativa, fazendo com que os resultados finais sejam prejudicados.

Diversos autores preferem não falar sobre as desvantagens do CEP, apenas afirmam que deve ser bem aplicado, pois o lucro que gera para a empresa é significativo e os efeitos colaterais que ele irá causar não serão perceptíveis, pois o que pode dar errado em sua implantação é a forma na qual ele foi executado (SOARES, 2001).

## 2.2 Sistema de Medição

Um SM é formado pelo conjunto de procedimentos, operações, instrumentos de medição, programas computacionais além de pessoais, utilizados para contribuir com característica de qualidade. Pode-se dizer que um ótimo SM é de grande importância quando se trata de um bom desempenho de um processo ou produto. O CEP por exemplo, possui dependência da capacidade do SM. O SM sendo ou não defeituosos acabam contribuindo com a redução do controle de melhorias da qualidade (MONTGOMERY, 2016).

Montgomery (2016) e AIAG (2010), dizem que quando se tem algum equipamento de medição em um laboratório, deseja-se que ele seja calibrado, porém mesmo ele estando calibrado pode ser que ele não seja capaz de mensurar um produto ou controlar um processo. Com isto, a análise de um SM não é só técnicas de calibração. Um SM precisa ser validado e monitorado para garantir que possua um funcionamento correto, a determinação de sua capacidade permite fazer com que exista uma diferença entre a variabilidade da medida que originou no objeto de

medição daquela causada por ele. O desempenho que um SM possui está ligado as variações de longo prazo, e precisam ser analisadas por meio da estabilidade e da capacidade de discriminação.

De acordo com o manual MSA (2002) o sistema de medição que trabalha com verificação das características principais de um produto ou que são críticas da qualidade, precisam ter diversos estudos, dentre eles o de repetitividade e reprodutibilidade que podem ser aplicados em sistemas de inspeção por atributos. Além disto, é necessário fazer uma manutenção contínua destes sistemas de medição por meio de ferramentas estatísticas que nos possibilitam uma forma de verificação eficiente.

FPNQ (2002), diz que uma adaptação de um SM de desempenho de uma organização precisa manter definições e critérios de como se manter no sistema, como: concessão de um olhar sistêmico e integral; possuir uma reflexão lógica de estratégia; utilizar de forma ativa os indicadores; manter todos os níveis de hierarquia, mostrar as consequências de forma evidente no desempenho dos resultados.

Macedo (1996) afirma que no Brasil um dos principais empecilhos ao sucesso da implementação de estratégias de melhorar o desempenho orientado por clientes é desses sistemas de medição adequados a essas estratégias.

Para o sistema ser eficiente, é preciso que possua determinados atributos, são eles: o grau no qual as medidas são utilizadas pelos inúmeros indivíduos e grupos que dão ênfase nos objetivos da organização, a visibilidade do sistema em todos os níveis e para todos os que possuem interesse, o balanceamento dos critérios de medição, abrangência do sistema, além de mudanças que precisem ser alteradas nos objetivos de medição (CYPHER, 1996).

O sistema da qualidade exige a realização de análises periódicas dos seus sistemas de medição para se manterem com medições confiáveis, tais medições sendo baseadas através do controle de processos de fabricação e a avaliação de conformidade de produto (QS 9000, 1998; TS 16949, 2001).

Então sabemos que para se obter um SM confiável é necessário analisar todos os processos que envolvem medição e através disso são utilizados métodos e ferramentas estatísticas. Diante das avaliações realizadas são de grande importância a sensibilidade do sistema de medição ser adequada, deve ser estável e as

propriedades estatísticas que são os erros devem ser consistentes ao longo do intervalo de medição esperado e adequadas ao propósito de medição (SILVA, 2005).

Werkema (2006), afirma que em um SM a estabilidade do processo de medição possui importante relevância, pois os processos sob controle estatístico estão sob ação do sistema de causas comuns o que tornam os resultados previsíveis. Uma característica de previsibilidade, com o processo sob controle serão válidos, caso não estejam sob controle poderão ser considerados como histórico, sem que possua relevância para resultados futuros.

Decisões que envolvem o gerenciamento de uma empresa no setor de processos produtivos devem possuir dados para serem baseados, diversas vezes esses dados são resultados de realizações de medidas. Desta forma, é imprescindível verificar os sistemas de medição para que emitam dados confiáveis antes do responsável pelo setor tomar a decisão final com base nos dados que este sistema gerou.

As decisões estratégicas para os processos produtivos de uma empresa devem ser baseadas em dados, estes dados são muitas vezes obtidos através de medições, pois realizar medições é uma etapa essencial para o processo que está relacionada com o avanço do controle de qualidade (WERKEMA, 2006).

É válido analisar que a obtenção das medidas de certas variáveis ou sua característica que interessa está associada a um processo de produção de bens ou fornecimento de serviços que também se constitui em um processo estando sujeito a atuação de diversas fontes de variação.

A variabilidade dos SM são importantes para determinar o ponto chave do processo, dentre elas podemos citar: desgaste de componentes do instrumento de medição; posição em que o item a ser medido é colocado no aparelho de medição; condições ambientais como temperatura e umidade; emprego de procedimentos de medição inadequados; condições ambientais; treinamento insuficiente dos avaliadores; falta de calibração do aparelho de medição.

### 2.3 Repetitividade e Reprodutibilidade (R&R)

Em indústrias são muito utilizados o estudo de Repetitividade e Reprodutibilidade (R&R) que é um método de análise de sistema de medição. A R&R são medidas em função da dispersão dos valores medidos pelo sistema de medição. Os dois fatores são combinados e permitem o cálculo da variabilidade assim surge o estudo sobre repetitividade e reprodutibilidade. Este estudo possui uma abordagem estatística além de ser um método quantitativo, sabemos que a reprodutibilidade se diz respeito a variação da média entre SMs, já a repetitividade é o erro aleatório, de causas comum do sistema de medição. O estudo sobre R&R tem o propósito de determinar se a variabilidade do sistema de medição é menor que a variabilidade do processo monitorado (MONTGOMERY, (2016); AIAG (2010).

Segundo Gonçalves, (2008) instrumentos que apresentam variabilidade em procedimentos de medição, tem a possibilidade de afetar os resultados finais de processos, podendo gerara aceitação de um produto fora do limite de especificação ou ocorrer a rejeição de um produto dentro dos limites de especificações. Análises erradas podem produzir uma despesa a mais na produção, por meio de perdas de materiais, ou na recuperação de alguma peça. Uma alternativa para redução destas perdas é a escolha de equipamentos que exponham uma variabilidade de medição menor que a tolerância da peça, podendo assim diminuir o custo na produção, sem causar danos a empresa.

A análise da variabilidade pode ser feita por meio de uma calibração. Com isto, deve se obter um padrão calibrado e com incerteza de medição conhecida, e deve ser mensurada repetidas vezes com o equipamento. Nem sempre um equipamento poderá ser calibrado com frequência, pois a calibração é algo que pode custar caro além de demorada, ocasionando um custo grande para empresas. São esses tipos de ocasiões que se pode ser aplicados os estudos de R&R no qual avalia erros aleatórios e a calibração avalia erros sistemáticos (AIAG, 2010; PERUCHI, 2014).

Segundo INMETRO (2012) os resultados das medições na repetitividade representam a aptidão de um equipamento fornecer dados informativos bem parecidos, depois de serem realizadas diversas medições, com as mesmas condições de operação e ambientais em pequenos intervalos de tempo. A reprodutibilidade que representa o grau de concordância dos resultados das mensurações de forma sucessiva, muda o estado em que as medidas serão realizadas, como o método, observador, a localização e as condições de tempo e localização.

Os parâmetros nos quais o estudo sobre R&R são determinados estão baseados em análises estatísticas da dispersão dos resultados. Então, podemos dizer que de um grupo de resultados da medição que possui um padrão de referência, e precisa estar clara a média, a amplitude, o desvio padrão e a variância para obtermos o desempenho do instrumento (AIAG, 2010; PERUCHI, 2014).

A repetitividade e reprodutibilidade de um processo de medição (R&R) é uma estimativa da variação combinada da repetitividade e da reprodutibilidade. Contudo, ainda nesse tipo de sistemas outros fatores podem influenciar o desempenho do sistema de medição em forma semelhante. Por esta razão, a reprodutibilidade deve ser interpretada como a variação das médias de medições repetidas correspondentes a diferentes condições de medição (SILVA, 2005).

O estudo de repetitividade e reprodutibilidade deseja buscar uma avaliação sob a variação que existe no sistema de medição, para assim ser comparada com a variação busca avaliar a variação do processo de fabricação ou a tolerância de produto. Assim, esse estudo é à base de um critério de capacidade da medição, permitindo avaliar se o sistema de medição é ou não apto para uma determinada aplicação.

Estes estudos podem ser realizados usando diversas amostras da produção, que envolvam dois ou mais operadores que irão medir as amostras diversas vezes. A exemplo, um estudo de R&R por atributos precisam cerca de 180 a 220 medições já um sistema convencional de R&R podem requerer 90 medições.

### 2.3.1 Interpretação de um estudo de Repetitividade e Reprodutibilidade

O Sistema de Medição (SM) de Repetitividade e Reprodutibilidade (R&R) , determina se a variabilidade do SM é relativamente menor que a variabilidade do processo monitorado.

O R&R ajuda a selecionar um SM adequado para uma dada análise com base na magnitude da variação contribuída por um dado MS. Um estudo R&R quantifica três aspectos (SENOL, 2004; NEILL, 2010; DESHPANDE et al., 2014; PERUCHI, 2011):

- Repetitividade do Medidor (R) ou variação do instrumento (EV): é a variação obtida de um instrumento e um operador ao medir a mesma amostra várias vezes.

- Reprodutibilidade (R) ou variação dos operadores que usam o instrumento (AV): pode ser definida como a variação das médias das medições feitas por

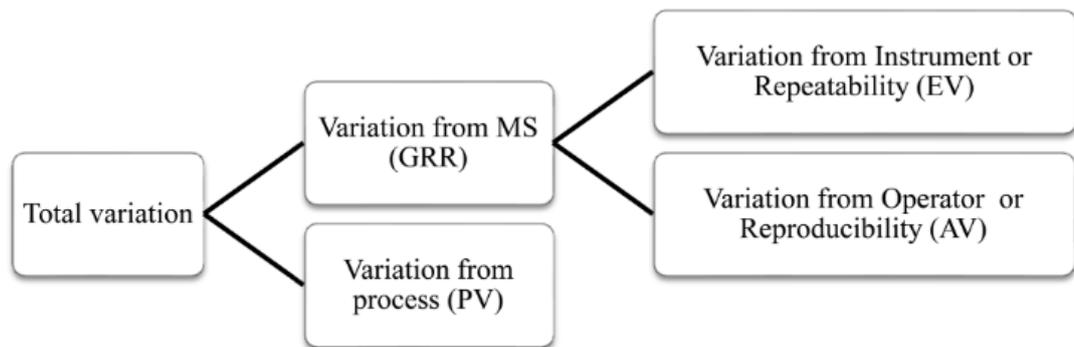
diferentes avaliadores, utilizando um mesmo instrumento, enquanto medindo uma mesma característica, sob as mesmas condições ambientais

Repetibilidade e Reprodutibilidade Total do Medidor (GR&R): é a soma vetorial de EV e AV

Segundo (Neill, 2010; Deshpande et al., 2014), a variação do SM na equação 1 consiste na variação devida ao operador / avaliador (AV) e a variação devida ao equipamento (EV), conforme mostrado na equação 3.

Se a variação do SM é conhecida, pode-se calcular a variação real do processo. Isso permite que os pesquisadores trabalhem no desenvolvimento do processo de forma eficaz. A variação total em qualquer medida é a medida da variação proveniente do SM e a variação contribuída pelo processo, como mostrado na Figura 1 e também pelas equações 1 e 2.

Figura 1 – Componentes da Variação Total de uma medição



Fonte: (Deshpande et al., 2014)

$$\text{Variação Total (TV)} = \text{variação do processo (PV)} + \text{variação do MS (GR\&R)}$$

Eq. 1

$$\sigma_{VT}^2 = \sigma_{PV}^2 + \sigma_{GR\&R}^2 \quad \text{Eq. 2}$$

$$\sigma_{GR\&R}^2 = \sigma_{AV}^2 + \sigma_{EV}^2 \quad \text{Eq. 3}$$

A variação do SM na equação 1 é a determinação do R&R, que consiste na variação devida ao operador / avaliador (AV) e a variação devida ao equipamento (EV), conforme mostrado na equação 3.

Se a variação do SM é conhecida, pode-se calcular a variação real do processo. Isso permite que os pesquisadores trabalhem no desenvolvimento do processo de forma eficaz.

Em muitos casos, a estimativa da incerteza de medição usará métodos de SM e R&R para quantificar os erros padrão significantes (AIAG, 2010). A principal diferença entre incerteza e SM é que SM foca em entender o processo de medição, determinando a quantidade de erro no processo e avalia a adequação do sistema de medição para o controle do produto ou processo. SM fornece entendimento e melhoria (redução da variação). Incerteza é a amplitude de valores medidos, definidos por um intervalo de confiança, associado com um resultado medido e espera-se incluir o valor verdadeiro da medição (PERUCHI, 2011).

A AIAG (2010) afirma que embora as causas específicas dependam da situação, algumas fontes de variação típicas podem ser identificadas. Existem diversos métodos de apresentação e categorização dessas fontes de variação, tais como: diagrama de causa e efeito, diagrama da árvore de falhas, etc. Os principais elementos de um SM genérico para garantir que os objetivos requeridos sejam atendidos são: padrão, peça, instrumento, pessoas/procedimentos e ambiente de trabalho.

Segundo Peruchi (2011), como o desempenho de processo, o desempenho do SM é a rede de efeitos de todas as fontes determináveis e significantes de variação ao longo do tempo. O  $\sigma_{\text{desempenho}}^2$  quantifica a atribuição de erros combinados de medição (aleatório e sistemático) e pode ser expresso como na equação 4:

$$\sigma_{\text{desempenho}}^2 = \sigma_{\text{capabilidade}}^2 + \sigma_{\text{estabilidade}}^2 + \sigma_{\text{consistência}}^2 \quad \text{Eq. 4}$$

Para situações de “controle de produto” em que o resultado da medição resulta na decisão para produtos conformes e não conformes, por meio de inspeção 100% ou amostragem, a especificação da tolerância deve ser considerada. Neste caso, o R&R será direcionado para avaliar a tolerância especificada para o produto, logo, não deverá cobrir toda a amplitude do processo.

Para situações de “controle de processo” em que o resultado da medição resulta em decisões a respeito de “estabilidade de processo, entendimento da variação natural do processo” (ou seja, monitoramento de processo, capacidade e melhoria de processo), a viabilidade de amostras para toda a amplitude de operação torna-se importante.

Sequências a serem seguidas para facilitar a compreensão e interpretação das tomadas de decisões no estudo de caso R&R foram baseadas em (AIAG, 2010).

- ✓ **Decidir se o sistema de medição é aceitável, marginal ou inaceitável através do índice %R&R:**

- Aceitável, quando o índice %R&R for inferior a 1% e não precisará realizar novas análises.
  - Marginal, quando índice %R&R estiver entre  $1\% < R\&R < 9\%$  e por isso será necessário acrescentar outros gráficos para detectar problemas, como mostrado nas sequências adiante.
  - Inaceitável, se o índice %R&R detectar uma porcentagem maior que 9%, tendo que passar por novas análises e assim ser melhorado.
- ✓ **Através dos dados da ANOVA analisar o *p-value* das peças se  $< \text{ou} > 0,05$ :**
    - *P-value*  $< 0,05$  significa que as peças escolhidas foram diferentes e representam a amplitude do processo de fabricação, seguir e analisar o *p-value* dos operadores.
    - *P-value* das peças  $> 0,05$  será necessário fazer um novo experimento com novas peças.
  - ✓ **Através dos dados da ANOVA analisar o *p-value* dos operadores se  $< \text{ou} > 0,05$ :**
    - *P-value*  $< 0,05$  deve-se afirmar que existe problema de reprodutividade entre os operadores. Por isto, será necessário analisar o gráfico de média dos operadores. Seguir e analisar o *p-value* peça\*operador.
    - *P-value*  $> 0,05$  analisa-se interação peça\*operador.
  - ✓ **Através dos dados da ANOVA analisar o *p-value* da interação peça\*operador se  $< \text{ou} > 0,05$ :**
    - *P-value*  $< 0,05$  confirma-se que existem problemas de reprodutividade, analisa-se o gráfico de interação peça\*operador, que identificará possíveis causas de variação e posteriormente analisa-se o gráfico Rchart, finalizando as análises.
    - *P-value*  $> 0,05$  analisa-se o gráfico Rchart, que identifica problemas de repetitividade, finalizando as análises.

## 2.4 Saneantes

Os saneantes são utilizados em diversos ambientes, como em casas, escritórios e hospitais, destinado à limpeza do ambiente, além de proporcionar um odor agradável ao ambiente. Este ramo industrial está corriqueiramente em transformações, na busca pelo aperfeiçoamento dos produtos, com isto aumenta o leque de variedades para os consumidores (CAMPOS, 2017).

Existem inúmeras RDCs que ditam as normas que cada indústria deve seguir, nas de saneantes a principal resolução é a RDC 47/2013 onde estabelece as boas práticas de fabricação dos produtos. Nesta resolução é possível ver todo caminho que uma empresa irá seguir para garantir a fabricação de um produto de boa qualidade.

E a ANVISA 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.

#### 2.4.1 Detergentes

Detergente é um produto de limpeza no qual é abundante e competitivo no mercado, pois possui um custo baixo tanto na sua fabricação quanto no ato de sua compra. Porém determinadas empresas escolhem produtos de baixa qualidade, com matérias-primas ruins o que pode diminuir a capacidade de limpeza do produto e prejudicar a saúde do consumidor quando entra em contato com a pele (CAMPOS, 2017).

Este saneante vem com a finalidade de higienização, limpeza de ambientes que possuam ou não de circulação pessoas. Qualquer indivíduo que tenha consciência sobre o manuseio materiais de limpeza pode utilizar o mesmo sem risco algum para a saúde (CORINGA, 2008).

Os detergentes lava-louças podem ser vistos como um dos principais produtos de limpeza presentes nos lares, pois são cerca de 100% das pessoas os usam. As tecnologias e inovações de detergentes estão cada vez mais desenvolvidas, pois os consumidores estão mais exigentes quando se trata da eficiência dos produtos (HENRIQUE, 2017).

De acordo com a Resolução RDC nº 59, de 17 de dezembro de 2010 os detergentes são da classe de risco I, pois possuem baixa toxicidade. Os lava-louças

são produtos destinados à limpeza nas superfícies, objetos como louças e tecidos, por meio da diminuição da tensão superficial por estar dissociado em água sendo o componente ativo de caráter aniônico, catiônico, anfótero ou não iônico.

#### 2.4.2 Viscosidade

De acordo com Sabrina M. Henrique, podemos definir a viscosidade desta forma:

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).

Além disto, a viscosidade também mede o quanto um líquido resiste ao escoamento sobtensão. Uma contribuição para a resistência ao escoamento é o espaçamento pequeno entre as moléculas e as forças intermoleculares. A temperatura também pode ser um fator no qual irá influenciar a viscosidade de um líquido, pois quanto mais alta a temperatura, menor a viscosidade (CASTELLAN, 2008).

Alguns fatores podem influenciar na alteração da viscosidade de um produto como, por exemplo, durante o processo de fabricação de um amaciante, podem surgir situações indesejadas como problemas de aeração, que ocorre devido ao excesso de velocidade na agitação, no que dão origem a bolhas de ar dentro do produto, que se localizam principalmente na superfície, além de causar a perca do volume no frasco após o envase e perda de viscosidade. A melhor solução para tal problema é diminuir a velocidade de agitação durante a fabricação do produto (AKZO, 2001).

Os parâmetros de viscosidade escolhido para os produtos de análise foram baseados em trabalhos publicados onde estes estudos foram fundamentados nas regulamentações que a Anvisa dispõe sobre parâmetros de viscosidade dos amaciantes de roupas, detergentes e sabonetes líquidos.

De acordo com a Resolução RDC n° 13/07 (BRASIL, 2007) detergentes líquidos possuem uma viscosidade de no mínimo 100 cPs.

### 3. METODOLOGIA

O capítulo destinado a metodologia será apresentado a forma de realização da pesquisa, tomando como base os objetivos mencionados anteriormente. Este item será dividido em três partes: estrutura da pesquisa, atividades desenvolvidas e ambientes da pesquisa, que serão abordados procedimentos realizados, a forma em que foi aplicado, além de ilustrar o âmbito laboratorial utilizado.

#### 3.1 Tipo de pesquisa realizada

A pesquisa é uma forma das pessoas ficarem cientes de que as atividades possuem um aspecto de neutralidade científica. O ato de pesquisar é uma ação na qual possibilita a quem investiga uma avaliação imparcial de dados coletados do princípio de que haja um planejamento exigente para que no fim encontre a solução do problema.

A competência de manipular e construir são um artifício bastante relevante para adquirir sabedoria ao desenvolver uma pesquisa científica. Uma forma de educar que se diz independente, não pode deixar de utilizar o recurso de investigação (DEMO, 2012).

Este trabalho possui um caráter quantitativo baseado nos experimentos realizados e avaliados durante as análises, pois foram definidas e manipuladas algumas das variáveis compostas para o resultado do problema da pesquisa e problemas secundários.

Desta forma as pesquisas que se caracterizam como quantitativas possuem uma necessidade de distanciar quem investiga do objetivo que está sendo estudado para evitar possíveis fraudes nos experimentos e assim podendo garantir eficácia da pesquisa.

A pesquisa foi realizada de forma experimental, pois todas as hipóteses e variáveis foram analisadas em ambiente laboratorial. Juntamente com a forma descritiva, por se tratar da descrição e o manuseio de variáveis. Em comparação com pesquisas de campo, as de pesquisa consentem que quem pesquisa possa isolar o

que se estuda podendo trabalhar com todas as variáveis que se deseja de forma que mantenha a integridade das especificações estabelecidas (KERLINGER, 2003).

### 3.2 Ambiente da pesquisa

Toda a pesquisa foi realizada no LAPQ na UFPB, no centro de tecnologia (CT), ao lado do Laboratório de Saneamento (LABSAN) situado no bloco CTC. O LAPQ é coordenado pelo Professor Doutor Vital de Sousa Queiroz, além de possuir outros funcionários como químicos e técnicos responsáveis, tendo como atividades principais a fabricação de produtos saneantes domissanitários, armazenagem, e distribuição para a própria instituição de ensino.

Na parte de fabricação dos produtos estão situadas às matérias primas em uma bancada lateral do ambiente, acima dela existe uma prateleira com bastão de vidro, Erlenmeyer, proveta, béquer e bureta. Na outra lateral possui três reatores para auxiliar na fabricação dos saneantes, além de existir duas pias para higienização das vidrarias utilizadas.

O laboratório é dividido em ambiente para recepção, área de fabricação, sala de pesagem, e um pequeno laboratório de microbiologia e duas salas menores com cadeiras mesas e computadores para os membros que constituem o laboratório. Com intuito de elaborar produtos saneantes pelos alunos da UFPB do curso de Química Industrial e Engenharia Química, além de simular a experiência em uma indústria de saneantes, realização de aulas que se encaixam na área de aprofundamento dos alunos e propor estágios para os discentes que estão na reta final da graduação.

São fabricados diversos tipos de saneantes como: amaciante, desinfetante, detergente, lava-roupa, álcool em gel, alvejante, sabonete líquido, cera líquida, com fragrâncias e cores diversas, ressaltando que todos esses produtos são elaborados pelos alunos que são auxiliados pelos funcionários responsáveis do LAPQ.

Figura 2 - Detergentes fabricados no LAPQ, sem rótulos



Fonte: Autoria própria.

A pesagem e medição de produtos se localizam na sala de pesagem onde se encontram balanças eletrônicas, garantindo a qualidade da matéria-prima desejada no processo de fabricação por meio das formulações de cada produto. Logo após esta etapa os produtos são levados para o setor de fabricação.

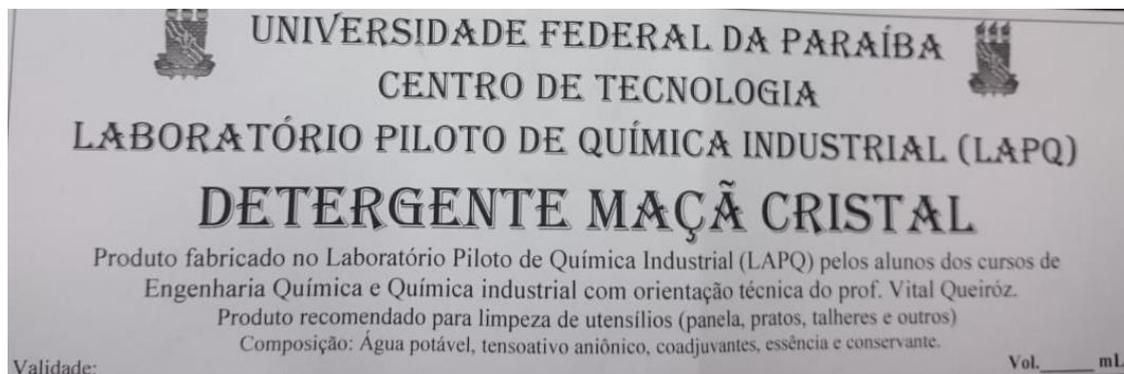
A fabricação é um setor com objetivo de fabricar todos os produtos acabados que serão oferecidos a instituição, devendo seguir às Boas Práticas de Fabricação (BPF) e processos de garantia de qualidade.

No envasamento estão todos os produtos já acabados onde serão distribuídos para a instituição. Nesse setor, utilizam-se bombonas com capacidade de 200L, depois que os produtos estão nas bombonas, retira-se os produtos e os substituem em embalagens menores de 500mL, 1L e 2L, todo o processo de envase é feito manualmente pelos membros do processo de fabricação.

A rotulagem é o setor responsável por etiquetar todos os produtos, mostrado na parte frontal das embalagens, e contém todos os dados de qualidade, finalidade, data

de fabricação, volume líquido e modo de usar do produto. Assim como o envasamento o processo de rotulagem também é feito manualmente.

Figura 3 - Rótulo de um detergente fabricado no LAPQ



Fonte: Autoria própria.

O setor da embalagem tem como objetivo fazer o acondicionamento dos produtos acabados. São utilizadas embalagens de plástico onde comportam volumes de 500 mL, 1L e 2 L.

Já o processo de estocagem se localiza os produtos finalizados, antes de serem enviados ao seu destino final. A estocagem, por exemplo, é encarregada de separar os pedidos como detergentes de uma determinada fragrância de um detergente neutro. Os produtos são estocados em prateleiras de metal onde são arrumados por cada tipo de produto e liberados.

Por fim, no controle de qualidade o processo fica supervisionado pelos técnicos e pelos estagiários onde se comprometem em analisar a qualidade dos produtos finais, por meio de análises físico-químicas, como: verificação de pH, determinação da densidade, determinação da viscosidade, análise visual da cor característica e turbidez.

Todas as amostras foram disponibilizadas pelo LAPQ para serem analisadas neste estudo, dentre os três operadores, dois eram alunos e um era a técnica responsável pelo laboratório.

Foram analisadas dez amostras de detergentes, de lotes diferentes, cada lote foi analisado por três operadores distintos que mensuraram as amostras com um viscosímetro rotativo, como mostrado na Figura 4.

Figura 4 - Viscosímetro rotativo



Fonte: Autoria própria.

Em cada lote, cada um dos operadores mensurou três vezes a mesma amostra. As amostras eram medidas de acordo com a disponibilidade dos lotes fabricados no LAPQ, todos os três operadores se mantiveram os mesmos assim como a ordem da medição de cada um.

Todos os dados da pesquisa foram coletados em torno de quatro meses não consecutivos, pois o LAPQ não desenvolve saneantes em larga escala, depende dos alunos e estagiários para serem elaborados, além de serem fabricados de acordo com a necessidade do centro.

Foi utilizado o método R&R e por meio dele pode ser observado se existe variabilidades no sistema de medição, se houve, pode-se descobrir pelo que ela foi causada. E, se está variabilidade no sistema de medição é causada pelas diferenças entre operadores.

### 3.3 Atividades desenvolvidas

Com o intuito de facilitar a compreensão dos métodos de estudo trabalhados, com foco nos objetivos expostos e os métodos realizados, foi criado o Quadro 1,

baseado em Montgomery (2009) para auxiliar o entendimento do trabalho e na compreensão das etapas que foram constituídas.

Quadro 1- Conexão das etapas, métodos e objetivos.

<b>Etapas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Métodos</b>
<b>RECONHECIMENTO E RELATO DO PROBLEMA</b>	Identificar parâmetros legais para a produção de saneantes	Validar um sistema de medição de viscosidade dos detergentes do laboratório e identificar se existe variabilidade nas viscosidades.
<b>ESCOLHA DOS FATORES E DOS NÍVEIS</b>	Identificar os métodos de controle empregados ao laboratório piloto de química	Fatores: lotes e operadores – Níveis: 10 lotes e 3 operadores.
<b>SELEÇÃO DA VARIÁVEL RESPOSTA</b>	Determinar os fatores que variam e os intervalos sobre os quais esses fatores variam na produção dos produtos	Determinação dos fatores e intervalos que variam foi preciso refazer as condições para analisar o âmbito laboratorial e que ele, esteja sob controle, sendo mensurado através da viscosidade dos detergentes
<b>ESCOLHA DO PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL</b>	Selecionar a variável de resposta que forneça o parâmetro legal do produto	Através de experimentos comprovar o que a variável de resposta proporciona um conteúdo útil sobre o trabalho de estudo, por meio da média e do desvio padrão, além de avaliar a capacidade do medidor, onde foram realizadas 10 amostras, com 3 operadores (sendo o operador 1 e 2 alunos e o operador 3 a técnica do LAPQ) e 3 repetições, totalizando 90 análises.
<b>REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO</b>	Analisar as variações de repetibilidade e reprodutibilidade associadas ao processo de medição na fabricação dos saneantes	O processo foi realizado em torno de 4 meses, mantendo os mesmos operadores assim como a ordem de mensuração das viscosidades.
<b>ANÁLISE DOS DADOS</b>	Propor processo de melhoria para reduzir as fontes de variações associadas aos processos de medições	A solução dos resultados será apresentada com o auxílio de gráficos de controle para a tomada de decisões em cada caso analisado. Utilizou-se o software Minitab 18 para demonstração de dos gráficos e para interpretá-los, utilizou-se o item 2.3.1 Interpretação de um estudo de Repetitividade e Reprodutibilidade.
<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	Apresentar conclusões que possam ser postas em prática de acordo com os resultados.	Validação do sistema de medição e como forma de recomendação a indicação em elaborar o POP do viscosímetro para evitar erros avaliativos.

Fonte: Adaptada ao Montgomery (2009)

## 4. RESULTADOS – ESTUDO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO

Neste capítulo será abordado o processo no qual as amostras foram analisadas através dos gráficos do software, com interpretação e plotagem de gráficos. O desenvolvimento do estudo será baseado na metodologia de Pereira (2016) como mostrado no capítulo 2.3.1 Interpretação de um estudo de Repetitividade e Reprodutividade deste trabalho.

### 4.1 Análise de R&R baseado nos dados mensurados

Como parâmetro de entrada tem-se três operadores e 10 lotes de detergentes que chamaremos de peças a serem analisadas e cada lote analisado em 3 replicatas por cada operador como mostra a Tabela 1. As medidas foram analisadas através do Minitab 18 no que disponibiliza gráficos para serem interpretados e facilitar a compreensão do estudo.

Baseado nas instruções de Pereira (2016) foi feita a interpretação dos dados seguindo passo a passo as orientações mencionadas neste trabalho.

Tabela 1 - Parâmetros e quantidades de elementos

<b>Parâmetros</b>	<b>Quantidade de elementos</b>
Operadores	3
Peças	10
Réplicas	3

Fonte: Autoria própria.

Através da Tabela 2 é possível identificar que a variação do sistema de medição para as amostras de detergente é 1,74% da variação total, ou seja, o sistema de medição é classificado como marginal, sendo assim, possui potencial de melhoria. Os erros de repetitividade (0,04%) e de reprodutividade (1,70%) são classificados como aceitável e marginal respectivamente.

Tabela 2 - % R&amp;R

Tipo	Variância	%Contribuição
Total Gage R&R	43,32	1,74
Repetitividade	1,06	0,04
Reprodutividade	42,26	1,70
Operadores	11,66	0,47
Operadores*peças	30,60	1,23
Varição do processo de fabricação	2439,88	98,26
Varição total	2483,20	100

Fonte: Autoria própria.

Na Tabela 3 através da ANOVA, analisou-se o *p-value* das peças que foi 0,000 <0,05, então as peças escolhidas foram diferentes e representam a amplitude do processo de fabricação. Com isto, devemos seguir e analisar o *p-value* dos operadores.

Ainda na Tabela 3, agora analisando o *p-value* dos operadores que foi 0,022, <0,05 comprovando que existe problema de reprodutividade entre os operadores. Sendo necessário analisar o gráfico das médias dos operadores.

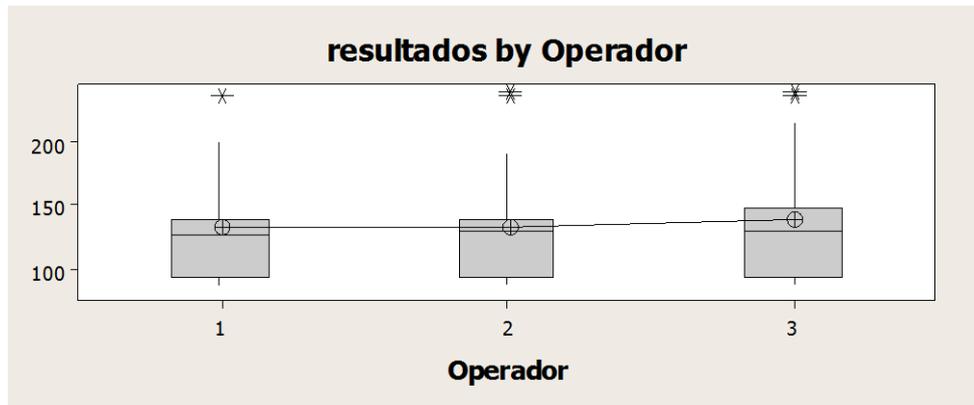
Tabela 3 - ANOVA

Tipo	DF	SS	MS	F	P
Peças/produto	9	198466	22051,8	237,501	0,000
Operador	2	885	442,7	4,768	0,022
Peça/produto* operador	18	1671	92,8	87,273	0,000
Repetitividade	60	64	1,1		
Total	89	201087			

Fonte: Autoria própria.

Existem problemas de reprodutividade entre os operadores, isso, porque o resultado do  $p$ -value foi 0,022. Através da Figura 5, observa-se uma discrepância do operador 3 em relação aos demais.

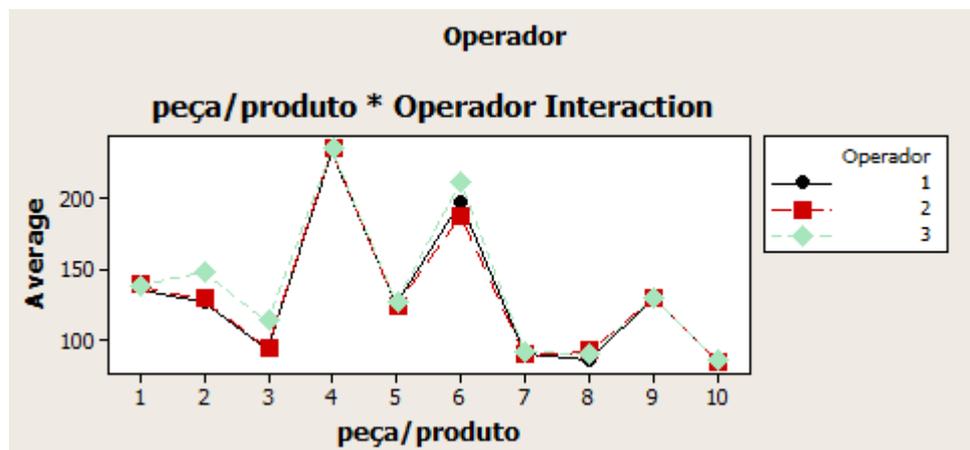
Figura 5: Gráfico das médias dos operadores



Fonte: Autoria própria.

Como pode ser visto na Figura 6, que mostra a Interação Peça\*Operador em relação as amostras analisadas pelos 3 operadores. Nota-se que existem problemas de reprodutividade na interação peça\*operador, pois o  $p$ -value é 0,00 como visto na tabela 2. Desta forma, as causas especiais de variação desse parâmetro foram no operador 3 medindo as peças 2, 3 e 6

Figura 6: Gráfico de Interação peça\*operador

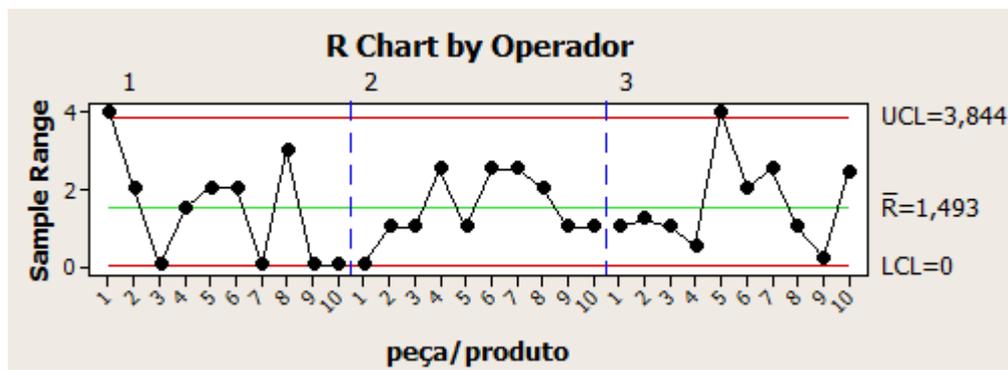


Fonte: Autoria própria.

Apesar do erro de repetitividade ser classificado como aceitável como visto na Tabela 1, analisando o gráfico R Chart na Figura 7 que representa os 3 operadores, foram encontradas causas de variação em repetitividade na medição para alguns produtos, no operador 1 peça 1 e operador 3 peça 5 onde os valores ultrapassam o limite superior de controle (UCL).

Os erros de repetitividade (0,04%) é aceitável. E reprodutividade é marginal. Os pontos que estão em cima da linha do limite inferior de controle não estão fora de controle, porém estão muito próximos a sair do controle.

Figura 7: R chart



Fonte: Autoria própria.

Portanto, pode-se considerar que o sistema de medição do detergente fabricado no Laboratório Piloto de Química Industrial LAPQ está sob controle no que diz respeito à repetitividade, porém as análises demonstraram que não há uma boa reprodutividades nas medições, visto que o operador 3 é a técnica do laboratório, usada como padrão de referências nas medições. Para evitar erros nos processos do sistema de medição de produtos líquidos fabricados no laboratório, elaborou-se um Procedimento Operacional Padrão para desenvolver um padrão no processo de sistema de medição desses produtos e desta forma outros operadores, geralmente alunos dos cursos realizarem medições próximas ao padrão de referência.

#### 4.2 Procedimento Operacional Padrão - POP

Segue o Procedimento Operacional Padrão (POP) do viscosímetro rotativo analógico como forma de apoio para conseguir um padrão do sistema de medição para futuras amostras analisadas.

Laboratório Piloto de Química Industrial LAPQ	Procedimento Operacional Padrão – POP
Código: POP 1	Edição: 1 <sup>a</sup>
Data: 06/08/2019	Revisão: 06/08/2020
<b>Viscosímetro Rotativo Analógico - Q860A</b>	

#### 1. OBJETIVO

Padronizar as mensurações da viscosidade dos produtos líquidos elaborados no Laboratório Piloto de Química Industrial LAPQ.

#### 2. DEFINIÇÕES

Viscosímetro: equipamento utilizado para medir a viscosidade de fluidos.

#### 3. IMFORMAÇÕES TÉCNICAS

- Suporte de ferro fundido com pés niveladores;
- Sistema de fixação e cremalheira para posicionar o aparelho na altura exata da medição;
- Sistema mecânico do freio e leitura analógica no disco graduado;
- Faixa de medição de 1 mPa.s a 100.000 mPa.s;
- Velocidade ajustável em 6; 12; 30; 60 rpm no modelo Q860A;
- Cabo de força com dupla isolamento e plugue de três pinos, dois fases e um terra, atendendo a nova norma ABNT NBR 14136;
- Acompanha 5 rotores (0,1,2,3,4) de aço inox no modelo Q860A21 caixa de madeira para transporte, estojo de madeira, base com pés niveladores, suporte, protetor do mancal e manual de instruções.

#### 4. PROCEDIMENTO

- Passo 1: Verificar se o equipamento está calibrado;
- Passo 2: Colocar a amostra em um Béquero e deixar a altura no menisco do spin do viscosímetro;
- Passo 3: Acoplar o béquer abaixo do equipamento com o spin submerso na amostra;
- Passo 4: Ligar o Viscosímetro Rotativo Analógico - Q860A no botão de *ON*;
- Passo 5: Cronometrar 30 segundos com o equipamento ligado;
- Passo 6: Clicar no botão de frear e desligar o equipamento no *OFF*, após o término dos 30 segundos;
- Passo 7: Mensurar a viscosidade de acordo com o fator acima do equipamento.

#### 5. REFERÊNCIAS

LABOR MARCAS. **Viscosímetro Rotativo Analógico - Q860A**. Disponível em: <https://www.labormarcas.com.br/viscosimetro-rotativo-analogico-q860a>. Acesso em 15 ago. 2019.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível identificar que os parâmetros de viscosidade na produção dos detergentes no lote 3, operador 1 e 2 ficaram abaixo do limite de viscosidade ( $< 100$  cP) e nos lotes 7, 8 e 10 nos 3 operadores também evidenciaram um limite de viscosidade abaixo do estabelecido.

Como forma de minimizar a discrepância entre os valores de viscosidades mensurados para que não cause danos na produção final dos detergentes foi elaborado um Procedimento Operacional Padrão (POP) do viscosímetro que pode ser um fator importante para a abertura de erros consecutivos.

Além da utilização do POP, a observação durante todo o processo de análises é válida para evitar erros como troca da ordem de operadores na mensuração, equipamento mal posicionado e diferença de temperatura.

Uma pessoa sendo operador 1 no processo, o ideal é que ela meça até o final as amostras permanecendo na posição de operador 1, o equipamento descalibrado, tempo em que as amostra fica no viscosímetro até o tempo ser cronometrado e pausado, além da leitura equivocada no equipamento. Todos esses fatores podem contribuir para erros, então uma observação mais cautelosa durante todo o processo é importante.

Através do gráfico de interação peça\*operador no qual mensura-se a reprodutividade do processo, demonstrou que houve problemas de reprodutividade.

Já no gráfico Rchart no qual visualiza-se as causas de variação em repetitividade, foram encontradas tais causas, no operador 1 peça 1 e operador 3 peça 5, pois estes ultrapassam o limite superior de aceitação (UCL), porém ele pode ser classificado como aceitável como visto na Tabela 2 com erros de repetitividade em 0,04%.

Durante as análises a medição dos saneantes foi realizada com certa dificuldade já que não havia fabricação de detergentes regularmente, além da fabricação diária depender da disciplina ministrada sobre as formulações, então para que os alunos comecem a ir ao laboratório eles necessitam ter visto toda a parte teórica de elaboração para assim começar a ir para a parte laboratorial.

Este trabalho tem o intuito de abrir caminhos para novas pesquisas com outros saneantes, também utilizados frequentemente no cotidiano, já que é um assunto com referências limitadas sobre viscosidade e controle de qualidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, Resolução - RDC nº 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 184, de 22 de outubro de 2001. Dispõe sobre procedimento, totalmente eletrônico, para a notificação à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, de Produtos Saneantes de Risco I. Publicada em DOU nº 155, de 14 de agosto de 2009

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 40, de 5 de junho de 2008. Aprova o Regulamento Técnico para Produtos de Limpeza e Afins harmonizado no âmbito do Mercosul através da Resolução GMC nº 47/07. Publicada em DOU nº 107, de 6 de junho de 2008.

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.

AIAG. 2010. **Measurement systems analysis: reference manual**. 4th ed. Detroit, MI, USA: Automotive Industry Action Group

AKZO, Nobel. Tecnologias para formulação de Amaciante. Surface Chemistry, 2001.

ALENCAR, J.R.B. **Validação do processo de fabricação de formas farmacêuticas sólidas usando CEP e redes neurais**. [Exame de qualificação] Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2004.

Automotive Industry Action Group (AIAG). **Measurement systems analysis: reference manual**. Fourth ed., Detroit, MI, USA, 2010.

BONILLA, J.A. **Qualidade total na agricultura: fundamentos e aplicações**. Belo Horizonte: Centro de Estudos da Qualidade Total na Agricultura, 1995. 344 p.

BRASIL, Resolução RDC nº 13 do Ministério da Saúde. 2007. Diário Oficial da União, Brasília, 28 de fevereiro de 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. 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**. Diário Oficial da União. 2010 dez 22; Seção 1. p. 80-2

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Gestão pública: um programa voltado para o cidadão**, 2010. Disponível em: [http://www.pqsp.planejamento.gov.br/sobre\\_pqsp.aspx?url=estrutura.htm](http://www.pqsp.planejamento.gov.br/sobre_pqsp.aspx?url=estrutura.htm). Acesso em: 4 dez. 2018.

BRASIL. Portaria n.354, de 13 de dezembro de 2010. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária descreve sobre os procedimentos e requisitos técnicos para a notificação e o registro de produtos saneantes e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, n.233, 17 dez. 2010. Seção I, p.33880.

BRASIL. Resolução ANVISA 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. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 4 dez. 2018.

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

CARNEIRO, N.W. **Controle estatístico de processo CEP** [CDROM]. Recife: UPE-POLI; 2003.

CASTELLAN, G. **Fundamentos de Físico-química**. 8ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

CLARK, J.L. **Altyn. Development, application and evaluation of an organizational performance measurement system.** Tese (Ph.D.) - Industrial and Systems Engineering Department, Virginia Polytechnic Institute and State University, 1995.

CORINGA, E.A.O.; GOMES, A.L.; PEREIRA, S.C. **Parâmetros de qualidade físicoquímicos de detergentes neutros comercializados em Cuiabá-MT.** 2ª JORNADA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA DA REGIÃO CENTRO OESTE. Cuiabá: CEFET, 2008.

CORTIVO, Z.D. **Aplicação do Controle Estatístico de Processo em sequências curtas de produção e análise estatística de processo através do planejamento econômico.** [Dissertação] Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2005.

COSTA, A.F.B.; EPPRECHT, E.K.; CARPINETTI, L.C.R. **Controle estatístico de qualidade.** 2. ed. São Paulo: Atlas; 2005. p.163-78.

CYPHER, S.R. **The alignment project - researching organizational alignment: how leadership and management teams manage the deployment and alignment of improvement efforts throughout their organizations.** Blacksburg: The Performance Center, Virginia Polytechnic Institute and State University, 1996.

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

DESHPANDE, A. A. et al. (2014) **“Applications of gage reproducibility & repeatability (GRR): Understanding and quantifying the effect of variations from different sources on a robust process development”**, Organic Process Research and Development, 18(12), p. 1614–1621. DOI: 10.1021/op5002935.

DINIZ, M.G. **Desmistificando o controle estatístico de processo.** São Paulo: Artliber; 2001. p.39-62.

FILHO, U.F.L. Saneantes. **Química viva.** Disponível em: [https://www.crq4.org.br/quimica\\_viva\\_\\_saneantes](https://www.crq4.org.br/quimica_viva__saneantes). Acesso em: 3 dez de 2018.

FUNDAÇÃO PARA O PRÊMIO NACIONAL DA QUALIDADE - FPNQ. **Planejamento do Sistema de medição de desempenho: relatório do comitê temático.** 2.ed. São Paulo, 2002. 96 p.

GARVIN, D.A. **Managing the quality**. New York, Free Press, 1992.

GONÇALVES, A.A.J.; SOUSA, A.R. 2008. **Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial**. São Paulo: Ed. Manole. 407 p.

HENRIQUE, S.M. **Produção de detergente lava-louças através do reuso de subprodutos em uma indústria de domissanitários**. 2017. 79p

HUPFER, N.T.; SILUK, J.C.M.; JÚNIOR, A.L.N.; SOLIM, M. **Modelagem para a mensuração da eficiência produtiva de empresas do setor domissanitário**. *Produção em foco*, v.3, n.2, p.301-319, 2013.

INMETRO. 2012. **Vocabulário Internacional de Metrologia: Conceitos Fundamentais e Gerais e Termos Associados**. 1ª edição Luso-brasileira. Rio de Janeiro. 95 p.

ISO/QS 9000 **Quality Systems Requirements**, third edition, 1998

ISO/TS 16949 **Quality management Systems – Particular requirements for the application of ISO 9001:200 for automotive production and relevant service part organizations**. 2002

KAMIL, S. and Pawel, B. (2017) '**Measurement system analysis for one-sided tolerance**', 5011, pp. 1-6. Doi: 10.1051/itmconf/20171505011.

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

KONRATH, A.C. **Decomposição da estatística do gráfico de controle multivariado T2 de Hotelling por meio de um algoritmo computacional**. [Dissertação] Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2002.

KUROKAWA, E.; BORNIA, A.C. **Uma proposta para a utilização do controle estatístico do processo (cep) através da carta "x" como uma ferramenta gerencial para a avaliação da vazão mínima noturna de um setor**. *Anais do seminário "Planejamento, projeto e operação de redes de abastecimento de água estado da arte e questões avançadas"*, João Pessoa, PB, Junho de 2002.

MACEDO-SOARES, T. Diana L. v. A., LUCAS, Débora C. **Práticas gerenciais de qualidade das empresas líderes no Brasil**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996a.

- MARTINS, S.L.M. **Monitoramento do controle estatístico de processo utilizando ferramentas estatísticas**. Tese (Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Maria, 2011.
- MILAN, M.; FERNANDES, R.A.T. **Qualidade das operações de preparo do solo por controle estatístico de processo**. Scientia Agricola, v.59, p.261-266, 2002.
- MONTGOMERY, D. C. (2009). **Introduction to statistical quality control**. John Wiley & Sons (New York).
- MONTGOMERY, D.C. **Introdução ao controle estatístico de qualidade**. 7.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. p.4-5.
- MOREIRA, D.A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira; 2004. p.561.
- MSA **Measurement Systems Analysis**, England: Chrysler, Ford and General Motors, third edition, 2002.
- NEILL, B. O. (2010) "in Rockwell Hardness Testers", (December), p. 33–35.
- PALADINI, E.P. **Avaliação estratégica da qualidade**. São Paulo: Atlas; 2002. p.64-114.
- PALADINI, E.P. **Controle de qualidade: uma abordagem abrangente**. São Paulo: Atlas; 1990. p.127-167.
- PEREIRA, R.B.D. **Combining Scott-Knott and GR&R methods to identify special causes of variation**. *Measurement*, v. 82, p. 135–144, 2016.
- PERUCHI, R.S. (2011) **Método dos Componentes Principais Ponderados Aplicado em Avaliação de Sistemas de Medição com Grandezas Correlacionadas**. 2011. 94f. Dissertação (Ciências Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá – MG.
- PERUCHI, R.S.; PAIVA, A.P.; Balestrassi, P.P.; FERREIRA, J.R.; SAWHNEY, R. 2014. **Weighted approach for multivariate analysis of variance in measurement system analysis**. *Precision Engineering*. Vol. 38. 651–658.

PYLRO, A.S. **Modelo linear dinâmico de Harrison & Stevens aplicado ao controle estatístico de processos autocorrelacionados**. [Tese] Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; 2008.

RAMOS, A.W. Controle Estatístico de Processo. In: CONTADOR, José Celso et al. **Gestão de Operações: A Engenharia de Produção a serviço da modernização da empresa**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, p.593, 1997.

SALAZAR, G.T. **Administração geral: teoria e gerência das organizações**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 153 p.

SCHISSATTI, M.L. **Uma Metodologia de Implantação de Cartas de Shewhart para o Controle de Processos**. Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1998.

SEBRAE. **O mercado brasileiro de produtos de limpeza**. <http://www.sebraemercado.com.br/o-mercado-brasileiro-de-produtos-de-limpeza/>. Acesso em: 13 mar de 2019.

SENOL, S. (2004) '**Measurement system analysis using designed experiments with minimum  $\alpha$  -  $\beta$  risks and n**', **Measurement: Journal of the International Measurement Confederation**, 36(2), pp. 131–141. DOI: 10.1016/ Journal of Measurement. 2004

SILVA, A.C. **Uma sistemática para garantia da qualidade metrológica aplicada em ambiente industrial**. Florianópolis, 2005. p.22-23. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina.

SILVA, L.S.C.V. **Aplicação do controle estatístico de processos na indústria de laticínios Lactoplasa: um estudo de caso**. [Dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 1999.

SOARES, G.M.V.P.P. **Aplicação do controle estatístico de processos em uma indústria de bebidas: um estudo de caso**. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de PósGraduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2001.

VIEIRA, S. **Estatística para a Qualidade**. 1. ed. Rio de Janeiro : Campus, p.198, 1999.

VIEIRA, S. **Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. Rio de Janeiro: Elsevier; 1999. p.126-49.

VIEIRA, S.R.; MILLETE, J.; TOPP, G.C.; REYNOLDS, W.D. **Handbook for geoestatal analysis of variability in soil and climate data**. In: ALVAREZ V.V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N.F.; MELLO, J.W.V.; COSTA, L.M. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.2, p.1-45, 2002.

WERKEMA, M.C.C. **Avaliação de sistemas de medição**. Belo Horizonte: Werkema Editora; 2006. v.5, p. 13-14.

WERKEMA, M.C.C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG; 1995. v.2, p.197 -284

## APÊNDICE A – Dados dos lotes de detergentes

Tabela A.1 – Amostra de detergente lote 1

Detergente Lote 1		
	Réplicas	Viscosidades
Operador 1	1	138
	2	134
	3	138
Operador 2	1	139
	2	139
	3	139
Operador 3	1	138
	2	138
	3	139

Fonte: Autoria própria.

Tabela A.2 – Amostra de detergente lote 2

Detergente Lote 2		
	Réplicas	Viscosidades
Operador 1	1	128
	2	126
	3	128
Operador 2	1	129
	2	130
	3	129
Operador 3	1	149,2
	2	148
	3	148,2

Fonte: Autoria própria.

Tabela A.3 – Amostra de detergente lote 3

Detergente Lote 3		
	Réplicas	Viscosidades
Operador 1	1	94
	2	94
	3	94
Operador 2	1	94
	2	94
	3	95
Operador 3	1	113
	2	114
	3	114

Fonte: Autoria própria.

Tabela A.4 – Amostra de detergente lote 4

Detergente Lote 4		
	Réplicas	Viscosidades
Operador 1	1	235
	2	235
	3	233,5
Operador 2	1	235
	2	237,5
	3	235
Operador 3	1	235,5
	2	235,5
	3	236

Fonte: Autoria própria.

Tabela A.5 – Amostra de detergente lote 5

Detergente Lote 5		
	Réplicas	Viscosidades
Operador 1	1	125
	2	127
	3	125,5
Operador 2	1	125
	2	125
	3	124
Operador 3	1	127,5
	2	129,5
	3	125,5

Fonte: Autoria própria.

Tabela A.6 – Amostra de detergente lote 6

Detergente Lote 6		
	Réplicas	Viscosidades
Operador 1	1	199,5
	2	197,5
	3	197,5
Operador 2	1	190
	2	187,5
	3	187,5
Operador 3	1	212,5
	2	213,5
	3	211,5

Fonte: Autoria própria.

Tabela A.7 – Amostra de detergente lote 7

Detergente Lote 7		
	Réplicas	Viscosidades
Operador 1	1	90,5
	2	90,5
	3	90,5
Operador 2	1	90,0
	2	90,0
	3	87,5
Operador 3	1	92,5
	2	90,0
	3	92,5

Fonte: Autoria própria.

Tabela A.8 – Amostra de detergente lote 8

Detergente Lote 8		
	Réplicas	Viscosidades
Operador 1	1	87,0
	2	84,0
	3	87,0
Operador 2	1	91,0
	2	92,0
	3	93,0
Operador 3	1	90,0
	2	90,4
	3	91,0

Fonte: Autoria própria.

Tabela A.9 – Amostra de detergente lote 9

Detergente Lote 9		
	Réplicas	Viscosidades
Operador 1	1	129,8
	2	129,8
	3	129,8
Operador 2	1	129,0
	2	130,0
	3	130,0
Operador 3	1	130,0
	2	130,2
	3	130,2

Fonte: Autoria própria.

Tabela A.10 – Amostra de detergente lote 10

Detergente Lote 10		
	Réplicas	Viscosidades
Operador 1	1	85,0
	2	85,0
	3	85,0
Operador 2	1	85,0
	2	84,0
	3	85,0
Operador 3	1	84,6
	2	85,0
	3	87,0

Fonte: Autoria própria.