



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA INDUSTRIAL**

POLIANA NOGUEIRA COSTA

**IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO PROCESSO DE
PRODUÇÃO DE TINTAS IMOBILIÁRIAS**

**CAMPINA GRANDE, PB
2022**

POLIANA NOGUEIRA COSTA

**IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE NO PROCESSO DE
PRODUÇÃO DE TINTAS IMOBILIÁRIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)
apresentado ao Departamento do Curso
Química Industrial da Universidade Estadual
da Paraíba, como requisito parcial à obtenção
do título de Bacharel em Química Industrial

Orientadora: Prof. Me. Nataline Cândido da Silva Barbosa

Coorientadora: Prof. Me. Tássila Pereira Neves

**CAMPINA GRANDE, PB
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C837i Costa, Poliana Nogueira.
Implementação de ferramentas da qualidade no processo de produção de tintas imobiliárias [manuscrito] / Poliana Nogueira Costa. - 2022.
44 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2022.

"Orientação : Profa. Ma. Nataline Cândida da Silva Barbosa, Coordenação do Curso de Química Industrial - CCT."

"Coorientação: Profa. Ma. Tássila Pereira Neves, IFSertãoPE - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano"

1. Ferramentas da qualidade. 2. Fabricação de tintas. 3. Tintas imobiliárias. I. Título

21. ed. CDD 667.2

POLIANA NOGUEIRA COSTA

**IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE NO PROCESSO DE
PRODUÇÃO DE TINTAS IMOBILIÁRIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)
apresentado ao Departamento do Curso
Química Industrial da Universidade Estadual
da Paraíba, como requisito parcial à obtenção
do título de Bacharel em Química Industrial

Aprovada em: 03/05/2022.

BANCA EXAMINADORA

Nataline Cândido da Silva Barbosa

Profa. Me. Nataline Cândido da Silva Barbosa (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Tássila Pereira Neves

Profa. Me. Tássila Pereira Neves (Coorientadora)
Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertão-PE)

Alisson Castro do Nascimento

Dr. Alisson Castro do Nascimento
Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Wanessa Karla Gomes Severo

Dra. Wanessa Karla Gomes Severo
Unidade Acad. de Engenharia Química Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Ao meu grandioso Deus por sempre renovar minhas forças; a minha mãe Irani Nogueira e meu filho Miguel Costa, pelo incentivo, compreensão, carinho e companheirismo, DEDICO.

“O conhecimento é um investimento a longo prazo. Sua moeda é o saber que vai se acumulando durante a vida. O que se constrói não se destrói tão fácil. Conhecimento e sabedoria fazem da vida uma verdadeira arte.”
Gleudson Melo.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Volume de produção de tintas no Brasil entre os anos de 2020 e 2021	17
Figura 2 –	Volume da produção de tintas (2021) de acordo com os segmentos.....	17
Figura 3 –	Distribuição por seguimento do volume de tintas produzido no ano de 2021.....	18
Figura 4 –	Fluxograma das etapas de produção de tintas base água.....	18
Figura 5 –	Atestado de Qualificação da ABRAFATI.....	20
Figura 6 –	Logomarca da Tintas Bella.....	21
Figura 7 –	Representação de uma estratificação.....	22
Figura 8 –	Exemplo de Folha de verificação e identificação de causas e defeito.....	22
Figura 9 –	Exemplo de um Diagrama de Pareto.....	23
Figura 10 –	Exemplo de Diagrama de Ishikawa.....	24
Figura 11 –	Exemplo de um Histograma.....	24
Figura 12 –	Exemplo de um Diagrama de Dispersão.....	25
Figura 13 –	Exemplo de Carta de Controle.....	26
Figura 14 –	Exemplo de carta de controle: parâmetro saindo das especificações.....	26
Figura 15 –	Exemplo de um fluxograma.....	27
Figura 16 –	Imagem de um Viscosímetro de Stormer.....	28
Figura 17 –	Gráfico de acompanhamento de processo: Viscosidade.....	32
Figura 18 –	Gráfico de acompanhamento de processo: pH.....	35
Figura 19 –	Gráfico de acompanhamento de processo: Densidade.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Produção das tintas: resumo histórico.....	13
Quadro 2 – Funções dos principais aditivos utilizados na formulação de tintas e esmaltes.....	15

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Dados referentes a análise de viscosidade medida em unidades de Krebs (KU)	31
Tabela 2 –	Dados referentes a análise de pH (potencial hidrogeniônico)	33
Tabela 3 –	Dados referentes a análise de Densidade.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- CEP - Controle estatístico de processo
- CQ - Controle de qualidade
- SIABI - Sistema Integrado de Automação de Bibliotecas.
- ISO - Organização Internacional para Padronização

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Uma Breve História das Tintas.....	12
2.2 Tintas e seus componentes	13
2.2.1 Resinas.....	14
2.2.2 Pigmentos	14
2.2.3 Cargas	14
2.2.4 Aditivos	15
2.2.5 Solventes e Diluentes.....	15
2.3 Tintas e suas derivações	16
2.4 Cenário de tintas no Brasil.....	16
2.5 Processo de fabricação de tintas	18
2.5.1 Pesagem.....	19
2.5.2 Pré-mistura e dispersão (moagem)	19
2.5.3 Completagem.....	19
2.5.4 Controle de qualidade.....	19
2.5.5 Filtração e envase	19
2.6 A empresa.....	20
2.7 Ferramentas da Qualidade	21
2.7.1 Estratificação	21
2.7.2 Folhas de Verificação	22
2.7.3 Diagrama de Pareto	23
2.7.4 Diagrama de Ishikawa	23
2.7.5 Histograma.....	24
2.7.6 Diagrama de dispersão.....	25
2.7.7 Carta de controle.....	25
2.7.8 Fluxograma.....	27
3. METODOLOGIA.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	40

IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE TINTAS IMOBILIÁRIAS

IMPLEMENTATION OF QUALITY TOOLS IN THE PRODUCTION PROCESS OF REAL ESTATE PAINTS

Poliana Nogueira Costa*

Prof. Me. Tássila Pereira Neves**

Profa. Me. Nataline Cândido da Silva Barbosa***

RESUMO

Os processos industriais por mais eficazes que possam parecer, podem vir a apresentar eventuais falhas, acarretando custos para a indústria, afetando diretamente seu tempo de produtividade e a qualidade de seus produtos. Tendo em vista o atual cenário de crescimento e competitividade da indústria de tintas no nosso país, diante de eventuais problemas deve-se propor ações corretivas. Neste trabalho, elaborou-se um estudo sobre a aplicação de ferramentas da qualidade (folhas de verificação associadas a cartas de controle) que mapearam e permitiram, com eficácia, a identificação de problemas e falhas no processo produtivo das tintas, apresentando proposições importantes para o controle estatístico interno da empresa. Para realização do presente trabalho, foram coletadas 40 amostras de tintas acrílicas, durante um período de 30 dias, com o objetivo de observar o comportamento destas segundo os parâmetros de controle de qualidade obtidos mediante análises físico-químicas de viscosidade de Stormer, análise de pH e análise de densidade. Construiu-se folhas de verificação e cartas de controle para esses parâmetros e, posteriormente, fez-se uma análise dos dados apresentados nessas ferramentas. Com os resultados obtidos, observou-se que o processo de fabricação das tintas acrílicas apresenta oscilações além dos limites estabelecidos, necessitando de ações corretivas que permitam assegurar o controle do processo e a qualidade dos produtos. Conclui-se que aplicação das ferramentas da qualidade demonstrou ser importante para a identificação de falhas, possibilitando a correção dos problemas a partir dos fatos observados como a necessidade da realização de treinamentos com a operação, a fim de sanar lacunas na execução das atividades operacionais, e a implementação da manutenção preventiva e corretiva do maquinário para a uniformidade do processo, redução de quebras e interferências na qualidade do produto.

Palavras-chave: Ferramentas da qualidade; Processo de Fabricação de tintas; Tintas imobiliárias.

ABSTRACT

Industrial processes, no matter how effective they may seem, may have eventual failures, causing costs for the industry, directly affecting its productivity time and the quality of its products. In view of the current scenario of growth and competitiveness of the paint industry in our country, corrective actions should be proposed in the face of possible problems. In this work, a study was carried out on the application of quality tools (check sheets associated with control) that mapped and effectively allowed the identification of problems and failures in the production process of paints, presenting important propositions for the company's internal statistical control. For the accomplishment of the present work, 40 samples of acrylic paints were collected, during a period of 30 days, with the objective of observing their behavior according to the parameters of quality control obtained by means of physicochemical analyzes of Stomper viscosity, pH analysis and density analysis. Check sheets and control charts were built for these parameters and, later, an analysis of the data presented in these tools was carried out. With the results obtained, it was observed that the manufacturing process of acrylic paints presents oscillations beyond the established limits, requiring corrective actions to ensure the control of the process and the quality of the products. It is concluded that the application of quality tools proved to be important for the identification of failures, allowing the correction of problems from the observed facts, such as the need to carry out training with the operation, in order to remedy gaps in the execution of operational activities, and the implementation of preventive and corrective maintenance of the machinery for the uniformity of the process, reduction of breaks and interferences in the quality of the product.

Keywords: Quality tools; Paint manufacturing process; Real estate paints.

*Poliana Nogueira Costa – aluna de graduação em Química Industrial – UEPB, e-mail: polynogcosta@gmail.com

** Prof.^a. Me. Tássila Pereira Neves – professora do Instituto Federal do Sertão Pernambucano – IFSertão-Pe, e-mail: tassilaneves@yahoo.com.br

***Prof.^a. Me. Nateline Cândido da Silva Barbosa - professora do Departamento de Química – UEPB, e-mail: natalinelucasluciano@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A tinta é uma composição geralmente líquida e viscosa, que forma um filme polimérico ao ser aplicada a um substrato e possui a finalidade de conferir proteção, cobertura e decoração (BROCK, GROTEKLAES e MISCHKE, 2010). Por sua vez, o esmalte é uma tinta utilizada como acabamento, em ambientes interiores e exteriores, normalmente usada para proteção e decoração de superfícies metálicas e de madeira (ABRAFATI, 2022).

A tecnologia de tintas no âmbito industrial e acadêmico está em constante desenvolvimento a fim de alcançar melhor desempenho, inovar e ampliar a funcionalidade, aumentar a durabilidade e reduzir o impacto sobre o meio ambiente (BUCHMANN, 2018).

Devido ao avanço tecnológico, o mercado de tintas em todo o mundo tornou-se extremamente competitivo, favorecendo o estudo de novas formulações e ampliando as suas derivações, além de contribuir na automatização das linhas de produção das indústrias de tintas, tornando o processo cada vez mais preciso e ágil e, conseqüentemente, obtendo produtos com padrão de qualidade.

O Brasil se destaca como um dos cinco maiores mercados mundiais de tintas, as quais são dedicadas à produção de tintas para todos os tipos de aplicações nos mais diversos segmentos. Além disso, há grandes empresas nacionais que apresentam perfil exportador, pois dispõem de alta tecnologia em seus processos, associado à pesquisa e desenvolvimento de novos produtos (ABRAFATI, 2022).

Na indústria de tintas, o setor de Controle de Qualidade (CQ) desempenha um papel extremamente crucial e relevante na cadeia produtiva, pois é por meio desse setor que são realizadas as análises físico-químicas das propriedades das tintas com base nas especificações estabelecidas pelas normas técnicas, a fim de garantir conformidade do produto final. Além de ser responsável pelo desenvolvimento de novas formulações e pelos testes estabelecidos pelos programas setoriais de qualidade de tintas.

Quando ocorre um resultado indesejável em um processo, podemos caracterizá-lo como um problema. Em vista disso, as ferramentas básicas para a qualidade possuem o propósito de direcionar na resolução de problemas. (OLIVEIRA, ALLORA e SAKAMOTO, 2006).

Uma boa alternativa para sanar algumas problemáticas no âmbito industrial, seria o uso de ferramentas da qualidade para controlar e disseminar a qualidade nos processos, como por exemplo, o Controle Estatístico de Processo - CEP, Ciclo de PDCA, a ferramenta de gestão 5W2H, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa, dentre outros.

O presente trabalho buscou a aplicação das ferramentas da qualidade Ficha de Verificação e Carta de Controle no controle estatístico do processo produtivo de tintas na empresa Bella Tintas, a fim de identificar anormalidades e controlar o processo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Uma Breve História das Tintas

Entende-se como tinta, uma fina camada de material que foi depositada para recobrir uma região. Segundo Mello e Suarez (2012), os primeiros relatos do uso de tintas remontam a períodos anteriores há 30.000 anos e estão associadas a pinturas em paredes rochosas

realizadas por sociedades nômades primitivas (pinturas rupestres) como uma forma de comunicação (PESSIS e GUDON, 2009). Além disso, há relatos na história da humanidade, que as tintas também eram utilizadas para conferir proteção as superfícies.

Existem diversas evidências que as civilizações antigas, como a dos fenícios, começaram a proteger as suas embarcações feitas de madeira com tintas, aumentando a sua durabilidade e melhorando o seu desempenho. Com o passar do tempo, a tinta cada vez mais é usada como proteção de superfícies do que, propriamente, como forma de expressão artística. Atualmente a indústria de tintas está praticamente voltada para a proteção e embelezamento de superfícies (MELLO e SUAREZ, 2012)

Apesar dos estudos e pesquisas realizadas, não é possível afirmar com exatidão a formulação das tintas utilizadas pelas antigas civilizações. Acredita-se que eram utilizados como pigmentos partículas inorgânicas, minerais finamente moídos como a hematita (Fe_2O_3) que confere uma coloração vermelha, ou pigmentos orgânicos como o carvão vegetal ou mineral, responsável pela coloração preta. (MELLO e SUAREZ, 2012; PESSIS e GUDON, 2009).

O processo evolutivo de obtenção e produção de tintas acompanhou a evolução dos povos e civilizações, como mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Produção das tintas: resumo histórico

PERÍODO	TÉCNICAS
Civilização egípcia e chinesa	Uso de minerais calcinados com goma arábica (resina de árvores acácias)
Greco-romano	Técnica de misturar pigmento com proteínas (ovo)
Renascentista	Técnica de misturar pigmento com óleos vegetais
Revolução industrial	Utilização de derivados de petróleo e resinas sintéticas

Fonte: Adaptado de MELLO e SUAREZ, 2012

2.2 Tintas e seus componentes

A Norma ISO 4618:2014 define tinta como um material de revestimento pigmentado que, quando aplicado em um substrato, forma uma película seca e opaca, apresentando propriedades protetoras, decorativas ou tecnicamente específicas.

Tinta é uma composição química constituída por pigmentos dispersos em emulsão ou em solução de polímeros que resulta em um revestimento aderente à superfície quando aplicada em forma de uma película (FAZENDA, 2008).

As tintas devem apresentar boas características quanto à resistência ao meio em que irão ser expostas e em muitos casos terão que possuir outras propriedades como anti-vegetativas, ignífugas, refletoras, dentre outras (NOGUEIRA, 2008).

A tinta é formada por um extrato seco (resina, pigmentos, cargas e aditivos) e um veículo volátil (solventes, diluentes e aditivos) (DE ALMEIDA, 2012).

2.2.1 Resinas

A resina, também conhecida como ligante ou veículo fixo, é o componente responsável pela formação do revestimento sólido à superfície do substrato e tem a função de aglomerar as partículas dos pigmentos, alterando o aspecto decorativo da tinta e conferindo-lhe proteção mecânica, química e ambiental (CIN, 2016).

A resina é responsável por atribuir à tinta propriedades como dureza, resistência à abrasão, resistência à álcalis, retenção de cor, brilho, flexibilidade do filme e adesão (ALVES, 2018).

A composição da resina na formulação irá definir o tipo de tinta e revestimento empregado, devido a sua relevante importância nas propriedades da película (FAZENDA, 2008; UEMOTO, 2002). As resinas frequentemente utilizadas em tintas são as acrílicas e alquídicas.

2.2.2 Pigmentos

Os pigmentos são substâncias sólidas, praticamente insolúveis no veículo, utilizadas na formulação de tintas com o objetivo de lhes conferir cor e opacidade (NOGUEIRA, 2008).

Os pigmentos alteram a aparência por meio da absorção seletiva e/ou dispersão da luz. Eles são dispersos em veículos ou substratos para aplicação e mantêm uma estrutura cristalina ou particulada ao longo do processo de coloração (LAMBOURNE e STRIVENS, 1999).

Os pigmentos são classificados em dois grupos: ativos e inertes (cargas). Os pigmentos ativos atribuem cor e poder de cobertura à tinta. E os pigmentos inertes conferem lixabilidade, dureza e consistência (ALVES, 2018).

Na formulação de tintas látex, o dióxido de titânio (TiO_2) é o pigmento de maior importância, apesar do elevado custo, ele confere cobertura, alvura e durabilidade à tinta, por meio do seu poder de reflexão da luz (FAZENDA, 2008; UEMOTO, 2002).

2.2.3 Cargas

As cargas são substâncias que apresentam diâmetros diferentes, com fraco poder de cobertura e insolúveis nos veículos. Normalmente as cargas estão associadas com a função de redução de custos. No entanto, o uso dessas matérias-primas pode conferir propriedades específicas e desejáveis à tinta como o controle do nível de brilho da superfície, melhorar a opacidade, consistência, permeabilidade da película, resistência química e facilitar a aplicação da tinta. Além de outras propriedades que também podem influenciar no comportamento das tintas como resistência à abrasão, sedimentação, comportamento anticorrosivo, cor e distribuição do tamanho médio de partículas (AZEVEDO, 2018; NOGUEIRA, 2008).

As cargas mais utilizadas na formulação de tintas são o carbonato de cálcio, caulim, talco (silicato de magnésio hidratado), mica (silicato de alumínio hidratado) e argilas (DE ALMEIDA, 2012).

2.2.4 Aditivos

Os aditivos são substâncias incorporadas às tintas em pequenas quantidades (< 5%) para atribuir melhorias quanto às condições de aplicação, características da película seca e durabilidade, entre outros aspectos (CARNEIRO, 2019). O Quadro 2 apresenta as funções dos principais aditivos utilizados em tintas látex e esmaltes.

Quadro 2 - Funções dos principais aditivos utilizados na formulação de tintas e esmaltes.

ADITIVOS	FUNÇÕES
Antiespumantes	Diminuem ou evitam a formação de espuma indesejáveis durante o processamento e aplicação das tintas.
Antipeles	Impedem a formação de pele à superfície dos esmaltes alquídicos durante o processamento.
Espessantes	Atribui viscosidade apropriada para a aplicação e a espessura da película depois da tinta seca.
Coalescentes	Melhoram o desempenho na formação da película da tinta.
Umectantes	Facilitam a umectação e dispersão dos pigmentos e cargas.
Bactericidas	Previnem o crescimento bacteriano nas tintas látex em fase líquida.
Dispersantes	Facilitam a dispersão dos pigmentos e cargas no veículo e previnem a sua aglomeração.
Fungicidas e Agicidas	Previnem o crescimento de fungos e algas na película seca.
Secantes	Reduzem o tempo de secagem dos produtos alquídicos à temperatura ambiente.
Surfactantes	Melhoram o aspecto da película seca pela redução da tensão superficial. Aumentam a aderência entre demãos e a resistência ao risco.

Fonte: Adaptado de CARNEIRO, 2019.

2.2.5 Solventes e Diluentes

A tinta pode ser de base aquosa em que a água é o solvente, ou pode ser de base solvente, utilizando solventes orgânicos.

Solventes são líquidos voláteis nas condições normais de secagem, capazes de dissolver a resina de tintas e vernizes. Os solventes são responsáveis pelo aspecto líquido da tinta apresentando uma viscosidade adequada, além de evaporarem durante o processo de secagem (ABRAFATI, 2022; NOGUEIRA, 2008). Os solventes orgânicos mais utilizados na formulação de esmaltes e vernizes são aguarrás, xileno e tolueno.

Os diluentes são também líquidos voláteis, parciais ou totalmente miscíveis com a resina que, quando adicionados a uma tinta ou verniz, durante o seu processamento ou na sua aplicação, reduzem a viscosidade (AZEVEDO, 2018). Não se faz obrigatório uso do diluente na fabricação de uma tinta, dependendo apenas, se necessário, realizar correção na viscosidade, para resultar nas propriedades pretendidas e para melhorar a sua aplicação.

Algumas das características das tintas e vernizes em que os solventes e diluentes podem influenciar são: poder solvente, volatilidade, inflamabilidade, odor, toxicidade e preço (NOGUEIRA, 2008).

2.3 Tintas e suas derivações

É relevante considerar características fundamentais como estabilidade, poder de cobertura, rendimento, aplicabilidade, nivelamento ou alastramento, secagem, lavabilidade e durabilidade, para que possa ser feita uma avaliação adequada quanto ao tipo e qualidade da tinta (FAZENDA, 2008).

As tintas imobiliárias são denominadas de acordo com a porção líquida da sua composição. Desse modo, elas podem ser divididas em tintas látex acrílicas e látex vinílicas (PVA) (MIZUSHIMA, 2013).

As tintas látex acrílicas conferem acabamento fosco ou semibrilho e podem ser aplicadas em superfícies internas e externas. Elas são tintas de fácil aplicação e secagem rápida, boa durabilidade e resistência a intempéries superior à da tinta látex PVA. (ANGHINETTI, 2012).

As tintas látex vinílicas são formuladas com base de polímeros vinílicos (PVA), possibilitam acabamento fosco ou semibrilho e podem também ser aplicadas em superfícies internas e externas. Além de possuírem as mesmas características das tintas látex acrílicas, a sua durabilidade é inferior (UEMOTO, 2002).

A ABNT NBR 15079: 2011 caracteriza as tintas látex segundo os requisitos mínimos de poder de cobertura e resistência à abrasão, nas seguintes categorias: econômica, *standard* e *premium*.

A tinta econômica corresponde ao menor nível de desempenho independentemente do tipo de acabamento proporcionado (fosco, acetinado ou semibrilho) e é indicada exclusivamente para ambiente interior. As tintas *standard* e *premium* apresentam maior durabilidade e são indicadas para ambiente interno e/ou exterior (ALVES, 2018).

2.4 Cenário de tintas no Brasil

O Brasil é um dos cinco maiores mercados mundiais de tintas. São fabricadas no país tintas destinadas a todos os tipos de aplicações, com grau de competência técnica comparável a dos mais avançados centros mundiais de produção (ABRAFATI, 2022).

Os dez maiores fabricantes de tintas no Brasil correspondem a 75% do total das vendas. Vale ressaltar que os grandes fornecedores mundiais de matérias-primas e insumos para produção de tintas estão presentes no país, de modo direto ou por meio de seus representantes, juntamente com empresas nacionais (ABRAFATI, 2022; CNQ, 2015).

A Figura 1 ilustra o comparativo do volume total da produção de tintas no Brasil entre os anos 2020 e 2021, além do percentual de crescimento e dos valores para importações e exportações para o ano de 2021.

Figura 1 - Volume de produção de tintas no Brasil entre os anos de 2020 e 2021.



Fonte: ABRAFATI, 2022.

A Figura 2 apresenta o volume de produção de tintas para o ano de 2021, considerando os principais segmentos do setor. A quantidade produzida neste ano foi de 1.715 bilhões de litros de tintas.

Figura 2 - Volume da produção de tintas (2021) de acordo com os segmentos.

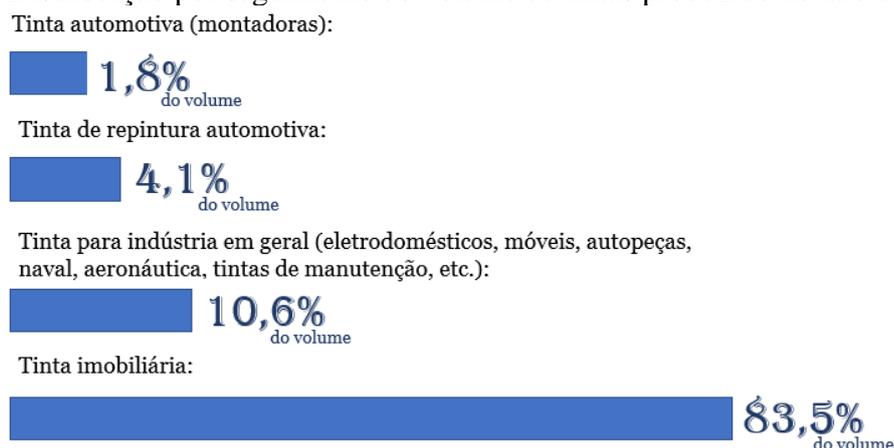


Fonte: ABRAFATI, 2022.

É nítida a significativa parcela de volume que as tintas imobiliárias representam quando comparadas com as tintas para a indústria em geral (eletrodomésticos, móveis, autopeças, naval, aeronáutica, tintas de manutenção), como também para a repintura e pintura automotiva, impactando no volume total de tintas produzidas.

Já a Figura 3 apresenta a distribuição do mercado de tintas no país. Nela é possível observar que o segmento das tintas imobiliárias corresponde a 83,5% do volume total produzido.

Figura 3 – Distribuição por seguimento do volume de tintas produzido no ano de 2021.

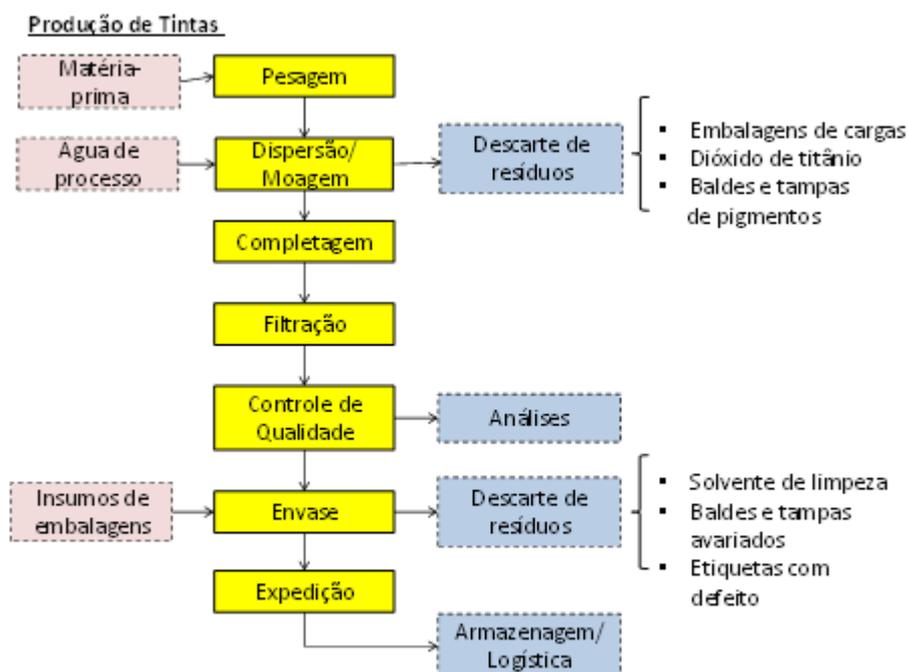


Fonte: ABRAFATI, 2022.

2.5 Processo de fabricação de tintas

A indústria de tintas é caracterizada pelo sistema de produção em lotes, o que facilita o ajuste da cor e o acerto final das propriedades da tinta (ALVES, 2018). Nas etapas de fabricação, predominam as operações físicas de pesagem, mistura, dispersão, completagem, filtração e envase. Já as conversões químicas acontecem na produção dos componentes (matérias-primas) da tinta e na secagem do filme após aplicação (CETESB, 2006). A Figura 4 ilustra o fluxograma das etapas de fabricação de tintas base água.

Figura 4 - Fluxograma das etapas de produção de tintas base água.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

2.5.1 Pesagem

Inicialmente é feita a pesagem das matérias-primas que farão parte da formulação da tinta. Cada componente deve ser pesado com precisão seguindo as quantidades pré-estabelecidas na formulação do produto. Esta etapa é crucial, pois pesagens inadequadas de matérias-primas provocam alterações nas propriedades finais da tinta.

2.5.2 Pré-mistura e dispersão (moagem)

Em um dispersor de tintas provido de agitação adequada são misturados para homogeneização: água, aditivos, cargas e pigmento (dióxido de titânio), seguindo a ordem estabelecida na formulação da tinta (CETESB, 2006).

Em seguida é realizada a dispersão (moagem) dos componentes. Nesta etapa ocorre a quebra dos aglomerados e agregados mediante forças de cisalhamento, permitindo a completa umectação da superfície externa e interna de cada partícula de pigmentos e cargas, e assim promovendo uma dispersão estável (CARDOSO, 2015).

A dispersão maximizada e estabilizada permite a otimização do poder de cobertura e da tonalidade da tinta durante o período correspondente a validade da mesma (CETESB, 2006).

2.5.3 Completagem

A etapa de completagem implica em redução da base, utilizando solventes e resinas, para promover à tinta as condições satisfatórias de aplicação (FAZENDA, 2005). Nessa fase é feita a mistura do produto de dispersão com os restantes dos componentes, além dos acertos finais para que a tinta apresente parâmetros e propriedades desejados. Desse modo, são realizados os acertos da cor e da viscosidade e os ajustes de propriedades e estabilidade (CETESB, 2006).

2.5.4 Controle de qualidade

Em seguida, uma amostra coletada da tinta é enviada para o laboratório de Controle de Qualidade (LCQ) para a realização dos testes de cor, cobertura, pH, viscosidade e densidade, seguindo os padrões estabelecidos por normas. Se a amostra apresentar os parâmetros conforme os padrões, o lote produzido é liberado para a próxima etapa, caso contrário a amostra retorna ao processo para realizar as devidas correções.

2.5.5 Filtração e envase

Na etapa de filtração, ocorre a separação de partículas estranhas como impurezas ou sujidades, respeitando as partículas menores de pigmento, utilizando cartuchos ou sacos filtrantes. Normalmente, as operações de filtração e envase ocorrem simultaneamente. O produto só é filtrado após o ajuste das suas propriedades e em seguida é envasado diretamente

na embalagem final, de acordo com a quantidade já estabelecida (ADAMI, 2002). Por fim, o lote de tintas é enviado para a expedição, etapa onde o produto acabado é armazenado e separado para pedidos e em seguida para o transporte.

2.6 A empresa

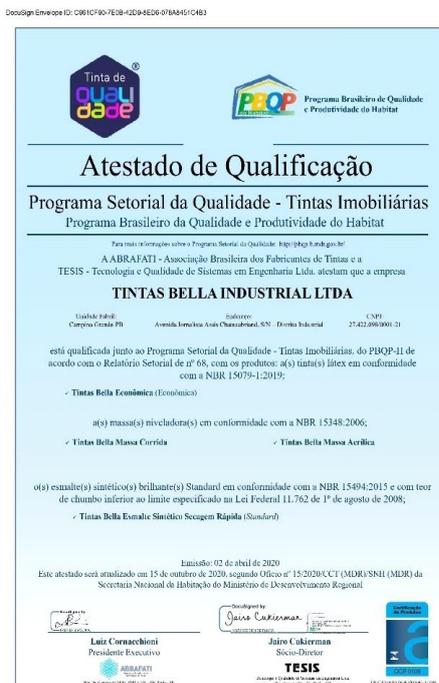
A Tintas Bella é a mais nova empresa do Grupo Lago, que já atua há mais de 40 anos no mercado e que, em 2018, comemorou 10 anos de atuação no mercado de tintas imobiliária produzindo sua marca própria e terceirizando seus serviços, mantendo como seu principal foco o compromisso em produzir com qualidade. No decorrer dos anos esse ideal tem se intensificado cada vez mais.

A indústria fica localizada no Complexo Industrial Aluísio Campos na cidade de Campina Grande no Estado da Paraíba.

A Tintas Bella é uma indústria em ascensão e hoje já atende o mercado de todo Norte e Nordeste do Brasil, investindo em inovação e qualidade, contando com um portfólio de produtos destinados à construção civil, possuindo uma linha diversificada que vai desde a tinta látex econômica, *standard*, selador acrílico até as massas niveladoras a esmaltes sintéticos, vernizes e lacas.

No final do ano de 2019, a Tintas Bella juntamente com a Tintas Lux alcançaram o tão almejado selo de Qualificação atestado pela Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas - ABRAFATI, passando assim a fazer parte do grupo de grandes marcas qualificadas de tintas do país (Figura 5).

Figura 5 - Atestado de Qualificação da ABRAFATI.



Fonte: ABRAFATI, 2020.

Por meio de auditorias, este Programa Setorial de Qualidade realiza rigorosos testes de acordo com os requisitos de rendimento, cobertura, secagem e lavabilidade dos produtos.

A Tintas Bella atingiu resultados significativos de vendas no ano de 2020, obtendo em julho a maior produção já registrada desde a sua fundação, em torno de 400 toneladas de tinta látex, 420 toneladas de massa e 60 toneladas de esmaltes.

Figura 6 – Logomarca da Tintas Bella.



Fonte: TINTAS BELLA, 2021.

2.7 Ferramentas da Qualidade

Ferramentas da Qualidade são técnicas utilizadas dentro de um processo para definir, medir, analisar e propor soluções para os problemas identificados e que atrapalhem o desempenho e/ou a qualidade do produto ou serviço prestado (CARLOS, 2014).

Através dessas técnicas é possível a implementação, acompanhamento, direcionamento e melhoria nos conceitos da qualidade nas organizações. Os programas juntamente com as ferramentas da qualidade têm uma importância significativa nos processos, tornando-os, assim, mais eficientes e eficazes. (BAMFORD e GREATBANKS, 2005; ALSALEH, 2007). Quando o processo apresenta um resultado indesejável caracterizamos como um problema, de maneira que, as sete ferramentas básicas para a qualidade possuem a finalidade de direcionar na resolução de problemas (OLIVEIRA, ALLORA e SAKAMOTO, 2006).

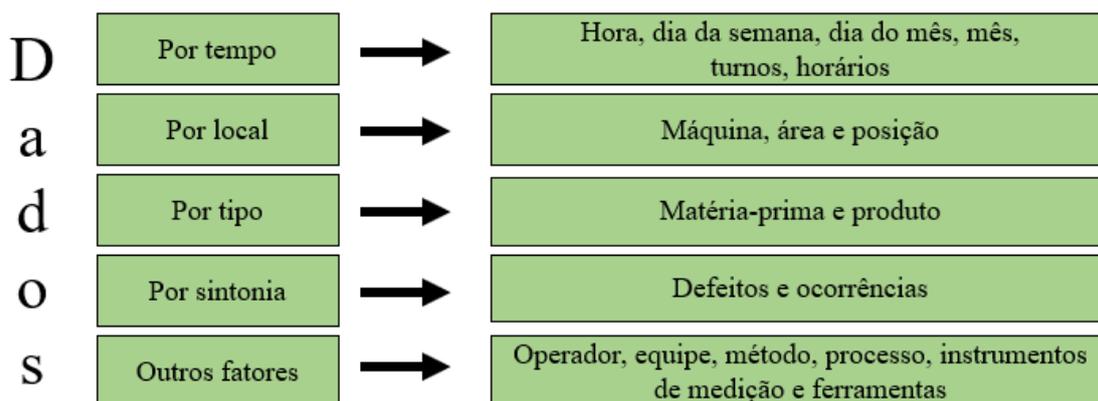
Segundo Filho (2011) para que a implementação da gestão da qualidade nas empresas obtenha um bom êxito nas operações é necessário que haja engajamento, boa vontade e o comprometimento por parte de todas as instâncias envolvidas nesse propósito.

As ferramentas foram divididas em sete ferramentas básicas da qualidade, sendo elas: Estratificação, Folhas de Verificação, Análise de Pareto, Diagramas de Ishikawa (Espinha de Peixe ou Diagrama de Causa-Efeito), Histogramas, Diagramas de Dispersão, Cartas de Controle e Fluxograma.

2.7.1 Estratificação

Dentro dos processos produtivos podem ocorrer variações, devido diversos fatores como: insumos, equipamentos, pessoas, tempo, local, entre outros. (CARPINETTI, 2012). A ferramenta de estratificação é utilizada com o objetivo de identificar como as variações de cada fator pode interferir diretamente nos resultados desse processo.

Segundo Trivelatto (2010) é de suma importância que quando houver a coleta de dados, sejam registrados todos os fatores que sofrerem alterações, pois dessa forma terá uma análise completa, para identificar os principais motivos do eventual problema.

Figura 7 – Representação de uma estratificação

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

2.7.2 Folhas de Verificação

As Folhas de Verificação, conhecida também como Listas de Verificação, são tabelas ou formulários que possuem a finalidade de facilitar a organização e padronização da coleta dos dados, além de ser um facilitador para a verificação e execução de processos, permitindo uma rápida identificação da situação. É uma técnica muito utilizada dentre as sete ferramentas da qualidade e de fácil aplicação (MARQUES et al., 2012).

É importante que haja um planejamento no método de registro independentemente da coleta de dados, tornando assim a aplicação dos dados simplificada e imediata. Todavia, é utilizada a folha de verificação para estes registros (SELNER, 1999) como no exemplo mostrado na Figura 8.

Figura 8 – Exemplo de Folha de verificação e identificação de causas e defeito

<i>Lista de verificação</i>								
Problema:								
Estagio de verificação:								
Produto:								
Turno	Máquina	Operador	DIA					
			Segunda	terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
1	x	A						
		B						
	y	A						
		B						
2	x	C						
		D						
	y	C						
		D						

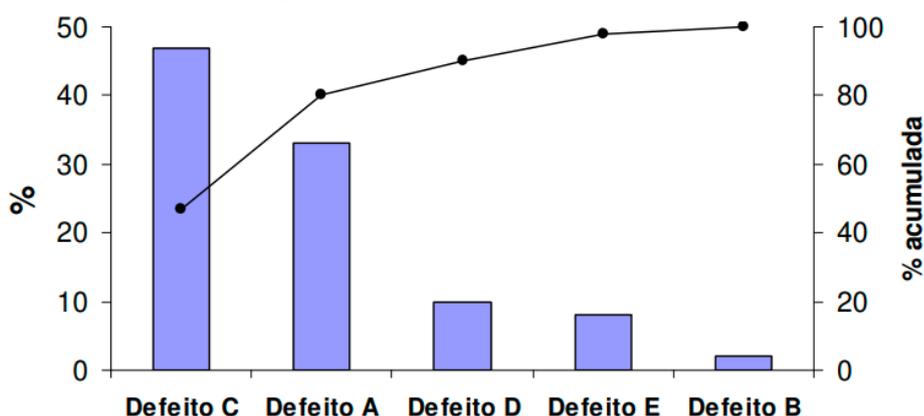
Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

2.7.3 Diagrama de Pareto

De acordo com Marques et al. (2012) o Diagrama de Pareto (Figura 9) é um gráfico formado por barras verticais, onde as frequências das ocorrências, ordenadas da maior para a menor, possibilita a identificação e a determinação dos problemas críticos, a partir de informações claras e diretas. As informações relatadas através desta ferramenta determinam e estabelecem metas dentro das possibilidades atingíveis. (WERKEMA,1995).

Para definir a quantidade existente de defeitos a serem observados, a análise da curva da porcentagem acumulada pode ser muito útil, a fim de que seja possível alcançar o objetivo nos resultados. (ROTONDARO, MIGUEL e FERREIRA, 2005; ABRÃO e CARDOSO, 2020).

Figura 9 – Exemplo de um Diagrama de Pareto.



Fonte: MARQUES et al., 2012.

2.7.4 Diagrama de Ishikawa

Os processos industriais precisam de ferramentas de fácil utilização, sendo o Diagrama de Ishikawa (Figura 10) uma ferramenta de grande importância para os indivíduos analisarem e obterem a resolução de problemas, auxiliando no diagnóstico. Não é necessário que as pessoas que estejam a analisar as eventuais causas encontradas sejam especialistas, basta que seja possível identificar os possíveis problemas e buscar soluções a fim de alcançar as melhorias desejadas (SILVA, TROMBINI e CORREA, 2019 e TRIVELATTO, 2010).

Segundo Lins (1993) o diagrama é utilizado para identificarmos as possíveis causas de um problema, permitindo que a partir de grandes temas sejam elaboradas estratégias, até que se atinja níveis para a resolução da problemática.

Figura 10 – Exemplo de Diagrama de Ishikawa



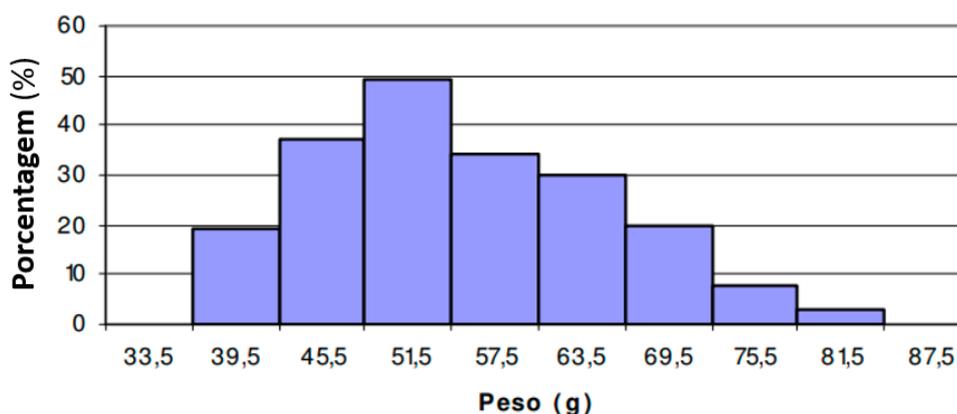
Fonte: FALANDO DE GESTÃO, 2021.

Onde o problema é considerado o efeito final gerado a partir de diversas possíveis causas provenientes das áreas observadas.

2.7.5 Histograma

Segundo Junior et al. (2006), o Histograma é uma ferramenta que utiliza gráficos de barras para verificar as variações de dados de um determinado processo, mostrando a distribuição destes por categorias de forma clara e precisa, indicando a real informação da condição atual da variável em um determinado momento (Figura 11).

Figura 11 – Exemplo de um Histograma



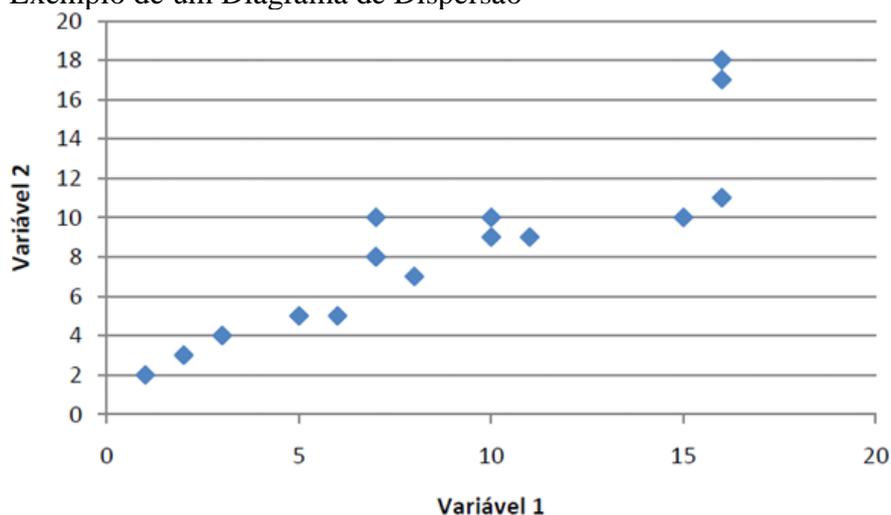
Fonte: MARQUES et al., 2012.

2.7.6 Diagrama de dispersão

O diagrama de dispersão é representado por um gráfico utilizado para verificação do tipo de ligação entre duas variáveis que podem causar o problema (Figura 12). A eficiência do controle do processo está atrelada às ligações entre as variáveis, que ajudam a identificar problemas e através delas, elabora melhorias. (WERKEMA,1995)

De acordo com Aguiar (2002) a estruturação do diagrama de dispersão geralmente é realizada através de softwares estatísticos que facilitam esta aplicação. No entanto, durante a etapa de criação do diagrama, se deve coletar dados de duas variáveis do processo, para que o diagrama de dispersão seja montado adequadamente.

Figura 12 – Exemplo de um Diagrama de Dispersão



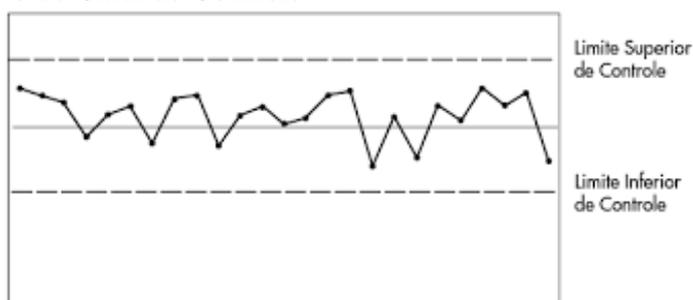
Fonte: TRIVELATTO, 2010.

2.7.7 Carta de controle

A carta de controle é uma ferramenta utilizada para apontar as evidências dos pontos de observação, com a implantação do conceito de tolerância, possibilitando sua empregabilidade no Controle Estatístico do Processo - CEP, detectando possíveis problemas e analisando como o processo será conduzido após uma mudança (RODRIGUES, 2014). Caso os processos se encontrem fora de controle, as cartas ajudam no reajuste dos mesmos.

Essa ferramenta tem como objetivo plotar linhas que descrevem os limites denominados de limite superior de controle - LSC e limite inferior de controle – LIC, além da linha que representa a média das leituras dos dados do processo (HENNING *et al*, 2014).

De acordo com Diniz (2017), é de suma importância que a coleta de dados seja realizada com equipamentos apropriados, para que os resultados tenham uma apresentação clara, coerente e de fácil leitura (Figura 13).

Figura 13 – Exemplo de Carta de Controle

Fonte: TRIVELATTO (2010)

A vantagem da utilização das cartas de controle é a possibilidade de elas serem monitoradas e acompanhadas pelos próprios operadores dos processos, dando a eles a oportunidade de buscar um processo linear e estabilizado (MAYER, 2004).

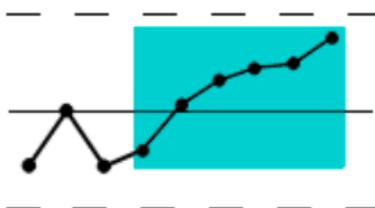
Segundo Siqueira (1997), existem dois tipos de cartas de controle, utilizando a média (X) ou a amplitude (R). Para construirmos esses gráficos e determinarmos os termos da média (X) e amplitude (R), é necessário, seguirmos algumas etapas:

- Selecionar as especificações de qualidade a ser controlada;
- Definir o parâmetro que será avaliado, observando se essa característica de qualidade é variável, bem como o método que será aplicado na amostragem;
- Coleta de dados consistente, devendo utilizar um formulário ou planilhas eletrônicas na qual serão registrados todos os dados de forma organizada em linhas e colunas.

Para o levantamento de dados poderão ser utilizados o método simultâneo, onde a coleta de amostra da produção deve ser representativa, realizada ordenadamente ou consecutivamente, ou ainda o método periódico que corresponde a coleta de uma amostra representativa para todo o processo durante um determinado período de tempo.

O termo “controle aceitável” é atribuído quando nenhum dos dados encontra-se fora dos limites de controle estabelecidos. Caso os parâmetros calculados não sejam adequados, deve-se efetuar novas determinações a fim de obter novos valores para o valor central e os limites de controle (DA CRUZ, FILHO e FALCÃO, 2014.)

A carta de controle indica que o processo está ocorrendo conforme estabelecido em normas ou atendendo as especificações de parâmetros de qualidade ou a tendência desse processo necessitar de ajustes e correções como mostrado na Figura 14.

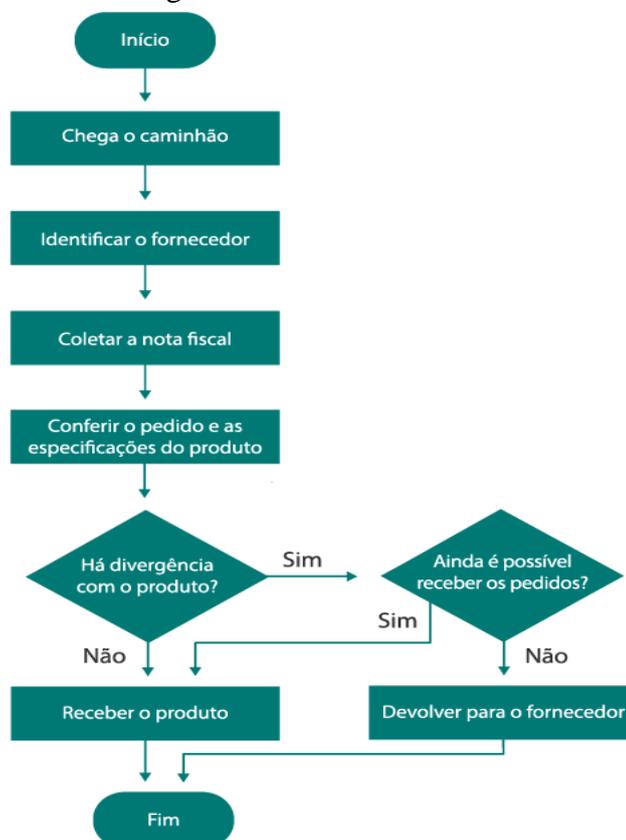
Figura 14 – Exemplo de carta de controle: parâmetro saindo das especificações.

Fonte: CITISYSTEMS, 2022.

2.7.8 Fluxograma

É uma representação de um processo feita a partir de figuras que indicam o passo a passo e o fluxo a ser seguido nesse processo. Possuindo como finalidade a apresentação descomplicada das etapas e operações, além de outras informações e elementos relevantes da sequência operacional a ser executada (CARLOS, 2014).

Figura 15 – Exemplo de um fluxograma



Fonte: MOKI,2022.

O fluxograma permite a identificação das atividades críticas, conhecer o sequenciamento e encadeamento do processo, a adequação e/ou aperfeiçoamento das atividades as normas (MARQUES et al., 2012).

3. METODOLOGIA

Para realização do presente trabalho, foram coletadas 40 amostras de tintas acrílicas (referente ao ano de 2021), durante um período de 30 dias, com o objetivo de observar o comportamento destas segundo os parâmetros de controle de qualidade: viscosidade de Stormer, análise de pH e análise de densidade.

Os valores encontrados foram utilizados para a implementação e o preenchimento de fichas de verificação e construção de cartas de controle para o acompanhamento do processo produtivo das tintas acrílicas. Tal procedimento teve como objetivo a verificação da existência ou não de variabilidades no processo, fornecendo informações para a tomada de decisões.

Os procedimentos utilizados para realização dos testes físico-químicos estão descritos a seguir.

- **Viscosidade de Stormer**

Essa análise tem como objetivo a determinação da viscosidade de fluidos com o auxílio do Viscosímetro de Stormer (Figura 16) em unidade de Krebs (KU). Esse equipamento é utilizado para a medição de viscosidade dos fluídos de comportamento tixotrópico, que possuem a tendência a alterar sua viscosidade de acordo com a agitação mecânica que lhe é aplicada, ou seja, se esta agitação aumenta, a viscosidade diminui.

O viscosímetro é constituído por uma roda dentada acoplada a uma haste. Sob ação de um peso com massa conhecida fixado a um cordão, a roda gira e faz girar também a haste. Quanto maior a massa, mais rapidamente a haste gira e quanto mais viscosa tiver a amostra, mais massa é necessária para fazê-la girar.

Com o auxílio de um dispositivo chamado estroboscópio é permitido registrar a velocidade e o percurso de um corpo que esteja se movimentando de forma acelerada, fazendo parecer aos nossos olhos que o mesmo esteja parado. A viscosidade é dada em unidades Krebs (KU em inglês). A precisão do Krebs está entre 49 e 140 KU, e o peso varia entre 75 e 1000 gramas.

Figura 16 – Imagem de um Viscosímetro de Stormer



Fonte: DIDÁTICASP,2022.

Segundo Adami (2002) é importante que a análise de viscosidade seja realizada com a amostra em uma temperatura constante e conhecida, visto que a viscosidade dos líquidos depende fortemente da temperatura, em geral, quando mais alta a temperatura mais baixa a viscosidade.

Material necessário:

1. Recipiente com amostra a ser analisada;
2. Banho de gelo, se necessário;
3. Termômetro;
4. Espátula;
5. Viscosímetro Krebs;
6. Cronômetro;
7. Tabela de interpolação (Tabela Krebs).

Procedimento:

1. Verificar se a temperatura está entre $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Se necessário utilizar banho de gelo para o ajuste.
2. Acoplar o recipiente no local apropriado no viscosímetro e elevar a posição em que fique ao nível da linha de graduação marcada na haste.
3. Adicionar pesos de massa conhecida no suporte do cordão.
4. Liberar a roda dentada para girar e, com o auxílio do cronômetro, marcar o tempo desde a liberação da roda até que a haste tenha completado 100 rotações, o que significa marcar o tempo para uma volta completa do ponteiro do conta-giros do aparelho. Este tempo deve estar entre 27 e 33 segundos. Caso o tempo esteja fora deste intervalo, deve-se adicionar ou retirar pesos de modo a ajustá-lo.
5. Verificar o valor final na tabela de interpolação considerando o peso e a massa utilizada.
6. Registrar os dados obtidos no sistema.

• Análise de pH (Potencial Hidrogeniônico)

Essa análise tem como objetivo a determinação do pH da amostra coletada, seja ela pura ou em solução.

Material necessário:

1. pHmetro
2. Béquer para amostras das soluções
3. Becker com solução de KCl 3M
4. Soluções tampão de pH 4,0 e pH 7,0
5. Água destilada
6. Termômetro
7. Banho de gelo
8. Espátula de aço inox
9. Papel toalha
10. Amostra a ser analisada

Procedimento:

1. Verificar a temperatura da amostra. Ajustar para $25 \pm 1^\circ\text{C}$ utilizando banho de gelo, se necessário;
2. Retirar o eletrodo da solução de KCl, lavar com água, enxugar e introduzir na amostra;
3. Verificar se a temperatura de leitura do pHmetro é a mesma da amostra
4. Aguardar estabilização (=);
5. Anotar o valor;
6. Remover o eletrodo da amostra, lavar com água, enxugar e retornar à solução de KCl.
7. Registrar os dados obtidos.

• Análise de Densidade

Essa análise tem como objetivo a determinação do peso específico da amostra utilizando o picnômetro.

Material necessário:

1. Becker
2. Termômetro
3. Banho de Gelo
4. Balança semi-analítica
5. Picnômetro de 100mL
6. Papel Toalha
7. Amostra a ser analisada

Procedimento:

1. Coletar uma parte da amostra a ser analisada em um béquer, assegurando que a temperatura esteja entre $25 \pm 1^\circ\text{C}$, caso necessite diminuir a temperatura utilizar banho de gelo;
2. Pesar o picnômetro com a tampa e anotar o valor (A);
3. Completar o picnômetro com a amostra até que forme um menisco gerado pela tensão superficial da amostra;
3. Colocar a tampa para que se retire todo o excedente e limpar a área externa com papel toalha;
4. Pesar o picnômetro cheio e anotar o valor (B);
5. Registrar os dados obtidos.

É importante observar se a temperatura está a 25°C , pois esta varia de acordo com o tipo de amostra a ser analisada.

Cálculos:

$$Densidade = \frac{Massa}{Volume} \quad (1)$$

Onde Massa = B-A e o volume é igual a 100mL.

$$Peso\ específico = \frac{B - A}{100} \quad (2)$$

Onde A – peso do picnômetro e B – peso do picnômetro + amostra.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente construiu-se as fichas de verificações para a coleta dos dados referentes as análises de viscosidade, pH e densidade. E, em seguida, construiu-se as cartas de controles para os mesmos parâmetros de qualidade, a fim de observar o comportamento das propriedades físico-químicas das tintas acrílicas ao longo do processo produtivo.

A Tabela 1 apresenta os dados referentes a análise de viscosidade. Nela é possível observar a quantidade de amostras testadas, os valores obtidos para a viscosidade e a média das leituras, bem como a máquina em que essa amostra foi retirada, o operador de tal equipamento e os parâmetros de referência segundo as especificações do produto.

Tabela 1 – Dados referentes a análise de viscosidade medida em unidades de Krebs (KU)

VISCOSIDADE (KU)								
AMOSTRA	VISC 1	VISC 2	VISC MÉDIA	MÁQUINA	OPERADOR	L Inf	L Sup	Média
1	91	91	91	2	A	80	100	90
2	85	91	88	1	B	80	100	90
3	83	88	85,5	4	B	80	100	90
4	85	89	87	1	A	80	100	90
5	77	91	84	4	B	80	100	90
6	94	94	94	2	B	80	100	90
7	86	92	89	3	A	80	100	90
8	98	98	98	2	A	80	100	90
9	90	90	90	3	A	80	100	90
10	82	97	89,5	4	B	80	100	90
11	83	97	90	1	A	80	100	90
12	88	88	88	3	A	80	100	90
13	99	99	99	2	C	80	100	90
14	89	89	89	3	A	80	100	90
15	85	90	87,5	4	B	80	100	90
16	90	90	90	3	B	80	100	90
17	86	91	88,5	4	C	80	100	90

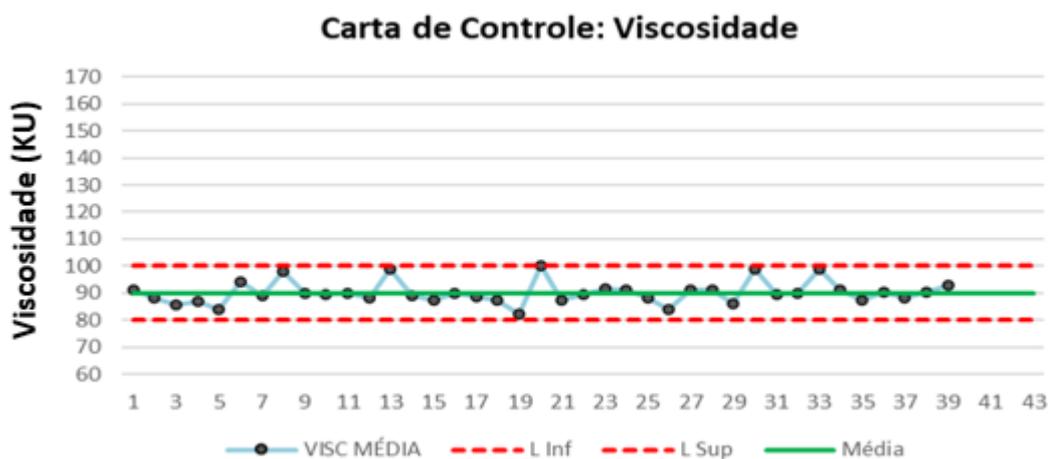
18	84	91	87,5	4	C	80	100	90
19	92	92	92	1	A	80	100	90
20	100	100	100	1	A	80	100	90
21	82	93	87,5	1	A	80	100	90
22	89	90	89,5	2	B	80	100	90
23	89	94	91,5	4	B	80	100	90
24	91	91	91	3	B	80	100	90
25	88	88	88	2	B	80	100	90
26	77	91	84	4	B	80	100	90
27	91	91	91	1	C	80	100	90
28	91	91	91	2	B	80	100	90
30	81	91	86	4	A	80	100	90
31	99	99	99	2	A	80	100	90
32	82	97	89,5	1	B	80	100	90
33	90	90	90	2	B	80	100	90
34	99	99	99	3	A	80	100	90
35	86	91	88,5	3	B	80	100	90
36	89	89	89	4	B	80	100	90
37	93	93	93	1	C	80	100	90
38	90	90	90	2	B	80	100	90
39	76	99	87,5	3	A	80	100	90
40	93	93	93	3	A	80	100	90

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021

Como base nas informações contidas na Tabela 1, é possível afirmar que as amostras testadas se encontram dentro das especificações para viscosidade, sendo consideradas adequadas, não necessitando de ajustes ou correções.

Os valores da Tabela 1 foram plotados na carta de controle de viscosidade (Figura 17).

Figura 17 – Gráfico de acompanhamento de processo: Viscosidade



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

A partir da Figura 17 é possível observar as oscilações ocorridas nas amostras testadas para o parâmetro viscosidade durante o período de acompanhamento de processo, totalizando trinta dias. As linhas vermelhas pontilhadas identificam os limites máximos aceitáveis com base nas especificações das normas: limite superior (L Sup.) igual a 100 KU e limite inferior (L Inf.) igual a 80 KU. A linha verde central representa a média das leituras dessa análise e possui um valor igual a 90 KU.

Ao analisarmos a Figura 17, observamos que todas as amostras estão dentro dos limites especificados. No entanto, é notório a ocorrência de pontos que se encontram sobre as linhas que delimitam esses limites, sendo esse um indicativo de possíveis problemas na etapa de pré-mistura e dispersão. De acordo com Adami (2002), é nessa fase que a massa de moagem deve ser bem viscosa para assegurar a qualidade dos produtos. Se a viscosidade for muito alta podem ocorrer defeitos no filme como a formação de bolhas (fervura) e textura irregular. Caso a viscosidade seja muito baixa, pode causar problemas com a espessura do filme devido ao escoamento da tinta na superfície.

Ao confrontarmos os dados da Figura 17 com a Tabela 1, podemos observar que os dados de viscosidade que ficaram próximos aos valores limites estão associados ao operador "A", o que indica a necessidade de acompanhamento desse funcionário e checagem dos procedimentos por ele executados.

Outro fator observador é referente ao maquinário 1 e 4, que apresentam menor capacidade em seus motores, interferindo diretamente no poder de dispersão e umectação das tintas, causando variações devido a menor eficiência na mistura dos aditivos, necessitando ajuste na viscosidade. Desse modo, é de suma importância adotar como medida corretiva a manutenção desses maquinários para que não haja gastos desnecessários por parte da empresa e danos futuros na qualidade do produto.

A coleta de dados seguinte, se refere a análise de pH conforme apresentado na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Dados referentes a análise de pH (potencial hidrogeniônico)

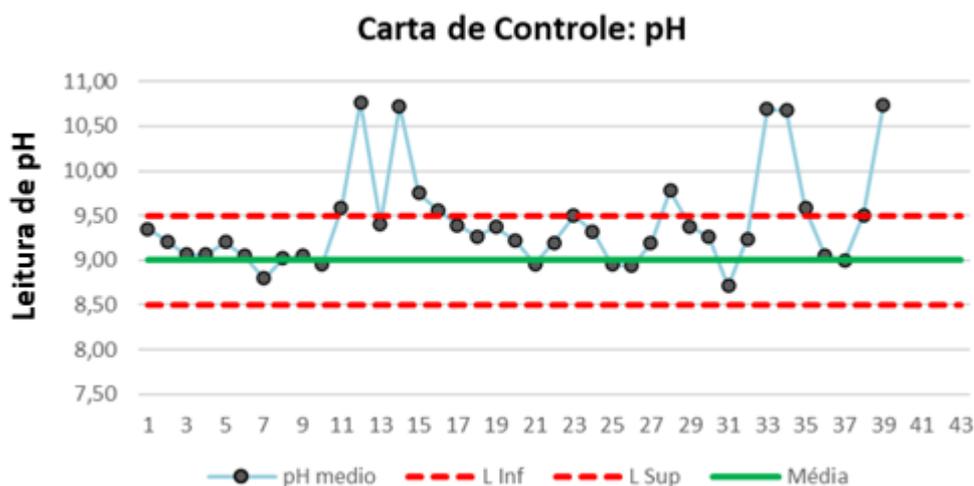
pH								
AMOSTRA	pH 1	pH 2	pH médio	MÁQUINA	OPERADOR	L Inf	L Sup	Média
1	9,35	9,35	9,35	2	A	8,5	9,5	9
2	9,29	9,13	9,21	1	B	8,5	9,5	9
3	9,06	9,06	9,06	4	B	8,5	9,5	9
4	9,23	8,9	9,07	1	A	8,5	9,5	9
5	9,38	9,03	9,21	4	B	8,5	9,5	9
6	9,05	9,05	9,05	1	B	8,5	9,5	9
7	8,8	8,8	8,8	3	A	8,5	9,5	9
8	9,02	9,02	9,02	2	A	8,5	9,5	9
9	9,05	9,05	9,05	3	A	8,5	9,5	9
10	8,96	8,96	8,96	4	B	8,5	9,5	9
11	9,58	9,58	9,58	1	A	8,5	9,5	9
12	10,77	10,77	9,43	3	A	8,5	9,5	9
13	9,41	9,41	9,41	2	C	8,5	9,5	9
14	10,73	10,73	9,38	3	A	8,5	9,5	9
15	9,75	9,75	9,32	4	B	8,5	9,5	9

16	9,56	9,56	9,18	4	B	8,5	9,5	9
17	9,57	9,21	9,39	4	C	8,5	9,5	9
18	9,74	8,8	9,27	4	C	8,5	9,5	9
19	9,37	9,37	9,37	1	A	8,5	9,5	9
20	9,22	9,22	9,22	1	A	8,5	9,5	9
21	9,06	8,86	8,96	1	A	8,5	9,5	9
22	9,2	9,2	9,2	2	B	8,5	9,5	9
23	9,58	9,41	9,5	2	B	8,5	9,5	9
24	9,32	9,32	9,32	4	B	8,5	9,5	9
25	8,95	8,95	8,95	2	B	8,5	9,5	9
26	9,32	8,55	8,94	4	B	8,5	9,5	9
27	9,19	9,19	9,19	1	C	8,5	9,5	9
28	9,78	9,78	9,78	4	A	8,5	9,5	9
30	9,68	9,08	9,38	4	A	8,5	9,5	9
31	9,26	9,26	9,26	1	A	8,5	9,5	9
32	9,17	8,25	8,71	2	B	8,5	9,5	9
33	9,24	9,24	9,24	2	B	8,5	9,5	9
34	10,69	10,69	10,69	3	A	8,5	9,5	9
35	10,71	10,64	10,68	3	A	8,5	9,5	9
36	9,58	9,58	9,58	4	A	8,5	9,5	9
37	9,05	9,05	9,05	1	C	8,5	9,5	9
38	8,99	8,99	8,99	4	B	8,5	9,5	9
39	10,07	8,94	9,51	2	A	8,5	9,5	9
40	10,74	10,74	10,74	3	A	8,5	9,5	9

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Ao analisarmos a Tabela 2, é possível visualizar claramente a existência de pontos fora das especificações para os parâmetros de pH (coloração vermelha). Tais ocorrências estão relacionadas novamente ao operador “A”.

Com os dados da Tabela 2, foi plotado o gráfico de acompanhamento (Figura 18), que corresponde ao parâmetro “pH” para as amostras de tintas.

Figura 18 – Gráfico de acompanhamento de processo: pH

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

A Figura 18 apresenta, nitidamente, 7 (sete) leituras de pH muito fora das especificações desejadas. Valores elevados de pH podem causar fragmentação da tinta, gerando uma perda de estrutura e composição.

Além disso, é possível observar grandes oscilações nas leituras de pH, sendo que os maiores índices de variabilidade estão relacionados a execução das atividades laborais de um operador em particular. Neste caso, faz-se necessário o acompanhamento do funcionário para avaliação cumprimento dos padrões operacionais e de processo como o procedimento de adição de aditivos.

O último parâmetro observado foi a densidade. Os dados coletados foram dispostos na forma da Tabela 3 – ficha de verificação da densidade para tintas acrílicas, e os valores desse parâmetro foram utilizados para a plotagem do gráfico de acompanhamento da densidade (Figura 19).

Tabela 3 - Dados referentes a análise de Densidade

DENSIDADE					
AMOSTRA	DENSIDADE	DENSIDADE	MÁQUINA	CAPACIDADE	OPERADOR
1	1,25	1,25	2	1000	A
2	1,23	1,23	1	1200	B
3	1,25	1,25	4	1500	B
4	1,25	1,25	1	1500	A
5	1,25	1,25	4	1500	B
6	1,25	1,25	1	1500	B
7	1,24	1,24	3	2500	A
8	1,25	1,25	2	1200	A
9	1,24	1,24	3	2500	A
10	1,25	1,25	4	1500	B
11	1,25	1,25	1	1500	A
12	1,25	1,25	3	2500	A
13	1,25	1,25	2	1200	C

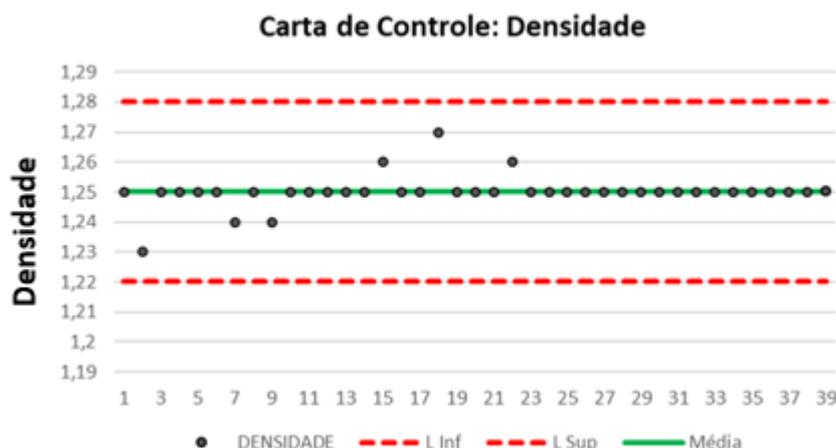
14	1,25	1,25	3	2500	A
15	1,26	1,26	4	1500	B
16	1,25	1,25	4	1500	B
17	1,25	1,25	4	1500	C
18	1,27	1,27	4	1500	C
19	1,25	1,25	1	1500	A
20	1,25	1,25	1	1500	A
21	1,25	1,25	1	1500	A
22	1,26	1,26	2	1000	B
23	1,25	1,25	2	1000	B
24	1,25	1,25	4	1500	B
25	1,25	1,25	2	1200	B
26	1,25	1,25	4	1200	B
27	1,25	1,25	1	1500	C
28	1,25	1,25	4	1500	B
30	1,25	1,25	4	1500	A
31	1,25	1,25	1	1500	A
32	1,25	1,25	2	1000	B
33	1,25	1,25	2	1000	B
34	1,25	1,25	3	2500	A
35	1,25	1,25	3	2500	B
36	1,25	1,25	4	1500	B
37	1,25	1,25	1	1500	C
38	1,25	1,25	4	1500	B
39	1,25	1,25	2	1000	A
40	1,25	1,25	3	2500	A

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

De acordo com a Tabela 3 é possível observar que as leituras se encontram dentro das especificações, não indicando a ocorrência de problemas relativos à densidade do produto.

A Figura 19 apresenta a carta de controle para o parâmetro da densidade. Nela podemos verificar que o processo de produção destas amostras, em relação a esse item, pode ser considerado controlado, apresentando uma variabilidade natural devido a causas aleatórias e algumas variações aceitáveis. Essas oscilações pontuais podem ser provenientes do peso dos *big bags* de cargas minerais adicionadas no processo, mesmo que todos sejam pesados, ainda podem apresentar variações.

Figura 19 – Gráfico de acompanhamento de processo: Densidade.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou uma análise técnica minuciosa na produção de tintas imobiliárias a partir da implementação do Controle Estatístico de Processo (CEP) e das ferramentas da qualidade como ficha de verificação e carta de controle, possibilitando o acompanhamento e identificação de falhas através de análises de parâmetros físico-químicos de qualidade do produto (viscosidade, pH e densidade).

Sabendo que o objetivo do CEP é o aperfeiçoamento dos processos e agilidade na visualização de falhas, a implementação dessas ferramentas foi de suma importância para a empresa, pois permitiu a identificação de oscilações nos parâmetros de qualidade dos produtos causados por falhas nos procedimentos operacionais e de manutenção dos maquinários.

Como sugestão de melhoria, faz-se necessário o planejamento estratégico para a implementação das demais ferramentas de qualidade no processo produtivo da empresa, bem como a sua utilização e acompanhamento, visando a melhoria nas instruções de trabalho, qualidade dos produtos e minimização de perdas. Para obter bons resultados, é importante que a operação conheça as ferramentas, sejam treinados e as utilizem, permitindo a eles a participação e compreensão da cadeia produtiva. Também é necessária uma supervisão efetiva da utilização das ferramentas, a fim de evitar ou minimizar falhas e prejuízos.

Além disso, é de grande importância a implementação da manutenção preventiva e corretiva do maquinário para a uniformidade nos métodos de processamento, redução de quebras e interferências na qualidade do produto. Também seria interessante a realização de treinamentos com a operação, a fim de sanar lacunas na execução das atividades operacionais, garantindo a segurança e desenvolvimento dos mesmos.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 15079: 2011 **Tintas para construção civil - Especificação dos requisitos mínimos de desempenho de tintas para edificações não industriais** - Tinta látex nas cores claras. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2011.
- ABNT. NBR ISO 4618:2014 – **Tintas e vernizes** – Termos e definições. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2014.
- ABRAFATI – **Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas**. Acesso em 07 abril de 2022. Disponível em <<https://abrafati.com.br/o-setor-de-tintas-no-brasil/>>
- ABRÃO, O. J. e CARDOSO, Á. A. **Utilização do controle estatístico de processo atrelado às ferramentas da qualidade no monitoramento do peso das embalagens do produto final: um estudo de caso em uma indústria química**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 9, p. 65241-65257, 2020.
- ADAMI, V. S. **Estudo da variabilidade da viscosidade na produção de lotes de tintas- um projeto seis sigma**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS, Porto Alegre - RS, 2002.
- AGUIAR, Silvio. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**, Editora de Desenvolvimento General, Belo Horizonte – MG, 2002.
- ALSALEH, N. A. **Application of quality tools by the Saudi food industry**. The TQM Magazine, v.19, n.2, p. 150-161, 2007.
- ALVES, R. E. D. **Estudo de formulação de tintas comerciais**. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Mossoró, RN, 2018.
- ANGHINETTI, I. C. B.; **Tintas, suas propriedades e aplicações imobiliárias**. (Monografia) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 2012.
- ANJOS, T.V. **Análise e proposta para melhoria da confiabilidade do processo utilizando ferramentas da qualidade e Big Data: estudo de caso em uma indústria de tintas**. Congresso brasileiro de engenharia de produção da Universidade Anhembi Morumbi
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15079: Tintas para construção civil – Especificação dos requisitos mínimos de desempenho de tintas para edificações não industriais – Tinta látex nas cores clara**. Rio de Janeiro, p. 1-2, 2002.
- AZEVEDO, M. I. P. de. **Desenvolvimento de um procedimento para determinar a cor de uma tinta**. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior de Engenharia do Porto – ISEP. 2018.
- BAMFORD, D.R.; GREATBANKS, R.W. **The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations**. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 22, n. 4, p. 376-392, 2005.

BROCK, T.; GROTEKLAES, M.; MISCHKE, P. **European Coatings Handbook**. 2. ed. Hannover: Vincentz Network, 2010.

BUCHMANN, G. S. **Comparação dos impactos ambientais de formulações de tintas com a aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, p. 181, 2018.

CARDOSO, F. P. **Desenvolvimento de processos de produção e avaliação do desempenho de tintas para a construção civil manufaturadas com pigmentos de solos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2015.

CARLOS, H. **Ferramentas da Qualidade**. 2014.

CARNEIRO, H. F. R. M. **Implementação de métodos de controlo de qualidade em tintas**. Dissertação (Mestrado em Química) Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto – Portugal, 2019.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: Conceitos e Técnicas**. 2 ed. editora Atlas, São Paulo, 2012.

CETESB. **Guia técnico ambiental tintas e vernizes – Série P+L**. São Paulo: CETESB, 2006.

CIN - **Corporação Industrial do Norte: Manual de Indústria Grupo CIN**, p. 4-21, 2016.

CITISYSTEMS: **Carta de controle**. Acesso em 09 de fevereiro 2022. Disponível em: < <https://www.citisystems.com.br/carta-de-controle/> >

CNQ – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO RAMO QUÍMICO. **Panorama Indústria Química**, 2015.

DA CRUZ, D. V., FILHO, M. C. e FALCÃO, A. P. S. T. **Controle estatístico de processos aplicado ao monitoramento do pH e turbidez das águas no abastecimento de Campina Grande – PB**. Revista Bras. Biom., v.32, n.4, p.459-477, 2014.

DE ALMEIDA, M. L. **Critérios para realização de pinturas de alvenaria em ambientes não agressivos**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais -UFMG, Belo Horizonte, MG, 2012.

DIDÁTICASP – **Artigos e Equipamentos para Laboratório**. Disponível em:< <https://www.didaticasp.com.br/viscosimetro-stormer-conforme-astm-d-562>>

DINIZ, E. C. F. **Controle estatístico do processo de calcinação: um estudo de caso em uma empresa do centro oeste de Minas Gerais**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Engenharia de Produção, Centro Universitário de Formiga – UNIFOR, Formiga – MG, 2017.

FALANDO DE GESTÃO - **Diagrama de Ishikawa: Uma ferramenta de diagnóstico**. Acesso em 6 de abril de 2021 Disponível em < <http://www.falandodegestao.com.br/diagrama-de-ishikawa-uma-ferramenta-de-diagnostico/> >

FAZENDA, J. M. R. **Tintas e vernizes: Ciência e tecnologia**. 3º ed. Edgard Blücher, São Paulo, 2005.

FAZENDA, J. M. R. **Tintas imobiliárias de qualidade: O livro de rótulos da Abrafati**. ed. Blucher, São Paulo, v.1, 2008.

FILHO, M. C. **As ferramentas de qualidade no processo produtivo com enfoque no processo enxuto**. Curso de MBA em Gestão da Manutenção, Produção e Negócios do Instituto Superior de Tecnologia –ICAP, Faculdade Pitágoras, Conselheiro Lafaiete- MG, p.59, 2011.

HENNING, E. et al. **Um estudo para a aplicação de gráficos de controle estatístico de processo em indicadores de qualidade da água potável**. Revista Eletrônica: Sistemas & Gestão, v.9, p. 2-13, 2014.

JUNIOR, I. M., CIERCO, A. A., ROCHA, A. V., MOTA, E. B. e LEUSIN, S. **Gestão da Qualidade**. 8. ed. Editora FGV, Rio de Janeiro, 2006.

LAMBOURNE, R.; STRIVENS, E. T. A. **Paint and Surface Coatings - Theory and Practice**. Cambridge England: Woodhead Publishing Limited, 2º ed. 1999.

LINS, B.F.E. **Ferramentas básicas da qualidade**. Ciência da Informação. v.22, n.2, 1993

MARQUES, J. C. et al. **Ferramentas da qualidade**. Universidade da Madeira, Portugal, 2012.

MAYER, P. C. **Redução da Variabilidade em uma linha de produção de chapas de corpo de silos de grãos de corrugação 4” através da implantação do controle estatístico do processo**. Tese de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2004.

MELLO, V. M. e SUAREZ, P. A. Z.; **As Formulações de Tintas Expressivas Através da História**. Revista Virtual de Química, vol. 4, 2012.

MIZUSHIMA, W. Y. **Qualidade no serviço de pintura com tintas látex em revestimentos internos de argamassa: Análise de casos**. Trabalho de Diplomação (Engenharia Civil). Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – Rio Grande do Sul, 2013.

MOKI: **fluxograma**. Acesso em 09 de fevereiro 2022. Disponível em: <<https://site.moki.com.br/fluxograma-de-processo/>>

NOGUEIRA, J. L. **Noções Básicas de Tintas e Vernizes**. Coleção ARCP – Associação Rede de Competência em Polímeros, v.1, 2008.

OLIVEIRA, S. E.; ALLORA, V.; SAKAMOTO, F. T. C. **Utilização conjunta do método UP’ (Unidade de Produção -UEP’) com o Diagrama de Pareto para identificaras oportunidades de melhoria dos processos de fabricação: um estudo na agroindústria de abate de frango**. 2006. Custos e Agronegócio, v. 2, n.2, 2006.

PESSIS, A.M. e GUIDON, N. **Dating rock art paintings in Serra de Capivara National Park**. Adoranten, v. 1, p. 49-59, 2009.

RODRIGUES, M. V. **Ações para a qualidade: Gestão Estratégica**. 5ª ed. Editora Elsevier. 2014.

ROTONDARO, R. G., MIGUEL, P. A. C., FERREIRA, J. J. A. **Gestão da qualidade**. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

SELNER, C. **Análise de requisitos para sistemas de informações utilizando as ferramentas da qualidade e processos de software**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

SILVA, B. C. do C.; TROMBINI, J. de C.; CORREA, R. S. **Aplicação das ferramentas diagrama de ishikawa e 5W2H: um estudo de caso em uma microempresa de móveis no Sul de Minas**, 2019.

SIQUEIRA, L.G.P. **Controle Estatístico da Qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1997.

TINTAS BELLA. **Logomarca Tintas Bella**. Acesso em 09 de dezembro, 2021. Disponível em: < <https://www.facebook.com/tintasbella/> >

TRIVELATTO, A. A. **Aplicação das sete ferramentas básicas da qualidade no ciclo PDCA para melhoria continua: estudo de caso numa empresa de autopeças**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos - SP, 2010.

UEMOTO, K. L. **Projeto, execução e inspeção de pinturas**. Editora O Nome da Rosa, 1º ed. 2002.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos**, Minas Gerais, Editora Littera Maciel Ltda. 1995.

WICKS, Z. W., JONES, F.N. e PAPPAS, S. P. **Organic Coatings: Science and Technology**. ed. John Wiley e Sons, 1992.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado força, discernimento e sabedoria para superar todos os obstáculos desta vida.

A minha querida e amada mãe Irani Nogueira de Lima, por ter tornado esse sonho possível sempre me ajudando, orientando e encorajando para realizar este propósito.

Ao meu filho Miguel Costa, que desde o início foi minha força motriz para finalização desse feito.

As minhas irmãs Priscilla Nogueira Costa, Patrícia Nogueira Costa e sobrinhas Ana Luiza Costa e Helen Costa, que me acompanharam nessa trajetória e me ajudaram a persistir e concluir essa jornada.

Aos meus amigos e amigas, especialmente o Edson Souza, no qual serei eternamente grata por ter me dado apoio e orientação no decorrer da minha graduação.

A minhas amigas Sabrina Antunes, Calina Leonel, Jéssica Alves e Alana Marinho pela amizade, incentivo e companheirismo.

As minhas orientadoras, professora Me. Nataline Cândido da Silva Barbosa e a professora Me. Tássila Pereira Neves pelo apoio, ensinamentos e dedicação com este trabalho.

A todos os meus professores e colegas dessa graduação que me incentivaram e me ajudaram a concretizar esse objetivo alcançado.

Agradeço aos meus avaliadores Dra. Wanessa Karla Gomes Severo e Dr. Alisson Castro do Nascimento por dedicarem um pouco do seu tempo a melhoria deste TCC e por suas observações propostas.

Agradeço ainda, a Universidade Estadual da Paraíba por proporcionar conhecimento acadêmico e a empresa Tintas Bella pela oportunidade de estágio.