

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR/MG**

**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**LEONARDO CARAZZA PEREIRA**

**AVALIAÇÃO DAS 7 FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA  
QUÍMICA: UM ESTUDO DE CASO NO SETOR DE ENVASE NA PRODUÇÃO DE  
CARBONATO DE CÁLCIO PRECIPITADO NA CIDADE DE PEDRA DO INDAIÁ -  
MG**

**FORMIGA - MG**

**2010**

**LEONARDO CARAZZA PEREIRA**

**AVALIAÇÃO DAS 7 FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA  
QUÍMICA: UM ESTUDO DE CASO NO SETOR DE ENVASE NA PRODUÇÃO DE  
CARBONATO DE CÁLCIO PRECIPITADO NA CIDADE DE PEDRA DO INDAIÁ-  
MG.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção do UNIFOR-MG, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. Orientador: Prof. Daniel Gonçalves Ebias

**FORMIGA - MG**

**2010**

**Leonardo Carazza Pereira**

**AVALIAÇÃO DAS 7 FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA  
QUÍMICA: UM ESTUDO DE CASO NO SETOR DE ENVASE NA PRODUÇÃO DE  
CARBONATO DE CÁLCIO PRECIPITADO NA CIDADE DE PEDRA DO INDAIÁ-  
MG.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção do UNIFOR-MG, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Daniel Gonçalves Ebias  
Orientador

---

Examinador

**Formiga, 30 de Novembro de 2010**

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por abençoar esta vitória e aos meus pais, e em especial a minha mãe, que tinha um sonho de ver seu filho formar engenheiro, pois este sonho virou realidade.

A minha futura esposa, Josiane Ribeiro Garbazza, por sempre acreditar que eu era capaz de vencer nesta busca do conhecimento e me apoiar a cada dia da minha vida.

Aos meus familiares que sempre me incentivaram a continuar buscando este conhecimento.

Aos meus professores, Evandro, Agnaldo, Aladir, Marcos, Giarole, Cristiane e Andréia, ao coordenador Marcelo e meu orientador Daniel, pela troca de conhecimento durante esta jornada.

Aos meus amigos, que torceram por mim, meus colegas de trabalho, a empresa UNIMIN, onde trabalhei durante este período e a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para esta conquista.

## RESUMO

Trabalho de conclusão de curso, sobre aplicação das 7 ferramentas da qualidade em uma indústria química de carbonato de cálcio na cidade de Pedra do Indaiá - MG. Trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa, que teve por objetivo analisar e quantificar o processo de envase do produto acabado, delineando as diferenças encontradas no peso das embalagens e as possíveis interferências sobre o processo que possam contribuir para a ocorrência dessas. Foram coletadas 90 amostras nos turnos da manhã, tarde e noite e durante a realização dessas, observou-se as influências do ambiente sobre o processo. Utilizou-se de planilhas do programa Excel e gráficos construídos pelo programa Minitab para auxiliar na visualização e compreensão dos dados encontrados. A análise das amostras evidenciou a divergência de peso das embalagens já envasadas entre os turnos de trabalho, sendo que o turno diurno apresentou melhor desempenho, o noturno obteve desempenho intermediário e o turno vespertino foi o que apresentou menor desempenho. Foi possível também elucidar as interferências do ambiente externo ao processo que incidem sobre o resultado final do peso das embalagens. Assim a interpretação dos dados obtidos, permitiu concluir que o processo mecanizado de envase das embalagens nem sempre é confiável, daí se faz necessária a conferência manual pelo homem que também está sujeito a erros. Dessa forma, é necessário que se façam reflexões a cerca dos resultados encontrados e se proponham medidas para minimizar os erros de pesagem e as interferências externas sobre o processo como um todo.

Palavras-chave: gráficos de controle, envase e carbonato de cálcio precipitado.

## **ABSTRACT**

Completion of course work on application of the seven quality tools at a chemical calcium carbonate in the city of Stone Indaiá – MG. This is a qualitative and quantitative research, which aimed to examine and quantify the filling process of the finished product, outlining the differences in weight of packaging and the possible interference on the process that may contribute to the occurrence of these. 90 samples were collected at morning, noon and night and during these, there are environmental influences on the process. We used Excel spreadsheets and graphs created by Minitab to aid in the visualization and understanding of relevant data. The study also showed the difference of weight of packaging already potted between work shifts, and the day shift had a better performance, intermediate performance achieved overnight and morning hours showed the lowest performance. It was possible to elucidate the interference of the external environment to the process that affect the final result of the weight of packaging. Thus the interpretation of data, we concluded that the mechanical process of filling the packaging is not always reliable, so it is necessary for manual verification by the man who is also subject to error. Thus, it is necessary to make reflections about the results and to propose measures to minimize weighing errors and the external interferences on the process as a whole.

Keywords: control charts, filling and precipitated calcium carbonate.

## LISTA DE TABELA

TABELA 1 – Diferença do peso entre os turnos .....	41
--	----

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Produção no turno da manhã .....	38
GRÁFICO 2 – Produção no turno da tarde .....	38
GRÁFICO 3 – Produção no turno da noite .....	39
GRÁFICO 4 – Produção dos turnos da manhã, tarde e noite .....	40



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1 Problema .....	13
1.2 Justificativa .....	13
1.3 Hipóteses .....	14
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	15
2.1 Objetivo Geral .....	15
2.2 Objetivos Específicos .....	15
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
3.1- Revolução Industrial .....	16
3.2 - Origem da Engenharia de Produção .....	16
3.3 - Processos Produtivos .....	18
3.4 - Produtos e Serviços .....	20
3.5 - Planejamento e Controle de Produção .....	21
3.6 - O processo Produtivo do Carbonato de Cálcio Precipitado .....	22
3.7 - Qualidade .....	24
3.7.1 Conceito de Qualidade .....	24
3.7.2 Definição das 7 Ferramentas da Qualidade .....	26
3.7.2.1 Folha de Coleta de Dados .....	26
3.7.2.2 Gráfico de Pareto .....	27
3.7.2.3 Diagrama de Causas e Efeitos .....	27
3.7.2.4 Fluxograma .....	27
3.7.2.5 Histograma .....	28
3.7.2.6 Diagrama de Dispersão .....	28
3.7.2.7 Gráficos de Controle .....	28
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	29
4.1 Tipo de Pesquisa .....	30
4.2 Técnicas de Pesquisa .....	31
4.3 Objeto do Estudo .....	33
4.4 Interpretação e Análise dos Dados .....	34
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	35

5.1 Material e métodos .....	35
5.2 Análise por meio de avaliação quantitativa .....	37
5.3 Análise do processo de envase .....	41
5.4 Medidas de melhoria do processo .....	42
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O processo produtivo de carbonato de cálcio precipitado é realizado por meio da matéria-prima, calcário calcítico, retirado da natureza e modificado quimicamente através de forno de cal a uma temperatura de aproximadamente 800 °C, que transforma o calcário em cal virgem (óxido de cálcio). Após este processo a cal virgem é hidratada com água formando o hidróxido de cálcio, sendo carbonatada em seguida com gás carbônico formando o carbonato de cálcio, em sequência é realizado a neutralização de seu pH, sendo o produto submetido à secagem e envasado em embalagens valvuladas multi-folhadas de 25 Kg ou em *big bag's* de até 1200 Kg.

O processo de envase de produtos microcristalinos, como o carbonato de cálcio precipitado é de suma importância para a empresa, que deve atender as necessidades do mercado, e para seus clientes, uma vez que a quantidade de produto envasado deverá estar de acordo com o especificado para não alterar suas formulações.

O carbonato de cálcio é utilizado em vários seguimentos de indústrias químicas, alimentícias, farmacêuticas, entre outras. Esta matéria-prima pode ser encontrada na natureza em formato natural ou em formato sintético, manufaturado quimicamente através da cal virgem.

Para as indústrias que utilizam esta matéria-prima é de fundamental importância que o produto atenda as especificações, dentre elas a quantidade. O produto tem papel importante na formulação de compostos, pois apresentam maior pureza e alvura que os naturais, podendo fornecer aos polímeros melhores propriedades mecânicas e de temperaturas.

No presente trabalho serão abordadas as questões que podem interferir no processo de envase de carbonato de cálcio precipitado no qual foram acompanhadas as atividades desenvolvidas pelos colaboradores, as possíveis interferências no setor e um estudo quantitativo por meio de amostragem dos produtos já envasados em embalagens de 25 Kg multifoliadas em papel Kraft.

O sistema de qualidade proporciona a empresa adequação, aperfeiçoamento e padronização dos produtos e serviços, com a utilização de técnicas e procedimentos que proporcionam maior lucratividade e a confiabilidade de seus clientes.

Este trabalho apresenta um estudo por meio dos gráficos de controle que compõe as 7 ferramentas da qualidade, de como elas poderão auxiliar no controle do envase de carbonato de cálcio precipitado, pois a utilização dos procedimentos estabelecidos pela empresa deve ser seguida de forma sistemática, para manter a padronização do processo de envase.

## 1.1 Problema

No setor de embalagem de carbonato de cálcio precipitado, utiliza-se ensacadeiras do tipo rosca semi-automática. Este tipo de equipamento é programado para um volume de 25 Kg, ou seja, quando se atinge o volume desejado a ensacadeira desarma. Com o produto já envasado nas embalagens, os colaboradores fazem a verificação por meio de balança digital se o peso corresponde a 25 Kg. Esta etapa é de suma importância para o controle da produção, pois a falta ou excesso de carbonato de cálcio precipitado poderá influenciar nas especificações do produto fabricado pelos clientes. Diante deste contexto o problema a ser analisado está relacionado a:

De que forma os gráficos de controle, poderão contribuir para identificar quais os fatores influenciam diretamente no processo de envase de carbonato de cálcio precipitado?

## 1.2 Justificativa

Atualmente, a qualidade dos produtos e serviços tem se tornado um importante fator de decisão na maioria dos negócios, no qual o controle dos processos industriais tem grande importância para que as empresas possam minimizar suas perdas, maximizando a produtividade e a lucratividade.

Por meio de diferença de peso, entre os produtos expedidos em caminhão e a conferência do peso em balança rodoviária da empresa, foi possível identificar uma discrepância na quantidade de produto carregado em embalagens de 25 Kg e quantidade correspondente a carga.

Cada vez mais os clientes exigem de seus fornecedores um melhor acompanhamento de seus processos produtivo, portanto a contribuição deste trabalho advém no sentido de propor medidas para melhorar o acompanhamento no processo de envase de carbonato de cálcio precipitado, onde há necessidade de realizar a conferência dos pesos por meio de balança.

### 1.3 Hipóteses

As possíveis hipóteses formuladas são:

- Falta de controle antes de embarcar o produto acabado: para atender as necessidades dos clientes é importante fazer uma conferência aleatória dos produtos acabados, verificando se há discrepância entre o peso padronizados das embalagens com os produtos acabados.
- Falta de manutenção preventiva dos equipamentos envolvidos no processo produtivo: é de grande importância que os equipamentos estejam como suas manutenções em dia, para que o envase seja realizado com apenas o peso desejado;
- Treinamento dos colaboradores: para um melhor controle e eficiência da produção, se faz necessário cumprir rigorosamente os procedimentos estabelecidos pela empresa, pois os colaboradores envolvidos no processo produtivo devem sempre passar por treinamentos de reciclagem, para desenvolver suas atividades conforme o planejado.

## **2 OBJETIVOS**

Os objetivos deste trabalho foram divididos em geral e específicos e serão apresentados a seguir.

### **2.1 Objetivo Geral**

O presente trabalho tem como objetivo analisar as etapas do processo de envase de carbonato de cálcio precipitado - HiWithe 5000, em embalagens de 25 Kg em uma indústria química na cidade de Pedra do Indaiá - MG.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Fazer uma análise por meio de avaliação quantitativa aleatoriamente do peso das embalagens de produto acabado, após a produção de cada turno de trabalho;
- Realizar uma análise do processo de envase de carbonato de cálcio precipitado em embalagens de 25 Kg;
- Propor medidas para melhoria do processo de envase de carbonato de cálcio precipitado.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste tópico são apresentadas as principais teorias de embasamento deste trabalho, para uma melhor compreensão do estudo a ser realizado.

#### **3.1 Revolução Industrial**

Na Inglaterra, durante século XVIII teve início a revolução industrial, com o processo produtivo mecanizado, marcado pelo grande salto tecnológico, tanto nos transportes quanto nas máquinas. Este país foi pioneiro no processo industrial devido à abundância de matéria prima em minerais, minério de ferro e carvão mineral, além da mão de obra barata. O grande crescimento populacional contribuiu para impulsionar ainda mais a demanda de produtos, serviços e mercadorias. As fábricas durante a Revolução Industrial ofereciam péssimas condições de trabalho, tais como: falta de iluminação, ventilação e higienização, além de jornadas prolongadas de trabalho de até 18 horas por dia. Os trabalhadores ainda não gozavam, neste período, de salários família, descanso semanal e férias, entre outros benefícios (OLIVEIRA NETTO E TAVARES, 2008).

#### **3.2 Origem da Engenharia de Produção**

O desenvolvimento industrial, a partir da Revolução Industrial, proporcionou um grande avanço tecnológico como o surgimento da engenharia de produção em um ambiente de crescimento econômico e industrial. Somado ao crescente aumento das empresas que apresentavam diversos desafios tecnológicos e administrativos, percebeu-se a crescente necessidade dos gestores em possibilitar uma capacitação adequada de pessoas para gerenciar os processos produtivos (OLIVEIRA NETTO E TAVARES, 2008).

Neste contexto Fleury (2008, p.1) apresenta que:

“A engenharia de produção trata do projeto, aperfeiçoamento e implantação dos sistemas integrados de pessoas, materiais, informações equipamentos e energia, para produção de bens e serviços, de maneira econômica, respeitando os preceitos éticos e culturais. Tem como base os conhecimentos específicos e as habilidades associadas às ciências físicas, matemáticas e sociais, assim como os princípios e métodos de análise da



engenharia de projeto para especificar, prever e avaliar os resultados obtidos por tais sistemas”.

E ainda acrescenta que a concepção de racionalidade econômica aplicada aos sistemas de produção teve início há mais de um século com o surgimento da engenharia de produção. Frederick Winslow Taylor e Henry Ford foram os personagens que proporcionaram o início da transformação dos conhecimentos empíricos sobre a produção em conhecimentos formalmente estabelecidos, sendo Taylor o precursor da engenharia de produção, com a publicação do livro: Princípio da Administração Científica e Ford pela utilização do conceito de intercambialidade.

Com o objetivo de identificar maneiras para melhorar a eficiência do trabalho humano e da organização produtiva, Taylor observava sistematicamente o trabalho dos operários nas fábricas. Deste modo surge o taylorismo como forma de aumentar a produtividade com trabalho em série (OLIVEIRA NETTO E TAVARES, 2008).

Ford teve participação expressiva na criação da abordagem clássica da administração. Ele começou sua vida profissional como mecânico, fundou sua primeira fábrica em 1899 e em 1913 com a criação da Ford Motor Company, fabricava 900 carros por dia. Ford também instituiu mecanismos de administração como em 1915 quando implantou a jornada diária de 8 horas de trabalho, instituiu o salário mínimo, desenvolveu um sistema produção altamente concentrado vertical e horizontalmente, da matéria ao produto acabado, além de estabelecer um processo complementar da atividade industrial, utilizando métodos de vendas diretas ao cliente e assistência técnica ao consumidor o que pode ser denominado de “projeto administrativo de Ford”, o qual tem o suporte do conceito de produção em série ou em “massa”, sendo fundamentada na simplicidade (PALADINI, 1998).

Segundo Ford a produção em massa objetiva produzir efeitos positivos, sendo a prioridade ao controle de operações, prioridade à operação racional do homem, prioridade ao produto acabado e a prioridade aos procedimentos “científicos de trabalho” como de maior relevância (PALADINI, 1998).

De acordo com Fidelis (2001) os três princípios básicos do projeto administrativo de Ford são: Intensificação: que procura reduzir o tempo do processo de produção; economicidade: que consiste em reduzir ao mínimo o volume de estoque de matéria prima em transformação e pela produtividade: que objetiva

aumentar a capacidade de produção do homem no mesmo período, pela racionalização de suas atividades. No último princípio percebe-se uma completa identidade entre as idéias de Taylor e Ford: o operário ganha mais, no mesmo período de tempo e fica satisfeito e ao mesmo tempo o empresário tem maior produção e fica feliz.

Portanto com a finalidade de identificar prontamente alterações dos parâmetros de certos processos para que se possa realizar a correção de problemas antes que diversos itens sejam produzidos em discordância com os parâmetros estabelecidos, utiliza-se o Controle Estatístico de Processo (CEP).

### **3.3 Processos Produtivos**

Pode ser definido como processo produtivo “qualquer atividade, ou conjunto de atividades, que use recursos (entradas = inputs) para transformá-los em produtos a serem colocados no mercado consumidor (saídas = outputs), pode ser considerado como um processo”. Para o pleno funcionamento das organizações, elas precisam identificar e gerenciar processos inter-relacionados e interativos o que na maioria das vezes permite que a saída de um processo possibilite na entrada do subsequente. Já a abordagem do processo seria dentro da administração, a identificação sistemática e gestão dos processos empregados na organização e da interação entre estes. Dessa forma faz-se necessário o acompanhamento da satisfação dos interessados e envolvidos no processo estabelecendo um ponderamento de informações dessas, além de observar o grau em que suas necessidades e expectativas foram atendidas ou não (BALLESTERO-ALVAREZ, 2001, p.19).

O objetivo do processo produtivo, entre outros, é o aumento da produtividade e a redução de custos. Para tal é necessário que desde o início da cadeia produtiva, se realize a inspeção com o objetivo de avaliar o produto final para garantir os padrões especificados e o êxito do processo (TOLEDO et al. 2008).

“Os processos produtivos podem ser classificados em: processo lógico, processo da gestão industrial e processo de desenvolvimento de produtos”. O processo lógico, também denominando de administração do material é o “conjunto de atividades da maior importância nas organizações industriais, comerciais e até

mesmo prestadoras de serviços, pois a falta ou o excesso de material compromete diretamente o desempenho da organização”. As atividades que representam tal processo são: compras, programação do abastecimento fabril (produção), transportes, controle de estoque (matérias-primas, componentes semi-acabados, acabados), armazenagem, planejamento e controle da produção, precisão da necessidade de materiais (planejamento de compras), controle e armazenagem dos centros de distribuição, processamento dos pedidos dos clientes, atendimento de clientes (no tocante a entregas e programação, ou seja, os aspectos físicos e quantitativos). O processo da gestão industrial é entendido como a integração das atividades complementares e afins e engloba itens como: círculos de controle de qualidade, qualidade total, células de manufaturas e na fabricação classe universal. Já o processo de desenvolvimento de produtos, passou por reformulações em sua estrutura do antigo conceito seqüencial do desenvolvimento para processos com plena interação e envolvimento, e hoje encontra-se dois modelos de estrutura que aborda essa visão: a efetiva que possui uma gerência do produto a qual se subordinam todos os departamentos envolvidos e a virtual que assemelha-se com os idéias da reengenharia, já que não ocorre subordinação à apenas um órgão, mas sim uma atividade conjugada com atividades simultâneas, o que pode ser nomeado de *simultaneous engineering* (engenharia simultânea) (BALLESTERO-ALVAREZ, 2001).

Para aprimorar o desempenho do processo e diminuir a variabilidade nos parâmetros, é necessário que todos os profissionais estejam envolvidos no processo, desde a gerência até os operários, para buscar aperfeiçoamento de suas funções, possibilitando que esse fique estável (MONTGOMERY, 2004).

Neste cenário Deming 1990, teve importante atuação, ao destacar a importância da capacidade de distinguir as causas comuns das causas especiais de variação. Ele define a causa aleatória (comum) como sendo a de fonte imprescindível e inerente ao processo, afetando todos os valores individuais de uma determinada característica deste sob medição. Já as causas atribuíveis (identificáveis, assinaláveis e especiais) são definidas como as de fator identificável provenientes de eventos passageiros que geram variações não aleatórias (padrões anormais dos dados) que interferem no processo de forma previsível.

A implementação de melhorias no processo é condição necessária para que o processo seja estável, e para isso a retirada completa das causas de variação se faz totalmente necessária.

### **3.4 Produtos e Serviços**

O cenário competitivo brasileiro sofreu mudanças, nos últimos 20 anos, em razão da exposição dos consumidores a produtos de maior qualidade e menor custo. As ferramentas estatísticas de controle de processo são utilizados como ferramenta para aumentar a produtividade, associadas a investimentos em novas tecnologias e modernização do parque industrial (TORMINATO, 2004).

Produtos e serviços possuem diferenças expressivas e envolvem aspectos relativos à uniformidade dos insumos necessários (mão-de-obra, instalações, maquinário, processos, matéria-prima, capital, entre outros); natureza do que é oferecido ao cliente e seu consumo; possibilidade de mecanizar a produção e o nível de padronização. Eles também se diferem em número e grau, dependendo de sua aplicação (OLIVEIRA NETTO E TAVARES, 2008).

Ainda de acordo com esses autores, os contatos entre prestadores de serviços e clientes podem ser mais estreitos ou mais distantes ao depender da natureza destes. Na prestação de serviços os mesmos podem ser confundidos com o seu consumo, sendo que na maioria das vezes ocorre uma participação ativa dos consumidores. Neste contexto, o produto possui características de insumos que são empregados em sua composição, podendo-se controlar a quantidade e a qualidade desses e somar durabilidade, qualidade e uniformidade aos produtos ofertados.

Ao se adquirir uma mercadoria, o consumidor busca e exige produtos de excelência e qualidade, somados a preços acessíveis, e isto também se aplica as empresas e indústrias que comprem matéria-prima e as beneficiam (SILVA et al, 2008).

O controle estatístico de processo (CEP), juntamente com os gráficos de controle, insere-se nesse contexto no que se refere ao controle das características significativas do produto e do processo, o que garante níveis de qualidade a custo

de mercado, sendo a interpretação dos gráficos de controle como um procedimento essencial (NOMELI, 2009).

### **3.5 Planejamento e Controle da Produção**

O planejamento de atividades como: localização, capacidade produtiva e edificação da fábrica, são ações do engenheiro empreendedor. A programação da produção pode ter objetivos que são incompatíveis, assim é preciso realizar adaptações em busca de um resultado desejado. Já o controle da produção tem por foco as atividades e as ordens para executá-las, certificando-se que estas serão realizadas de maneira correta na data e hora prometida. Para auxiliar nesse controle é necessário um sistema de informações que monitore o ocorrido durante o processo, como os pedidos realizados pela produção, o estado atual de cada ordem de produção e outras informações que auxiliem ao se tomar uma decisão e na prosperidade do empreendimento (OLIVEIRA NETTO E TAVARES, 2008).

O controle é a atividade essencial do engenheiro de produção e esse tem por definição “fazer com que algo aconteça na forma como foi planejado”. O processo de controle segue três etapas gerais, são elas: “medindo o desempenho; comparando o desempenho medido com os padrões e tomando a atitude corretiva necessária para garantir que os eventos planejados realmente se materializem” (OLIVEIRA NETTO E TAVARES, 2008, p.29-30).

A falta de planejamento, de um método de trabalho padronizado, de uma enorme desorganização nesse trabalho e do mal-gerenciamento de pessoal, contribuem para as perdas no processo produtivo. Além disso, existem as perdas arroladas ao transporte, a inspeção, ao armazenamento, ao próprio processamento o que acaba por levar a perda de produtividade pelo desperdício ou mau uso do tempo e do movimento dos trabalhadores (ANTUNES, 1998).

O CEP é uma ferramenta simples, e por meio dela pode-se controlar características significativas do produto e do processo o que garante níveis de qualidade a custo suportado pelo mercado. Ele visa auxiliar no controle eficaz da qualidade do produto e seus processos produtivos, usando a estatística como metodologia para analisar as limitações do processo. Os gráficos de controle se

destacam entre as principais ferramentas para o monitoramento de processos e sua interpretação é realizada por meio de padrões de não aleatoriedade. (NOMELI, FERREIRA E OLIVEIRA, 2009).

Segundo Barbosa (2000, p.1) “problema é a diferença entre o resultado desejado e o resultado real de um trabalho, e a solução de problema é todo e qualquer feito para eliminar tal diferença”.

### **3.6 O Processo Produtivo do Carbonato de Cálcio Precipitado**

Conforme consta no Manual de Políticas Local Planta, (2009) o Carbonato de Cálcio é largamente utilizado nas indústrias de tintas, plásticos, borrachas, alimentícias, farmacêuticas e cosméticas. Existem, basicamente, dois tipos de Carbonato de Cálcio, o natural, aquele que é retirado da natureza e processado através de sistemas de moagem, dimensionados e especificados de acordo com a distribuição granulométrica desejada, e o precipitado, produto sintético que utiliza como matéria-prima o calcário calcítico, retirado da natureza, e processado quimicamente através das seguintes etapas:

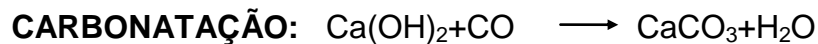
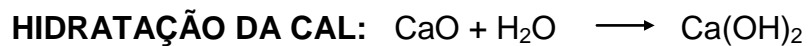
1. Calcinação do calcário calcítico;
2. Hidratação da cal virgem obtida na reação anterior;
3. Carbonatação;
4. Secagem.

A tecnologia de produção do Carbonato de Cálcio Precipitado contribui muito para o aumento de sua aplicabilidade em diversos segmentos da indústria. Seu processo permite um total controle de todas as propriedades físicas, melhorando ainda as características químicas finais do produto. As propriedades físicas resultantes são diretamente dependentes da distribuição do tamanho de partículas do produto, definida durante o processo de fabricação e determinam a sua aplicabilidade em determinadas formulações, por exemplo: creme dental, plásticos (PVC), borrachas ou tintas. Para que o Carbonato de Cálcio Precipitado possa ser aplicado em determinada formulação, é de fundamental importância que se avalie a especificidade necessária para a aplicação à qual o produto se destina, observando-

se para tal a origem e pureza química do calcário aplicado como matéria-prima (MANUAL DE POLÍTICAS LOCAL DA PLANTA, 2009).

De acordo com o Manual de Políticas Local Planta, (2009) o processo de fabricação do Carbonato de Cálcio Precipitado se inicia com o calcinação do calcário em forno vertical, a uma temperatura de aproximadamente 800 °C, produzindo a cal virgem (Óxido de Cálcio = CaO) com características específicas e adequadas ao processo. Essa cal virgem é hidratada com água sob condições controladas em reatores específicos, formando o Hidróxido de Cálcio (leite de cal = Ca(OH)<sub>2</sub>) onde é separado de suas impurezas (calcário não calcinado, silicatos, etc.) por classificação em peneiras e hidrociclones. O “leite de cal” beneficiado é bombeado para reatores, denominados carbonatadores, onde é injetado o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) proveniente do forno de cal, uma vez que o gás é lavado e resfriado e utilizado na reação química. No carbonatador ocorre a reação de precipitação do carbonato de cálcio sob condições controladas.

As reações químicas envolvidas no processo são as seguintes:



Com o a obtenção do carbonato de cálcio precipitado por meio do processo da carbonatação, o produto é destinado a tanques de concreto denominados espessadores, onde parte do produto é decantado retirando o excesso de água. Com isso é neutralizado o potencial hidrogênico (pH) do produto no setor de neutralização, onde é destinado aos diferentes tipos de secagem (*cake* – torta) e (seco – pó), sendo envasados em seguida em embalagens de 25 Kg ou em *big bag's* de até 1200 Kg.

Neste manual são definidas as seguintes modalidades de comercialização do produto:

**Cake:** O Carbonato de Cálcio Precipitado obtido em suspensão aquosa, passa por equipamento denominado Filtro Prensa onde tem-se uma pré-secagem do produto que em seguida é envasado em embalagens denominadas *big bag's*.

**Seco:** Sistema de Secagem “*Drum Dryer*”

O carbonato de cálcio em suspensão aquosa é submetido à secagem para eliminação total da água, em secadores do tipo tambor rotativo denominado “*Drum Dryer*”.

**Seco:** Sistema de secagem “*Flash-Dryer*” e “*Atritor*”

Nestes dois equipamentos que são semelhantes entre si quanto à tecnologia de secagem, o produto em suspensão é desaguado mecanicamente através de processo de Filtração em Filtro Prensa ou Centrífuga, formando o cake que em seguida alimenta ambos os sistemas de secagem, onde em contato direto com ar aquecido à cerca de 400 °C, produzido em sistema de troca térmica em uma fornalha que queima biomassa como combustível, os produtos são conduzidos por dutos até os filtros de mangas e ensacadeiras, onde são envasados em embalagens multi-folhadas valvuladas de papel kraft ou em *big bag's* de rafia (Polipropileno), totalmente isentos de umidade.

Após os processos acima mencionados, finalmente o carbonato de cálcio precipitado pode ser comercializado.

### 3.7 Qualidade

A qualidade não é apenas a ausência de defeitos, pois para se obter uma melhor qualidade dos produtos e serviços são necessários alguns pré-requisitos, dentre eles a confiabilidade dos consumidores.

#### 3.7.1 Conceito de Qualidade

A produção de serviços e produtos a preços ajustados com a atividade, que possibilite a obtenção de lucros para o produtor e que atendam as necessidades dos consumidores pode ser definido como qualidade (FERNANDES et al, 2002).



Uma das questões fundamentais para o sucesso de uma empresa é a estabilização dos seus processos de rotina o que proporciona a confiabilidade do produto. Qualidade também pode ser definido como a redução da variabilidade que quanto menor, melhor será a confiabilidade e a aceitação do produto ou serviço. (MILAN E FERNADES, 2002).

A variabilidade é sinônimo de desperdício de tempo, esforços e dinheiro (MONTGOMERY, 2002)

O insucesso de programas da qualidade nas organizações possui diversas causas. Com a observação prática pode-se perceber que grande parte delas esta relacionada ao desconhecimento em diferentes graus de intensidade e alcance das idéias e noções que fundamentam as ferramentas, dos conceitos que embasam a qualidade e as estratégias mais comuns do processo gerencial da qualidade. Como tentativa de poder organizar melhor as empresas, surge à abordagem clássica da administração, já que neste período havia uma preocupação crescente com eficiência e produtividade, supondo-se que estes poderiam ser alcançados com uma melhor organização (PALADINI, 1998).

O controle dos tempos e movimentos elimina movimentos inúteis, que são substituídos por outros mais eficazes para o rendimento da produção (CHIAVENATO, 1986).

Existem dois confrontos com a gestão da qualidade: o primeiro de natureza geral, afirma que o homem é um ser social por excelência. Já o segundo aborda a questão da prioridade as ações coletivas que se atribui ao controle da qualidade. A ação do gerente sempre foi priorizada pela gestão da qualidade, sendo a importância do administrador ampliada por Taylor, já que a este cabe planejar como cada operador irá participar da execução fabril. A administração científica teve fortes reflexos na gestão da qualidade. Os gráficos de controle são os mais afetados pelo conjunto de ferramentas da qualidade. (PALADINI, 1998).

Pode-se citar os seguintes elementos:

- Walter Shewhart desenvolveu seus primeiros gráficos na década de 20, na Western Electric Company, quase na mesma época em que Taylor havia lançado os fundamentos da Administração Científica. ( SHEWHART, et al, 1939).

- Shewhart usou recursos estatísticos para desenvolver seus gráficos de controle e teve seu trabalho reconhecido exatamente por um dos grandes expoentes da Administração Científica, Frank Gilbreth. (PALADINI, 1998).

- Em 1923, Gilbreth afirmou que "o estudo da estatística em gráficos de controle se constitui em cuidadosa investigação do passado de processos produtivos, cujo presente permite prever o futuro" GILBERTH (1985, p.1-7). Gilbreth utilizou-se dos gráficos de Shewhart para desenvolver estudos referentes à determinação do nível de qualidade de processos industriais. Além desta identidade histórica, há identidades conceituais entre a Administração Científica e o controle de processos. Como se sabe, Shewhart fundamentou todo o seu trabalho no controle das causas das variações dos processos, buscando eliminá-las sempre que essas causas determinassem variações julgadas inaceitáveis (HAYS, 1994). Esta estabilidade do processo foi uma das bases da Administração Científica”.

Desde o início das cadeias produtivas, é essencial a utilização de meios de verificação com o objetivo de avaliar o produto final para que se conservem os padrões especificados e assim o sucesso do processo, sendo o aumento da produtividade e a redução de custos os objetivos de qualquer processo produtivo. (TOLEDO et al, 2008).

### **3.7.2 Definição das 7 Ferramentas da Qualidade**

De acordo com Barbosa (2000, p.1) “As 7 ferramentas do controle da qualidade são recursos a serem utilizados na aplicação da metodologia de solução de problemas”. E estas podem ser definidas como:

#### **3.7.2.1 Folha de Coleta de Dados**

Também denominadas de folhas de verificação, são formulários usados para padronizar e verificar resultados de trabalhos ou para verificar e coletar dados. Para a solução de problemas, as ações tomadas devem ser baseadas em cima de dados, de forma que o problema possa ser claramente definido. Ballesterro-Alvarez (2001), afirma que o objetivo é gerar um grande contingente de dados para facilitar a análise e a resolução de erros, e para tal esses dados devem se relacionar com as

necessidades da empresa. Neste ponto é necessário que se enfoque três questões: ter um objetivo bem definido; obter confiabilidade nas medições; e registrar os dados de forma clara e organizada.

### **3.7.2.2 Gráfico de Pareto**

Análise utilizada para poder dividir um problema grande em diversos problemas menores. O princípio de Pareto afirma que “grandes problemas são provocados por poucas causas e que o inverso também é verdadeiro, ou seja, 80% das causas provocam 20% dos problemas e 20% das causas provocam 80% dos problemas”, facilitando assim dar prioridade a ações de acordo com sua importância que estes têm para a empresa (BALLESTERO-ALVAREZ, 2001, p. 182).

### **3.7.2.3 Diagrama de Causas e Efeitos**

Este diagrama que também pode ser chamado de diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe “mostra a relação entre causas e efeitos ou alguma característica de qualidade e seus fatores envolvidos. As causas principais podem ainda, por sua vez, ser ramificadas em causas secundárias e /ou terciárias.” Para realizar a sua construção, basta partir do princípio básico do envolvimento e participação de todos os fatores que participam da confecção de um produto ou de um efeito. No caso da indústria esses fatores geralmente são denominados de “os seis M” que englobam: método, meio ambiente, máquinas, medidas, mão de obra e matéria-prima, e podem ser desdobrados em secundários (BALLESTERO-ALVAREZ, 2001, p. 183).

### **3.7.2.4 Fluxograma**

Esta ferramenta representa de forma seqüencial as etapas de um processo produtivo, e é uma fonte de oportunidades de melhorias para o processo, pois fornece detalhamento das atividades e permite um entendimento global do fluxo de produção, de suas falhas e de seus gargalos, e sua elaboração utiliza símbolos que são padronizados sendo necessário que os profissionais que confeccionam ou

manipulem esta ferramenta tenham um conhecimento dos símbolos utilizados e de seus significados (BALLESTERO-ALVAREZ, 2001).

### **3.7.2.5 Histograma**

É definido como sendo uma ferramenta gráfica, utilizada pela estatística que permite ao analista “uma visualização global de uma grande numero de dados, organizando-os em uma serie de barras divididas de acordo com as respectivas classes. Para a sua elaboração, devemos dispor dos valores numéricos que cada uma dessas classes pode assumir”. Para a sua confecção é preciso que se proceda à tabulação dos dados obtidos (BALLESTERO-ALVAREZ, 2001, p. 186).

### **3.7.2.6 Diagrama de Dispersão**

Defini-se esta ferramenta da qualidade como sendo “a ferramenta gráfica utilizada para mostrar relações entre dois conjuntos de dados associados que ocorrem aos pares”. As relações entre os conjuntos de dados são inferidas pelos pontos formados no gráfico (BALLESTERO-ALVAREZ, 2001, p. 187).

### **3.7.2.7 Gráficos de Controle**

Esta ferramenta é definida como “uma ferramenta visual, estatística utilizada para avaliar a estabilidade ou as flutuações de um processo, distinguindo as variações em razão das causas assinaláveis ou especiais das variações causais inerentes ao processo”. Para tanto é preciso colocar sobre controle, identificar e investigar os fatores que podem afetar o processo (BALLESTERO-ALVAREZ, 2001, p. 188).

## 4 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado em uma indústria química de carbonato de cálcio precipitado, especificamente no setor de envase, na qual esta pesquisa é quali-quantitativa.

Durante todo o processo de aprendizagem pode-se notar que na vida profissional, há sempre situações que geram curiosidades em descobrir qual o significado dessa situação para a vida das pessoas, assim para auxiliar e analisar as causas destas situações, torna-se necessário a pesquisa científica para um melhor entendimento do assunto abordado.

Para a verificação dos objetivos propostos, foi utilizada a pesquisa quali-quantitativa com o objetivo de se obter informações sobre o processo de envase do produto acabado, com a observação da realização das atividades e a coleta de dados, onde espera-se esclarecer os fatores que influenciam no processo de envase de carbonato de cálcio precipitado e assim propor medidas para eliminá-los ou reduzi-los.

Dentre as várias formas de se conceituar e definir o conhecimento por diferentes autores, este pode ser compreendido como a forma com que os indivíduos conhecem os atos ou efeitos, obtém e têm as informações, a ciência e, desse modo, evidenciam e aplicam a sua fonte de dados teórico-prática em seu contexto de vida diária (PAVAO E GIUNTINI, 2006).

Então, Rampazzo (1998, p. 81) define metodologia como: “uma linha filosófica, religiosa, política ou ideológica de um autor, pesquisador ou estudioso. E, Minayo (2007) acrescenta que a metodologia abrange as concepções teóricas de abordagem e as técnicas utilizadas para este fim, que deverão se apresentar de forma clara, elaborada e coerente. Ainda acrescenta que:

“metodologia seria o caminho do pensamento e prática exercida na abordagem da realidade. Ou seja, a metodologia inclui simultaneamente a teoria da abordagem (o método), os instrumentos de operacionalização do conhecimento (as técnicas) e a criatividade do pesquisador (sua experiência, sua capacidade pessoal e sua sensibilidade)” (2007, p.14).

Entende-se então, que a delimitação do problema da pesquisa não resulta de uma afirmação prévia e individual, formulada pelo pesquisador e para a qual recolhe dados comprobatórios. A identificação do problema e sua delimitação pressupõem

uma imersão do pesquisador na vida e no contexto, no passado nas circunstâncias presentes que condicionam o problema. Portanto, segundo Rampazzo (1998, p. 66):

“os dados da pesquisa se dão em um contexto fluente de relações: são “fenômenos” que não se restringem às percepções sensíveis e aparentes, mas se manifestam em uma complexidade de oposições, de revelações e de ocultamentos”.

A análise de amostras periódicas é necessária para a constatação de que o processo está ou não sob controle. Se o processo está sob controle, a característica de qualidade do conjunto dos itens produzidos possui distribuição normal. Quando a variabilidade se torna anormal, as amostras indicarão que o processo de fabricação se modificou e ficou fora de controle (FILHO, 1976).

A coleta de dados é uma das fases da pesquisa que se gasta mais tempo, exigindo do pesquisador o máximo de atenção, observação dos detalhes, paciência e foco na coleta dos dados, além do cuidadoso registro dos dados. Com base nisso, os dados foram observados nas atividades de envase como um todo (OLIVEIRA, 1996).

#### 4.1 Tipo de Pesquisa

Metodologia é muito mais que as técnicas. Ela “inclui as concepções teóricas da abordagem, articulando-se com a teoria, com a realidade empírica e com os pensamentos sobre a realidade” (MINAYO, 2007, p.14). Continuando essa estudiosa expressa que pesquisa:

“é uma atividade científica de indagação e construção da realidade, sendo essa que alimenta o ensino e o coloca de frente à realidade do mundo. Assim, apesar de ser uma prática teórica, ela associa o pensamento e a ação” (MINAYO, 2007, p.14).

E, na expressão de Rampazzo (1998, p.53) pesquisa:

“é um procedimento reflexivo, sistemático, controlado e crítico que permite descobrir novos fatos ou dados, soluções ou leis, em qualquer área do conhecimento, sendo uma atividade voltada para a solução de problemas através dos processos do método científico”.

Para a realização de uma pesquisa, é necessário que se tenha bem definido todas as suas fases. A primeira fase de uma pesquisa é definida pelo planejamento e engloba os objetivos da pesquisa e a justificativa para sua realização, em seguida

determina-se a modalidade da pesquisa e os procedimentos de coleta e análise de dados.

Pesquisa pode ser definida como um procedimento racional e sistemático, com objetivo de encontrar respostas ao que se deseja descobrir. A pesquisa é realizada quando não se dispõem de informações suficientes para explicar ou resolver algum problema, ou quando as informações disponíveis são insuficientes para atender a complexidade do problema (GIL, 2002).

Segundo Costa e Costa (2001) a pesquisa é atividade básica da ciência. Podem ter dois tipos de abordagem:

- Qualitativa quando busca a compreensão
- Quantitativa quando busca explicação

Pesquisa é desenvolvida mediante o conteúdo de conhecimento disponível e a utilização por meio de ferramentas, métodos, técnicas, e procedimentos científicos. É realizada ao longo de um processo que envolvem inúmeras fases, iniciando-se pelo problema, hipótese, justificativa, objetivos, coleta de dados, metodologias e interpretação dos dados (GIL, 2002).

Conforme o próprio nome indica o método quantitativo caracteriza-se pelo emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples, como percentual, média, desvio-padrão, às mais complexas, como coeficiente de correlação, análise de regressão, etc. (RICHARDSON, 1999)

## **4.2 Técnicas de Pesquisa**

A pesquisa qualitativa “objetiva a descrição das características de determinada população ou fenômeno” (GIL, 2002, p. 44). E Figueiredo (2004, p. 103) completa que “são as pesquisas que geralmente proporcionam maior familiaridade com o problema”.

A pesquisa qualitativa “visa à interpretação do problema, do fato, do objeto” (Silva e Silveira, 2006, p.142), sendo

“caracterizado como compreensiva, holística, ecológica, humanista, bem adaptada para a análise minuciosa da complexidade, próxima das lógicas reais, sensível ao contexto no qual ocorrem eventos estudados, atenta aos

fenômenos de exclusão e de marginalização”. (SILVA e SILVEIRA, 2006, p. 145).

Portanto, a pesquisa qualitativa procura ter uma compreensão particular do objeto de estudo, assim “o foco de sua atenção é centralizado no específico, no peculiar, no individual, almejando sempre a compreensão e não a explicação dos fenômenos estudados” (RAMPAZZO, 1998, p. 64).

Colaborando também, MINAYO (2007, p. 21) afirma que este tipo de pesquisa abrange questões muito pessoais, pois faz parte das ciências sociais que se preocupam com a “realidade que não pode ou não deveria ser mensurada, trabalhando com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes” e tudo isto contribui para o entendimento dos momentos vivenciados. Também, RAMPAZZO (1998, p. 64) expressa que:

“tal tipo de pesquisa procura introduzir um rigor que não é o da precisão numérica aos fenômenos que não são passíveis de serem estudados quantitativamente, apresentando dimensões pessoais, podendo dessa forma apresentar significados mais relevantes tanto para os sujeitos envolvidos, como para o campo de pesquisa ao qual o estudo desse fenômenos pertence”.

Segundo este mesmo autor, a abordagem qualitativa se baseia particularmente na fenomenologia de Edmundo Husserl (1859-1938), que em sua teoria do conhecimento não privilegia nem o “sujeito” que conhece, nem o “objeto” conhecido, mas a relação entre ambos. Para este autor não se pode haver consciência (sujeito) desvinculada do mundo (objeto), afirmando que há sempre uma dependência entre a consciência e o mundo. “A fenomenologia procura voltar às coisas mesmas, ao fenômeno que integra a consciência e o objeto, unidos no próprio ato de significação” (1998, p. 65).

A pretensão da fenomenologia esta em não se separar o sujeito do fenômeno, mas reuni-lo de maneira indissociável, na estrutura da experiência intencional. Sendo dessa forma, “os fenômenos objetos gerados a partir das experiências e vivências das pessoas” (FIGUEREDO, 2004, p. 34).

Dessa forma a fenomenologia tem por objetivo a realidade, sendo que essa apenas será alcançada por meio da subjetividade, o que possibilitará alcançar a objetividade necessária para o entendimento do fenômeno estudado. Assim, a dimensão subjetiva dos fenômenos é sempre prevalente à dimensão objetiva com que é visto o fenômeno, já que não é possível chegar à objetividade – respostas



concretas – sem passar pela subjetividade da interrogação – curiosidade – da qual se originou (LAMBERT, SALIMENA, 2006).

Já de acordo com Bignardi (2003), a pesquisa quantitativa aplica-se à dimensão mensurável da realidade, origina-se na visão newtoniana dos fenômenos e transita com eficácia na horizontalidade dos extratos mais densos e materiais da Realidade. Seus resultados auxiliam o planejamento de ações coletivas e produz resultados passíveis de generalização, principalmente quando as populações pesquisadas representam com fidelidade o coletivo.

### **4.3 Objeto do Estudo**

O objeto de estudo deste trabalho é o processo de envase do carbonato de cálcio precipitado de uma indústria química. Nesta empresa ocorre a transformação do calcário em cal virgem, em seguida com a injeção de gás carbônico, para obter-se a formação de carbonato de cálcio, onde após é neutralizado seu pH, o produto é secado e envasado em embalagens multi-folhadas em papel Kraft com peso de 25 Kg. A indústria localiza-se em uma cidade do centro oeste mineiro à aproximadamente 180 km da capital mineira, e esta no mercado desde 1993, realizando atividades de transformação e comercialização de carbonato de cálcio precipitado.

A empresa é de grande porte e emprega atualmente 170 funcionários, sendo que 8 trabalham no setor de envase, alternado 2 por turnos.

A indústria procura sempre trabalhar de forma a atender as necessidades dos clientes e manter a qualidade de seus produtos, e assim conquistar novos mercados e ter sempre à satisfação dos seus clientes em primeiro lugar. A qualidade e a quantidade correta da matéria-prima adquirida são essenciais para que os clientes possam manter a formulação e a qualidade dos seus produtos.

O estudo se tratou do acompanhamento no setor de envase, da Secagem *Flash Dryer*, com análise do comportamento dos colaboradores na realização de suas atividades conforme procedimentos de envase, manuseio e aferição correta de balança digital, observação das interferências no processo produtivo e coleta de 90

amostras aleatórias de embalagens conforme a produção nos turnos de manhã, tarde e noite.

#### **4.4 Interpretação dos Dados**

Para a interpretação dos dados pesquisados pelo autor, as amostras foram registradas em planilha no *software* Excel, com o intuito de verificar se os colaboradores estão realizando suas atividades dentro dos procedimentos estabelecidos pela empresa, bem como uma avaliação do processo de envase como um todo para identificar interferências que possam comprometer a qualidade e produtividade, facilitando a compreensão dos dados.

Para auxiliar na interpretação dos dados levantados, já utilizado gráficos de controle e histogramas por meio do *software* Minitab.

A quantificação dos resultados foi realizada conforme procedimentos estabelecidos aos colaboradores, por meio de balança industrial, no mesmo local de envase, sendo que antes de cada medição a balança foi submetida à aferição por meio de peso de conferência e também foi desconsiderado o peso da embalagem que é de 16 g.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Material e métodos

A maior parte das indústrias tem como objetivo comum a busca da manutenção e da melhoria contínua da qualidade dos seus produtos, com base no mercado atual que é extremamente competitivo. Dentro desse contexto existe um interesse renovado no estudo dos métodos estatísticos para controle dos processos. O Controle Estatístico do Processo (CEP) constitui-se num grupo de ferramentas desenvolvidas para monitorar o desempenho de um processo, sendo os Gráficos de Controle (GC's) possivelmente a ferramenta mais sofisticada. O CEP tem por objetivo detectar rapidamente alterações dos parâmetros de determinados processos para que os problemas possam ser corrigidos antes que muitos itens não-conformes sejam produzidos (MINGOTI & FIDELIS, 2001).

O CEP é um conjunto de ferramentas uteis para a resolução de problemas para o alcance da estabilidade do processo e aumento da capacidade através da redução da variabilidade. (BONILLA, 1995) E (MONTGOMERY, 1996).

Os gráficos de controle foram idealizados na década de vinte por Walter A. Shewhart, a partir do seu interesse em entender as causas que acarretam variabilidade nos processos. Esse autor classificou a variabilidade como sendo provocada por causas comuns (pequenas variações aleatórias inerentes ao processo) e por causas especiais ou assinaláveis (presença de eventos anômalos no processo que prejudicam a qualidade do produto) (MONTGOMERY, 2004).

Para a composição dos gráficos de controle considera-se 3 linhas: a linha média e outras duas linhas a superior e a inferior), que representam os limites de controle e os valores característicos do processo. Os limites de controle são estimados pelo valor médio, somado ou subtraído a três vezes o desvio-padrão. Quando todos os pontos do gráfico se localizam entre os limites de controle, considera-se que o processo está sob controle. Quando, no mínimo, um ponto se localiza fora desses limites, considera-se que o processo está fora de controle (SILVA et al, 2008).

Montgomery (2004) afirma que através dos gráficos de controle (GC) pode-se monitorar a variabilidade existente nos processos, buscando detectar a possível presença de causas especiais. Causas especiais devem ser identificadas e corrigidas para que se restabeleça o padrão de desempenho esperado. Os GCs também permitem a redução sistemática da variabilidade do processo, melhorando, dessa forma, a qualidade, a produtividade, a confiabilidade e o custo do que está sendo produzido. Os gráficos de controle são divididos em GCs para variáveis e GCs para atributos. A primeira deve ser empregada quando as GCs de interesse são medidas e expressas numa escala contínua de valores; por exemplo, temperatura, diâmetro, peso, etc. A segunda é utilizada para monitorar GCs que não são expressas numa escala contínua (número de defeitos ou não conformidades em uma unidade do produto), ou não são quantificáveis, mas sim resultado de uma classificação do tipo “conforme” ou “não conforme” (número de unidades do produto não conforme ou defeituosas). (MONTGOMERY, 2004).

Ele ainda acrescenta que em aplicações práticas, os GCs para variáveis mais utilizadas são os gráficos X e R. Através do gráfico X monitora-se, a partir de médias amostrais, a localização (média ou valor alvo de uma variável) do processo. O gráfico R é utilizada para monitorar, a partir de amplitudes amostrais, a variabilidade do processo. Cada amostra é representada pelas medições consecutivas  $(x_1, \dots, x_{30})$ , com média  $\mu_0$  conhecida ( $\mu_0 = 25,00$  Kg).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Determinam-se os limites de controle para a carta X da seguinte forma:

$$LSC = \mu_0 + L\sigma_0$$

$$LC = \mu_0$$

$$LIC = \mu_0 - L\sigma_0$$

Onde LSC, LC e LIC representam, respectivamente, o limite superior de controle, a linha central da carta e o limite inferior de controle, e L representa a distância máxima tolerada, em termos de desvios-padrões na média ( $\sigma_x = \sigma_0 / \sqrt{n}$ ), entre a média  $\bar{x}$  de cada amostra e a média  $\mu_0$  do processo sob controle.

## 5.2 Análise por meio de avaliação quantitativa

Consideramos para este estudo a linha central (25,000 Kg) que é o peso padrão, o limite inferior de controle (24,900 Kg) e para o limite superior de controle (25,100 Kg).

Neste contexto a letra L representa a distância dos limites de controle (superior e inferior) a linha central, que é expressa em unidades de desvio padrão.

Foram coletadas 90 amostras aleatórias das embalagens valvuladas multi-folhados em papel kraft com carbonato de cálcio precipitado WiHithe 5000 já envasados com peso de 25 Kg. Estas amostras foram coletadas aleatoriamente e repesadas, sendo divididas em 30 amostras, conforme produção nos turnos de manhã, tarde e noite.

De posse das amostras, foi utilizado o *software* Minitab para gerar os gráficos de controle, para verificação dos resultados e comparação do desempenho de cada turno.

O GRAF. 1 demonstra a produção no turno da manhã e nele pode-se observar que no turno da manhã entre as 30 amostras coletadas, 17 destas estão dentro dos limites estabelecidos, 6 amostras estão abaixo do limite estabelecido e 7 amostras estão acima dos limites estabelecidos. Entre as amostras analisadas o menor peso encontrado foi 24,630 Kg e o maior peso foi 25,310 Kg.

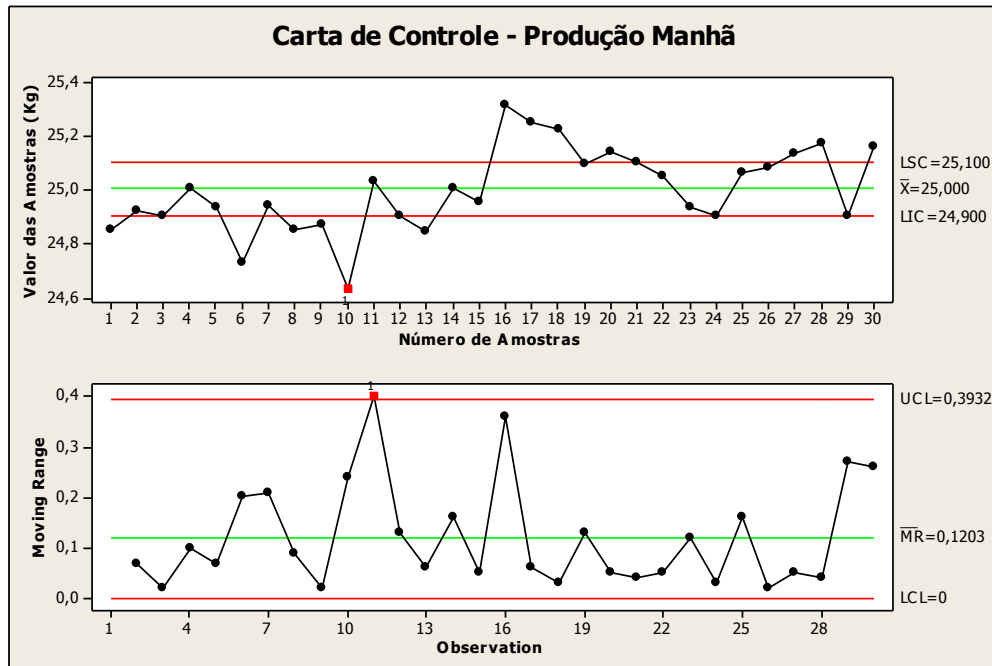


GRÁFICO 1 – Produção no turno da manhã.  
 Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

O GRAF. 2 demonstra a produção no turno da manhã e nele pode-se observar que no turno da tarde entre as 30 amostras coletadas, 6 destas então dentro dos limites estabelecidos, 17 amostras estão abaixo do limite estabelecido e 7 amostras estão acima dos limites estabelecidos. Entre amostras o menor peso encontrado foi 24,240 Kg e o maior peso foi 25,420 Kg.

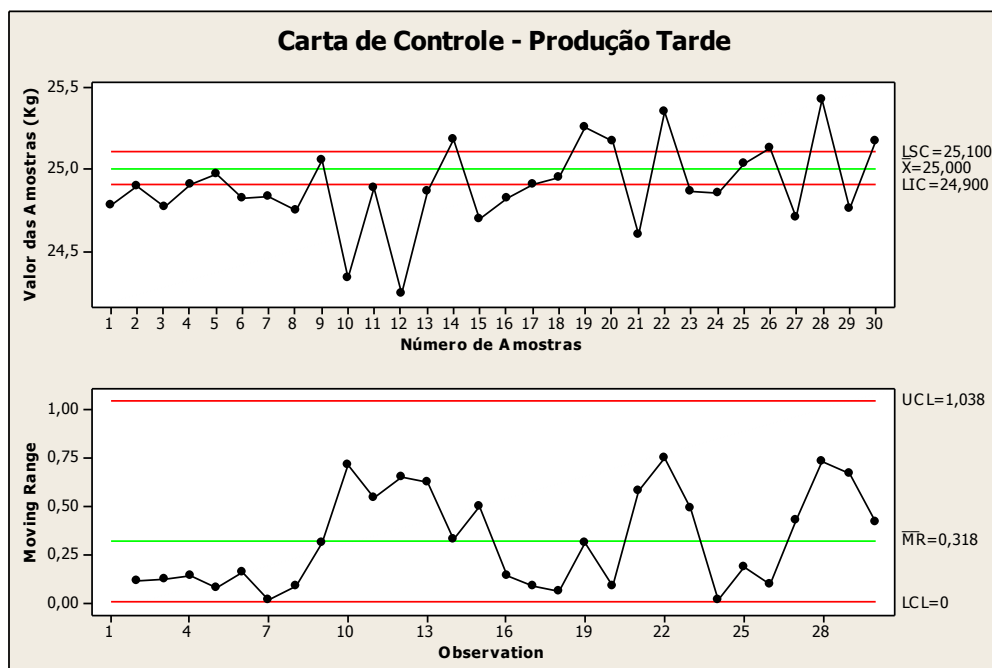


GRÁFICO 2 – Produção no turno da tarde.  
 Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

O GRAF. 3 demonstra a produção no turno da noite e nele pode-se observar que no turno da noite entre as 30 amostras coletadas, 13 destas então dentro dos limites estabelecidos, 3 amostras estão abaixo do limite estabelecido e 14 amostras estão acima dos limites estabelecidos. Entre amostras o menor peso encontrado foi 24,800 Kg e o maior peso foi 25,540 Kg.

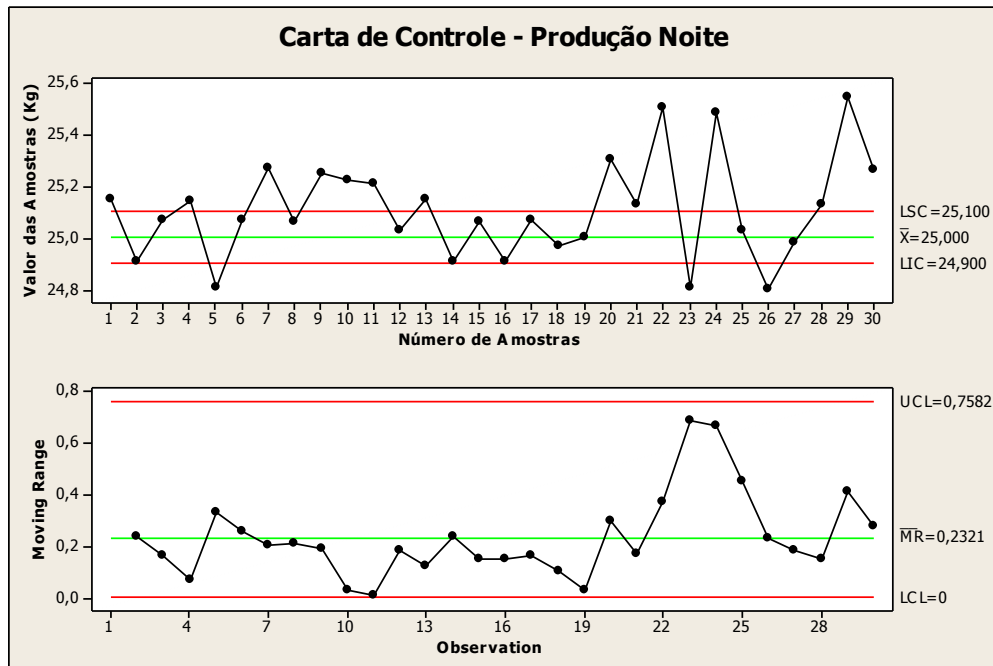


GRÁFICO 3 – Produção no turno da noite.  
Fonte: Dedos da pesquisa, 2010.

O GRAF. 4 demonstra a produção nos turnos da manhã, tarde e noite, onde as 90 amostras coletadas, pode-se observar que 36 destas então dentro dos limites estabelecidos, 26 amostras estão abaixo do limite estabelecido e 21 amostras estão acima dos limites estabelecidos.

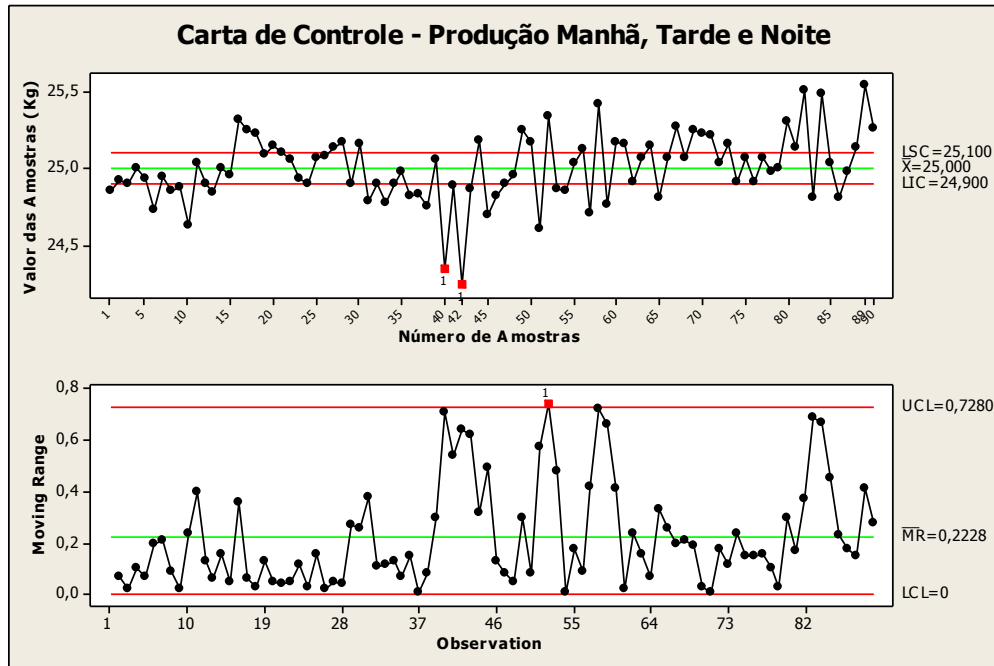


GRÁFICO 4 – Produção dos turnos da manhã, tarde e noite.  
 Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

Entre todas as amostras, o menor peso encontrado foi de 24,240 Kg, amostra número 12 do turno vespertino, que representa 3,04% a menos de produto envasado. O maior peso encontrado foi de 25,540 Kg, amostra número 29 do turno noturno, que representa 2,16% a mais de produto envasado.

Ao comparar o desempenho entre os turnos de trabalho, nota-se que o turno matutino apresentou melhor atuação entre os demais turnos, dentro dos limites estabelecidos, porém entre as 6 amostras que ficaram abaixo do limite estabelecido, deixou de envasar 3,380 Kg e nas 7 amostras que ficaram acima do limite, envasou 1,230 Kg a mais de carbonato de cálcio precipitado.

O turno noturno apresentou um desempenho intermediário, em relação aos demais, dentro dos limites estabelecidos. Nesse período as 3 amostras que ficaram abaixo do limite estabelecido, deixou de envasar 3,730 Kg e nas 14 amostras que ficaram acima do limite, envasou 0,580 Kg a mais de carbonato de cálcio precipitado.

O turno vespertino apresentou um desempenho baixo em relação aos demais, dentro os limites estabelecidos. Nesse período as 17 amostras que ficaram abaixo



do limite estabelecido, deixou de envasar 5,440 Kg e nas 7 amostras que ficaram acima do limite, envasou 1,650 Kg a mais de carbonato de cálcio precipitado.

Conforme TAB. 1 observa-se que entre as 90 amostras coletadas, houve uma diferença de 12,650 Kg a menos de produto envasado, representado por 26 amostras e 3,460 Kg a mais de produto envasado, representado por 28 amostras, gerando grande divergência entre as cargas expedidas e transtornos para os clientes.

TABELA 1 – Diferença do peso entre os turnos

TURNOS	PESO A MAIS	PESO A MENOS
MANHÃ	1,230 Kg	3,380 Kg
TARDE	1,650 Kg	5,440 Kg
NOITE	0,580 Kg	3,730 Kg
TOTAL	3,460 Kg	12,550 Kg

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

### 5.3 Análise do processo de envase

Durante a coleta das amostras no setor de envase da Secagem Flash Dryer, pode-se observar que há diversas interferências que contribuem para os resultados encontrados nas amostras. Entre os observados estão:

- Processo manual de envasamento que não é ergonomicamente correto, causando fadiga aos colaboradores;
- O layout dos equipamentos, ensacadeira, balança e montagem dos pallets não contribuem para desempenho produtivo;
- A balança está em um nível inferior a da ensacadeira, contribuindo para que os colaboradores ao conferirem o peso e soltem as embalagens sobre a balança, descalibrando as células de carga do equipamento;

- No setor da Secagem “*Flash Dryer*” e Envase, há muita vibração, devido aos grandes equipamentos instalados, contribuindo para a descalibração da balança;
- Falta de treinamento dos colaboradores envolvidos, sobre a importância de se realizar os procedimentos envase.

#### **5.4 Medidas para melhoria do processo**

De forma a buscar a melhoria contínua por meio das ferramentas da qualidade, poderão ser desenvolvidos algumas atividades e investimentos para alcançar melhores resultados dentro dos limites estabelecidos, uma vez que a qualidade e os custos dos produtos são fatores importantes no mercado atual que é extremamente competitivo.

De posse das informações avaliadas neste trabalho, poderão ser desenvolvidos atividades e controles para buscar solucionar os problemas mencionados neste trabalho, são eles:

- Realizar a manutenção periódica dos equipamentos envolvidos nos processos, a fim de eliminar as vibrações que interferem significativamente nos resultados das embalagens já envasadas;
- Desenvolver um programa de calibração e aferição constante das balanças envolvidas no processo;
- Realizar periodicamente a reciclagem dos colaboradores, informando-os sobre a importância de se trabalhar de acordo com os procedimentos estabelecidos, a fim de garantir a qualidade e a satisfação dos clientes;

Diante das informações avaliadas neste trabalho, poderão ser realizados alguns dos investimentos abaixo, para melhorar o processo de envase e solucionar os problemas mencionados neste trabalho:

- Modificar através de layout os equipamentos envolvidos no processo e alterar o modelo da balança. Instalar roletes no suporte de apoio da

embalagem, uma vez que a embalagem já envasada poderá ser deslocada através dos roletes para a balança, que estará instalada no mesmo nível da ensacadeira, evitando a danificação das células de carga e a descalibração da balança;

- Investir em uma balança digital que permite a impressão de ticket's que podem ser fixados nas embalagens, podendo ser melhor rastreado alguma anomalia no processo;
- Instalar uma mesa pantográfica que permitirá aos colaboradores montar os pallets de maneira ergonomicamente correto, evitando o desgaste físico e a fadiga;
- Instalar uma ensacadeira automática.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu aplicar a técnica da estatística da qualidade mediante os gráficos de controle do processo de envase de carbonato de cálcio precipitado, bem como analisar visualmente o processo como um todo, buscando melhorar continuamente os procedimentos envolvidos.

Ao analisar os gráficos de controle relacionados com as 90 amostras levantadas, nota-se que dentre elas, 54 estão fora dos limites estabelecidos, isto equivale a 60% das amostras analisadas, gerando perda na produtividade e insatisfação dos clientes. Estes números são reflexos das interferências que impactam negativamente no processo produtivo no setor de envase.

Entre as avaliações qualitativas, nota-se que o maior problema observado neste estudo é a falta de confiabilidade na balança industrial utilizada no processo de envase, a qual muita das vezes é operada de maneira inadequada pelos colaboradores envolvidos no processo, além das interferências externas, como a vibração, que compromete o funcionamento da balança.

Com a aplicação das modificações apresentadas neste trabalho, a empresa poderá controlar melhor sua produtividade, pois para que haja estas modificações é necessário investimento no setor de envase e comprometimento de todos os colaboradores envolvidos.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, E. F. **7 Ferramentas do Controle de Qualidade**. Gerência da Qualidade Total na Educação. Fundação Christiano Ottoni. UFMG, Belo Horizonte.
- BATALHA, M. O. et al. **Introdução à Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008 – 4ª reimpressão.
- BALLESTRO-ALVAREZ, Maria Esmeralda. **Administração da Qualidade e da Produtividade**: abordagem do processo administrativo. São Paulo: Atlas, 2001.
- BIGNARDI, F. A.C. **Reflexões sobre a pesquisa qualitativa e quantitativa: Maneiras complementares de apreender a Realidade**
- BONILLA, J.A. **Métodos quantitativos para qualidade total na agricultura**. 2.ed. Contagem: Littera Maciel, 1995. 250p.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações**: manufatura e serviços: Uma abordagem estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- COSTA, M. A. F.; COSTA, M. F. B. **Metodologia da Pesquisa**: conceitos e técnicas. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.
- DEMING, W. E. **Qualidade**: a revolução da administração. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990. 1-367 p.
- DIAS, M. A. P. **Administração de Materiais**: uma abordagem logística. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- FERNANDES, R. A. T.; MILAN, M. **Qualidade das Operações de Preparo de Solo por Controle Estatístico de Processo**. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 261-266, 2002.

FERNANDES, R.A.T.; MILAN, M.; PECHE FILHO, A. **Gerenciamento da qualidade em operações mecanizadas de um sistema de produção de cana-de-açúcar.** *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.20, n.3, p.215-20, 2000.

FLEURY, AFONSO. **O que é engenharia de produção.** In: Batalha, M.O ( Org). *Introdução a engenharia de produção.* Rio de Janeiro. Elsevier, 2008.

GILBRETH, F.B.: **Primer of Scientific Management.** Easton. Hive Publishing, 1985.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas. 2002.

HAYS, D.W.: **“Quality Improvement and its Origin in Scientific Management”.** *Quality Progress*, May 1994. p. 89-90.

LOURENÇO FILHO, R. C. B. **Controle estatístico de qualidade.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976.

MIGNOTI, S.A.; FIDELIS, M.T. **Aplicando a geoestatística no controle estatístico de processo.** *Revista Produto & Produção*, Porto Alegre, v.5, n.2, p.55-70, 2001.

MILAN, M; FERNANDES, R.A.T. **Qualidade das operações de preparo de solo por controle estatístico de processo.** *Scientia Agrícola*, v.59, n.2, p.261-266, abr/jun. 2002

MINAYO, M. C. S. (ORG). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** Editora Vozes. 25ª ED. Petrópolis, 2007.

MONTEGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade.** 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

MONTGOMERY, D.C. **Introduction to statistical quality control**. 5.ed. New York: John Wiley & Sons, 1996. 677p.

NOMELINI, Q. S. S; Ferreira, E. B; Oliveira, M. S. **Estudos dos padrões de não aleatoriedade dos gráficos de controle de Shewhart: um enfoque probabilístico**. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 16, n. 3, p. 414-421, jul.-set. 2009.

OLIVEIRA, Luiz Fernando S. **Introdução à MCC** - Manutenção Centrada em Confiabilidade. Niterói: Principia, 1996.

OLIVEIRA, NETTO, A. A.; TAVARES, W. R. **Introdução à Engenharia de Produção**. Ed. Visual Books, 2008.

PALADINI, E. P. **As Bases Históricas de Gestão da Qualidade**: a abordagem clássica da administração e seu impacto na moderna gestão da qualidade. *Gestão de Produção*, Florianópolis, v. 5, n. 3, p. 168-186, 1998.

PAVÃO, A. S; GIUNTINI, P. B. **O conhecimento da equipe de enfermagem sobre medidas de controle de infecção hospitalar**. *Revista Enfermagem Atual*, 2006; ano 6, nº 34. p.32-36.

RAMPAZZO, LINO. **Metodologia científica – para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação**. Editora Stiliano. São Paulo, 1998.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SHEWHART, W. & DEMING, W.E.: **Statistical methods from the viewpoint of quality controlimprovement**. Washington Graduate School. Department of Agriculture, 1939.

SILVA, R. P; CORRÊA, C. F; CORTEZ, J. W; FURLANI,C.E.A. **Controle Estatístico Aplicado ao Processo de Colheita Mecanizada de cana-de-açúcar**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 292-304, 2007.

TOLEDO, A. de; TABILE, R. A; SILVA, R. P. da; FURLANI,C. E. A; MAGALHÃES, S. C; COSTA, B. O. **Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja**. *Eng. Agríc., Jaboticabal, v.28, n.4, p.710-719, out./dez. 2008.*

TORMINATO, S. M. **Análise da utilização da ferramenta CEP**: um estudo de caso na manufatura de autopeças. Campinas, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas.