

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

ANDRIO GONÇALVES VARGAS

**UMA APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS NO
SISTEMA PRODUTIVO DE BENEFICIAMENTO DE ARROZ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Bagé
2015**

ANDRIO GONÇALVES VARGAS

**UMA APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS NO
SISTEMA PRODUTIVO DE BENEFICIAMENTO DE ARROZ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como Requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Xavier Guterres

**Bagé
2015**

ANDRIO GONÇALVES VARGAS

**UMA APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS NO
SISTEMA PRODUTIVO DE BENEFICIAMENTO DE ARROZ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como Requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Xavier Guterres

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Marcelo Xavier Guterres
Orientador
Engenharia de Produção - UNIPAMPA

Prof. Me. Carla Beatriz da Luz Peralta
Engenharia de Produção – UNIPAMPA

Prof. Me. Mauricio Nunes Macedo de Carvalho
Engenharia de Produção - UNIPAMPA

RESUMO

O trabalho desenvolve uma aplicação do Controle Estatístico do Processo no sistema produtivo de beneficiamento de arroz. O tema escolhido surgiu pelas inúmeras empresas presentes na região da campanha que não apresentam este tipo de monitoramento e sistema de controle de processos que são importantes para um satisfatório rendimento produtivo. Por intermédio de visitas de campo a organização, do levantamento de dados com relação ao processo produtivo de industrialização do arroz, uma variável da qualidade foi monitorada. Seu monitoramento ocorreu com o emprego do suplemento Action do Excel, que permitiu estudar a normalidade do grupo de dados selecionados, traçarem seus gráficos de controle e medir a capacidade do processo de atender as especificações da empresa. Com base nesse monitoramento, um tutorial para implantação e sistematização dos gráficos de controle foi proposto aos funcionários da organização, que passaram a utilizá-lo. Estas etapas vieram a evidenciar o desperdício de matéria-prima que ocorria no setor produtivo, e a partir destas informações, melhorias foram presenciadas. Com isso, foi possível obter maiores lucros com a eminente redução de desperdício de matéria-prima, trazendo ganhos em experiência para os profissionais da empresa e para o autor do trabalho. Permitiu explicitar também as mudanças que ocorreram ao longo de toda a aplicação da pesquisa.

Palavras-chave: Qualidade. Controle Estatístico de Processos. Ferramentas

ABSTRACT

The paper develops an application of Statistical Process Control in the production of rice processing system. The theme emerged from the many companies in the region of the campaign that do not have this type of monitoring and control system processes that are important to a satisfactory production yield. Through the organization field visits, data collection with respect to the production process rice industrialization, a quality variable was monitored. Your monitoring occurred with the use of Excel add-Action, which allowed studying the normality of the selected data group, trace your graphic control and measure the ability of the process to meet the specifications of the company. Based on this monitoring, a tutorial for implementation and systematization of control charts was offered to employees of the organization, which began to use it. These steps have come to highlight the waste of raw material that occurred in the productive sector, and from this information, improvements were witnessed. Thus, it was possible to obtain higher profits with the imminent reduction of waste of raw material, bringing gains in experience for professionals in the company and the author. It has also explain the changes that have occurred throughout the implementation of research.

Keywords: Quality. Statistical Process Control. Tools

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Frequência de uso da estatística no controle de processos nas indústrias de alimentos.....	16
Figura 2- Variabilidade e suas consequências.....	21
Figura 3- Distribuição Normal ou Gaussiana.....	24
Figura 4- Histograma com uma aproximação da distribuição normal.....	25
Figura 5 - Carta de controle Xbarra.....	27
Figura 6 - Carta de controle S.....	28
Figura 7- Fluxograma metodológico.....	37
Figura 8- Fluxograma do processo produtivo de arroz.....	40
Figura 9 - Processo de moega.....	42
Figura 10 - Processo silo pulmão.....	44
Figura 11 - Processo caixa de abastecimento.....	45
Figura 12 - Processo descascadores.....	46
Figura 13 - Separador de Marinheiro.....	47
Figura 14 - Brunidor.....	48
Figura 15 - Polidor.....	49
Figura 16 – Tries.....	50
Figura 17 - Seletron.....	52
Figura 18 – Empacotadeira.....	53
Figura 19 – Enfardadeira.....	54
Figura 20 – Setor de estoque.....	55
Figura 21 – Resumo das características apresentadas no processo produtivo	56
Figura 22 – Teste normalidade pacotes de 5 kg.....	59
Figura 23 – Histograma dos pacotes de 5 kg.....	60
Figura 24 – Gráficos de controle da média e desvio padrão pacotes de 5 kg..	61
Figura 25 – Análise de capacidade do processo de empacotamento para massas de 5 kg.....	62
Figura 26 – Treinamento funcionária 1º dia.....	66
Figura 27 – Treinamento funcionário 2º dia.....	66
Figura 28 – Dados reais registrados na empresa.....	67
Figura 29 – Gráficos de controle elaborados pela empresa.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Principais tipos de processos.....	20
Tabela 2- Índices de capacidade do processo	33
Tabela 3 – Resultado dos gráficos de controle	61
Tabela 4 – Índices de capacidade do processo calculados	63
Tabela 5 – Produção mensal calculada	64
Tabela 6 – Produção mensal ideal segundo meta da empresa.....	64
Tabela 7 – Comparativo no desenvolvimento do estudo.....	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Relevância do tema.....	13
1.2	Definição do problema.....	17
1.3	Objetivos da pesquisa	17
1.3.1	Objetivo geral	17
1.3.2	Objetivos específicos.....	17
1.4	Delimitação do tema.....	18
1.5	Organização da pesquisa.....	18
2	CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO.....	20
2.1	A distribuição Normal	23
2.2	Cartas de Controle para variáveis	26
2.3	Causas Comuns da variabilidade no processo	30
2.4	Causas Especiais da variabilidade do processo	30
2.5	Capacidade do Processo Produtivo	31
2.6	Capabilidade do Processo (C_p e C_{pk})	31
2.7	Desempenho do Processo (P_p e P_{pk})	33
2.8	Plano de Controle.....	34
2.9	Software Action	34
2.10	Considerações do capítulo	35
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
3.1	Caracterização da pesquisa	36
3.2	Abordagem da pesquisa.....	36
3.3	Etapas metodológicas	36
4	O SISTEMA PRODUTIVO DE BENEFICIAMENTO DE ARROZ	40
4.1	Balança	41

4.2	Moega	41
4.3	Silos.....	42
4.4	Pré-limpeza secundária.....	43
4.5	Silo pulmão do beneficiamento	43
4.6	Caixa de abastecimento	44
4.7	Descascadores.....	45
4.8	Separador de marinhoiro.....	46
4.9	Brunidor.....	47
4.10	Polidor	48
4.11	Classificador rotativo	49
4.12	Tries	50
4.13	Classificador de perfil	51
4.14	Seletron.....	51
4.15	Caixas de estocagem.....	52
4.16	Empacotadeiras	52
4.17	Enfardadeiras	53
4.18	Estoque e expedição.....	54
5	MONITORAMENTO E CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DE ARROZ	57
5.1	Calculo da normalidade dos pacotes de 5 kg de arroz.....	58
5.2	Estimativa da Estabilidade do Processo.....	60
5.3	Estudo da Capacidade das Especificações de Massa Adotadas pela Empresa	62
5.4	Considerações do capítulo.....	63
6	RESULTADOS E PROPOSTAS DE MELHORIA	64
6.1	Propostas de melhorias.....	69
7	CONCLUSÃO.....	71

REFERÊNCIAS.....	73
ANEXO A.....	76
ANEXO B.....	78
ANEXO C.....	79
ANEXO D.....	80
ANEXO E.....	88
ANEXO F.....	89

1 INTRODUÇÃO

Existe um grande engano para quem pensa que a preocupação com a qualidade é algo recente. Em meados dos anos 2150 a.C. Hamurabi, rei e criador do império babilônico, já escrevia em seu código de conduta, a preocupação com a durabilidade e funcionalidade das habitações que eram produzidas. Este estabelecia, que se um construtor negociasse uma habitação que não fosse sólida o suficiente, para atender aos seus requisitos, ou viesse a desabar, o mesmo seria imolado (OLIVEIRA, 2011).

Os fenícios também apresentavam comportamentos radicais para os fornecedores de produtos fora das especificações governamentais, amputando-lhes as mãos (OLIVEIRA, 2011).

Por outro lado, os romanos apresentavam uma evolução um pouco superior aos demais povos. Pois, desenvolveram métodos de medição e padrões de qualidade para as suas edificações. Consideradas avançadas para época (OLIVEIRA, 2011).

Ainda, Miguel (2001) destaca em suas pesquisas que os egípcios a milhares de anos atrás, utilizavam sistemas de medição das pedras que seriam usadas para a construção de pirâmides.

Na sequência, de acordo com registros históricos da França, durante o reinado de Luis XIV, eram adotados avançados procedimentos para a seleção de fornecedores. Detalhando critérios para a escolha e instruções para supervisão do processo de fabricação de embarcações.

Conforme esclarece Mello (2011), a preocupação por qualidade não é um tema atual. Mas sim permanente ao longo de toda história da civilização. Nas sociedades primitivas agrícolas, por exemplo, a qualidade da semeadura dos grãos já era levada em conta. Pois, essas sabiam que quanto melhor a qualidade da semente, mais satisfatoriamente seria a qualidade e a produtividade das suas colheitas. Isto prova que os homens primitivos possuíam um conceito intuitivo de qualidade.

Com o desenvolvimento das sociedades, mudanças significativas ocorreram no entendimento e no conceito de qualidade. Neste aspecto, destacam-se os períodos que antecederam a Revolução Industrial, e ela propriamente dita.

Antes do início da era industrial, os responsáveis pela verificação da qualidade eram os artesões. O foco deles estava concentrado na detecção de defeitos de fabricação. Porém, não havia procedimentos específicos para esta tarefa. Ou seja, os produtos finais eram verificados apenas pelo produtor e o cliente (OLIVEIRA, 2011).

Mello (2011) enfatiza que com o surgimento das máquinas a vapor, a produção artesanal ficou reduzida. Dando-se início a uma profunda transformação na maneira de se produzir algo. Com isto a capacidade produtiva elevou-se consideravelmente. As oficinas foram substituídas por fábricas. Sendo que esta época ficou conhecida como a Era da Inspeção.

Em sua pesquisa, Miguel (2001), menciona que o início da Era da Inspeção se deu em meados de 1920. Neste período, setores de qualidade foram criados e formados por funcionários do departamento de inspeção. As peças eram verificadas uma a uma na busca por desconformidades.

Uma vez que o setor de qualidade não possuía autonomia nas decisões empresariais, muitas vezes ocorriam conflitos de interesse com a gestão. Caso o setor de qualidade apontasse algum defeito no produto, e o setor da produção quisesse vendê-lo, a administração de alguma maneira executava esta ação. Ficando nítida a intenção das empresas em procurar produzir e vender a qualquer custo. Não se preocupando com a qualidade final do produto (MIGUEL, 2001).

A partir daí, gradativamente, se instalava na indústria a divisão do trabalho, instaurada por Taylor. Tornando-se necessário criar sistemas de controle e de inspeção para todo o volume produzido (MELLO, 2001). De maneira geral, nesta fase, a tarefa de verificar as não conformidades dos produtos começou a ficar prejudicada, devido ao aumento massivo da produção. Com isso as primeiras ferramentas estatísticas começaram a despontar. Preparando o ambiente industrial para o Controle Estatístico da Qualidade (MIGUEL, 2001).

Neste aspecto, o responsável pela introdução dos métodos estatísticos de Controle da Qualidade, foi o físico norte-americano Walter A. Shewart. A visão de inspecionar somente os produtos finais ainda permanecia, quantificando e identificando defeitos sem a investigação das suas causas. A qualidade passou a ser um setor independente dentro dos departamentos da

organização (SAMOHYL, 2009). Esta época ficou conhecida como Era do Controle Estatístico.

Em função do crescimento da demanda por mais produtos, a inspeção produto a produto ficou inviabilizada. Com isso, técnicas de controle por amostragem começaram a ser empregadas. Era o surgimento da Era da Qualidade Total, no início dos anos 50. Desta forma, as organizações começaram a dirigir todas as suas atenções para atender as expectativas e necessidades dos consumidores (OLIVEIRA, 2011). Ou seja, mudando o enfoque do produto para o cliente.

A qualidade passou a ser assegurada com a cooperação de auditorias, treinamentos e análises técnicas. Ainda, as áreas operacionais também se tornaram agentes comprometidos com a qualidade. Com isto as organizações deixaram de lado o modelo tradicional, que considerava cada departamento organizacional como uma unidade autônoma. Ou seja, independentes entre si. Passando a ter uma visão sistêmica da organização, onde todos os setores são interdependentes entre si (MIGUEL, 2001).

Levando-se em conta os dias atuais, em que todas as empresas se responsabilizam pela garantia da qualidade, cada vez mais são necessários a incorporação de métodos científicos que auxiliem a administração. Neste ponto, um instrumento que pode ser empregado é o Controle Estatístico dos Processos (CEP).

É destacada por Magalhães; Moura Neto (2011) como uma ferramenta importante. Pois além da sua fácil aplicabilidade em inúmeros setores fabris, também possibilita melhorias contínuas nos processos. Facilitando o alcance dos objetivos organizacionais. Os quais são: faturar mais com menos recursos e sempre atendendo as exigências do mercado consumidor.

1.1 Relevância do tema

O crescimento da economia e da população mundial levou a um aumento no consumo de alimentos, até então nunca visto na história da humanidade, entre eles o arroz. É fato que ele é um dos alimentos mais empregados na dieta alimentar global, conforme as estatísticas da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2013).

Segundo dados do Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA, 2009), o arroz também é o principal cereal da cesta básica dos brasileiros. Pois, além de ser um produto de baixo custo, responde por 12% das proteínas e 18% das calorias de uma alimentação balanceada.

Em virtude dos aspectos mencionados anteriormente, constata-se um número elevado de empresas que beneficiam essa matéria-prima. Com isso, crescem as normas para a industrialização desta e conseqüentemente, as exigências dos clientes. Nesse contexto, surge o Controle Estatístico dos Processos (CEP), como um método importante de controle e monitoramento da produção.

Com relação ao uso do CEP na indústria de alimentos, vários trabalhos na literatura indicam a importância e a necessidade deste instrumento. Assim, na sequência deste texto destacar-se-ão alguns autores que mostram a relevância e importância do tema, que é o controle estatístico da qualidade em sistemas produtivos de beneficiamento de alimentos.

Pires (2000), por meio de uma investigação identificou em diferentes etapas do processo produtivo de industrialização do óleo do farelo do arroz, características da qualidade essenciais para a fabricação de um produto de qualidade. Entre elas, o monitoramento dos níveis de acidez do óleo bruto, o teor de umidade do farelo expandido e o percentual de gordura do farelo. A identificação da relevância destas variáveis só foi possível depois da aplicação do CEP. Sendo que, de acordo com o autor estas foram as variáveis que mais influenciaram na qualidade final do produto óleo de arroz.

Em outro trabalho, Turcato et al. (2008), avaliaram o processo de industrialização do salame. De acordo com estes autores, após o monitoramento do processo produtivo com métodos estatísticos, concluiu-se que a fase da defumação é a que mais influenciava na qualidade final do produto. Sendo que a variável temperatura foi identificada como a característica mais influente no processo de defumação.

Outro processo de fabricação em que já foi empregado com êxito o CEP é a produção de chocolate. De acordo com Kayo (2010), a característica da qualidade observada foi o peso do produto. Segundo este pesquisador, o processo monitorado indicava que uma grande parcela dos chocolates apresentava peso superior ao estabelecido na embalagem. Logo, este fato

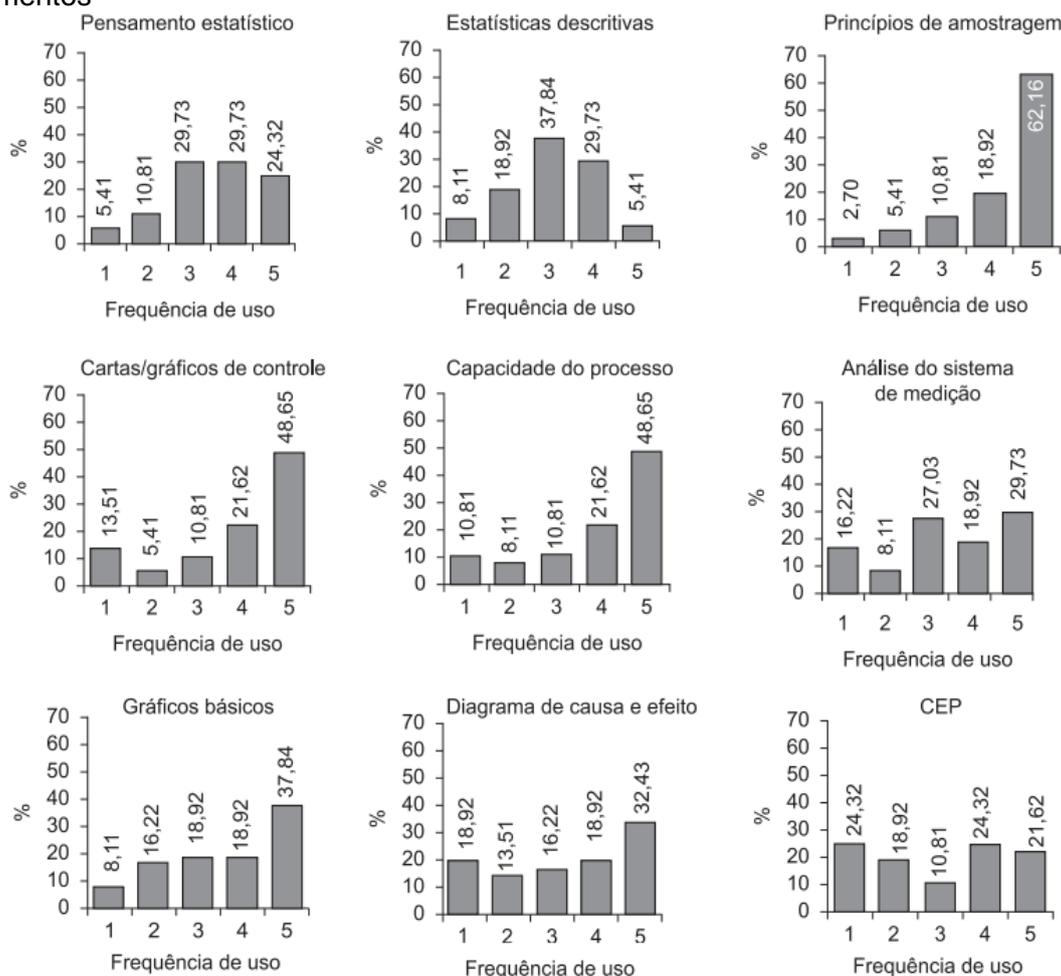
implicava em grandes perdas financeiras para a empresa. Com a incorporação do CEP e da sua filosofia, em pouco tempo a empresa melhorou substancialmente seus resultados financeiros.

No que diz respeito à produção e desenvolvimento de derivados de soja, Filho (2008), propôs a análise estatística das características químicas das amostras. A fim de verificar índices como, percentual de proteína, sólidos solúveis, lipídeos, cinzas e cor. As análises foram realizadas com o emprego de algumas das principais técnicas do CEP. São elas: cartas de controle da média e do desvio padrão. Sendo que estas permitiram identificar os limites da variabilidade das variáveis controladas.

Na análise da qualidade do processo de envase de azeitonas verdes, Bortolotti et al. (2009), procuraram investigar a fração defeituosa do produto final. Defeitos como frascos quebrados, mal fechados; rótulos tortos ou ausentes, falta de registro de datas, ou até mesmo a não identificação do número do lote, entre outros. Entre as diversas técnicas do CEP utilizadas pelos autores, destacam-se: folha de verificação; gráfico de controle p da fração defeituosa ou gráfico para atributos e gráfico de Pareto.

Em outro contexto, a pesquisa realizada por Santos e Antonelli (2011), verificou a frequência de uso do pensamento estatístico e de suas ferramentas na melhoria da qualidade das indústrias de alimentos de São Paulo. Os resultados dessa pesquisa podem ser visualizados na Figura 1. Em que o número 1 representa “nunca utiliza”, o número 2 – “raramente utiliza”, o número 3 – “às vezes”, o número 4 – “freqüentemente” e o número 5 - “sempre utiliza”, o pensamento e as ferramentas estatísticas para propiciar uma melhora na qualidade.

Figura 1- Frequência de uso da estatística no controle de processos nas indústrias de alimentos



Fonte: Santos; Antonelli (2011)

Ainda, de acordo com a Figura 1 constata-se que a filosofia do CEP vem sendo amplamente empregada nas empresas do sudeste do Brasil.

Embora o pensamento estatístico seja bastante difundido em diversos estados do Brasil, em especial a macro região industrial de São Paulo, na região da campanha do Estado do Rio Grande do Sul, o mesmo não ocorre. Demonstrando a falta de uma cultura organizacional de controle e conhecimento das principais técnicas estatísticas utilizadas por outras organizações.

Por fim, verifica-se diante do exposto a importância do tema - Controle Estatístico de Processos. Principalmente no que diz respeito ao monitoramento das diferentes etapas de beneficiamento de alimentos. Uma vez, que o consumo de alimentos é cada vez maior, é responsabilidade dos gestores

reduzirem as perdas motivadas por falta de controle dos processos de industrialização de alimentos.

Logo, técnicas que permitam diminuir o desperdício são imprescindíveis para aumentar a produtividade e a lucratividade das empresas beneficiadoras de alimentos.

1.2 Definição do problema

Com base nas informações disponibilizadas anteriormente, o presente estudo procura responder ao seguinte questionamento:

“É possível aplicar o Controle Estatístico de Processo numa empresa de beneficiamento de arroz, localizada na região da campanha do Rio Grande do Sul, e proporcionar resultados expressivos a mesma, visto a ausência de uma cultura gerencial de monitoramento estatístico de processos?”

1.3 Objetivos da pesquisa

1.3.1 Objetivo geral

Realizar e sistematizar o controle estatístico de processo numa etapa do beneficiamento de uma indústria de arroz. Buscar-se-á mensurar uma característica quantitativa da qualidade e estimar sua variabilidade. Ainda verificar se a mesma se encontra sob controle estatístico. De maneira a proporcionar resultados que venham a agregar melhorias no setor.

1.3.2 Objetivos específicos

- i. Analisar os dados estatísticos do processo que será investigado. Em particular testar a normalidade da distribuição de probabilidade da variável ora analisada. Por meio do Software *Action*, o qual incorpora o ambiente estatístico R;
- ii. Projetar cartas de controle específicas para o processo que está sendo estudado;
- iii. Sistematizar e implementar o CEP na empresa de beneficiamento de arroz;

1.4 Delimitação do tema

A aplicação proposta neste trabalho investigará única e exclusivamente uma característica crítica da qualidade do produto (arroz) em processo de beneficiamento (análise univariável), num setor específico a ser definido. Abstendo-se de realizar as análises multivariáveis. Também fica excluída deste trabalho a avaliação de setores administrativos, financeiros, de gestão, desde que os mesmos não estejam envolvidos com a característica a ser mensurada.

1.5 Organização da pesquisa

Para o desenvolvimento do estudo, alguns capítulos necessitam ser seguidos. Sendo estes, o Controle Estatístico de Processo (CEP), os Materiais e Métodos Empregados, o Sistema Produtivo de Beneficiamento de Arroz e o Monitoramento e CEP de Beneficiamento de Arroz.

No Controle Estatístico de Processos, consultas a literaturas e a artigos acadêmicos, se fizeram necessárias para entender a distribuição de normalidade e os métodos para esta ser comprovada. A definição de cartas de controle, também foi mencionada neste capítulo, junto com a maneira de serem empregadas, podendo as mesmas estarem sob a influência de causas comuns e especiais da variabilidade do processo. Capacidade do Processo e sua Capabilidade são outros tópicos evidenciados, com o intuito de verificar, posteriormente, se o processo estudado tem a probabilidade de atender as especificações da empresa. Foi definido o plano de controle e as principais características do software Action, que serão utilizados no desenvolvimento das análises na sistematização do CEP na empresa.

Com relação aos materiais e métodos utilizados, foi explicitado neste capítulo, a caracterização da pesquisa, a sua abordagem e as etapas metodológicas utilizadas para o cumprimento dos objetivos propostos.

Para iniciar o processo de aplicação metodológica será necessário detalhar as etapas do processo de beneficiamento de arroz, junto com as características da qualidade que a organização controla no decorrer de cada etapa.

Tendo os capítulos anteriores como base, foi executado o cálculo da normalidade dos dados e com isso desenvolveu-se as cartas de controle para

monitorar a estabilidade do processo. Com isso, foi mensurada a capacidade do processo.

Com base nos capítulos evidenciados, foram apresentados os resultados e propostas de melhorias sugeridas, para assim concluir a pesquisa.

2 CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO

Antes de abordar-se a teoria do Controle Estatístico Processo (CEP) propriamente dito, é importante definir os conceitos de processo e variabilidade.

Para Hammer e Champy (1994), processo é um conjunto de ações executadas numa sequência lógica com o propósito de produzir um determinado bem ou serviço. Visto como valoroso para um grupo de clientes. Harrington (1991) enfatiza que a caracterização de um processo foi estabelecida pela Engenharia Industrial.

A Tabela 1 apresenta alguns tipos de processos, como: fluxo de materiais, fluxo de trabalho, série de etapas, atividades coordenadas e mudança de estados. Cada um com seus respectivos exemplos e características para um melhor esclarecimento do leitor.

Tabela 1- Principais tipos de processos

Processo	Exemplo	Características
Fluxo de material	Processos de fabricação	<ul style="list-style-type: none"> • Inputs e outputs claros • Atividades discretas • Fluxo observável • Desenvolvimento linear • Seqüência de atividades
Fluxo de trabalho	Desenvolvimento de produto. Recrutamento e contratação de pessoal.	<ul style="list-style-type: none"> • Início e final claros • Atividades discretas • Seqüência de atividades
Série de etapas	Modernização do parque industrial da empresa. Redesenho de um processo. Aquisição de outra empresa.	<ul style="list-style-type: none"> • Caminhos alternativos para o resultado • Nenhum fluxo perceptível • Conexão entre atividades
Atividades coordenadas	Desenvolvimento gerencial. Negociação salarial.	<ul style="list-style-type: none"> • Sem seqüência obrigatória • Nenhum fluxo perceptível
Mudança de estados	Diversificação de negócios. Mudança cultural da empresa.	<ul style="list-style-type: none"> • Evolução perceptível por meio de indícios • Fraca conexão entre atividades • Durações apenas previstas • Baixo nível de controle possível

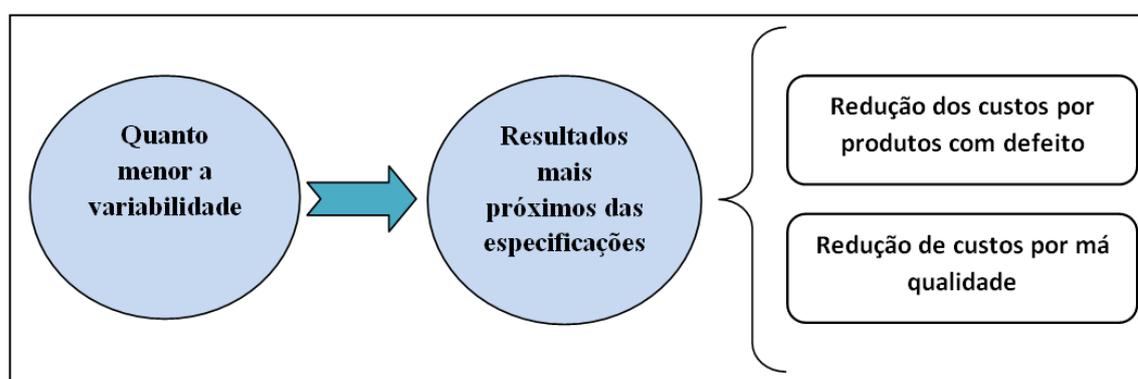
Fonte: Gonçalves (2000).

Com relação ao conceito de variabilidade, Samohyl (2009), a define como a medida de dispersão que determinado produto pode sofrer ao redor de sua média

aritmética. Diversas são as fontes de oscilações que podem interferir num processo. Aspectos como capacitação do operador e qualidade da matéria-prima, são exemplos de fatores que podem influenciar no resultado final planejado. Ribeiro e Caten (2000) afirmam que a variabilidade é comum e sempre estará presente em todos os processos e produtos finais.

Visto que para todos os processos produtivos a variabilidade estará presente. Cabe aos gestores minimizar a redução dessas variações. Para tanto, pode-se utilizar o Controle Estatístico de Processo. Neste sentido, a Figura 2 retrata as consequências da diminuição da variabilidade.

Figura 2- Variabilidade e suas consequências



Fonte: Adaptado de Ribeiro e Caten (2000)

Assim, de acordo com a Figura 2, os principais ganhos para as organizações são as reduções dos custos por produtos com defeitos e dos custos por má qualidade.

Definidos os conceitos de variabilidade e de processo, na sequência realizar-se-á a fundamentação teórica e matemática sobre o CEP.

Mais que uma ferramenta, o CEP é definido por Toledo (2006) como uma filosofia de gerenciamento, munida de técnicas e habilidades originárias da estatística e engenharia de produção. Com sua adoção é possível estimar a estabilidade do processo e propiciar melhorias ao setor produtivo.

Ramos (2000) cita em seu trabalho que elementos básicos do CEP já eram empregados no período da pré-história. Igualmente foi empregado na segunda guerra mundial, como estratégia para realizar o controle de abastecimento de munições dos soldados.

Porém, o CEP passou a adquirir um grau significativo de importância com a ascensão da indústria japonesa. Que aplicava as técnicas estatísticas com bastante precisão. O país a partir deste instante ficou reconhecido por fornecer produtos de qualidade superior para seus clientes, quando comparados aos produtos concorrentes.

No Brasil, o CEP vem sendo amplamente difundido nas organizações em decorrência das novas exigências do mercado e de órgãos reguladores, como por exemplo, o INMETRO.

Algumas vantagens na utilização do controle estatístico do processo são apontadas por Ramos (2000):

- i. Reduzir a variabilidade das características dos produtos, tornando-os mais uniformes e seguros para os consumidores;
- ii. Permitir a determinação da viabilidade real em atender as necessidades dos clientes em condições normais de operação;
- iii. Implantar soluções técnicas e administrativas que permitam a melhoria da qualidade e o aumento da produtividade;
- iv. Possibilitar que as causas sejam combatidas antes dos seus efeitos. Pois, dessa forma os mesmos poderão ser eliminados definitivamente do sistema.

Para Toledo (2006), alguns princípios precisam ser adotados para possibilitar a adesão do CEP, são eles:

- i. Analisar e decidir tendo como base fatos e acontecimentos;
- ii. Analisar separando a causa do efeito, focando na procura da causa fundamental dos problemas;
- iii. Estar ciente das variabilidades na produção e administrar a mesma;
- iv. Definir a prioridade;
- v. Executar permanente e metodicamente o círculo de controle (PDCA) visando o ganho de desempenho;
- vi. Definir a próxima etapa ou posto de trabalho como sequência da etapa anterior, sendo que a qualidade aqui é definida pelo cliente;
- vii. Localizar rapidamente focos e locais de distúrbios para corrigir os problemas a tempo;

- viii. Organizar, treinar, educar metodicamente e disciplinarmente a mão de obra para garantir assim uma participação funcional e o autocontrole;
- ix. Estudar a normalidade do processo.

Por fim, o CEP pode ser definido como um método preventivo de se comparar continuamente os resultados de um processo com um padrão, identificando, a partir de dados estatísticos, as tendências para variações significativas, eliminando ou controlando estas variações com o objetivo de reduzi-las cada vez mais.

2.1 A distribuição Normal

A distribuição normal, também conhecida como distribuição gaussiana, é considerada a mais importante das distribuições contínuas. Sua importância é evidenciada porque diversas situações do mundo real podem ser aproximadas por esta (OLIVEIRA, 2008).

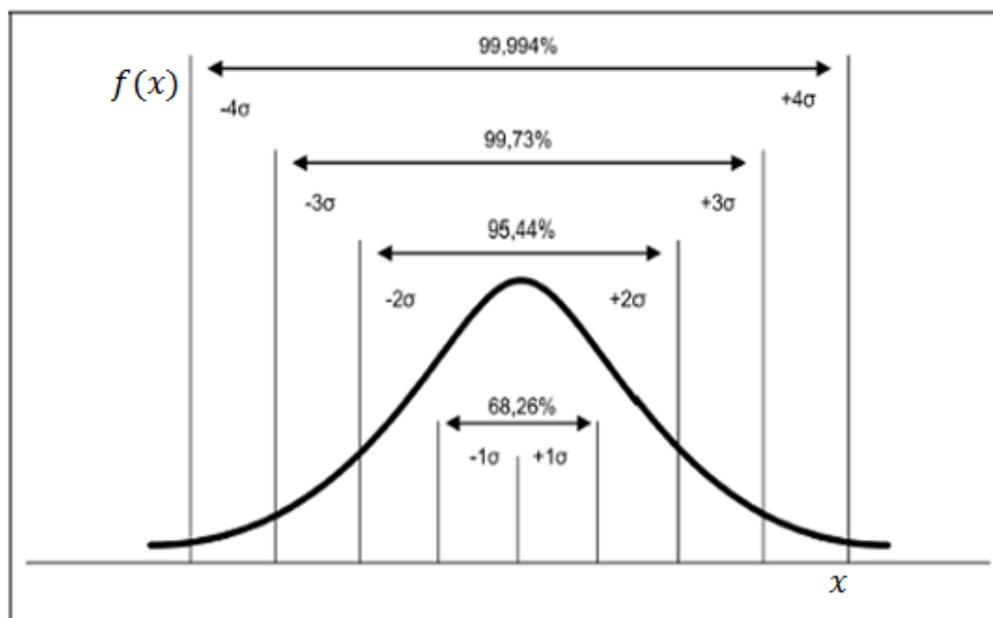
Moreira (2008) cita a existência de diversas variáveis industriais que podem ser explicadas por esta distribuição. Diâmetros de parafusos, massa de peças mecânicas, tempo de soldagem e defeitos por área, são exemplos. De maneira geral, o que se deseja é explicar a variação das medidas observadas, em torno de um valor nominal, que pode ser a média.

Para uma variável aleatória x assumir uma distribuição normal, sua função densidade deve ser dada pela Eq. (1).

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)}, \quad x \in (-\infty; \infty) \quad (1)$$

Em que σ representa o desvio padrão da população; x a variável aleatória e μ a média da população. Na Figura 3 é apresentado o gráfico geral de normalidade, considerando-se a Eq. 1.

Figura 3- Distribuição Normal ou Gaussiana



Fonte: Montgomery, 2004.

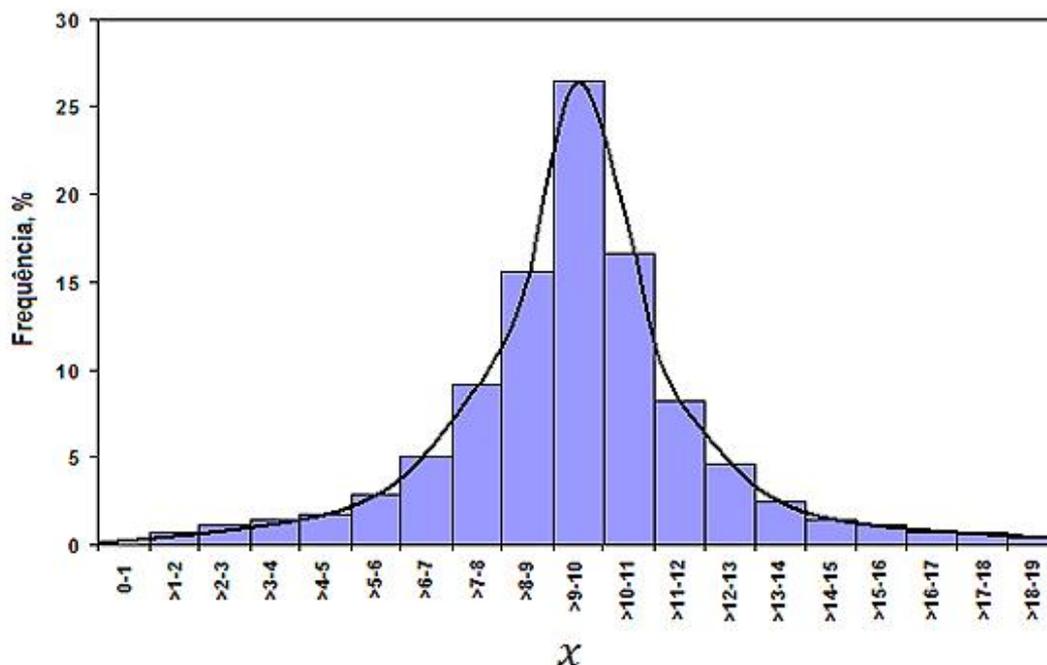
Com base na Figura 3 pode-se dizer, que quando os dados analisados estiverem compreendidos entre 1σ , 2σ , 3σ ou 4σ desvios padrões da μ calculada, a estimativa de que o resultado esperado esteja correto será dado respectivamente por 68,26%, 95,44%, 99,73% e 99,994% das possibilidades.

Algo imprescindível para os analistas de qualidade consiste em verificar qual a distribuição de probabilidades das variáveis que estão sendo monitoradas. Com relação à distribuição gaussiana, algumas técnicas foram desenvolvidas para verificar a normalidade dos dados. Estas podem ser gráficas e/ou numéricas (testes de hipóteses) (OLIVEIRA, 2008). Por exemplo, gráfico de papel de probabilidade e os testes de Shapiro-wilk, Aderson-Darling e Kolmogorov—Sminorv.

Uma alternativa aos testes pode ser a verificação via Histograma (Figura 4). Na qual Miguel (2001), define-o como um gráfico de barras, que apresenta a frequência que um determinado valor se repete em um grupo de dados.

Como pode ser observado na Figura 4, quando os dados analisados apresentam uma distribuição aproximadamente normal, as concentrações dos seus valores encontram-se centralizadas, e sua distribuição deve ser simétrica (OLIVEIRA, 2008).

Figura 4- Histograma com uma aproximação da distribuição normal



Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

É importante mencionar que o Histograma não serve para testar a hipótese de normalidade dos dados. Mas sim, como um indicativo da natureza da distribuição real dos dados.

Por outro lado, os testes de hipóteses servem para verificar se as amostras coletadas apresentam uma distribuição de probabilidades normal, eliminando a subjetividade do Histograma.

Segundo Cortivo (2005), para que os testes de hipóteses sejam realizados, duas hipóteses simplificadoras precisam ser estabelecidas, são elas: H_0 : população com distribuição normal; e H_1 : a população não possui distribuição normal. Em que H_0 é chamada de hipótese nula e H_1 a hipótese alternativa.

Como já mencionado neste texto, os testes mais utilizados são os de Shapiro-Wilk, Aderson-Darling e Kolmogorov—Sminorv. Uma vez que neste trabalho será utilizado o teste de hipótese de Shapiro-Wilk, o mesmo é detalhado na sequência.

O teste de hipótese de Shapiro-Wilk é aplicado quando a amostra possuir valor $n \geq 3$. Para que esta metodologia seja empregada, faz-se necessário a utilização das equações e etapas que aqui seguem.

1– Ordenar as n observações x_i fornecidas pela amostra, de acordo com a Eq. (2).

$$x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_n \quad (2)$$

2 – Calcular o valor da Eq. (3).

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2 \quad (3)$$

Na qual \bar{X} é a média aritmética dos dados da amostra.

3 – Calcular a Eq. (4), que servirá de referência para o próximo passo.

$$b = \sum_{i=1}^{n/2} \alpha_{n-i+1} * (x_{n-i+1} - x_i) \quad (4)$$

Em que n representa o tamanho total da amostra e α um coeficiente tabelado, conforme verifica-se no ANEXO A

4 – Determinar a estatística de teste W_{cal} , com a Eq. (5).

$$W = \frac{b^2}{\sum (x_i - \bar{X})^2} \quad (5)$$

5 – Com base no valor obtido na Eq. (5), deve-se compará-lo com o $W_{critico}$ (ANEXO B). Se o $W_{cal} > W_{critico}$, a amostra será considerada normal. Ou seja, se aceita a hipótese simplificadora de normalidade H_0 e rejeita-se H_1 . Já se $W_{cal} < W_{critico}$, rejeita-se H_0 e se aceita H_1 .

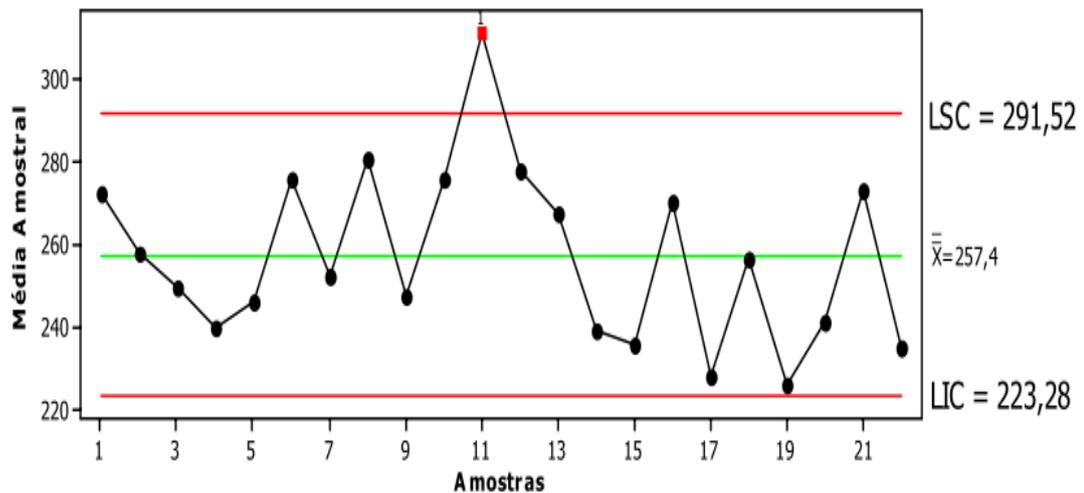
2.2 Cartas de Controle para variáveis

Quando se escolhe uma característica da qualidade e esta apresenta uma medida em escala numérica, Cortivo (2005) define a mesma como variável. Saniga e Shirland (1977) especificam que, se a característica é variável, utiliza-se como padrão a construção de dois gráficos (cartas de controle) para realizar o

monitoramento de suas oscilações. Um para verificar a centralidade e outro para medir a dispersão.

Na Figura 5 é apresentado um exemplo de gráfico de controle que monitora a centralidade do processo, a Carta de Controle Xbarra. A mesma possui as seguintes informações: o limite superior (LSC) e inferior (LIC) e a média do processo (\bar{X}).

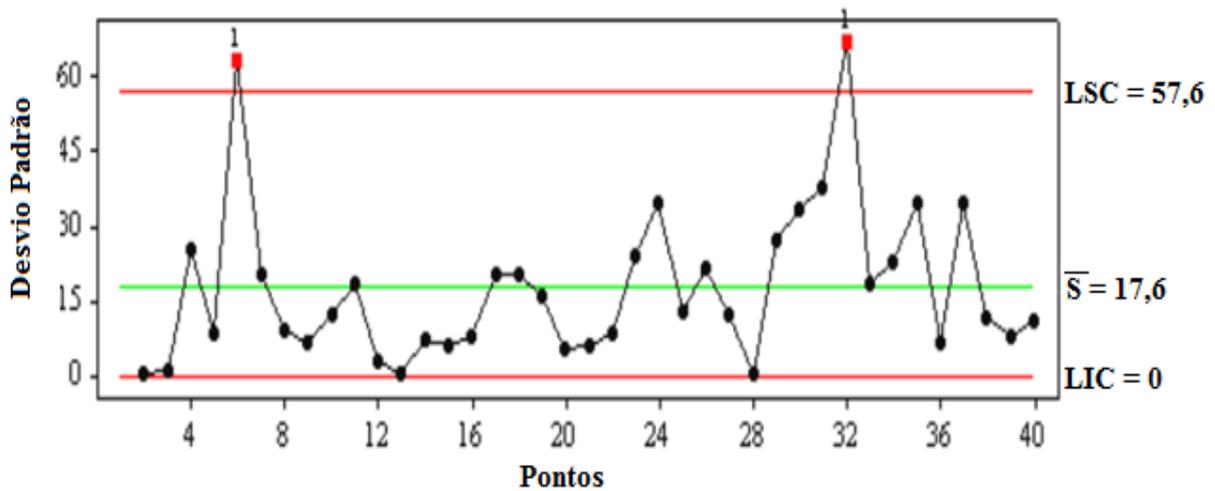
Figura 5 - Carta de controle Xbarra



Fonte: Oliveira (2008)

Por outro lado, na Figura 6 pode ser visualizado um gráfico de controle de monitoramento da dispersão do processo, a Carta de Controle S. No qual as seguintes informações estão presentes: o limite superior (LSC) e inferior (LIC) e a média do desvio padrão do processo (\bar{S}).

Figura 6 - Carta de controle S



Fonte: Oliveira (2008)

É importante destacar que quando o processo a ser investigado apresentar amostras com $n > 10$, não é aconselhável a utilização de expressões que empreguem a amplitude ($R = x_{max} - x_{min}$), para o cálculo da variabilidade. A técnica não apresenta muita eficiência quando comparada aos métodos que utilizam o desvio padrão (S), em seu desenvolvimento (RAMOS, 2000).

De maneira geral, S mostra o quanto um conjunto de dados varia em relação a sua média aritmética (LOPES, 1999). A sua expressão matemática é dada pela Eq. (6). No qual S^2 é chamado de variância. Isto é, o desvio padrão é a raiz quadrada da variância.

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (6)$$

Para construção da **carta de controle Xbarra** (Figura 5), com base na utilização do desvio padrão do conjunto de dados, é necessário determinar os valores do limites superior (LSC), da média (\bar{X}) e do limite inferior (LIC) da variável que está sendo avaliada. Para tanto, as Eqs. (7) a

(9) determinam a sequência de cálculos.

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3 * \bar{S} \quad (7)$$

$$LM_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} \quad (8)$$

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3 * \bar{S} \quad (9)$$

Onde na Eq. (7) $LSC_{\bar{X}}$ é o limite superior de controle da média; $\bar{\bar{X}}$ é a média das médias; A_3 é um valor tabelado que dependente do tamanho da amostra (ANEXO C) e \bar{S} a média do desvio padrão da amostra. Na Eq.

(8) $LM_{\bar{X}}$ representa o centro da média amostral. Finalmente, na Eq.

(9) $LIC_{\bar{X}}$ o limite inferior de controle da média;

No que diz respeito, a metodologia utilizada para a elaboração da carta de controle para o desvio padrão (Figura 6), é necessário empregar-se as Eqs. (10) a (12).

$$LSC_S = (c_4 + 3 * c_5) * \frac{\bar{S}}{c_4} = B_4 * \bar{S} \quad (10)$$

$$LM_S = \bar{S} \quad (11)$$

$$LIC_S = (c_4 - 3 * c_5) * \frac{\bar{S}}{c_4} = B_3 * \bar{S} \quad (12)$$

Em que na Eq. (10) LSC_S é o limite superior de controle do desvio padrão; C_4 ; C_5 e B_4 são valores tabelados e dependentes do tamanho da amostra (ANEXO C); e \bar{S} a média do desvio padrão da amostra. Na Eq. (11) LM_S representa o limite da

média do desvio padrão. Por fim, na Eq. (12) LIC_S o limite inferior de controle do desvio padrão;

2.3 Causas Comuns da variabilidade no processo

Qualquer projeto por mais bem dimensionado e controlado que seja, possui uma variabilidade provocada por uma componente que não existe forma de eliminá-la. Segundo Costa et al. (2008), esta denomina-se variabilidade natural do processo. Provocada por inúmeras e pequenas perturbações chamadas de **causas comuns**. Essas perturbações são resultantes de origens diversas.

Por outro lado, Ramos (2000), destaca que estas causas comuns são fontes de variações que afetam a todos os valores individuais do processo. Esta variação está sempre presente e não pode ser reduzida sem serem efetuadas grandes mudanças no processo de produção.

De outra maneira, os autores Grant e Leavenworth (1996) destacam que estas causas apresentam natureza aleatória e são difíceis de serem eliminadas ou reduzidas.

Para controlar estes tipos de causas, geralmente há necessidade de grandes investimentos em melhorias nos equipamentos e treinamento de operadores. Com seus níveis de controle estáveis, estas causas não apresentam risco à qualidade dos produtos manufaturados.

2.4 Causas Especiais da variabilidade do processo

Os projetos também estão sujeitos à incidência de perturbações maiores que as provocadas por causas comuns. Estas por sua vez, são conhecidas como causas especiais. Interagem no processo deslocando a distribuição da variável aleatória, influenciando na média esperada (valor-alvo) e podendo aumentar sua dispersão (LOPES, 1999).

A causa especial é um problema que gera um funcionamento anormal no processo. Como exemplos de causas especiais têm-se o desajuste de uma máquina, rompimento de um tubo, lote de matéria prima com defeito (COSTA et al., 2008). No gráfico de controle representado pela Figura 5, é apresentado pelo ponto 1 (em vermelho), associado a amostra 11, uma causa especial que se encontra fora do limite de controle superior da amostra.

Para Bortolotti et al. (2009), quando um processo encontra-se influenciado por causas especiais, o mesmo apresenta uma variação muito maior que as provocadas por causas comuns. Ao serem de caráter imprevisível, causam um desvio muito grande no padrão da amostragem.

Siqueira et al. (2004), especificam que para se ter um processo estável, faz-se necessário a identificação e remoção destas causas no processo produtivo. Esta identificação é realizada através das cartas de controle do CEP. As quais foram apresentadas na seção 2.2

2.5 Capacidade do Processo Produtivo

A capacidade do processo pode ser definida como os procedimentos necessários para se manter os índices de tolerâncias estabelecidos pela engenharia empresarial, como padrão de qualidade. Samohyl (2009), menciona que o índice de capacidade é a relação numérica das medidas obtidas através dos gráficos de controle no chão de fábrica.

Para Montgomery (2004), a capacidade do processo está relacionada à sua uniformidade. Já Werkema (2006), descreve que num processo, sua capacidade é definida num intervalo que começa em $\mu \pm 3\sigma$, faixa característica do processo. Se o processo estiver controlado, evidencia-se uma normalidade, e 99,73% dos valores da variável x devem estar contidos nesta faixa. Para analisar a capacidade do processo, a comparação dos valores especificados com os estudados, faz-se necessário.

Na medição da capacidade do processo, é necessário tomar cuidado com duas condições: o processo deve ser estável; e os valores devem seguir uma distribuição normal. Se o processo não estiver sob controle estatístico, o mesmo não será previsível com relação ao seu comportamento. Desta maneira, não é possível analisar o cumprimento das suas especificações com base nas amostras (RAMOS, 2000).

2.6 Capabilidade do Processo (C_p e C_{pk})

O C_p e C_{pk} são os índices para análise da capacidade mais utilizados para mensurar se os processos são capazes ou não de atender as especificações definidas pela engenharia da empresa (PIRES, 2000).

Para avaliar a capacidade potencial do processo utiliza-se, o índice **Cp**. Este índice pode ter interpretações de acordo com a sua proporção ou em relação ao percentual de produtos fora de suas especificações. A fórmula que define o índice **Cp** é expressa na Eq. (13) (PIRES, 2000):

$$Cp = \frac{LSE - LIE}{6 * \frac{\bar{S}}{c_4}} \quad (13)$$

Onde na Eq. (13) *LSE* representa o limite superior de especificação; *LIE* o limite inferior de especificação; C_4 um valor tabelado que depende do tamanho da amostra (ANEXO C); e \bar{S} a média do desvio padrão da amostra.

Por outro lado o índice **Cpk** avalia a efetividade da capacidade do processo. Para calcular tal índice, é necessário utilizar a Eq. (14).

$$Cpk = \min \left[\frac{\bar{x} - LIE}{3 * \frac{\bar{S}}{c_4}}, \frac{LSE - \bar{x}}{3 * \frac{\bar{S}}{c_4}} \right] \quad (14)$$

Geralmente, o índice **Cpk** > 1,0 é considerado uma boa condição para se obter uma fração defeituosa baixa nas empresas. Para valores de **Cpk** maiores que 1, os processos apresentam características qualitativas de forma normal distribuídas, valores da média e desvio padrão irão se apresentar centrados e assim o processo será definido como capaz (PIRES, 2000).

Quando se realiza a comparação entre os índices de capacidade do processo e o resultado apresentar o índice **Cpk** menor que o **Cp**, pode-se dizer que o processo encontra-se descentrado. Já quando ambos obtiverem resultados idênticos, pode-se dizer que o processo é centrado com relação aos limites de especificação inferior e superior (MOREIRA, 2008).

Resumidamente, o índice **Cp** compara o total da variação do processo com a admitida pela especificação. Enquanto o **Cpk** faz uma comparação em relação à média que o processo apresenta com relação a suas tolerâncias.

Os valores de referência adotados pela indústria, para os índices de capacidade e capacidade, são indicados pela Tabela 2.

Tabela 2- Índices de capacidade do processo

Classificação	Valor dos Índices
Capaz	$\geq 1,33$
Razoavelmente capaz	$1 \leq \text{Índices} \leq 1,33$
Incapaz	< 1

Fonte: Adaptado de Costa et. al. (2008).

Conforme se verifica na Tabela 2, quando seus índices forem superiores ou iguais a 1,33, o processo é capaz. Quando seus índices estiverem compreendidos entre 1 e 1,33, classifica-se como razoavelmente capaz. E quando os índices forem menores do que 1, o processo será considerado incapaz de atender as especificações da engenharia empresarial.

2.7 Desempenho do Processo (P_p e P_{pk})

Os índices P_p e P_{pk} são os responsáveis pela avaliação do desempenho do processo. Estes índices analisam se a amostra gerada no processo tem condição de atender as especificações estabelecidas, não sendo adequados para inferência sobre a condição geral do processo (MONTGOMERY, 2004).

Samohyl (2009) salienta que enquanto o índice C_p mede a capacidade do processo em caráter potencial, o índice P_p faz a medição real do desempenho do mesmo, em curto prazo. No índice C_p o processo está estável e sem influência de causas especiais. A variação entre médias e desvios nos subgrupos é baixa.

De outra maneira, o índice P_p pode ser empregado em processos onde sua estabilidade se apresente questionada, sendo muito comum a sua utilização nestes casos. As equações para os cálculos dos índices P_p e P_{pk} estão expressas nas Eqs. (15) e (16)

$$P_p = \frac{LSE - LIE}{6 * s} \quad (15)$$

$$Ppk = \left[\frac{\bar{x} - LIE}{3 * s}, \frac{LSE - \bar{x}}{3 * s} \right] \quad (16)$$

2.8 Plano de Controle

Segundo informações do Instituto de Qualidade Automotiva (2008), o plano de controle descreve e especifica com relação a todo o processo, as medidas e ações necessárias para que o mesmo permaneça sob controle. Isto é, propor períodos de verificação, de correção e ajustes caso exista alguma anomalia que influencie no atendimento das especificações esperadas pela empresa.

Para obter-se sucesso na sistematização do controle estatístico de processos, em uma empresa, a cultura dos facilitadores é essencial para atingir a meta. Pois estes seguirão processos, rotinas e procederão na solução de problemas caso estes apareçam (HRADESKY, 1998).

2.9 Software Action

Segundo o portal *Action* (2014), o *Software Action* é uma ferramenta estatística desenvolvida para usuários que precisem de simplicidade e facilidade para desenvolver análises estatísticas. Foi desenvolvido a partir da plataforma R, a linguagem de programação mais utilizada no ramo estatístico. É distribuído de maneira gratuita na forma de suplemento da planilha eletrônica Excel. Possui diversas funcionalidades, tais como:

- Estatística básica caracterizada por ferramentas que realizam cálculos de distribuição de frequências, média, variância, testes de normalidade, proporções e taxas;
- Módulo ANOVA com ferramentas que realizam a comparação de fatores de desempenho de produtos e serviços;
- Ferramentas de modelos lineares e generalizados que realizam a análise de regressão linear, não linear, binomial e multimodal;
- Gráficos diversos;
- Técnicas de confiabilidade e análise de sobrevivência. Sendo estas, a distribuição Weibull e o estimador de Kaplan-Meier;

- Ferramentas da qualidade incluindo CEP, análise da capacidade do processo, sistemas de medição e indicadores da qualidade;

Assim, para as análises que serão feitas na sequência desta pesquisa, utilizar-se-á o referido programa. Uma vez que, a empresa no qual será realizado o estudo, dispõe do Excel.

2.10 Considerações do capítulo

Sendo assim, o capítulo 2 será empregado como base científica de conhecimento para o desenvolvimento de todas as etapas seguintes da aplicação do estudo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo irá apresentar a caracterização da pesquisa, a sua abordagem e as etapas que serão seguidas para cumprir com os objetivos do estudo em tela.

3.1 Caracterização da pesquisa

De acordo com a forma em que os dados serão tratados, a presente investigação se caracteriza como uma pesquisa quantitativa. Onde segundo Gill (2010), a análise dos dados se baseia no uso da estatística.

Da forma como os objetivos foram delineados, a pesquisa também é classificada como exploratória, pois permite obter uma maior familiaridade com o foco do estudo, com o objetivo de torná-lo explícito ou de propor hipóteses; envolve uma busca bibliográfica, diálogo com os envolvidos na situação da empresa e pesquisa a exemplos que venham a ajudar no problema. (GILL, 2010)

3.2 Abordagem da pesquisa

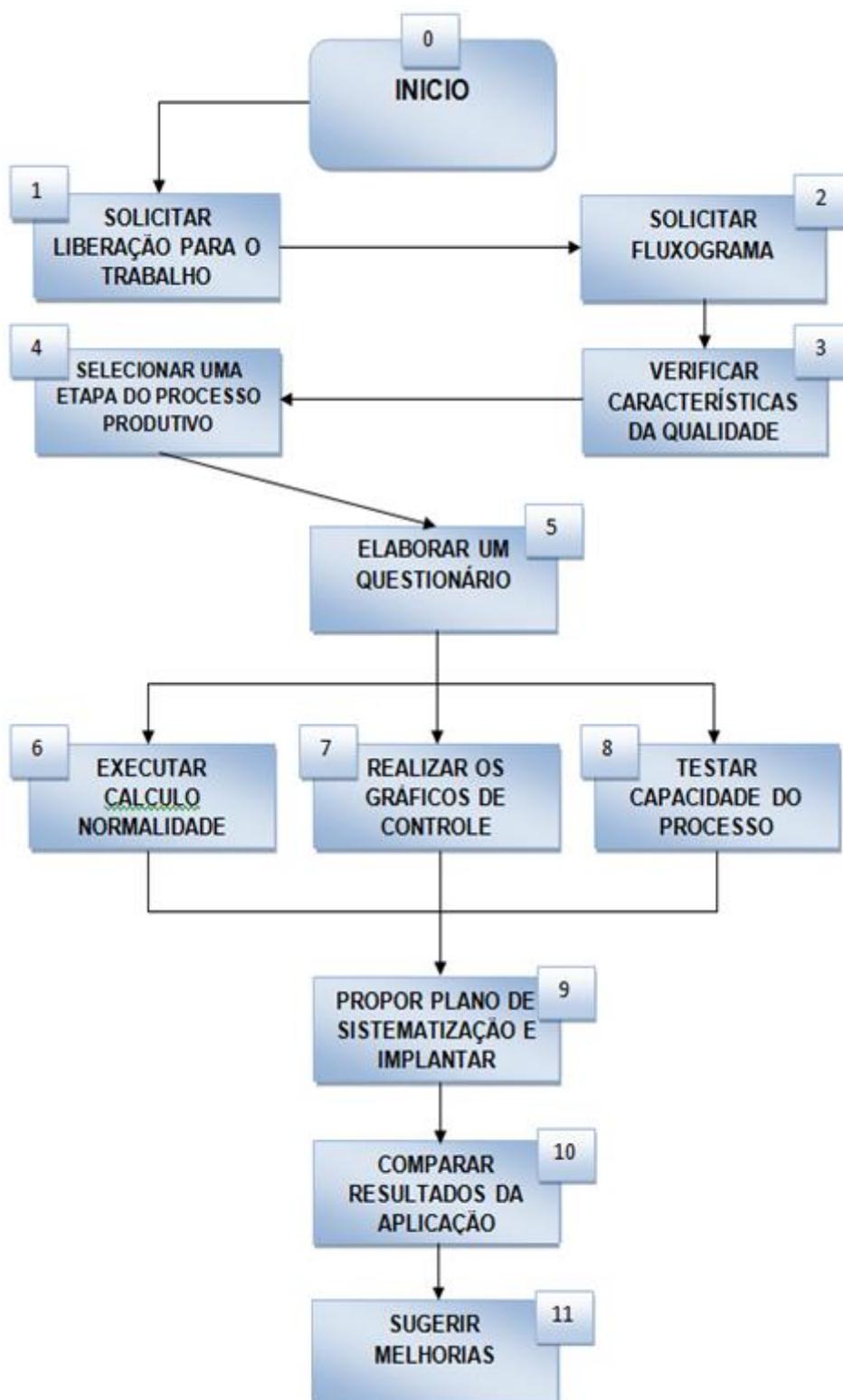
A metodologia aplicada ao projeto se classifica como um estudo de caso, caracterizada por uma busca profunda e detalhada de conhecimento com relação a um objeto ou aos objetos escolhidos para serem estudados. (GILL, 2010)

Este estudo é definido como uma análise minuciosa de uma situação individual adotando como critérios a coleta de dados e informações, a elaboração de relatórios que possibilitam a avaliação e também a tomada de decisões. (BARROS, LEHFELD, 2007)

3.3 Etapas metodológicas

O projeto se desenvolverá de forma simples, onde serão respeitadas algumas etapas de forma a atingir os objetivos propostos no início do estudo conforme ilustra a Figura 7.

Figura 7- Fluxograma metodológico



Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

As etapas elencadas pela Figura 7, podem ser assim sintetizadas:

1. Solicitar ao gerente industrial da empresa, a autorização para o desenvolvimento da pesquisa. Uma vez que serão necessárias inúmeras visitas *in-loco* e conversas com os colaboradores para a realização do estudo;
2. Realizar um levantamento do macroprocesso de produção com o objetivo de abordar as etapas do beneficiamento de arroz como um todo (entradas e saídas). Visando identificar informações que possam contribuir com a etapa posterior de aplicação;
3. Verificar quais as características da qualidade do produto são mais variáveis no processo produtivo; e quais podem ser consideradas como críticas pela empresa;
4. Selecionar uma etapa do processo de produção em que esteja presente uma característica crítica abordada no passo 3;
5. Elaborar um questionário para os funcionários e para o gerente que estão diretamente envolvidos na etapa escolhida no passo 4 da metodologia, objetivando obter:
 - Especificações da empresa e normas a serem atendidas com relação à característica variável da qualidade escolhida;
 - Métodos utilizados para realização do controle dessa especificação;
 - Dados históricos como relatórios, planilhas de controles diversos elaborados pela organização.
6. Verificar se os dados levantados na etapa 5, seguem ou não uma distribuição normal. Para tanto, será realizado o teste de hipótese proposto por Shapiro-Wilks, com auxílio do software *Action*. Igualmente, será desenhado o histograma dos dados;
7. Desenhar os gráficos de controle com o software *Action*, para mensurar a estabilidade do processo com relação ao atendimento das especificações da empresa e da norma vigente. Os gráficos possibilitarão verificar a existência ou não de causas que possam afetar significativamente a variabilidade do processo;
8. Realizar o estudo da capacidade do processo, por meio do cálculo dos índices de capacidade, fornecidos pelas Eqs. (13) e (14). Para testar se o

processo possui ou não capacidade de atender as especificações propostas pela área de engenharia da empresa;

9. Propor um plano de implementação e sistematização do controle estatístico do processo na empresa objeto de estudo. Para tanto será desenvolvido um tutorial, que permita que os colaboradores sejam capazes de construir as cartas de controle;

10. Publicitar os resultados ocorridos durante o desenvolvimento da pesquisa, evidenciando suas mudanças;

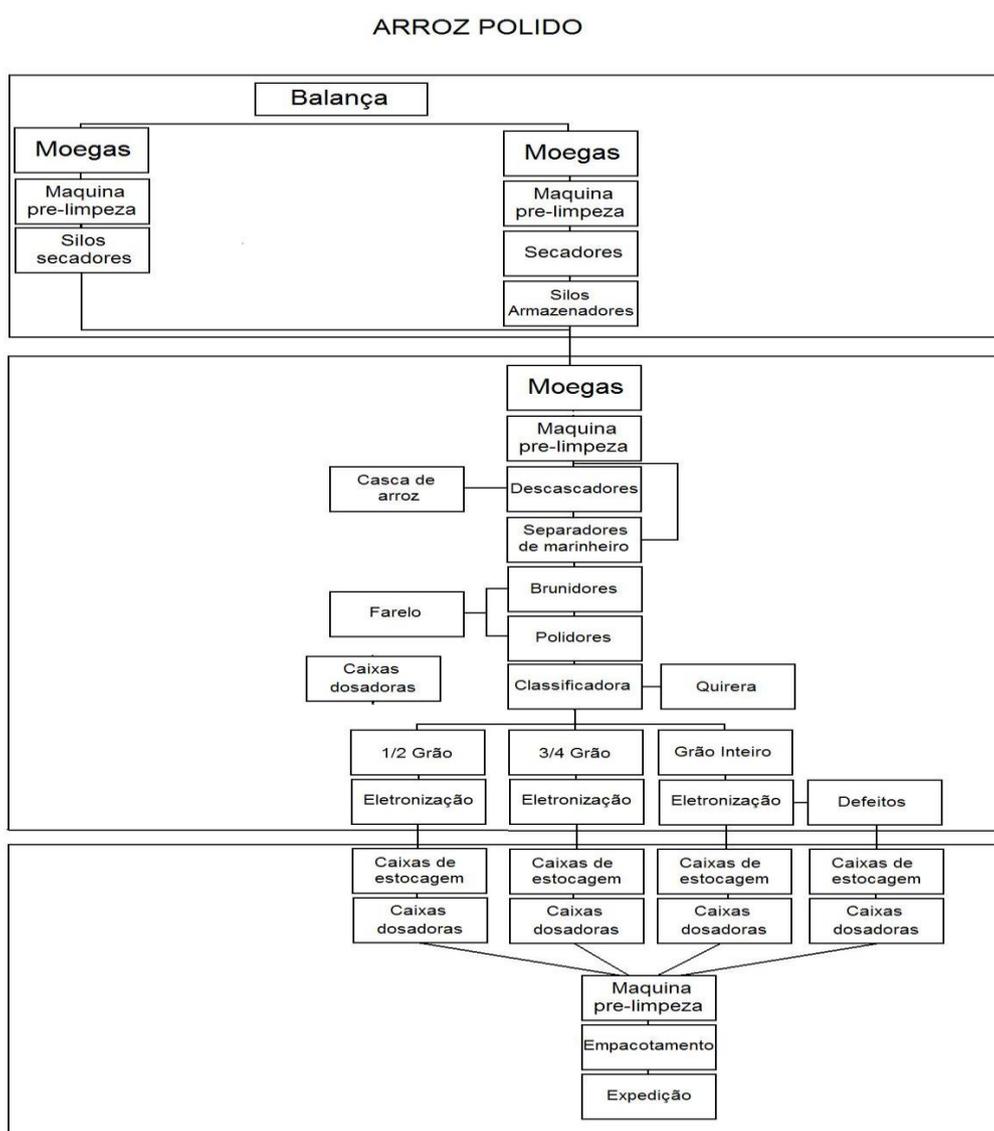
11. Analisar os dados obtidos nas etapas anteriores e sugerir melhorias com base nos estudos realizados e assim concluir a pesquisa;

Finalmente, concluídas todas as etapas metodológicas, elencadas anteriormente, espera-se alcançar os objetivos fixados na seção 1.3 do presente trabalho.

4 O SISTEMA PRODUTIVO DE BENEFICIAMENTO DE ARROZ

Neste capítulo será realizado o detalhamento de cada etapa do processo produtivo de beneficiamento de arroz, de uma empresa localizada na cidade de Dom Pedrito/RS. Junto a esta exposição, características da qualidade variáveis são apresentadas à medida que as transformações ocorrem no processo de industrialização do arroz. O fluxograma do processo de beneficiamento do arroz polido é mostrado na Figura 8.

Figura 8- Fluxograma do processo produtivo de arroz



Fonte: Disponibilizado pela empresa, 2014.

Tomando-se como referência a Figura 8, verifica-se que diversas etapas são necessárias para o beneficiamento do arroz. Desta forma, para um bom entendimento do leitor, as mesmas são detalhadas na sequência do texto.

4.1 Balança

Etapa onde a matéria prima é recebida e o arroz beneficiado é expedido. Neste ponto ocorre à pesagem de toda a safra de arroz adquirida e também todo o beneficiamento vendido a terceiros. É uma etapa muito importante para a organização. Pois se responsabiliza por efetuar o controle de entrada e saída dos produtos que a empresa trabalha e disponibiliza no mercado.

Algumas características variáveis da qualidade são mensuradas nesta etapa: percentual de impureza (quantitativa) e percentual de umidade (quantitativa). Estas variáveis são muito importantes para classificar o arroz recebido dos produtores.

Depois que o arroz em casca é pesado, tem início o processo de transformação da matéria prima. Isto é, o beneficiamento do arroz em natura.

4.2 Moega

As moegas são locais onde se descarrega o arroz. A Figura 9 apresenta as moegas um e dois da empresa que está sendo investigada.

A cada uma, um conjunto de silos é interligado por meio de roscas transportadoras e elevadores. Também podem ser ligadas a um secador de umidade. Possuem em sua estrutura máquinas de pré-limpeza, que são responsáveis por retirar as impurezas contidas na carga.

Assim, a principal função das moegas um e dois (Figura 9), é servir como local de descarga do arroz a granel. Para que possa ser feita sua limpeza primária e encaminhado para o processo seguinte.

Por meio de um elevador o grão é elevado às peneiras de pré-limpeza. Estas apresentam vários níveis de separação, tendo cada um deles, em sua superfície, diversos orifícios. Esses são responsáveis por separar as impurezas contidas no arroz. As mesmas caem nesses orifícios e o arroz em casca não, seguindo o seu caminho na linha de processamento.

Figura 9 - Processo de moega



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Então, o arroz peneirado cai em uma bica e é transferido por meio da rosca transportadora até o pé do elevador, que o encaminha para o silo ou para o secador. Este encaminhamento depende do grau de umidade do grão.

A identificação de cada carga a ser entregue nas moegas ocorre no ato da pesagem (recepção). O arroz é descarregado a granel sendo protegido por galpões que possibilitam um ambiente seco e preservado.

Uma vez que nas moegas é elaborada a primeira limpeza (pré-limpeza) do arroz em casca recebido dos fornecedores, nenhuma característica da qualidade é medida ou cobrada neste processo.

4.3 Silos

É o local onde se armazenam, protegem e conservam os grãos vindos da pré-limpeza inicial. O arroz é conservado em um ambiente seco e com bastante oxigênio. Com o emprego de ventiladores e exaustores se reduz a umidade do grão. Esta etapa garante a preservação dos grãos com o emprego de controles de pragas. Estes são elaborados mensalmente garantindo um ambiente preservado e livre de insetos. O transporte da matéria prima ocorre

por meio de roscas transportadoras e elevadores que encaminham o arroz em casca para o processo de pré-limpeza secundária.

As características variáveis da qualidade avaliadas pela empresa nesta etapa são: Percentual de umidade (quantitativa); após o grão estar com umidade de 13% é feito a análise de rendimento, que é o percentual de grãos inteiros em relação ao total da amostra coletada (quantitativa); e análise do percentual de grãos picados, manchados, gessados, amarelos, mofados e ardidos (quantitativa).

4.4 Pré-limpeza secundária

No equipamento responsável por este processo, se realiza a segunda limpeza no arroz. Removem-se as impurezas restantes. Assim garante a entrada do grão mais limpo no processo principal de beneficiamento. O arroz em casca nessa etapa não fica armazenado. Esta em constante movimento na linha de produção. O transporte da matéria para o posterior processo ocorre por meio de uma rosca transportadora que o encaminha para o silo pulmão de beneficiamento.

As características da qualidade avaliadas nesta etapa do processo produtivo são: controle de impureza (quantitativa); e controle de picados, manchados, gessados, amarelos, mofados e ardidos (quantitativas).

4.5 Silo pulmão do beneficiamento

É o local onde se armazena o arroz vindo da pré-limpeza secundária, que na sequência será encaminhado para a caixa de abastecimento. A Figura 10 apresenta a imagem do silo pulmão de beneficiamento de arroz do sistema produtivo em análise.

Figura 10 - Processo silo pulmão



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

O silo pulmão apresenta uma capacidade moderada de armazenamento. Esta capacidade faz-se imprescindível. Pois se as fases que antecedem este processo necessitarem de manutenção, as fases seguintes não serão prejudicadas.

O transporte do arroz para a etapa seguinte acontece por meio de uma fita transportadora e um elevador que transferem a matéria-prima para as caixas de abastecimento.

Nenhuma característica de qualidade é avaliada e cobrada neste processo, pois as mesmas foram determinadas no processo anterior.

4.6 Caixa de abastecimento

O equipamento ilustrado na Figura 11, se encarregada de liberar a matéria-prima para o descascador. Também realiza a pesagem/hora do fluxo produtivo. Essa caixa libera através de dosadoras a matéria prima para os descascadores. A identificação, armazenagem, embalagem, proteção e preservação são dadas conforme a etapa anterior.

Figura 11 - Processo caixa de abastecimento



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Nenhuma característica da qualidade é avaliada neste processo.

4.7 Descascadores

Os descascadores realizam o descasque do arroz. O arroz cai por meio de uma rosca, que em paralelo distribuem-se a três descascadores. A matéria-prima é descascada com a força de compressão executada pelos roletes no interior do equipamento, conforme se vê na Figura 12.

Neste processamento, a casca é separada do arroz por sistema de gravitação e ventilação que é proporcionado por aspiradores que sugam a casca. Não existe armazenagem nesta etapa.

O transporte para a etapa posterior, realizado pelo separador de marinho e que será detalhado na sequência, acontece por meio de uma bica (funil).

Figura 12 - Processo descascadores



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

As Características variáveis da qualidade avaliadas neste momento do processo produtivo são: % de grão inteiro (quantitativa); e % quebrado (quantitativa).

4.8 Separador de marinheiro

É o equipamento apresentado Figura 13. Este realiza a separação do arroz da casca. Dele resultam três produtos; o arroz marinheiro (que o descascador não conseguiu descascar), a mistura (arroz e casca que não conseguiu ser sugada) e o arroz esbramato (arroz descascado e pronto para a etapa seguinte).

Neste processo, os produtos caem na bandeja reclinada do separador e são separados com a ajuda do movimento de vibração produzido na mesma. O esbramato é enviado para o processo seguinte. A mistura retorna para ser reprocessada no separador. E o marinheiro é encaminhado para reprocessamento nos descascadores.

O transporte para a etapa posterior ocorre por meio de elevadores, que encaminham o arroz para o brunidor.

Figura 13 - Separador de Marinheiro



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

A análise de qualidade é feita de forma visual, pois neste processo os grãos com casca são separados dos descascados.

4.9 Brunidor

É o equipamento mostrado pela Figura 14. Ele é encarregado de brunir o arroz. O brunimento se estabelece por intermédio de oito pedras porosas em forma de disco. Estas pressionam os grãos contra uma tela de alumínio removendo seu farelo. Nesta etapa é retirado do arroz o germe e aproximadamente 70% do seu farelo. O arroz quebra em torno de 2,5% nesta etapa.

Figura 14 - Brunidor



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

As seguintes características variáveis da qualidade são avaliadas nesta etapa do processo de beneficiamento do arroz: % brancura (quantitativa); % brunimento (quantitativa); % Quebrado (quantitativa); % Inteiro (quantitativa).

Após este processo, o arroz brunido é transferido por meio de elevadores para o processo de polimento, seqüente da etapa de beneficiamento.

4.10 Polidor

O polidor, de acordo com Figura 15, é o equipamento que executa o polimento do arroz sobre a água. No processo, a água entra no dispositivo por um sistema de gotejamento. Logo, um dispositivo pneumático realiza a emissão de vento sobre a água. Isso gerará um espirro que em contato com os grãos, irá causar seu resfriamento. O que lhe dará maior claridade e brilho.

Figura 15 - Polidor



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Como existem dois passes pelos polidores, 20% do farelo é extraído do grão no primeiro passe e 10% no segundo.

As características variáveis da qualidade avaliadas durante o polimento são: % branca (quantitativa); % polimento (quantitativa); % quebrado (quantitativa); % Inteiro (quantitativa).

O mesmo aparelho que mede os índices do brunidor realiza os cálculos de branca e polimento nesta etapa do processo.

Após esta transformação da matéria-prima, o processo de classificação dos grãos inicia-se. Sendo o classificador rotativo a sequência deste beneficiamento.

4.11 Classificador rotativo

É o equipamento responsável por separar o grão inteiro do quebrado. Possui quatro saídas, uma para os grãos inteiros, outra para $\frac{3}{4}$ dos grãos,

outra para quirera e por último para pequenos fragmentos de pedra. O processo se resolve por intermédio de telas que realizam sua classificação.

No final desta etapa, os grãos inteiros separados são levados para o processo do seletron e o restante deles para os tries.

A característica da qualidade observada neste processo é a separação pelo tamanho do grão, esta análise é realizada de maneira visual.

4.12 Tries

Equipamento, conforme a Figura 16, que tem a função de separar os grãos recebidos da etapa anterior. Sua classificação é dada por meio de cilindros que apresentam em sua superfície orifícios

Figura 16 – Tries



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Os grãos inteiros separados são enviados para o processo seletron e o que restou também chamado de canjição (tamanho inferior a 1/2 grão, excluindo os picados que vão compor o subproduto quirera) e 3/4 de grão, são direcionados para o segundo passe de tries. Após este, o canjição é encaminhado para o processo seguinte realizado pelo classificador de perfil, como se apresenta na sequência.

As características variáveis da qualidade observadas neste processo são realizadas de forma visual. É necessário ter treinamento e experiência para avaliar de maneira correta a separação dos grãos.

4.13 Classificador de perfil

Este equipamento tem a função de remover o arroz picado que ainda esta junto do canjicão. Seu processo é feito por meio de um cilindro inclinado e de orifícios que permitem separar os grãos.

Nenhuma característica da qualidade é verificada nesta etapa do processo de beneficiamento.

Cabe neste ponto do texto, destacar que todos os processos anteriormente citados apresentam as seguintes saídas de produtos: grão de arroz inteiro, 3/4 de grão de arroz; 1/2 grão de arroz; e os subprodutos: farelo; quirera; e Canjicão;

Destes, somente os produtos são essenciais para a composição do item principal fornecido pela empresa.

A partir desta etapa, os produtos são encaminhados para o processo realizado pelo equipamento denominado seletron, conforme segue na descrição.

4.14 Seletron

É o equipamento, de acordo com Figura 17, responsável por receber os produtos vindos dos processos anteriores e fazer uma classificação refinada. Em sua função, retira todos os resíduos restantes e grãos com defeitos (amarelo, rachados, fracos entre outros).

Figura 17 - Seletron



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

As características variáveis da qualidade avaliadas, são % de arroz quebrado e inteiro, sendo medido também o percentual de grãos manchados, picados, gessados, amarelos e ardidos.

Após esta etapa, os produtos são encaminhados para as caixas de estocagem, conforme se detalha a seguir.

4.15 Caixas de estocagem

É um dispositivo de armazenamento. Apresenta a função de armazenar os produtos, selecionados no seletron, e liberar os mesmos para a composição da mistura do produto final. Esta é feita no processo de empacotamento que é especificado na sequência.

As características da qualidade avaliadas neste processo são % de grãos quebrados e % de grãos inteiros.

4.16 Empacotadeiras

É o equipamento, conforme Figura 18, responsável pela realização da mistura do produto final e o posterior empacotamento do arroz beneficiado.

. Figura 18 – Empacotadeira



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Neste processo os grãos, vindos das caixas de estocagem, entram na empacotadeira por meio de uma dosadeira. Esta por sua vez, regula a quantidade de grãos inteiros, 3/4 de grãos e 1/2 grãos que compõem o tipo do arroz. Com esta regulagem e, com a bobina da embalagem instalada na empacotadeira, um dispositivo solda o pacote de arroz.

As características variáveis da qualidade avaliadas neste processo são: dimensões das embalagens; resistência da embalagem (soldabilidade horizontal e vertical); aspecto visual da embalagem (desenho, transparência, pigmentação); % de quebrados; % de manchados; % de picados; % de gessados; % de amarelos; % de ardidos e mofados e análise do peso por pacote de arroz beneficiado

Após este processo, o pacote de arroz é encaminhado para a enfardadeira, conforme destaca a fase posterior.

4.17 Enfardadeiras

É o equipamento, como se vê na Figura 19, encarregado de elaborar os fardos de 30 kg de arroz e liberá-los para serem armazenados no estoque da empresa.

Figura 19 – Enfardadeira



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Neste processo, o arroz entra pela bica da enfardadeira e a partir de um contador, que limita a quantidade de pacotes, transfere os mesmos para o fardo de 30 kg, embalando-os.

A movimentação para a etapa seguinte ocorre por intermédio de esteiras que encaminham os fardos para o setor de estoque, que é explanado a seguir.

A característica variável da qualidade avaliada neste processo é a resistência da embalagem (soldabilidade horizontal e vertical).

4.18 Estoque e expedição

É o setor, conforme ilustra Figura 20, responsável pelo processo de armazenagem do produto acabado, que logo será expedido.

Figura 20 – Setor de estoque



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

As características variáveis da qualidade medidas neste setor são: espaçamento entre palets (50 cm da parede); altura dos palets (8 camadas de fardos); check-list na transportadora (assoalho, guardas da carreta, limpeza e higienização).

Como pode ser visto no capítulo 4, o processo produtivo de beneficiamento deriva de varias etapas e, em cada uma delas, características são avaliadas pela empresa, visando verificar a garantia do produto final oferecida ao cliente. A Figura 21 apresenta um resumo das características apresentadas durante todo o processo de beneficiamento de arroz.

Figura 21 – Resumo das características apresentadas no processo produtivo

Processo	Características mensuradas no processo																				
	% Umidade	% Impurezas	% Grãos inteiros	% Grãos quebrados	% Grãos picados	% Grãos manchados	% Grãos gessados	% Grãos ardidos	% Grãos amarelos	% Grãos mofados	% Brancura	% Brulimento	% Polimento	Dimensões embalagem	Resistência embalagem	Aspecto visual embalagem	Análise massa pacote	Espaçamento entre palets	Altura palet	Check-list transportadora	
Balança																					
Moega	Nenhuma característica da qualidade avaliada																				
Silo																					
pré-limpeza primária																					
Silo pulmão	Nenhuma característica da qualidade avaliada																				
Caixa de abastecimento	Nenhuma característica da qualidade avaliada																				
Descascador																					
Separados de marinho	Característica da qualidade avaliada de forma visual																				
Brunidor																					
Polidor																					
Classificador rotativo	Característica da qualidade avaliada de forma visual																				
Trie	Característica da qualidade avaliada de forma visual																				
Classificador de perfil	Nenhuma característica da qualidade avaliada																				
Seletron																					
Caixas de estocagem																					
Empacotadeira																					
Enfardadeira																					
Estoque e expedição																					

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

5 MONITORAMENTO E CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DE ARROZ

Neste capítulo, selecionar-se-á a variável quantitativa que será monitorada no decorrer da pesquisa de campo. Por meio de um questionário, serão obtidas informações relevantes para a execução das etapas metodológicas propostas no capítulo 3. Com isso, será verificada se a distribuição da variável estudada segue uma distribuição normal, para assim estimar a estabilidade e capacidade do processo.

Conforme evidenciado no capítulo 4 deste trabalho, várias são as etapas do processo de beneficiamento em que são medidas e mensuradas variáveis da qualidade, que podem interferir no produto final oferecido pela empresa. Em consenso com os funcionários da organização e seu engenheiro, foi selecionada a característica da qualidade massa. Pois, por ser um processo que apresenta grande variação e por envolver diretamente a matéria-prima principal na composição do produto acabado, pode acarretar grandes perdas no processo. A característica **massa** é vista como crítica e, qualquer melhoria que se possa realizar em sua variabilidade, pode gerar benefícios para a indústria.

De acordo com a variável selecionada, um questionário, com o objetivo de se obter informações necessárias para o estudo, foi elaborado e aplicado aos funcionários do setor de empacotamento, conforme ANEXO D.

Neste, a empresa informou que sua produção mensal média, gira em torno de 90.000 fardos, onde destes, 80% correspondem à produção de pacotes de 5 kg.

Também foi informado que as especificações de massa seguidas como meta pela engenharia empresarial, para os pacotes de 1 kg e 5 kg são respectivamente, 1005 g e 5018 g. Procedimentos padronizados são adotados para se realizar o controle desta especificação, que é verificado com uma balança de precisão.

Com as informações fornecidas, pode-se perceber que a empresa adere a métodos de aferição na empacotadeira. Estes são adotados antes de se iniciar o processo de empacotamento, que também segue algumas etapas estabelecidas pela indústria.

Com todas as informações anteriores obtidas, a empresa disponibilizou o registro das medições que realizou no período de doze meses que antecederam a este trabalho. Assim, optou-se por medir a variabilidade de amostras de tamanho 50, pois estas, quando maiores que 10 se utilizam do desvio padrão para a obtenção de suas estatísticas, tornando os resultados mais precisos. Na Figura 6 do ANEXO D podem ser visualizadas as amostras fornecidas.

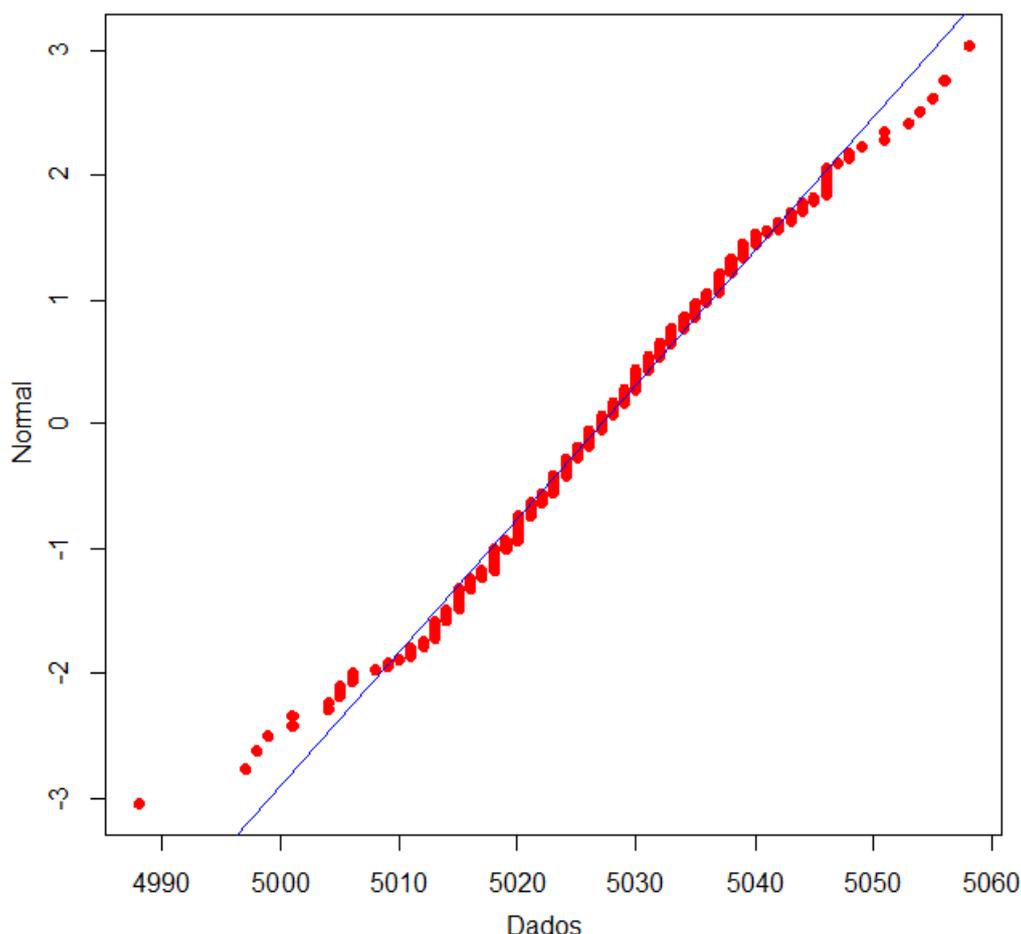
Através dos dados coletados nas etapas anteriores, foi obtido o relatório das massas dos pacotes de 5 kg de arroz, conforme demonstra um dos registros no ANEXO E (correspondente a algumas horas de produção) e a Figura 6 do ANEXO D pode

Como a produção de arroz beneficiado de 5 kg é muito superior a produção dos pacotes de 1 kg durante o ano, escolheu-se realizar os cálculos propostos com os índices produtivos dos pacotes de 5 kg, como segue.

5.1 Cálculo da normalidade dos pacotes de 5 kg de arroz

Para se calcular a normalidade dos dados mencionados anteriormente, o método estatístico de Shapiro-wilk foi empregado no software action. Igualmente foi feito o gráfico de papel de probabilidade, como pode ser visto na Figura 22.

Figura 22 – Teste normalidade pacotes de 5 kg



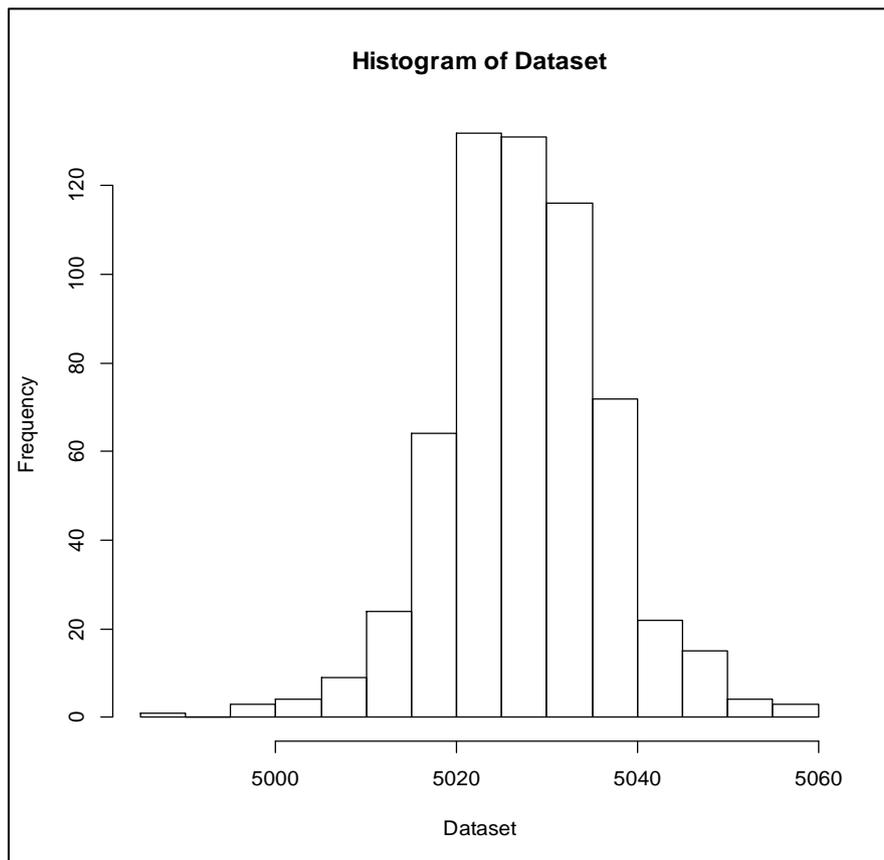
Fonte: Elaborado pelo autor no Action, 2014.

O gráfico da Figura 22, indica que o conjunto de dados ora analisados deve ser proveniente de uma distribuição normal. Pois, percebe-se claramente um comportamento linear das observações (frequência cumulativa relativa da variável massa).

Porém, para se ter uma melhor confiança da natureza dos dados, foi realizado o teste de hipótese de Shapiro-wilk. Onde os seguintes índices foram obtidos: Estatística Shapiro-Wilk = $W_{calculado} = 0,9894$; $W_{critico}$ para o tamanho 50 da amostra resultou em **0,947**, de acordo com valores tabelados (consultar ANEXO B). Logo, como $W_{cal} > W_{critico}$, a amostra será considerada normal.

A Figura 23 mostra o histograma obtido com o auxílio do Action. O leitor pode verificar a distribuição real dos dados.

Figura 23 – Histograma dos pacotes de 5 kg



Fonte: Elaborado pelo autor no software Action, 2014.

Com a comprovação da normalidade do processo, utilizaram-se as cartas para mensurar sua estabilidade, conforme apresenta a etapa seguinte deste estudo.

5.2 Estimativa da Estabilidade do Processo

O software Action foi empregado para executar os gráficos de controle da média e do desvio padrão, sendo estes visualizados na Figura 24 e seus índices de controles apresentados na Tabela 3.

Figura 24 – Gráficos de controle da média e desvio padrão pacotes de 5 kg



Fonte: Elaborado pelo autor no software Action, 2014.

Tabela 3 – Resultado dos gráficos de controle

DADOS DO PROCESSO	Valores obtidos
Gráfico X-Barra	
Limites	
Limite Superior	5030,923628
Linha de centro	5027,021667
Limite Inferior	5023,119705
Gráfico do desvio padrão	
Limites	
Limite Superior	11,93013576
Linha de centro	9,150211115
Limite Inferior	6,370286469

Fonte: Elaborado pelo autor no software Action, 2014.

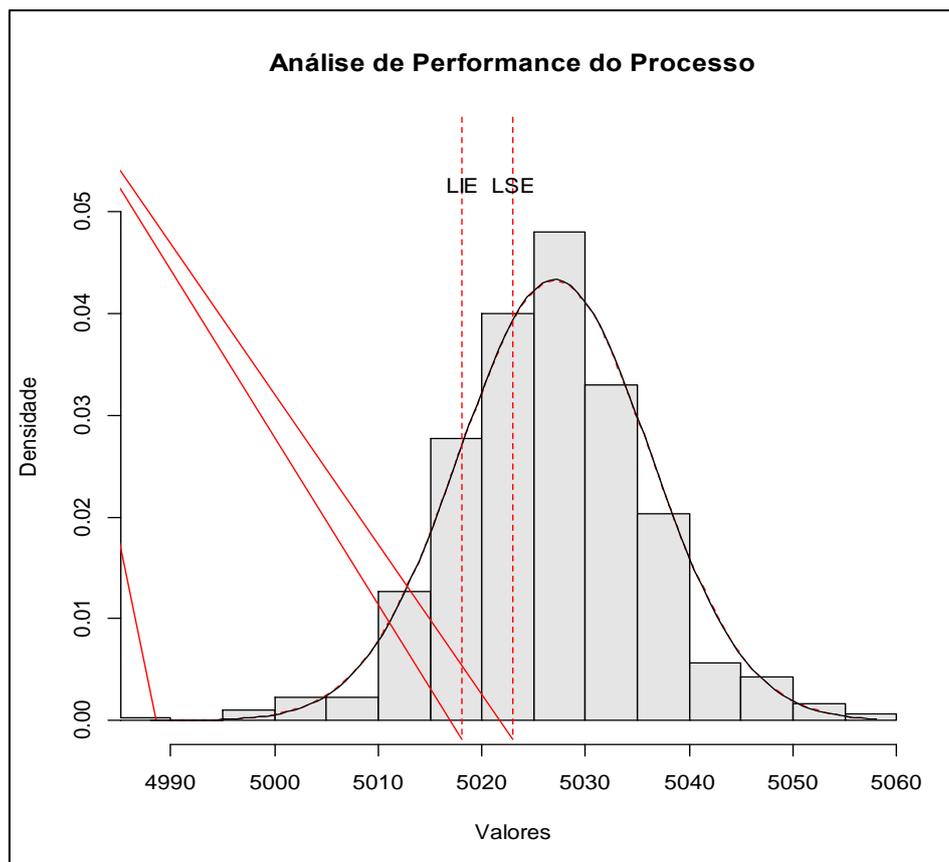
Com a obtenção dos índices de controle dos pacotes de 5 kg, verificou-se uma média elevada na massa apresentada, com relação à especificação praticada pela empresa. Logo, foi elaborado o estudo da capacidade do processo, como pode ser visto na sequência.

5.3 Estudo da Capacidade das Especificações de Massa Adotadas pela Empresa

Neste estudo foi mensurada a capacidade que o processo de empacotamento de arroz beneficiado de 5 kg tem, em atender as especificações da engenharia. Ou seja, tolerâncias com relação à massa estabelecida como padrão de produção, praticado pela organização que é de 5018 g para pacotes de arroz de 5 kg.

Como os dados amostrais encontraram-se situados dentro dos índices de controle para a média e desvio padrão, obtidos na etapa anterior. Optou-se por realizar os cálculos dos índices C_p e C_{pk} , os quais apresentaram os seguintes resultados visualizados na Figura 25 e Tabela 4 que são apresentadas na sequência.

Figura 25 – Análise de capacidade do processo de empacotamento para massas de 5 kg



Fonte: Elaborado pelo autor no software Action, 2014.

Tabela 4 – Índices de capacidade do processo calculados

Índices de capacidade (Dados Normais)	Valores calculados
Amostra:	600
Limite Inferior especificado pela empresa	5018
Limite Superior especificado pela empresa	5023
CP	0,090609
CPK	-0,145759

Fonte: Elaborado pelo autor no software Action, 2014.

5.4 Considerações do capítulo

Com a obtenção dos índices Cp e Cpk, verificou-se que o processo em estudo não apresentou capacidade suficiente para atender ao objetivo da organização que é: ter como mínima a massa de 5018 g e máxima 5023 g para os pacotes de 5 kg de arroz. Estes índices puderam ser deduzidos, tendo como base a Tabela 2, que considera o processo razoavelmente capaz se compreendido entre 1 e 1,33.

Como o processo estudado apresentou estabilidade, conforme apresentam as cartas de controle na Figura 24. Isto é, livre de causas especiais. Os índices de performance Pp e Ppk não foram empregados, pois somente os são, se o processo apresenta amostras fora de seus limites de controle.

Dessa forma, foi proposto um tutorial para desenvolvimento de cartas de controle, para que a empresa pudesse estabelecer e registrar melhores monitoramentos com relação ao processo de empacotamento.

6 RESULTADOS E PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo, serão apresentados os principais resultados obtidos no estudo e propostas de melhorias sugeridas pelo autor. Abordar-se-á o **Tutorial de realização de cartas de controle**, com seu devido treinamento, que foi desenvolvido para ser sistematizado na empresa. Também será apresentado, um comparativo de mudanças ocorridas na organização, após o emprego da ferramenta **CEP**, disponibilizada no software Action.

O estudo apresentou normalidade na distribuição da variável massa estudada. Esta normalidade permitiu monitorar o processo, com a aplicação das cartas de controle, evidenciando um processo estável. Pois, seus limites de controle superior e inferior não foram ultrapassados por nenhuma amostra, inexistindo causas especiais durante o processo produtivo.

Embora o trabalho tenha apresentado a ausência de causas especiais, o mesmo difere grande oscilação na variável massa, observado na Figura 24, apresentando como média a massa de 5027 g para os pacotes de 5 kg. Enquanto a meta empresarial objetiva 5018 g. Demonstrando com isso, grandes perdas de matéria – prima como se observa com os valores calculados entre as Tabela 5 e Tabela 6.

Tabela 5 – Produção mensal calculada

Produção mensal em fardos	Quantidade de pacotes por fardo	Quantidade total de pacotes	Média de massa por pacotes (kg)	Produção em kg
72.000	6	432.000	5,027	2.171,664,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015

Para que se possa mostrar a desperdício de matéria – prima, a produção em kg da Tabela 5 precisa ser descontada da produção calculada da Tabela 6, conforme segue.

Tabela 6 – Produção mensal ideal segundo meta da empresa

Produção mensal em fardos	Quantidade de pacotes por fardo	Quantidade total de pacotes	Média de massa por pacotes (kg)	Produção em kg
72.000	6	432.000	5,0180	2.167.776,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015

Desperdício de matéria – prima = $2.171,664,00 - 2.167.776 = 3.888$
kg/mês

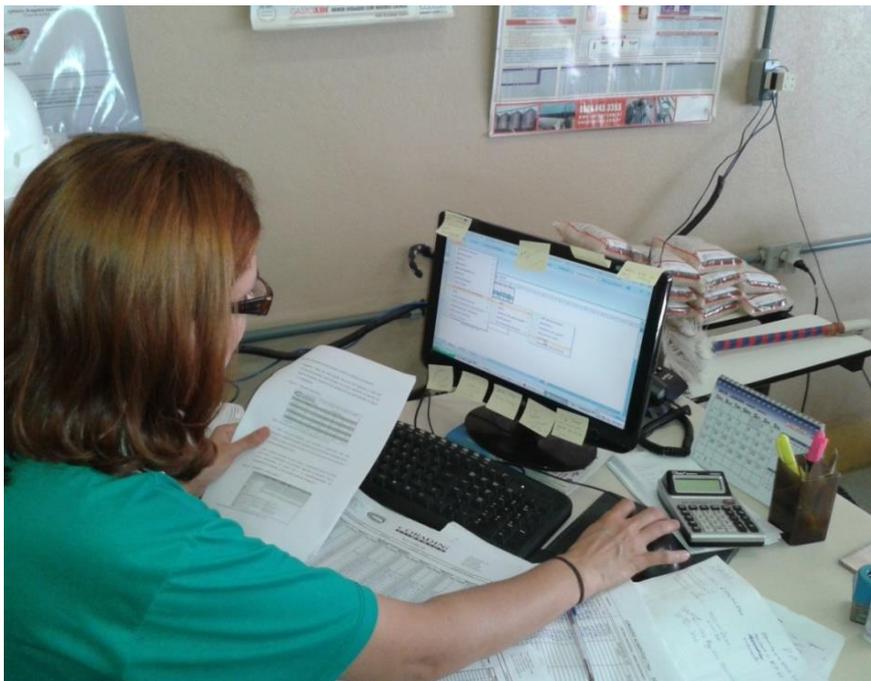
Equivalente a $3.888/30 = 129,6$ fardos no mês desperdiçados

Com o valor médio do fardo de R\$ 52,00, evidencia-se uma perda financeira por desperdício de matéria-prima de $129,6 \times 52,00 = \mathbf{R\$ 6.739,20}$.

Por intermédio dos índices de capacidade obtidos, vide Tabela 4, pode-se observar que o processo de empacotamento não era capaz de atender as exigências da engenharia empresarial. Pois seus índices C_p e C_{pk} estiveram bem abaixo dos esperados por sua capacidade. Sendo o fator preponderante disso, a massa média calculada que se apresentou bem acima do padrão exigido pela organização.

Assim sendo, um tutorial foi proposto para o emprego das cartas de controle na empresa, para monitorar a variável massa, no setor de empacotamento. Neste tutorial, conforme ANEXO F, constam as etapas necessárias para que o sistema possa ser sistematizado diariamente e assim melhorias possam advir com a interpretação dos gráficos resultantes dele. Para que o tutorial fosse mais bem compreendido, dois dias de treinamentos foram destinados a dois funcionários da empresa, como mostram Figura 26 e Figura 27 a seguir.

Figura 26 – Treinamento funcionária 1º dia



Fonte: elaborado pelo autor, 2014.

Figura 27 – Treinamento funcionário 2º dia



Fonte: elaborado pelo autor, 2014.

Após o processo de treinamentos, e tendo como informações o estudo apresentado, a empresa passou a adotar como base, o tutorial de elaboração de cartas de controle, para monitorar a variável massa no setor de empacotamento. Isto passou a trazer uma diferença já significativa para a produção, com a redução no desperdício de matéria – prima.

A Figura 28 e Figura 29, apresentadas na sequência, que foram elaboradas com base no ANEXO F, demonstram reduções nos índices de massa, já com a sistematização consumada na empresa. Pois esta permitiu melhorar a média da variável que era muito elevada com relação a objetivada.

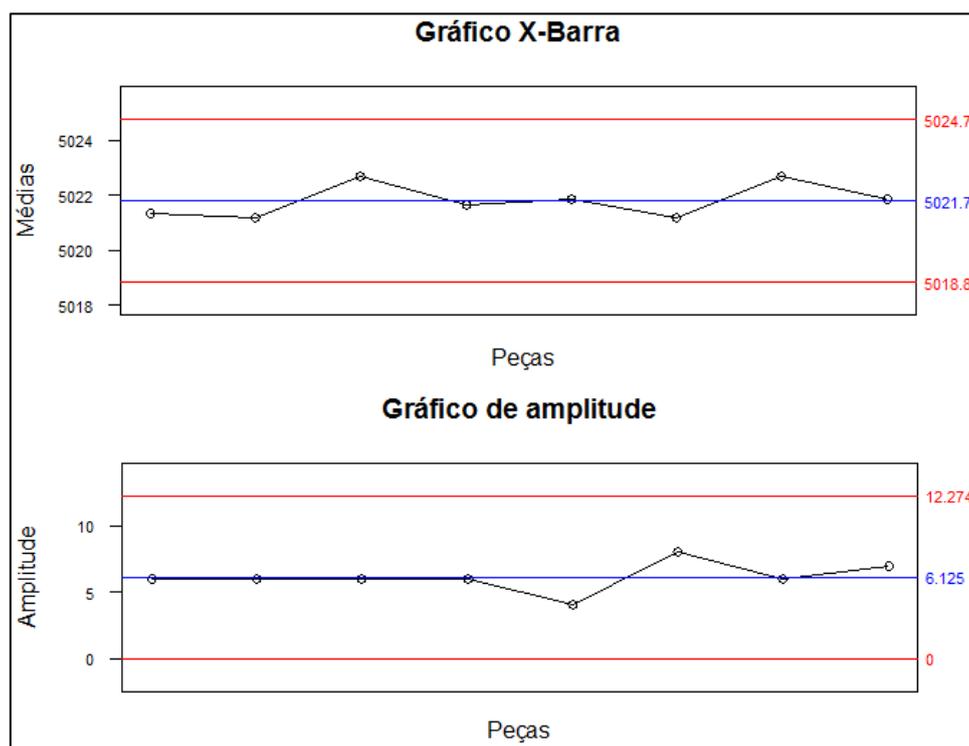
Figura 28 – Dados reais registrados na empresa

		PLANILHA DE REGISTRO E CONTROLE DE PESOS				
		Setor: Pacote				
		Data: 05/01/15		Elaborada por: ALAN LIMA		
Amostra 1	5025	5019	5023	5020	5020	5021
Amostra 2	5024	5023	5021	5018	5022	5019
Amostra 3	5023	5026	5020	5020	5023	5024
Amostra 4	5021	5023	5019	5019	5023	5025
Amostra 5	5022	5020	5024	5023	5020	5022
Amostra 6	5026	5018	5022	5019	5022	5020
Amostra 7	5023	5021	5025	5019	5025	5023
Amostra 8	5018	5020	5023	5021	5025	5024

Fonte: Elaborado pelos funcionários da empresa no software Excel, 2015.

Com isso, o processo obteve limites de controle mais adequados e ajustados às especificações da engenharia.

Figura 29 – Gráficos de controle elaborados pela empresa



Fonte: Elaborado pelos funcionários da empresa, 2015.

Com base nas modificações que ocorreram na organização, ao longo da sistematização do CEP, foi elaborado a Tabela 7, com o intuito de distinguir as mudanças que foram se notabilizando após o emprego desse sistema.

Tabela 7 – Comparativo no desenvolvimento do estudo

Antes da aplicação do CEP	Após a aplicação do CEP
Registro dos pesos em documentos físicos impressos	Registro dos pesos em documentos físicos e posterior lançamento em planilhas eletrônica
A empresa adotava como método de estimativa da estabilidade do processo, somente a observação das pesagens aleatórias, não obedecendo ao tempo de 15 minutos de intervalo entre elas.	A empresa passou a empregar a rotina de pesagem com intervalos de 10 minutos e, com os dados registrados no dia, passou a utilizá-los na estimativa de estabilidade das massas, proposta pelo tutorial de elaboração de cartas de controle, que passaram a ser utilizadas.
Cada vez que fosse detectada uma variação grande de peso nos pacotes, somente as dosadoras das empacotadeiras eram reguladas.	Ao ser detectada uma variação de peso durante as pesagens, o dosador é sempre verificado e após a elaboração dos gráficos de controle do processo do dia, sua estabilidade é observada com maior atenção, pois embora estável, pode ainda apresentar perdas grandes.

Impossibilidade em detectar com facilidade a presença de causas comuns e especiais que afetam o processo.	Apresenta com clareza a presença de causas comuns e especiais responsáveis pela variabilidade do processo.
Nenhum controle estatístico empregado pela empresa.	Passou a empregar as cartas de controle no processo de empacotamento e a cogitar o emprego das mesmas em outras etapas do processo de beneficiamento de arroz.
Perda de pontos em auditorias em virtude da falta de um controle estatístico nos processos de produção.	Com o emprego dos gráficos de controle da qualidade a empresa passou a atender a especificação de controle de processo, tão cobrada por auditorias de multinacionais.
Pouca preocupação com o Controle Estatístico de Processo por parte de toda a organização.	Passou a dar maior atenção as oscilações das massas dos pacotes com o iminente resultado apresentado nas cartas de controle do estudo.
Varição muito grande de massas com relação as metas empresarias.	Redução visível na variação das massas dos pacotes de arroz provenientes do processo de empacotamento.
Ênfase na produção e no atendimento dos pedidos.	Ênfase na produção com um sistema de controle de perdas para posterior atendimento dos pedidos.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2015

Destes resultados, tendo em vista diversos benefícios provenientes da aplicação do CEP, outras propostas de melhorias foram sugeridas, sendo estas apresentadas na seção 6.1. Para que a empresa não fique limitada somente a sistematização do tutorial de implementação das cartas de controle, mas também para que ela sempre esteja em busca de alternativas de qualidade para seus processos e produtos.

6.1 Propostas de melhorias

Analisar melhores alternativas para a redução da variabilidade das massas dos pacotes de arroz originais das empacotadeiras. Pois somente apresentaram causas comuns de variação. Com isso, estudar a viabilidade, junto aos fornecedores dos equipamentos, de aquisição de um equipamento suplementar, como por exemplo: uma balança de precisão, dotada de dosador e sensor de massa automático, que já se encontra disponível no mercado, segundo informações do engenheiro da empresa.

Melhorar a estrutura física onde a balança de precisão se localiza no setor de empacotamento, visto que a mesma encontra-se sujeita a variação do seu resultado. Isto decorre de fatores como temperatura, umidade, vento e impurezas no ambiente que podem gerar distúrbios no resultado esperado.

Difundir o plano de sistematização para os demais setores da organização, que também apresentam um nível de importância significativo, melhorando não só o setor em estudo, mas o processo de controle produtivo como um todo. Demonstrando a importância do CEP não só no setor estudado como em toda a empresa.

Buscar a utilização e treinamento de novas ferramentas da qualidade na solução e otimização de sistemas produtivos, melhorando ainda mais os processos com as inúmeras vantagens que as mesmas podem proporcionar com seu emprego.

Supervisionar a implementação e boas práticas de trabalho empregadas nos setores que se utilizaram do tutorial de elaboração de cartas de controle proposto neste trabalho, em especial, o setor de empacotamento, ambiente de desenvolvimento e estudo escolhido.

7 CONCLUSÃO

Com base em todo trabalho, verificou-se que a metodologia de pesquisa e os referenciais consultados, foram satisfatórios para que os objetivos propostos neste estudo pudessem ser alcançados.

O estudo deixou clara a importância em explorar ferramentas da qualidade para dar suporte ao sistema produtivo de qualquer indústria ou empresa, em especial a adesão de cartas de controle utilizadas neste desenvolvimento. A facilidade de aplicação se beneficiou por a empresa já utilizar o software Microsoft Excel, que permitiu a instalação do suplemento estatístico Action de forma gratuita, utilizado de forma direta no desenvolvimento do projeto de implantação deste estudo.

A organização sempre se mostrou disposta a colaborar com informações e registros que pudessem gerar resultados para o estudo, sendo uma das responsáveis diretas para o sucesso da sistematização instaurada no sistema de empacotamento de arroz.

Sabendo que grandes compradores como as redes Carrefour, Wall Mart, Atacadão, entre outros, exigem que seus fornecedores apresentem métodos para garantir as especificações dos seus produtos ou serviços. A empresa, por sua vez, deve apresentar estratégias para atingir seus objetivos produtivos e as ferramentas de CEP possibilitaram atingir uma dessas metas, trazendo vantagens competitivas frente um mercado que cada vez mais se preocupa com a excelência de seus produtos e serviços.

Assim, esses demonstrativos já estão servindo na utilização em auditorias para comprovação de controles adotados pela indústria no seu processo produtivo. O que faz aumentar o grau de pontuação, competitividade e eficiência perante um mercado cada vez mais exigente.

Uma maior priorização das atividades para melhorias nos processos ocorreu, mudando um pouco o foco empresarial que inicialmente pensava somente em cumprir prazos de pedidos e aumentar a produção. Isto foi possível devido à clareza de informações que o estudo demonstrou aos gerentes de fábrica e aos funcionários envolvidos no processo.

Aumento de credibilidade para a instituição de ensino UNIPAMPA, pois foi evidenciada a capacidade que a mesma proporcionou ao seu discente de

realizar um trabalho que pudesse trazer benefícios para uma empresa da região da campanha do Rio Grande do Sul, tão órfão de possibilidades, como essas apresentadas na utilização de ferramentas CEP. Com isso, novas portas, com certeza, serão abertas num futuro próximo para o desenvolvimento de novos trabalhos acadêmicos.

Foi assimilado um ganho de experiência profissional como se estivesse no exercício de um engenheiro de produção, já que permitiu realizar a aplicação real de uma ferramenta utilizada no ramo da engenharia, na resolução de problemas que por vezes são invisíveis e geram muitas perdas para a organização.

Como não era foco dos objetivos desta pesquisa, a viabilidade de aquisição de novos equipamentos, para dar suporte à variação das massas dos pacotes, no setor estudado não foi elaborada. Ficando assim, uma sugestão para futuros trabalhos acadêmicos na organização.

REFERÊNCIAS

BARROS, A. J. S. LEHFELD, N. A. S. *Fundamentos de metodologia científica*. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hal, 2007.

BORTOLOTTI, S. L. V.; SOUZA, R. A. DE; JUNIOR, A. F. DE S. *Análise da qualidade do produto final no processo de envase de azeitonas verdes*. ,2009. Disponível em: <http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg5/anais/T8_0119_0555.pdf>. Acesso em: 20/06/14.

CORTIVO, Z. D. *Aplicação do controle estatístico de processo em seqüências curtas de produção e análise estatística de processo através do planejamento econômico*. ,2005.

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R.. *Controle Estatístico de Qualidade*. 2. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2008

FAO. Publicações. Disponível em < <https://www.fao.org.br/publicacoes.asp>>. Acesso em: 14/05/14.

FILHO, J. D. M. *Utilização do controle estatístico de processo na unidade de produção e desenvolvimento de derivados de soja*. ,2008. Disponível em: <http://www2.fcfar.unesp.br/Home/Pos-graduacao/AlimentoseNutricao/maria_mantelato-completo.pdf>. Acesso em: 12/05/14.

GILL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONÇALVES, J. E. L. *As empresas são grandes coleções de processos*. RAE - Revista de Administração de Empresas, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v40n1/v40n1a02.pdf>>. Acesso em: 13/05/14.

GRANT, E.L. & LEAVENWORTH, R.S. *Statistical Quality Control*, 7th Ed. New York: McGraw-Hill, 1996.

HAMMER, Michael, CHAMPY, James. *Reengineering the corporation*. New York: HarperBusiness, 1994.

HARRINGTON, H. James. *Business process improvement*. New York: McGraw Hill, 1991.

HRADESKY, J.L. *Productivity & Quality Improvement – A Practical Guide to Implementing Statistical Process Control*. New York: McGraw-Hill, 1998.

INSTITUTO DA QUALIDADE AUTOMOTIVA. *Manual de Referência. Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e Plano de Controle (APQP)*. São Paulo, 2008.

IRGA. Nutrição e Saúde. Disponível em <<http://200.96.107.174/coma-arroz/paginas/nutricao.php>>. Acesso em 9/05/14.

KAYO, M. V. M. *Controle de peso em uma fábrica de chocolates : Utilização de ferramentas da qualidade*. ,2010. Disponível em: <<http://pro.poli.usp.br/wp-content/uploads/2012/pubs/controle-de-peso-em-uma-fabrica-de-chocolates-utilizacao-de-ferramentas-da-qualidade.pdf>>. Acesso em: 15/05/14.

LOPES, L. A. *Probabilidades & Estatística*. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Editores, 1999.

LUIS, J.; RIBEIRO, D.; CATEN, C. *Série Monográfica Qualidade Estatística Industrial*. ,2000. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/384_apostila.pdf>. Acesso em: 22/05/14.

MAGALHÃES, M. S. DE; MOURA NETO, F. D. *Economic-statistical design of variable parameters non-central chi-square control chart*. *Produção*, v. 21, n. 2, p. 259–270, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132011000200010&lng=en&nrm=iso&tlng=en>. Acesso em: 29/5/2014.

MELLO, P., H.,C.. *Gestão da qualidade*. 1. Ed. São Paulo: Pearson, 2011.

MIGUEL, C., A., P.. *Qualidade: enfoques e ferramentas*. São Paulo: Artliber Editora, 2001.

MONTGOMERY, D. C. *Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade*. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2004.

MOREIRA, D. A. *Administração da Produção e Operações*. 2. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

OLIVEIRA, L. M. DE. *A utilização do controle estatístico do processo para o monitoramento do sangue: estudo de caso no hemonorte - RN*. ,2008. Disponível em: <<ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/LucianaMO.pdf>>. Acesso em: 26/05/14.

OLIVEIRA, J, O. et al. *Gestão da qualidade: tópicos avançados*. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

PIRES, V. T. *Implantação do controle estatístico de processos em uma empresa de manufatura de óleo de arroz*. ,2000. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/1500>>. Acesso em: 30/05/14.

Portal Action: *Sobre o Action*. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/content/sobre-o-action>>. Acesso em: 15/08/14.

RAMOS, A. W. *CEP Para Processos Contínuos E Em Bateladas*. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

SAMOHYL, R., W.. *Controle estatístico de qualidade*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

SANIGA, E. M.; SHIRLAND, L. E. *Quality Control in Practice: A Survey*. Quality Progress, v. 10, p. 30-33, 1977.

SANTOS, A. B.; ANTONELLI, S. C. *Aplicação da abordagem estatística no contexto da gestão da qualidade: um survey com indústrias de alimentos de São Paulo*. , p. 509–524, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v18n3/06.pdf>>. Acesso em: 12/07/14.

SIQUEIRA, Q.; NOMELINI, S.; OLIVEIRA, M. S. DE. *Estudos dos padrões de não aleatoriedade dos gráficos de controle de Shewhart: um enfoque probabilístico*. ,2004.

TOLEDO, José Carlos de. *Introdução ao CEP - Controle Estatístico de Processo, 2006*. Disponível em <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/CEP-ApostilaIntroducaoCEP2006.pdf>> Acesso em: 06/07/14.

TURCATO, C. R. DA S.; KLIDZIO, R.; ANTONELLO, N. R. B. *Aplicação do controle estatístico de processo (CEP) para avaliar o processo de defumação do salame* ,2008.

WERKEMA, Cristina. *Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos*. Belo Horizonte: Werkema, 2006. 290p.

În	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	0,402	0,399	0,396	0,394	0,392	0,389	0,387	0,385	0,383	0,381	0,379	0,377	0,375
2	0,277	0,276	0,274	0,272	0,27	0,268	0,267	0,265	0,264	0,262	0,26	0,259	0,257
3	0,239	0,238	0,237	0,236	0,235	0,233	0,232	0,231	0,23	0,229	0,228	0,227	0,226
4	0,211	0,21	0,21	0,209	0,209	0,208	0,207	0,207	0,206	0,205	0,205	0,204	0,203
5	0,188	0,188	0,188	0,188	0,187	0,187	0,187	0,187	0,186	0,186	0,186	0,185	0,185
6	0,169	0,169	0,169	0,169	0,169	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,169	0,169	0,169
7	0,151	0,152	0,153	0,153	0,154	0,154	0,154	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
8	0,136	0,137	0,138	0,138	0,139	0,14	0,141	0,141	0,142	0,142	0,142	0,143	0,143
9	0,121	0,123	0,124	0,125	0,126	0,127	0,128	0,129	0,129	0,13	0,131	0,131	0,132
10	0,108	0,109	0,111	0,112	0,114	0,115	0,116	0,117	0,118	0,119	0,12	0,121	0,121
11	0,095	0,097	0,099	0,1	0,102	0,104	0,105	0,106	0,107	0,109	0,11	0,111	0,111
12	0,082	0,085	0,087	0,089	0,091	0,093	0,094	0,096	0,097	0,099	0,1	0,101	0,102
13	0,071	0,073	0,076	0,078	0,08	0,082	0,084	0,086	0,088	0,089	0,091	0,092	0,093
14	0,059	0,062	0,065	0,068	0,07	0,072	0,075	0,077	0,078	0,08	0,082	0,083	0,085
15	0,048	0,052	0,055	0,058	0,06	0,063	0,065	0,067	0,069	0,071	0,073	0,075	0,076
16	0,037	0,041	0,044	0,048	0,051	0,053	0,056	0,058	0,061	0,063	0,065	0,067	0,069
17	0,026	0,031	0,034	0,038	0,041	0,044	0,047	0,05	0,052	0,055	0,057	0,059	0,061
18	0,016	0,02	0,024	0,028	0,032	0,035	0,038	0,041	0,044	0,047	0,049	0,051	0,053
19	0,005	0,01	0,015	0,019	0,023	0,026	0,03	0,033	0,036	0,039	0,041	0,044	0,046
20		0	0,005	0,009	0,014	0,018	0,021	0,025	0,028	0,031	0,034	0,036	0,039
21				0	0,005	0,009	0,013	0,016	0,02	0,023	0,026	0,029	0,031
22						0	0,004	0,008	0,012	0,015	0,019	0,022	0,024
23								0	0,004	0,008	0,011	0,014	0,017
24										0	0,004	0,007	0,01
25												0	0,035

Fonte: Portal Action, 2014.

ANEXO B

Tabela de valores críticos da estatística W de Shapiro-Wilk

Valores de n	Níveis de significância								
	0,01	0,02	0,05	0,1	0,5	0,9	0,95	0,98	0,99
3	0,753	0,756	0,767	0,789	0,959	0,998	0,999	1	1
4	0,687	0,707	0,748	0,792	0,935	0,987	0,992	0,996	0,997
5	0,686	0,715	0,762	0,806	0,927	0,979	0,986	0,991	0,993
6	0,713	0,743	0,788	0,826	0,927	0,974	0,981	0,986	0,989
7	0,73	0,76	0,803	0,838	0,928	0,972	0,979	0,985	0,988
8	0,749	0,778	0,818	0,851	0,932	0,972	0,978	0,984	0,987
9	0,764	0,791	0,829	0,859	0,935	0,972	0,978	0,984	0,986
10	0,781	0,806	0,842	0,869	0,938	0,972	0,978	0,983	0,986
11	0,792	0,817	0,85	0,876	0,94	0,973	0,979	0,984	0,986
12	0,805	0,828	0,859	0,883	0,943	0,973	0,979	0,984	0,986
13	0,814	0,837	0,866	0,889	0,945	0,974	0,979	0,984	0,986
14	0,825	0,846	0,874	0,895	0,947	0,975	0,98	0,984	0,986
15	0,835	0,855	0,881	0,901	0,95	0,975	0,98	0,984	0,987
16	0,844	0,863	0,887	0,906	0,952	0,976	0,981	0,985	0,987
17	0,851	0,869	0,892	0,91	0,954	0,977	0,981	0,985	0,987
18	0,858	0,874	0,897	0,914	0,956	0,978	0,982	0,986	0,988
19	0,863	0,879	0,901	0,917	0,957	0,978	0,982	0,986	0,988
20	0,868	0,884	0,905	0,92	0,959	0,979	0,983	0,986	0,988
21	0,873	0,888	0,908	0,923	0,96	0,98	0,983	0,987	0,989
22	0,878	0,892	0,911	0,926	0,961	0,98	0,984	0,987	0,989
23	0,881	0,895	0,914	0,928	0,962	0,981	0,984	0,987	0,989
24	0,884	0,898	0,916	0,93	0,963	0,981	0,984	0,987	0,989
25	0,888	0,901	0,918	0,931	0,964	0,981	0,985	0,988	0,989
26	0,891	0,904	0,92	0,933	0,965	0,982	0,985	0,988	0,989
27	0,894	0,906	0,923	0,935	0,965	0,982	0,985	0,988	0,99
28	0,896	0,908	0,924	0,936	0,966	0,982	0,985	0,988	0,99
29	0,898	0,91	0,926	0,937	0,966	0,982	0,985	0,988	0,99
30	0,9	0,912	0,927	0,939	0,967	0,983	0,985	0,988	0,99
31	0,902	0,914	0,929	0,94	0,967	0,983	0,986	0,988	0,99
32	0,904	0,915	0,93	0,941	0,968	0,983	0,986	0,988	0,99
33	0,906	0,917	0,931	0,942	0,968	0,983	0,986	0,989	0,99
34	0,908	0,919	0,933	0,943	0,969	0,983	0,986	0,989	0,99
35	0,91	0,92	0,934	0,944	0,969	0,984	0,986	0,989	0,99
36	0,912	0,922	0,935	0,945	0,97	0,984	0,986	0,989	0,99
37	0,914	0,924	0,936	0,946	0,97	0,984	0,987	0,989	0,99
38	0,916	0,925	0,938	0,947	0,971	0,984	0,987	0,989	0,99
39	0,917	0,927	0,939	0,948	0,971	0,984	0,987	0,989	0,991
40	0,919	0,928	0,94	0,949	0,972	0,985	0,987	0,989	0,991
41	0,92	0,929	0,941	0,95	0,972	0,985	0,987	0,989	0,991
42	0,922	0,93	0,942	0,951	0,972	0,985	0,987	0,989	0,991
43	0,923	0,932	0,943	0,951	0,973	0,985	0,987	0,99	0,991
44	0,924	0,933	0,944	0,952	0,973	0,985	0,987	0,99	0,991
45	0,926	0,934	0,945	0,953	0,973	0,985	0,988	0,99	0,991
46	0,927	0,935	0,945	0,953	0,974	0,985	0,988	0,99	0,991
47	0,928	0,936	0,946	0,954	0,974	0,985	0,988	0,99	0,991
48	0,929	0,937	0,947	0,954	0,974	0,985	0,988	0,99	0,991
49	0,929	0,938	0,947	0,955	0,974	0,985	0,988	0,99	0,991
50	0,93	0,939	0,947	0,955	0,974	0,985	0,988	0,99	0,991

ANEXO C

Índices para os cálculos dos limites de controle da média e desvio padrão

n	A2	A3	E2	B3	B4
2	1,880	2,269	2,660	-	3,267
3	1,023	1,954	1,772	-	2,568
4	0,729	1,628	1,457	-	2,266
5	0,577	1,427	1,290	-	2,089
6	0,483	1,287	1,184	0,030	1,970
7	0,419	1,182	1,109	0,118	1,882
8	0,373	1,099	1,054	0,185	1,815
9	0,337	1,032	1,010	0,239	1,761
10	0,308	0,975	0,975	0,284	1,716
n	D3	D4	D	C4	D2
2	-	3,267	0,709	0,798	1,128
3	-	2,574	0,524	0,886	1,693
4	-	2,282	0,446	0,921	2,059
5	-	2,114	0,403	0,940	2,326
6	-	2,004	0,375	0,952	2,534
7	0,076	1,924	0,353	0,959	2,704
8	0,136	1,864	0,338	0,965	2,847
9	0,184	1,816	0,325	0,969	2,970
10	0,223	1,777	0,314	0,973	3,078

Fonte: Montgomery (1996).

ANEXO D

Questionário Investigativo

O questionário foi aplicado ao responsável do setor de empacotamento da indústria

a) Qual a quantidade mensal média de fardos de arroz produzidos pela empresa?

Produz 90.000 fardos em média por mês, sendo que de estes, 18.000 correspondem a fardos de arroz 30X1 (30 pacotes de 1kg de arroz para cada fardo) e 72.000 fardos de 6X5(6 pacotes de 5kg de arroz 5kg para cada fardo).

b) Qual o peso estabelecido como meta para os pacotes de 1 kg e 5 kg segundo as normas da organização e como o INMETRO procede nesse tipo de situação?

NORMAS DA EMPRESA:

Pacotes de 1 kg:

Peso líquido do produto nunca inferior a 1000g

Peso bruto (produto + embalagem) nunca inferior a 1005g

Pacotes de 5 kg:

Peso líquido do produto nunca inferior a 5000g

Peso bruto (produto + embalagem) nunca inferior a 5018g

Segundo informações dadas pelo engenheiro da organização, o INMETRO, procede na revisão dos pesos elaborando coletas de vários pacotes de arroz em supermercados, armazéns, ou seja, lugares onde os produtos a serem analisados se encontram disponíveis para o consumidor. Estes pacotes são pesados na balança de precisão dos locais em visita e é feito a média dos pesos para ver se a mesma se encaixa nos limites estabelecidos. Se desconforme a empresa responsável pela industrialização do produto é autuada, ato este que será revisado posteriormente em laboratório do INMETRO mediante envio das amostras para assim comprovar tal desconformidade e enviar a multa para a empresa de responsabilidade. Estas informações foram embasadas em laudos que a empresa em questão já recebeu do INMETRO.

O INMETRO disponibiliza uma programação em Excel, para as organizações terem uma base de como é feito esta análise de peso, possibilitando um controle maior da produção.

O programa funciona da seguinte forma: preenchimento dos campos peso líquido, peso da embalagem e peso dos pacotes. Depois é necessário visualizar a impressão para verificar o resultado das amostras, como mostra Figura 2. Estas são aprovadas ou reprovadas de acordo com a situação. A Figura 1 mostra o layout do programa.

Figura 1 – Controle de pesos 1 kg

PLANILHA DE AVALIAÇÃO DE PESO	
PRODUTO:	Coradini T1
LOTE:	211Lt08A12
DATA:	21/09/2012
PESO LIQUIDO (g):	1000
PESO EMBALAGEM (g):	5
MÉDIA	5,00

Obs.: Preencher apenas nos campos em amarelo. Para ver resultado, clique em Arquivo \ Visualizar Impressão

PESO		PESO	
1	1004,00	17	
2	1007,00	18	
3	1008,00	19	
4	1003,00	20	
5	1004,00	21	
6	1002,00	22	
7	1009,00	23	
8	1002,00	24	
9	1005,00	25	
10	1005,00	26	
11	1006,00	27	
12	1007,00	28	
13	1008,00	29	
14	1006,00	30	
15	1005,00	31	
16	1005,00	32	

Fonte: Elaborada pelo INMETRO e disponibilizada a empresa, 2014.

Resultando em:

Figura 2 – Controle de pesos – resultado análise

CONTROLE DE PESO LÍQUIDO INMETRO						
PRODUTO:		T1				
LOTE:		211Lt08A12				
DATA DA PRODUÇÃO:		21/set/12				
PESO LÍQUIDO (g):		1000				
PESO EMBALAGEM (g):		5,00				
	PESO	PESO LÍQ.		PESO	PESO LÍQ.	
1	1004,00	999,00	17			
2	1007,00	1002,00	18			
3	1008,00	1003,00	19			
4	1003,00	998,00	20			
5	1004,00	999,00	21			
6	1002,00	997,00	22			
7	1009,00	1004,00	23			
8	1002,00	997,00	24			
9	1005,00	1000,00	25			
10	1005,00	1000,00	26			
11	1006,00	1001,00	27			
12	1007,00	1002,00	28			
13	1008,00	1003,00	29			
14	1006,00	1001,00	30			
15	1005,00	1000,00	31			
16	1005,00	1000,00	32			
MÉDIA					1000,38	
DESVIO PADRÃO					2,1	
CRITÉRIO INDIVIDUAL			INMETRO	REALIZADO	APROVADO	
QUANTIDADE DE PACOTES MENOR QUE			985,00	0	0	SIM
CRITÉRIO MÉDIA			INMETRO	REALIZADO	APROVADO	
PESO MÉDIA			998,66	1000,38	SIM	
CONCLUSÃO DO LAUDO APROVADO						

Fonte: Disponibilizada pelo INMETRO para a empresa, 2014.

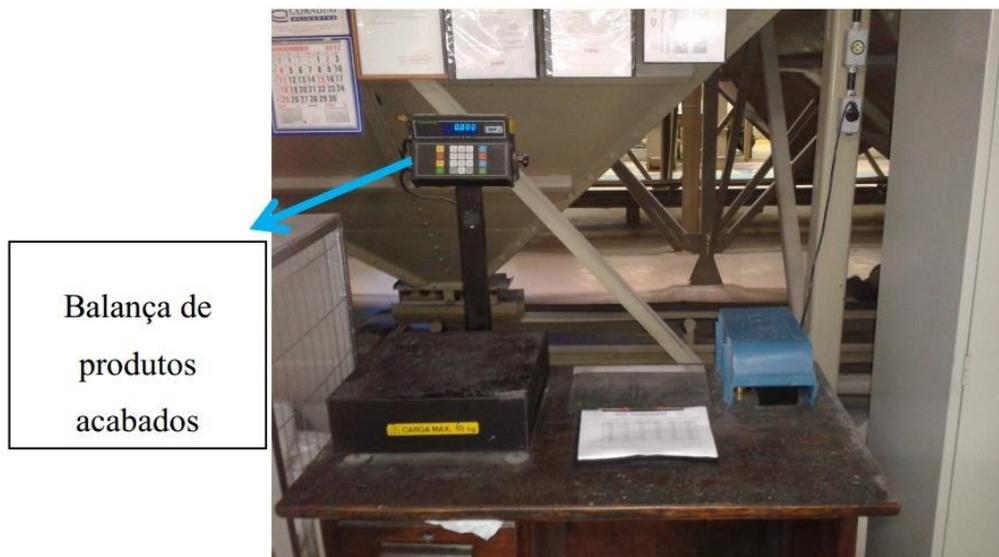
c) Como é elaborado o procedimento operacional de verificação da balança (Figura 3) de produto acabado?

Deve-se fazer sempre a verificação da balança:

- Antes de iniciar a rotina de trabalho diário;
- Sempre que ocorrer sobre carga ou queda na corrente elétrica;
- Quando houver insatisfação perante os resultados obtidos;
- As verificações serão feitas pelos operadores do setor, visando assim assegurar maior precisão na determinação das definições estabelecidas;.
- O processo de verificação dar-se-a por massa padrão ou material de referência, o qual passa pela aprovação do INMETRO;

- O operador deverá de aferir a balança com os pesos padrões de 25g, 3 kg e 10 kg;
- Os pesos padrões deverão ser mantidos em local seguro evitando a sua danificação. Obs.: A tolerância descrita acima esta na norma 236 do INMETRO;

Figura 3 – Posto de pesagem pacotes de arroz



Fonte: Elaborada pelo autor na empresa, 2014.

Modelo balança: 2090 XXII

Carga Max: 10kg

Carga min: 25g

Menor div: 1g

d) Como é feita a regulagem ou aferição das empacotadeiras (Figura 4 e 5)?

Figura 4 – Empacotadeira 1 kg



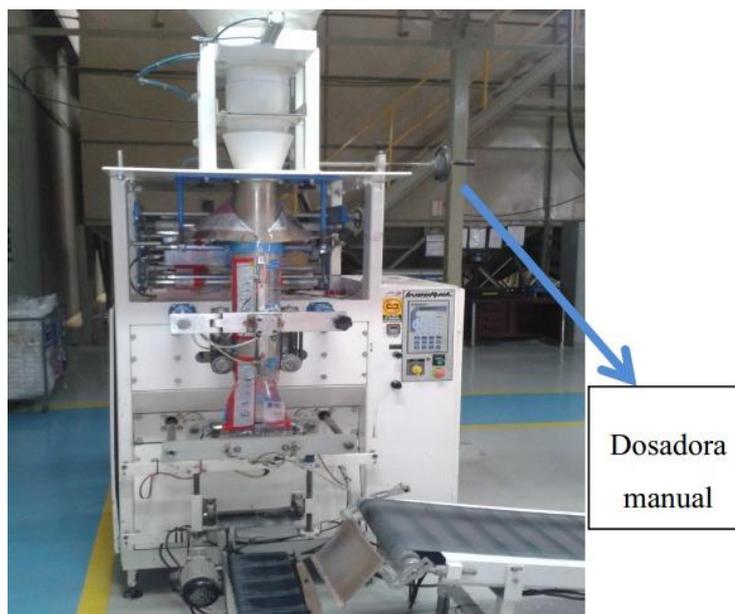
Fonte: Elaborada pelo autor, 2014.

Modelo: MG-1000

Capacidade: 72 pacotes por minuto

Fabricante: Indumak

Figura 5 – Empacotadeira 5 kg



Fonte: Elaborada pelo autor, 2014.

Modelo: MF-5000

Capacidade: 45 pacotes por minuto

Fabricante: Indumak

- i. O ajuste é realizado na dosadeira, parte superior da empacotadeira, a qual possui uma gaveta que permite abrir ou fechar conforme a necessidade do momento;
- ii. Se a massa estiver acima do conforme, diminuir a abertura da gaveta dosadora;
- i. Se a massa estiver abaixo do conforme, aumentar a abertura da gaveta dosadora;
- iv. Existe também o ajuste de programação do CLP, responsável pelo controle de variância de massa, que deve ser seguido conforme manual das empacotadeiras;

e) Como se dá início o início do processo nas empacotadeiras?

- i. Para se iniciar o processo deve-se primeiro verificar se a balança de produto acabado está ok para realizar os testes de pesagem dos pacotes;
- ii. Ligar botoeira geral de cada empacotadeira;
- iii. Verificar soldas verticais e horizontais das empacotadeiras, conforme manual de uso;
- iv. Verificar se a pressão do ar está em 100 libras;
- v. Deixar o datador das máquinas atingirem 110 °C de temperatura;
- vi. Acionar botoeira de sincronismo;
- vii. Acionar botoeira dosadora de grãos, para iniciar o processo de empacotamento;
- viii. Descartar os dois primeiros pacotes da empacotadeira por precaução, conforme orientação do fabricante;
- ix. Coletar 3 pacotes aleatoriamente e pesar na balança de produtos acabados e anotar suas pesagens em uma tabela de forma manuscrita;
- x. Manter o passo 9 de 15 em 15 minutos para controlar a pesagem;

- xi. Ao verificar-se que os pesos não estão dentro dos padrões estabelecidos, os mesmos são retirados da linha para reprocesso;
- xii. Fazer imediatamente o ajuste das dosadoras de grãos das empacotadeiras, manual ou por programação do CLP;

f) Como acontece o registro dos pesos no processo de controle nas empacotadeiras? Que registros podem ser apresentados para os pacotes de 5 kg?

Após a aferição da balança de precisão e o início do processo nas empacotadeiras, os registros são feitos em tabelas impressas com intervalos de 15 em 15 minutos, conforme demonstra registro evidenciado no ANEXO E. Com estes registros, foram obtidas as amostras da Figura 6.

Figura 6 – Amostras das massas fornecidas pela empresa do período de um ano

AMOSTRAS DE TAMANHO N = 50										
Janeiro	5036	5029	5020	5026	5015	5015	5025	5047	5024	5020
	5020	5012	5038	5024	5018	5026	5001	4997	5017	5023
	5035	5028	5024	5023	5011	5026	5022	5032	5029	5037
	5021	5006	5018	5028	5022	5037	5013	5029	5020	5016
	5035	5009	5040	5034	5026	5016	5025	5048	5025	5029
Fevereiro	5029	5021	5030	5021	5020	5026	5032	5030	5030	5019
	5020	5016	5041	5015	5011	5014	5026	5033	5036	5027
	5024	5020	5010	5024	5042	5026	5038	5029	5021	5019
	5015	5026	5026	5036	5020	5032	5028	5029	5035	5034
	5036	5046	4998	5032	5023	5039	5028	5031	5025	5015
Março	5015	5035	5038	5037	5043	5013	5032	5037	5027	5023
	5023	5027	5023	5031	5037	5021	5030	5024	5024	5027
	5025	5046	5026	5033	5035	5029	5023	5021	5018	5018
	5027	5021	5024	5027	5034	5042	5029	5019	5030	5043
	5004	5054	5039	5016	5037	5025	5031	5031	5001	5027
Abril	5021	5023	5014	5022	5013	5028	5030	5037	5033	5028
	5038	5013	5032	5025	5033	5032	5015	5039	5020	5020
	5034	5022	5015	5029	5027	5026	5023	5030	5025	5026
	5027	5029	5021	5011	5023	5029	5030	5034	5026	5013
	5035	5027	5032	5029	5036	5031	5036	5040	5034	5032
Maio	5033	5037	5053	5037	5048	5027	5023	5024	5023	5023
	5033	5030	5037	5020	5011	5023	5020	5026	5019	5015
	5028	5034	5026	5016	5033	5029	5025	5020	5029	5027
	5018	5039	5015	5029	5024	5028	5027	5019	5028	5046
	5031	5031	5030	5023	5046	5024	5032	5006	5015	5044

Junho	5026	5033	5022	5029	5022	5020	5029	5018	5015	5020
	5024	5021	5032	5037	5027	5025	5033	5031	5015	5030
	5018	5037	5036	5028	5026	5025	5020	5023	5025	5021
	5017	5025	5020	5051	5039	5032	5040	5027	5020	5017
	5028	5032	5018	5037	5030	5022	5019	5031	5032	5020
Julho	5008	5017	5040	5045	5034	5012	5023	5034	5032	5037
	5035	5023	5024	5024	5033	5033	5018	5022	5025	5020
	5026	5034	5028	5046	5016	5039	5035	5038	5030	5041
	5025	5016	5022	5031	5031	5046	5038	5013	5027	5031
	5036	5023	5027	5020	5026	5021	5040	5012	5035	5021
Agosto	5029	5020	5023	5033	5025	5024	5030	5030	5018	5024
	5031	5022	5030	5016	5005	5018	5033	5030	5036	5024
	5037	5030	5030	5029	5030	5037	5035	5021	5020	5020
	5024	5023	5022	5024	5026	5018	5028	5018	5039	5020
	5018	5034	5024	5042	5028	5018	5030	5018	5023	5026
Setembro	5023	5027	5027	5031	5037	5035	5040	5035	5032	5038
	5022	5035	5030	5036	5045	5028	5020	5035	5040	5024
	5032	4988	5035	5033	5030	5027	5014	5024	5034	5034
	5030	5030	5026	5028	5027	5024	5018	5020	5030	5026
	5033	5038	5023	5038	5019	5021	5027	5018	5030	5030
Outubro	5027	5023	5049	5019	5016	5034	5043	5024	5005	5024
	5021	5033	5023	5023	5035	5022	5020	5022	5018	5038
	5014	5026	5024	5015	5039	5051	5055	5037	5017	5029
	5035	5031	5034	5031	5022	5028	5026	5028	5026	5026
	5017	5035	5033	5024	5028	5021	5004	5028	5028	5014
Novembro	5046	5037	5038	5044	5043	5033	5032	5021	5026	5024
	5056	5032	5006	5020	5031	5028	5018	5020	5018	5026
	5038	5033	5015	5027	5025	5031	5013	5026	5031	5024
	5005	5027	5028	5018	5025	5023	5014	5033	5034	5013
	5014	5028	5033	5038	5039	5019	5023	5024	5021	5032
Dezembro	5013	5025	5025	5037	5021	5020	5020	5024	5017	5032
	5027	5031	5039	5043	5025	5030	5029	5025	5019	5009
	5020	5020	5031	5029	5036	5030	5029	5042	5030	5023
	5023	5018	5030	5046	5030	5058	5031	5023	4999	5044
	5030	5027	5044	5033	5026	5029	5030	5027	5027	5046

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos registros da empresa, 2014.

ANEXO E

Registro de massas antes da aplicação do CEP

Filial: Dom Pedrito - RS.
BR 293 KM 239,
Bairro: Industrial.
Tel: (53) 3243-3066.
Fax: (53) 3243-3447.
Cnpj: 87.675.518/0002-94.



Matriz: Bagé - RS.
AV. Santa Tecla nº 5000,
Bairro: Industrial.
Tel: (53) 3240-4500.
Fax: (53) 3242-7116.
Cnpj: 87.675.518/0001-03.

Doc N°: CC 008 A ; 2pg

Aprovado por: Jililio Valente

Revisado em: 13/05/2013

Revisão N°: 01.

Estabelecido em: 03/04/2008

Planilha de Produto Embalado

Data:	Maquina I		Maquina II		Maquina III		Maquina IV		Maquina V		Maquina VI		Maquina VII	
	Produto	Peso	Produto	Peso	Produto	Peso	Produto	Peso	Produto	Peso	Produto	Peso	Produto	Peso
06-12-14		6:00		6:00		6:00		6:00		6:00		6:00		6:00
		6:15		6:15		6:15		6:15		6:15		6:15		6:15
		6:30		6:30		6:30		6:30		6:30		6:30		6:30
		6:45		6:45		6:45		6:45		6:45		6:45		6:45
		7:00		7:00		7:00		7:00		7:00		7:00		7:00
		7:15		7:15		7:15		7:15		7:15		7:15		7:15
		7:30		7:30		7:30		7:30		7:30		7:30		7:30
		7:45		7:45		7:45		7:45		7:45		7:45		7:45
		8:00		8:00		8:00		8:00		8:00		8:00		8:00
		8:15		8:15		8:15		8:15		8:15		8:15		8:15
		8:30		8:30		8:30		8:30		8:30		8:30		8:30
		8:45		8:45		8:45		8:45		8:45		8:45		8:45
		9:00		9:00		9:00		9:00		9:00		9:00		9:00
		9:15		9:15		9:15		9:15		9:15		9:15		9:15
	9:30		9:30		9:30		9:30		9:30		9:30		9:30	
	9:45		9:45		9:45		9:45		9:45		9:45		9:45	
	10:00		10:00		10:00		10:00		10:00		10:00		10:00	
	10:15		10:15		10:15		10:15		10:15		10:15		10:15	
	10:30		10:30		10:30		10:30		10:30		10:30		10:30	
	10:45		10:45		10:45		10:45		10:45		10:45		10:45	
	11:00		11:00		11:00		11:00		11:00		11:00		11:00	
	11:15		11:15		11:15		11:15		11:15		11:15		11:15	
	11:30		11:30		11:30		11:30		11:30		11:30		11:30	
	11:45		11:45		11:45		11:45		11:45		11:45		11:45	
	12:00		12:00		12:00		12:00		12:00		12:00		12:00	
	12:15		12:15		12:15		12:15		12:15		12:15		12:15	

ANEXO F

Tutorial para Elaboração e Sistematização de Cartas de Controle Diário

Este tutorial tem por objetivo, facilitar o entendimento e realização dos gráficos de controle no software Action, para a realização do monitoramento dos dados registrados no setor de empacotamento de arroz. A partir do passo-a-passo desenvolvido, os funcionários poderão executar o monitoramento do processo e com isso, traçar melhorias com os resultados obtidos.

Para iniciar o desenvolvimento das cartas de controle, devem-se seguir os seguintes procedimentos:

Após estarem realizadas as etapas que antecedem o início do empacotamento, seguir os seguintes passos:

Com o arquivo de Excel denominado Registro de Massas (pesos no chão de fábrica) aberto, registrar a massa de cada pacote de arroz (em gramas) a cada dez minutos de processo, conforme demonstra Figura 1 na sequência;

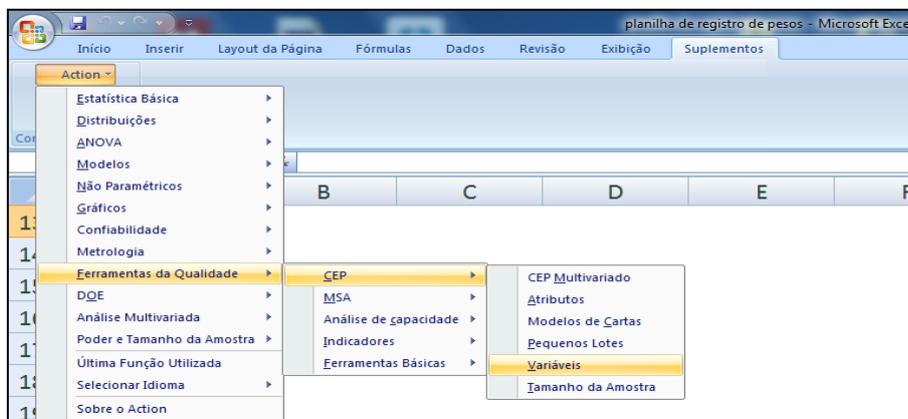
Figura 1 – Registro de Massas

		PLANILHA DE REGISTRO E CONTROLE DE PESOS				
		Data:		Elaborada por:		
Amostra 1	5036	5029	5020	5026	5015	5015
Amostra 2	5029	5021	5030	5021	5020	5026
Amostra 3	5015	5035	5038	5037	5043	5013
Amostra 4	5021	5023	5014	5022	5013	5028
Amostra 5	5033	5037	5053	5037	5048	5027
Amostra 6	5026	5033	5022	5029	5022	5020
Amostra 7	5008	5017	5040	5045	5034	5012
Amostra 8	5029	5020	5023	5033	5025	5024

1. A cada hora de processamento, uma amostra é preenchida com seis massas, sendo necessário transferir às próximas seis medições para a Amostra 2; este procedimento deve ser executado para as oito amostras a serem registradas no dia;
2. Após o registro realizado no dia, utilizar o suplemento Action do Excel para medir a estabilidade do processo, seguindo o caminho: com o cursor

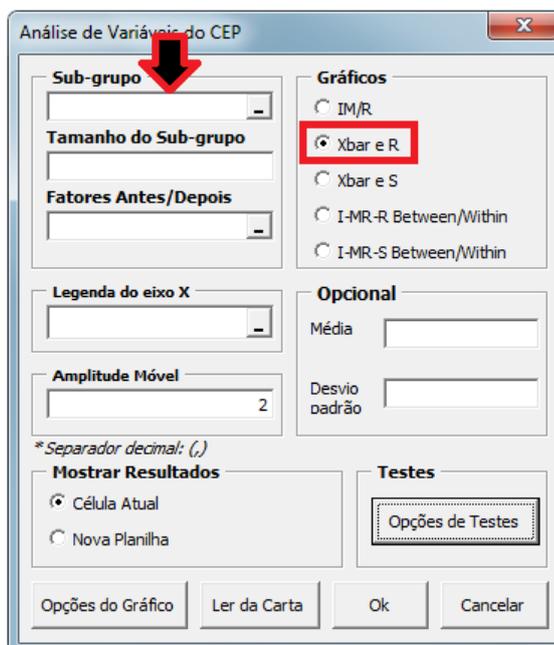
posicionado na célula H2 ir a Action\Ferramentas da Qualidade\CEP\Variáveis, conforme demonstrado na Figura 2;

Figura 2 – Utilização do Action passo 1



3. Depois da execução do passo 3, uma janela irá surgir na interface do Excel, visto na Figura 3, devendo ser selecionado a opção “Xbar e R” (retângulo vermelho) e também preenchido seu sub-grupo (seta indicativa), por meio da seleção dos dados como demonstra etapa 5 deste tutorial;

Figura 3 – Utilização do Action passo 2



4. Com o cursor posicionado no Sub-grupo, clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a célula B3 (retângulo vermelho) e com esse botão pressionado,

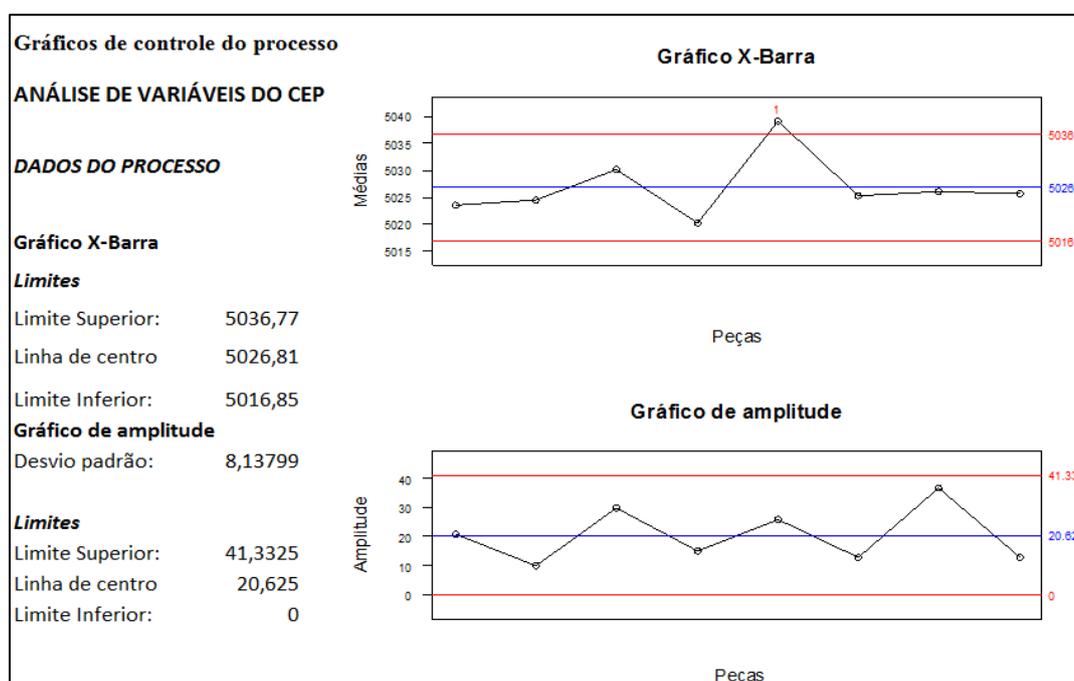
arrastar o mouse até a célula G10 (retângulo verde), conforme demonstrado na Figura 4. Este procedimento irá selecionar todos os dados lançados na planilha para serem analisados.

Figura 4 – Utilização do Action passo 3

	A	B	C	D	E	F	G
1			PLANILHA DE REGISTRO E CONTROLE DE PESOS				
2	Data:			Elaborada por:			
3	Amostra 1	5036	5029	5020	5026	5015	5015
4	Amostra 2	5029	5021	5030	5021	5020	5026
5	Amostra 3	5015	5035	5038	5037	5043	5013
6	Amostra 4	5021	5023	5014	5022	5013	5028
7	Amostra 5	5033	5037	5053	5037	5048	5027
8	Amostra 6	5026	5033	5022	5029	5022	5020
9	Amostra 7	5008	5017	5040	5045	5034	5012
10	Amostra 8	5029	5020	5023	5033	5025	5024

- Após as etapas anteriores serem aplicadas, clicar no botão Ok, conforme representa Figura 3. Os gráficos de controle serão gerados, sendo estes visualizados na Figura 5. Com isso, poderão ser analisados pelos responsáveis do setor, como mostra a etapa 7 deste tutorial.

Figura 5 – Utilização do Action passo 4



- Após o desenvolvimento dos gráficos, é necessário analisar a presença das causas da variação deste processo e agir na sua correção. Estas podem ser

comuns (dentro dos limites de controle) e especiais (fora dos seus limites de controle), o qual pode ser visto no ponto 1 (em vermelho) do gráfico X-barra da Figura 5.

Para melhor explicar a presença destas causas e ter uma base para a solução dos problemas, a Tabela 1 define e exemplifica cada uma destas.

Tabela 1 – Causas comuns e especiais de variação no processo

	Causas comuns	Causas especiais
Definição	Efeito acumulativo de causas não controláveis, com pouca influência individualmente.	Falhas ocasionais que ocorrem durante o processo, com grande influência individualmente
Exemplos	Vibrações, temperatura, umidade, falhas na sistemática do processo, dentre outras.	Variações na matéria-prima, erros de operação, imprecisão no ajuste da máquina, desgastes de ferramentas, dentre outras.

Se o processo apresentar causas comuns, isto é, dentro de seus limites de controle, a estabilidade do processo estará presente. Mas isso não significa que o mesmo não esteja com grande oscilação. Então, sempre é indicado neste caso, verificar a dosadora e a programação da empacotadeira.

Já se o processo apresentar causas especiais, onde os limites de controle são ultrapassados, devem-se tomar medidas mais específicas como: mensurar qualidade da matéria-prima, observar a operação dos trabalhadores, verificar o desgaste das dosadeiras. Sugere-se também entrar em contato com o fornecedor do equipamento para sanar dúvidas.