



**UFSM**

**GESTÃO POR PROCESSOS E *LEAN MANUFACTURING* ASSOCIADA A  
CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO *ONLINE* EM UMA INDÚSTRIA DE  
PRODUTOS EMPANADOS A BASE DE FRANGO**

---

**Gisele Santos Bocci**

**PPGEP**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2007**

**GESTÃO POR PROCESSOS E *LEAN MANUFACTURING* ASSOCIADA A  
CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO *ONLINE* EM UMA INDÚSTRIA DE  
PRODUTOS EMPANADOS A BASE DE FRANGO**

**Por**

**Gisele Santos Bocci**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia de Produção,  
Área de Concentração em Qualidade e Produtividade, da Universidade Federal de  
Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia de Produção.**

**Orientador: Prof. Dr. Leandro Cantorski da Rosa**

**PPGEP**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2007**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**

A comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**GESTÃO POR PROCESSOS E *LEAN MANUFACTURING* ASSOCIADA A  
CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO *ONLINE* EM UMA INDÚSTRIA DE  
PRODUTOS EMPANADOS A BASE DE FRANGO**

elaborada por

**Gisele Santos Bocci**

como requisito parcial para obtenção do grau de

**Mestre em Engenharia de Produção**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Prof. Dr. Leandro Cantorski da Rosa**  
(Presidente/Orientador)

---

**Prof. Dr. Jorge André Ribas Moraes**

---

**Prof. Dr. Denis Rasquin Rabenschlag**

Santa Maria, 08 de maio de 2007.

“Que todos tenhamos o direito de serem iguais, mesmo sendo diferentes.”

Aos meus heróis, meu papai José Leonardo Bocci, a minha mamãe Maria Vilma Santos Bocci, aos meus irmãos Leonardo e Márcio e minhas quase irmãs Andréia, Aline, Carine e minha querida Ananda, que deliciosamente atrapalhou a finalização deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e por tudo que me tem proporcionado, a São Benedito e a *Seicho-no-le*, esta filosofia de vida maravilhosa que me ajudou muito nos momentos difíceis.

A todos aqueles que, contribuíram para que este mestrado se tornasse realidade e aos que duvidaram também.

Aos professores do Programa de Pós - Graduação em Engenharia de Produção, pelos conhecimentos adquiridos.

Aos colegas do Curso de Mestrado, os quais, durante mais de um ano, fizeram parte de minha vida, tornando-a criativa, com contribuições para o desenvolvimento dos trabalhos, pelo companheirismo e pela amizade, destacando, Deise Griebeler, Ivanor Müller e Iara F. Canabarro.

As amigas Mariana e Caroline, pela amizade e por terem oferecido mais do que carinho me acolhendo em suas casas durante as minhas idas a Santa Maria e Ijuí.

Aos meus amigos Claudécir Pagnussatto e Tim Lonc pelo apoio e confiança que foram fundamentais para a realização desse trabalho.

As inesquecíveis “panteras”, Alessandra Marie Horiuchi e Simone Auda que foram sempre amigas dedicadas e leais, por me apoiarem e incentivarem no decorrer desta jornada desde o início e em tantos outros momentos da minha jornada em Itapiranga - Santa Catarina.

Ao meu primo Sérgio pelo suporte técnico e pela paciência.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Leandro Cantorski da Rosa, por duvidar algumas vezes e por acreditar na maior parte do tempo que era possível fazer esse trabalho, sendo um orientador dedicado e amigo.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>12</b>
<b>LISTA DE REDUÇÕES.....</b>	<b>13</b>
<b>LISTA DE ANEXOS.....</b>	<b>14</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>15</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>16</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>1.1 Proposta de estudo.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>18</b>
1.2.1 Objetivo geral.....	18
1.2.2 Objetivos específicos .....	18
<b>1.3 Estrutura do trabalho.....</b>	<b>18</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Gestão por processos.....</b>	<b>21</b>
2.1.1 Conceito de processo.....	21
2.1.2 Tipos de processos.....	23
2.1.3 Gerenciamento organizacional.....	24
2.1.3.1 Gerenciamento funcional.....	24
2.1.3.2 Gestão por processos.....	26
<b>2.2 <i>Lean manufacturing</i>.....</b>	<b>31</b>
2.2.1 Especificar valor .....	36
2.2.2 Identificar fluxo de valor.....	36
2.2.3 Fluxo contínuo.....	39
2.2.4 Produção puxada.....	40
2.2.5 Buscar a perfeição.....	40
<b>2.3 Controle estatístico de processo.....</b>	<b>41</b>
2.3.1 Causas de variação.....	42
2.3.2 Gráficos de controle.....	43
2.3.3 Capacidade de processo.....	45
<b>2.4 Controle estatístico de processo em tempo real.....</b>	<b>46</b>

2.4.1	Característica e funcionalidades do sistema <i>Datalyzer @Spectrum</i> .....	47
2.4.2	Benefícios obtidos.....	49
<b>2.5</b>	<b>Processamento de produtos empanados a base de frango.....</b>	<b>50</b>
2.5.1	Informações sobre mercado europeu.....	50
2.5.2	Sistema de empanamento.....	52
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>55</b>
3.1	População de estudo.....	56
3.2	Local e estratégia do estudo.....	56
3.3	Coleta de dados.....	56
3.4	Aspectos gerais da metodologia.....	57
<b>4</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>58</b>
4.1	Primeira situação de pesquisa – Avaliação do sistema de coleta e análise de dados antes da implantação do novo sistema de gestão.....	58
4.2	Segunda situação da pesquisa - Avaliação do sistema de coleta e análise de dados após a implantação do novo sistema de gestão.....	58
4.2.1	Etapa 1 – Identificação do processo e do “dono do processo”.....	59
4.2.2	Etapa 2 – Identificação dos processos críticos, requisitos dos clientes e fornecedores do processo.....	60
4.2.3	Etapa 3 – Análise do processo atual.....	60
4.2.4	Etapa 4 – Redesenho do processo e implantação das melhorias identificadas.....	61
4.2.5	Etapa 5 – Gerenciamento do processo e verificação dos indicadores..	61
4.2.6	Etapa 6 – Normatização e melhoria contínua.....	62
4.3	Discussão dos resultados.....	62
4.4	Apresentação do sistema.....	73
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>77</b>
5.1	Conclusões.....	77
5.2	Recomendações para trabalhos futuros.....	79
5.3	Contribuições.....	79



**6 REFERÊNCIAS.....81**

**ANEXOS .....85**

**LISTA DE TABELAS**

---

<b>TABELA 1</b> – Monitoramento realizado antes da implantação do novo sistema de gestão (Fase 1).....	63
<b>TABELA 2</b> – Monitoramento realizado após a implantação do novo sistema de gestão (Fase 2).....	68
<b>TABELA 3</b> – Valores comparativos de média, desvio padrão e índices de capacidade para gráfico x-barra (Fase 1 e Fase2).....	72
<b>TABELA 4</b> – Valores comparativos de média e desvio padrão gráfico R (Fase 1 e Fase 2).....	73

**LISTA DE QUADROS**

---

<b>QUADRO 1</b> – Espectro dos principais modelos de processos.....	23
<b>QUADRO 2</b> – Classificação de processos segundo o índice Cp ou Cpk e proporção de não conformidade.....	46
<b>QUADRO 3</b> – Classificação de processos e subprocessos referente a etapa de produção.....	60

## LISTA DE FIGURAS

---

<b>FIGURA 1</b> – Estrutura do trabalho proposto.....	19
<b>FIGURA 2</b> – Modelo de Gestão da Qualidade baseado em processo.....	22
<b>FIGURA 3</b> – Gestão funcional.....	27
<b>FIGURA 4</b> – Gestão por processos.....	30
<b>FIGURA 5</b> – Benefícios da redução de desperdício.....	34
<b>FIGURA 6</b> – Forma de funcionamento CEP <i>online</i> .....	48
<b>FIGURA 7</b> – Tendência de mercado europeu na área de alimentos.....	51
<b>FIGURA 8</b> – Fluxograma processo marinado empanado.....	53
<b>FIGURA 9</b> – Etapas de empanamento.....	54
<b>FIGURA 10</b> – Gráfico x-barras para peso inicial (Fase 1).....	64
<b>FIGURA 11</b> – Gráfico R para peso inicial (Fase 1) .....	64
<b>FIGURA 12</b> – Gráfico x-barras para peso <i>predust</i> (Fase 1).....	65
<b>FIGURA 13</b> – Gráfico R para peso <i>predust</i> (Fase 1).....	66
<b>FIGURA 14</b> – Gráfico x-barras para peso <i>batter</i> (Fase 1).....	66
<b>FIGURA 15</b> – Gráfico R para peso <i>batter</i> (Fase 1).....	67
<b>FIGURA 16</b> – Gráfico x-barras para peso inicial (Fase 2).....	69
<b>FIGURA 17</b> – Gráfico R para peso inicial (Fase 2).....	69
<b>FIGURA 18</b> – Gráfico x-barras para peso <i>predust</i> (Fase 2).....	70
<b>FIGURA 19</b> – Gráfico R para peso <i>predust</i> (Fase 2).....	70
<b>FIGURA 20</b> – Gráfico x-barras para peso <i>batter</i> (Fase 2).....	71
<b>FIGURA 21</b> – Gráfico R para peso <i>batter</i> (Fase 2).....	72
<b>FIGURA 22</b> - Apresentação do novo sistema de gestão por processos e <i>Lean manufacturing</i> associado ao CEP <i>online</i> .....	76

## LISTA DE REDUÇÕES

---

<b>GP</b>	Gestão por Processo
<b>CEP</b>	Controle Estatístico de Processo
<b>JIT</b>	<i>Just-in-time</i>
<b>TQC</b>	<i>Total quality control</i>
<b>EDI</b>	<i>Electronic data interchange</i> (Intercâmbio Eletrônico de Dados)
<b>E.T.</b>	Especificação Técnica
<b>LIE</b>	Limite Inferior de Especificação
<b>LSE</b>	Limite Superior de Especificação
<b>MIT</b>	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
<b>TPM</b>	<i>Total Productive Maintenance</i>
<b>VSM</b>	<i>Value Stream Mapping</i>

**LISTA DE ANEXOS**

---

<b>ANEXO A – RESUMO DE FÓRMULAS.....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXO B – FATORES PARA CÁLCULO DE LIMITES EM GRÁFICOS DE CONTROLE (SISTEMA NORTE AMERICANO).....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO C – FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS.....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO D – FORMULARIO DE MELHORIAS.....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXO E – PRINCIPAIS MÉTRICAS <i>LEAN</i>.....</b>	<b>89</b>

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação Engenharia de Produção  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### **GESTÃO POR PROCESSOS E *LEAN MANUFACTURING* ASSOCIADA A CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO *ONLINE* EM UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS EMPANADOS A BASE DE FRANGO**

AUTORA: GISELE SANTOS BOCCI  
ORIENTADOR: Dr. LEANDRO CANTORSKI DA ROSA  
Local e Data da Defesa: Santa Maria, 08 de maio de 2007.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema de gestão por processos e *lean manufacturing* associado ao controle estatístico de processo *online* em uma indústria de produtos empanados a base de frango, visando avaliar continuamente o desempenho dos processos chave do negócio com a visão do cliente. O estudo foi feito pela avaliação da melhoria do processo, realizado mediante gráficos de controle e índices de capacidade, comparando os dados antes e após a implantação do sistema de gestão por processos e *lean manufacturing* associado ao controle estatístico de processo. Desta forma, os dados coletados sugeriram que o novo sistema de gestão, trouxe para essa empresa, um maior envolvimento de todos os integrantes da organização, na busca da redução de perdas e produtos fora das especificações técnicas e principalmente, um maior atendimento das necessidades dos clientes; porém as causas de variação do processo precisam ser melhores investigadas.

Palavras-chave: Gestão por processos, *Lean manufacturing*, Controle estatístico de processo *online*, Produto tempura.

**ABSTRACT**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação Engenharia de Produção  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

**PROCESS MANAGEMENT AND LEAN MANUFACTURING ASSOCIATED WITH  
ONLINE STATSTIC PROCESS CONTROL IN A CHICKEN PRODUCTS  
INDUSTRY**

Author: GISELE SANTOS BOCCI  
Advisor: Dr. LEANDRO CANTORSKI DA ROSA  
Date and Place of Presentation: Santa Maria, May 8<sup>th</sup>, 2007.

The objective of this work is to tell the application of the administration model for process management, Lean manufacturing and online statistical process in a industry of coated and formed chicken products, seeking to evaluate the acting of the processes key of the business continually with the customer's vision. The study was made by the evaluation of the process improvement, accomplished by control charts and capability indexes, comparing the data before and after the implantation of the administration system for process associated to the statistical process control. This way, the collected data suggest that the new administration model, brought for this company a larger involvement of all the members of the organization, in the search of the reduction of losses and products out of the technical specifications and mainly a larger attendance the customer's technical specification, however the causes of variation of the process need to be better investigated.

Key words: process management, Lean manufacturing, online statistic process control, Tempura products.



## 1 INTRODUÇÃO

Para se obter prosperidade econômica deve-se buscar constantemente a melhoria contínua, ou seja, maneiras eficientes de produzir bens e serviços, com foco no cliente. O atendimento de suas necessidades e a satisfação de suas expectativas tem se tornado um objetivo essencial do negócio e por esta razão observa-se um intenso movimento no desenvolvimento de programas para qualidade e produtividade. Com vistas às mudanças organizacionais impostas no Século XXI, um novo conceito gerencial vem surgindo com muita força: a organização orientada para processos, onde se deve fundamentar o que é processo, o que é a nova organização e o papel de executivos e demais colaboradores dentro dela. Para Hammer (1998) uma organização voltada para processos, projeta e mensura cuidadosamente seus processos, fazendo com que todos os colaboradores os entendam e se responsabilizem por eles, deixando-o no centro da organização. Por outro lado o *lean manufacturing* conforme descreve Werkema (2006) é uma iniciativa que busca eliminar desperdícios e excluir o que não tem valor para o cliente, buscando dar velocidade a empresa. A integração do sistema de gestão por processos e *lean manufacturing* possui muitos pontos em comum e a empresa pode e deve usufruir dos pontos fortes dessas estratégias e associá-las ao controle estatístico de processo.

Para estes novos sistemas de gestão, a busca de indicadores de qualidade é um dos principais pontos enfatizados, de forma a realizar o controle sistematicamente, através da coleta e uso desses dados para o processo de manutenção e melhoria da qualidade. O gerenciamento do processo associado ao controle estatístico de processo *online* pode implicar em custos menores e conseqüentemente agregar mais valor ao processo/produto através da qualidade. De acordo com Costa (2004) o início formal do controle estatístico de processo deu-se por volta de 1924, quando Walter A. Shewart desenvolveu e aplicou os gráficos de controle. Atualmente a coleta de dados e confecção desses gráficos pode ser feita mais rapidamente, ou seja, disponibilizando as informações *online* para os níveis de decisão da empresa, em qualquer lugar e a qualquer hora, através da utilização de coletores de dados tipo *wireless* (sem fio). Desta forma a implantação do sistema de gestão por processos e *lean manufacturing associado ao controle estatístico de processo online*, começam a ser utilizados em indústrias alimentícias,

como adequados instrumentos de monitoramento na melhoria de processos produtivos.

### **1.1 Proposta do estudo**

O presente trabalho tem como proposta a criação de um sistema de gestão por processos e *lean manufacturing* associado ao controle estatístico de processo *online* para uma indústria de produtos empanados a base de frango, como forma de garantir a qualidade, buscar a melhoria contínua e trabalhar com foco no cliente.

Dentro da metodologia utilizada, será feita a avaliação da eficiência do novo sistema de gestão, através da comparação entre os monitoramentos realizados na etapa de empanamento antes e após a implantação da nova sistemática.

### **1.2 Objetivos**

#### **1.2.1 Geral**

Propor um sistema de gestão por processos e *lean manufacturing* associado ao controle estatístico de processo com dados coletados *online* em uma linha de produção de empanados a base de frango.

#### **1.2.2 Específicos**

- Descrever o sistema de monitoramento do controle estatístico de processo *online* e estabelecer uma metodologia de coleta de dados relacionada às características selecionadas;
- Comparar o desempenho da produção através de gráficos de controle e índices de capacidade antes e depois da implantação do novo sistema de gestão.

### **1.3 Estrutura do trabalho**

A presente pesquisa foi estruturada em 5 capítulos, conforme Figura 1:

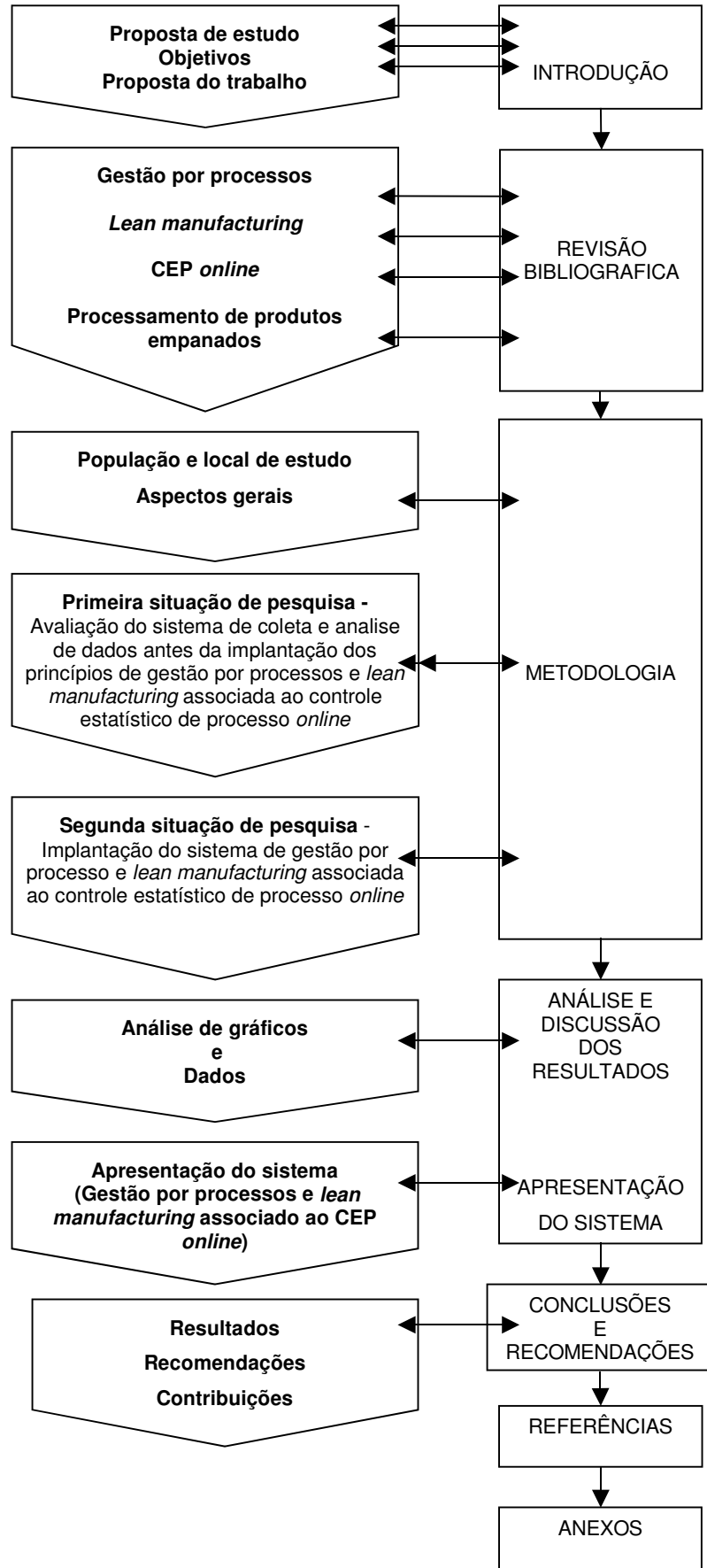


FIGURA 1 - Estrutura do trabalho

O primeiro capítulo é composto por uma introdução do assunto, além da apresentação do problema da pesquisa, objetivos, justificativa e estrutura do presente trabalho.

O segundo capítulo descreve uma revisão bibliográfica sobre os conceitos de processo, gestão por processos e *lean manufacturing*, controle estatístico e produtos empanados a base de frango.

O terceiro capítulo apresenta os aspectos gerais da metodologia utilizada, população e local de estudo, coleta de dados e estratégia de estudo.

O quarto capítulo apresenta a primeira e a segunda situação de pesquisa onde se realiza uma descrição da sistemática comparando o desempenho encontrado antes e depois da utilização do sistema proposto de aplicação de conceitos de gestão por processos e *lean manufacturing* associados ao controle estatístico de processo *online*, além de fazer uma breve discussão dos resultados e a descrição do novo sistema.

O quinto capítulo apresenta as conclusões do trabalho e devidas sugestões para trabalhos futuros. Após o quinto capítulo encontram-se as referências utilizadas e os ANEXOS.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentados os conceitos que servem de embasamento para a realização do trabalho, a partir da seleção, leitura e análise da literatura. Abordam-se, os aspectos teóricos referentes a serviços, especificamente os relacionados à qualidade, gestão por processos e *lean manufacturing* associado ao CEP *online*, que serão utilizadas para a criação do sistema proposto.

Para compreensão do processo escolhido para o trabalho, que é o processo de melhoria em uma indústria de frango empanado, foi feita uma breve revisão do sistema de empanamento e mercados consumidores.

### 2.1 Gestão por processos

#### 2.1.1 Conceito de processo

Existem várias definições e entendimentos do que pode ser um processo. Cruz (1997) define processo como a forma pela qual um conjunto de atividades cria, trabalha ou transforma insumos com a finalidade de produzir bens ou serviços, que tenham qualidade assegurada, para serem adquiridos pelos clientes. Gonçalves (2000) acrescenta ainda que processo é qualquer atividade ou conjunto de atividades que toma um *input*, adiciona valor a ele e fornece um *output* a um cliente específico. Os processos segundo Davenport *apud* Maranhão (2004) são as estruturas pela qual uma organização faz o necessário para produzir valor para seus clientes, sendo a satisfação do cliente uma importante medida de um processo.

A idéia de processo como fluxo de trabalho com entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) claramente definidos e com uma seqüência de atividades que dependem uma das outras foi estabelecida pela tradicional engenharia e é representada na ISO 9001:2000 (Figura 2).

Para Gonçalves (2000) os cinco modelos básicos que definem processos como fluxo de material, fluxo de trabalho, série de etapas, atividades coordenadas e mudança de estados estão mostrados no Quadro 1, onde abrange processos bem definidos e modelos mais abstratos, que se fundamenta na mudança de estados de um sistema.

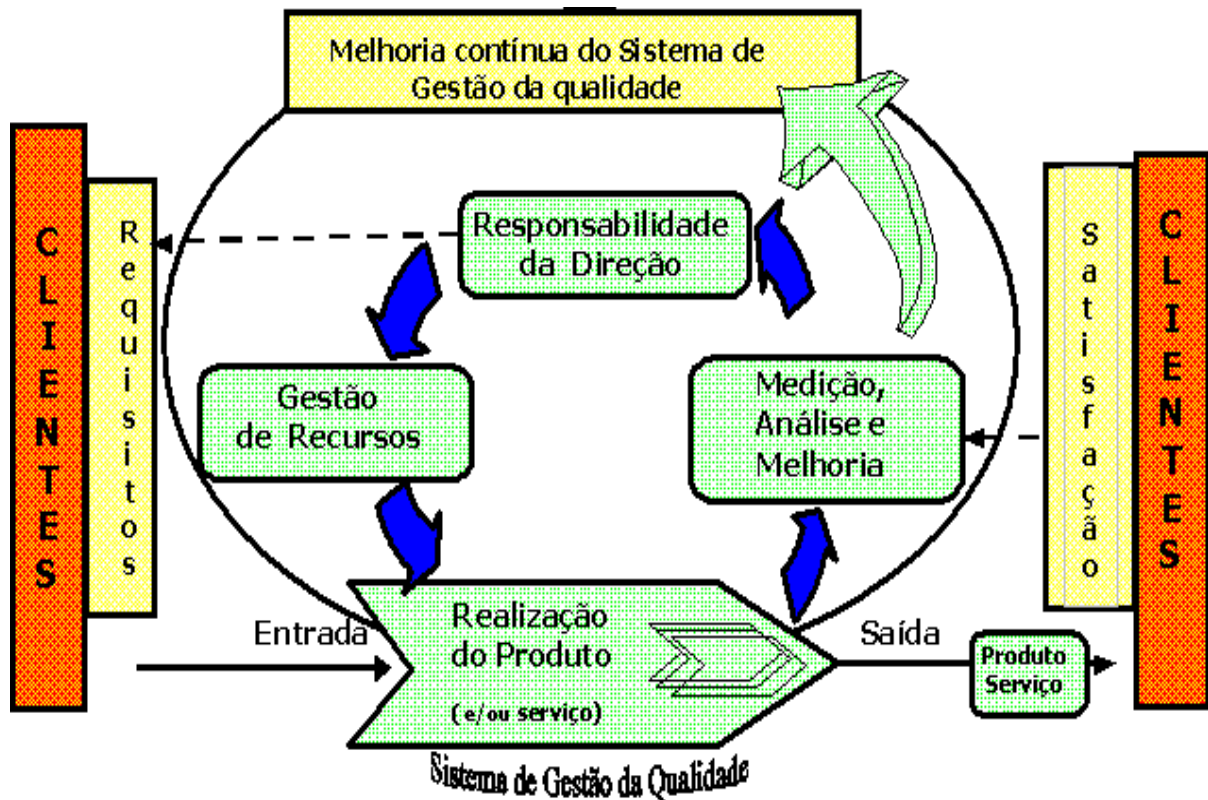


FIGURA 2 – Modelo de Gestão da Qualidade baseado em processo (ABNT 2000, p.3)

Desta forma, nem sempre os processos empresariais são formados por atividades bem definidas em termo de conteúdo, duração e consumo de recursos. Para Gonçalves (2000), os processos nas áreas fabris são fáceis de serem observados, onde o desperdício e o retrabalho são claramente identificáveis e o fluxo de material é tão importante que os equipamentos e equipes de trabalho são dispostos ao longo dele. Para Cameron *et. al apud* Gonçalves (2000), num sentido mais amplo e englobando todas as definições de processos mencionadas, pode-se chamar processo de trabalho a maneira particular de realizar um determinado conjunto de atividades, incluindo também número de operadores, distribuição do trabalho, tecnologia empregada, indicadores de eficiência e os resultados esperados. Um processo típico também envolve *endpoints*, *feedback* e repetibilidade.

**QUADRO 1** - Espectro dos principais modelos de processos

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

Fonte: Gonçalves (2000, p. 7)

### 2.1.2 Tipos de processos

Os processos para Harrington *apud* Gonçalves (2000), podem ser definidos como os processos de gestão da empresa e os de apoio a processos produtivos. Existem três categorias básicas de processos empresarias:

- Processos de negócio (ou de cliente): são aqueles que caracterizam a atuação da empresa e que são suportados por outros processos internos, resultando em produtos e serviços recebidos pelo cliente. Estes processos são caracterizados por estarem ligadas a essência do funcionamento da organização e são muito diferentes de uma organização para outra;
- Processos organizacionais (ou integração organizacional): são processos centrados na organização e viabilizam o funcionamento coordenado dos vários subsistemas da organização em busca do seu desempenho geral, garantindo

suporte adequado dos vários subsistemas da organização. Esse tipo de processo geralmente produz resultados imperceptíveis para os clientes externos e são essenciais as gestões efetivas do negócio;

- Processos gerenciais: são focalizados nos gerentes e nas suas relações, incluindo as ações de medição e ajuste do desempenho da organização. Os processos gerenciais também dão suporte aos demais processos de negócio.

Cada categoria de processo se subdivide em tipos de processos e se distinguem em função da sua capacidade de gerar valor, do fluxo básico, da atuação e da orientação básica com relação à estrutura organizacional.

### 2.1.3 Gerenciamento organizacional

#### 2.1.3.1 Gerenciamento funcional

As primeiras iniciativas formais para a organização e agrupamentos empresariais, foram imaginadas pelos pensadores como formas de administração hierárquicas, de acordo com o funcionamento natural das sociedades organizadas, que são representadas por organogramas. A organização funcional atuou muito bem no passado pela simplicidade da cadeia produtiva das organizações, onde se limitava a ações verticais, restritas aos departamentos e setores determinados pelos organogramas (conforme mostra Figura 3).

Mediante afirmações de Maranhão (2004) e Rotondaro (2004), o modelo de gestão funcional apresenta algumas vantagens, sendo:

- Possui boa funcionalidade hierárquica;
- É fácil atribuir, localizar e cobrar responsabilidade, devido à boa estruturação dos cargos;
- O número de “chefes” tende a ser reduzido;
- Favorece a especialização e a competência;
- As decisões são hierarquizadas.

Apesar das vantagens citadas anteriormente, a estrutura meramente funcional deixou de solucionar as principais necessidades de gestão atual, devido à complexidade dos processos e das organizações. Para Maranhão (2004), a



estrutura calcada basicamente em um modelo funcional deixou de solucionar, entre outras necessidades:

- Harmonização entre as áreas e entre as atividades;
- Comunicações oportunas, assegurando a eficiência e a eficácia da informação;
- Provimento de poder de decisão para quem age (*empowerment*);
- Fluxo de processo compatível com as necessidades do cliente;
- Agilidade de operação (ciclos de processos cada vez menores);
- Eliminação de processos que não agregam valor;
- Equipe realizando os processos de forma estruturada, padronizada e integrada.

A estrutura funcional é intrinsecamente verticalizada e hierárquica. A combinação dos defeitos citados anteriormente desse sistema de gestão implica em um defeito maior para a gestão como um todo, conhecido como “efeito silo” ou “efeito chaminé”. Na operação de silos, os materiais entram por cima e ficam confinados pelas paredes na sua viagem até o interior do silo e somente reaparecem quando chegam a sua comporta. Do mesmo modo, os gases e materiais arrastados nas chaminés, viajam para cima e também ficam confinados pelas paredes e são liberados pela atmosfera apenas pela saída da chaminé. A forma de funcionamento definida pelo “efeito silo” ou “efeito chaminé” (ilustrada na Figura 3) é muito danosa para a organização, pois passam a ter barreiras entre as diversas atividades da organização.

Observando de um modo mais específico, Maranhão (2004) relata que as organizações que adotam uma abordagem funcional provavelmente terão as seguintes características:

- A informação só entra e sai pelo topo do silo (“as chefias”);
- Existência de “buracos negros” onde as informações desaparecem;
- Margem para existência de conflitos;
- Ocorrência de gargalos de informação (cada vez que a informação se transforma pode sofrer distorções);
- Os gestores funcionais administram os departamentos ou setores, mas não administram nem enxergam inevitáveis interfaces;

- A comunicação é escassa e verticalizada, não raro apenas de cima para baixo na cadeia hierárquica, dificultando ou mesmo impedindo a realimentação e o fechamento dos ciclos (*feedback*);
- Os interesses e as motivações das pessoas são funcionais: dos chefes para exercer o poder e dos subordinados para sobreviverem, ao passo que os interesses dos clientes que são transversais à estrutura funcional são secundários;
- Não há foco no cliente, uma vez que as prioridades são aquelas destinadas a atender aos interesses funcionais;
- Os tempos de ciclo do processo se alongam desnecessariamente, como consequência da falha de comunicação e de poder de decisão;
- As pessoas realizam as tarefas sem terem uma visão sistêmica sobre o processo;
- Muitos processos inúteis são realizados sem que haja nenhum questionamento sobre a sua necessidade;
- Paradoxo da ortogonalidade: organizações com um “chefe” instituído, ou seja, com delegação de poderes para decidir sobre o progresso funcional dos membros de uma equipe (o funcionário deve priorizar os interesses do “chefe” para se manter no emprego e nem sempre esse interesse representa os interesses do cliente).

### 2.1.3.2 Gestão por processos

A organização orientada para processos de acordo com Gonçalves (1997) está surgindo como a forma organizacional dominante para o século XXI e está abandonando a estrutura por funções, que foi utilizada no século XX. Conforme descrito por Rotondaro (2004), o crescente aumento da preferência por um sistema de gestão por processos deve-se a crescente perda de mercado das empresas brasileiras e incremento da competitividade a partir dos anos 90. Pela percepção de Gonçalves (1997), o futuro vai pertencer às empresas que conseguirem explorar o potencial da centralização das prioridades. Para Rotondaro (2004, p.58), os principais fatores que levaram essa perda de mercados devem-se:

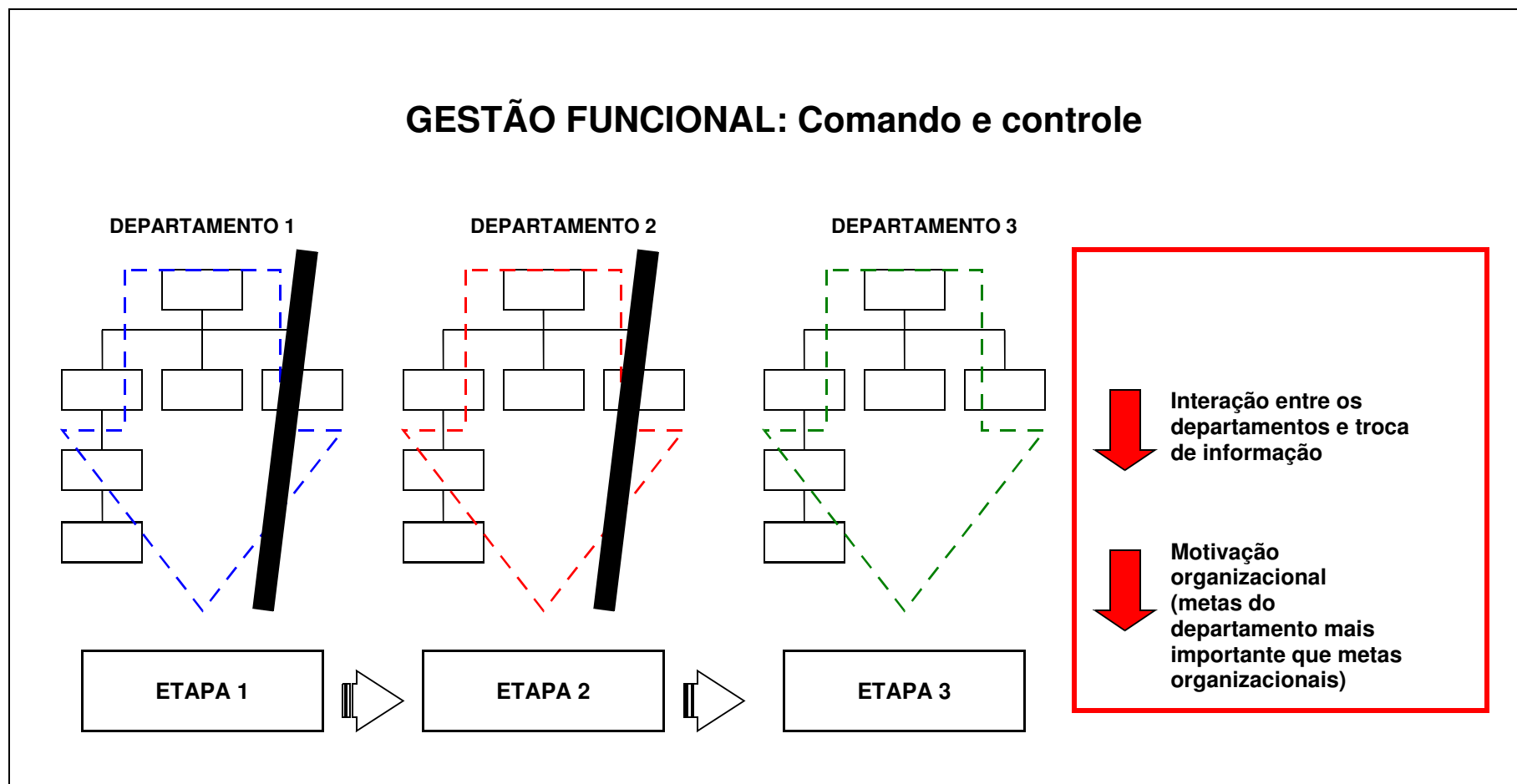


FIGURA 3 - Gestão funcional – adaptado de Rotondaro (2004)

- Abertura de mercados, levando a economia à globalização;
- Forte tendência à normalização;
- Eliminação dos mecanismos de proteção do mercado externo;
- Consumidores conscientes e definidos;
- Necessidade de rapidez nas mudanças;
- Informatização.

Gonçalves (2000) afirma que a importância dos processos de trabalho aumenta à medida que as empresas ficam com o conteúdo cada vez mais intelectual. Uma das maiores aplicações desse sistema por processos é a simulação de funcionamento de novas formas operacionais de obtenção de resultados da empresa. Como consequência, três forças dominam o mercado e as condições que determinam a produtividade e a competitividade das empresas: cliente, concorrência e as mudanças.

A busca por melhorias estruturais e consistentes tem feito com que as organizações passem a rever a condução de suas atividades em busca de formas mais abrangentes, indo além da análise das funções, áreas ou produtos, mas sim com uma visão de processos de trabalho.

Para Maranhão (2004) a abordagem por processos implica numa maior ênfase na melhoria da forma pela qual o trabalho é realizado, onde as organizações bem sucedidas devem oferecer produtos com qualidade inquestionável e processos eficientes e eficazes.

O fundamental da abordagem por processos (Figura 4), é que o foco a ser adotado passa a ser do ponto de vista do cliente e, onde há uma grande possibilidade de criar um ambiente favorável ao progresso, combinado e potencializado pelas pessoas que trabalham nela. Maranhão (2004) afirma que em tais organizações provavelmente sejam encontradas as seguintes características:

- Orientação para o cliente;
- Alinhamento dos processos com a missão, visão e estratégias organizacionais;
- Planejamento das atividades;
- Menores resistências para implantação de mudanças;
- Priorização dos processos mais amplos e mais abrangentes da organização;
- Viabilização das mudanças necessárias;

- Identificação e eliminação dos processos em duplicidade;
- Identificação de processos que podem ser terceirizados;
- Facilitação para sistematizar a melhoria contínua;
- Conhecimento aprofundado tanto dos grandes quanto dos pequenos processos de trabalho existentes na organização;
- Tendência à padronização dos processos;
- Utilização de instrumentos específicos e poderosos como tecnologia da informação;
- Visão sistêmica do processo;
- Inter-relacionamento dos processos;
- Cooperação entre equipes e equipes autônomas.

A gestão por processos implica uma visão horizontal do negócio e que envolve toda a organização, onde todo o processo projetado corretamente tem a voz e a perspectiva do cliente perfeitamente embutidas em todas as fases de execução. Dessa forma, a seleção dos processos a serem analisados deve seguir as etapas:

- Visão do cliente: Partindo dos objetivos estratégicos de referência como missão da empresa, plano estratégico e cenário;
- Identificar os fatores chaves que permitem a realização dos objetivos (visão interna), utilizando fluxograma geral e determinar fatores importantes para realização do objetivo.

O conhecimento dos processos de trabalho permite que a organização promova melhorias e mudanças em níveis mais significativos, porém essa mudança não pode ser implantada em pouco tempo, pois exige não apenas mudanças culturais, mas também na estrutura de poder e controle organizacional, na necessidade de adquirir novos conhecimentos, nas relações de negociação, subordinação e nas práticas administrativa

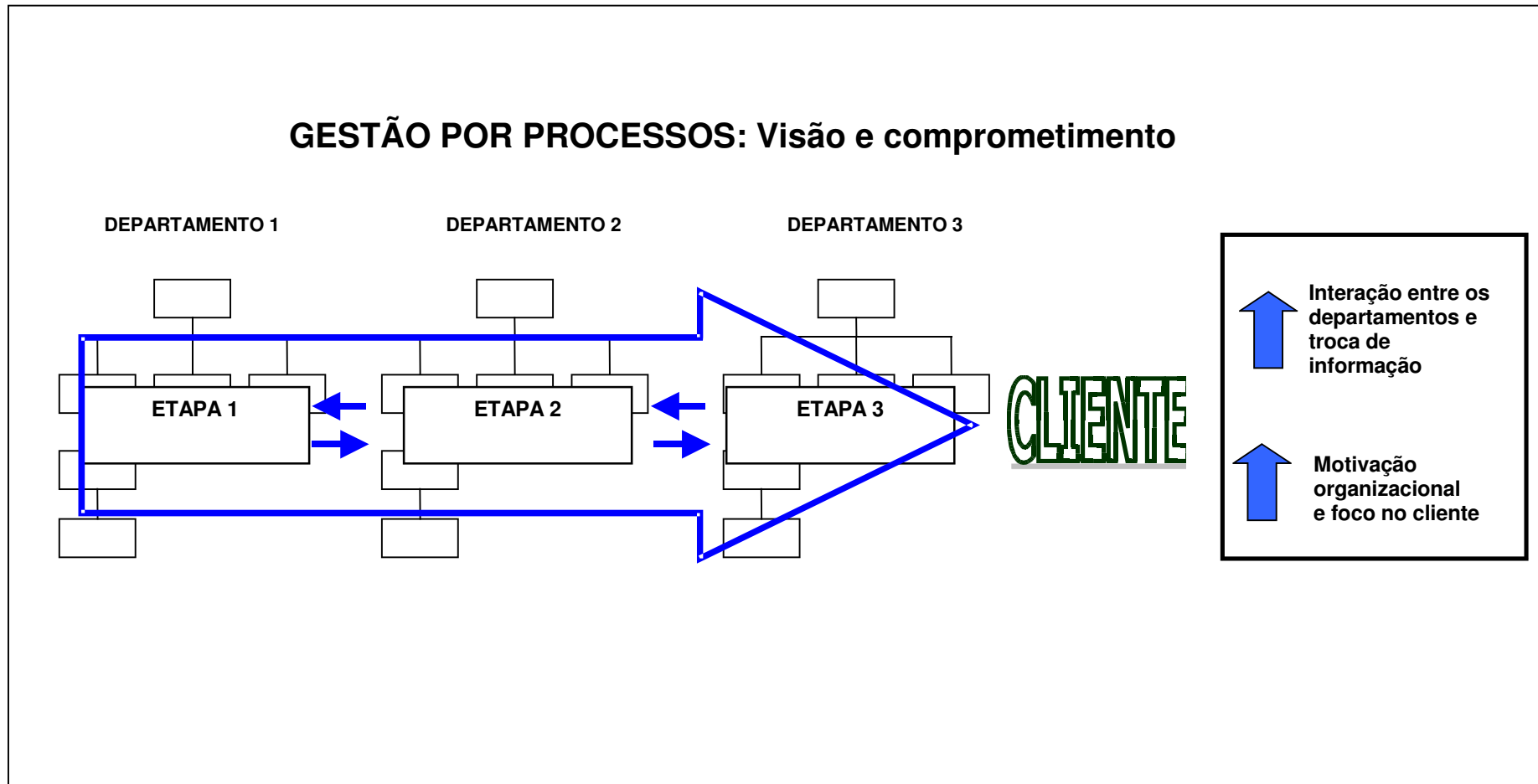


FIGURA 4 - Gestão por processos - adaptado de Rotondaro (2004)

Apesar de reconhecer que as organizações funcionais são rígidas, a solução de abandonar esse tipo de estrutura é mais complicada do que se pode imaginar. Para Maranhão (2004) uma estrutura organizacional alinhada com os processos é importante para sinalizar quem são os responsáveis pelos grandes processos organizacionais. A abordagem por processos exige que as interfaces entre as áreas funcionais sejam continuamente melhoradas, além disso, é sempre desejável que o fluxo de trabalho permeie as diversas unidades funcionais (compras, operações, finanças, entre outros), por meio de movimentos rápidos e eficientes de informação.

Davenport *apud* Maranhão (2004) afirma que uma organização interessada em trabalhar apenas por processos deve ter estrutura para tolerar problemas relacionados à difusão de responsabilidade, relações hierárquicas pouco claras e gasto excessivo com reuniões e coordenação de atividades. As estruturas devem, portanto ser baseadas em ação e em estruturas formais, sendo criada em torno do modo de fazer o trabalho e não em torno de habilitações ou de poderes específicos.

A lógica para o gerenciamento por processos sugere desta forma uma maior interação entre pessoas (trabalho em equipe, liderança e autonomia), tecnologia de informação adequada, estratégia, valor entregue ao cliente, satisfação às pessoas e a remuneração do capital.

## **2.2 *Lean manufacturing***

O conceito *lean manufacturing* ou manufatura enxuta, ou ainda *lean production*, *lean thinking*, ou sistema Toyota de produção, surgiu de estudos do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) no Japão após a segunda guerra mundial.

Seu conceito parte do princípio de que há desperdício em todos os lugares em uma organização e que a manufatura enxuta surge como um antídoto para se fazer cada vez mais com cada vez menos, e sempre com o objetivo de oferecer aos clientes o que eles realmente desejam no tempo que necessitam. Womack e Jones (2004) acrescentam ainda que o ponto de partida essencial para o *lean manufacturing* é o valor, sendo que este é definido pelo cliente final e só é significativo quando expresso em termos de um produto específico e que atenda às necessidades do cliente a um preço específico e em um momento específico. O objetivo é tornar as empresas mais flexíveis e capazes de responder efetivamente

às necessidades dos clientes e ainda conseguir desenvolver, produzir e distribuir produtos com menos esforço humano, espaço, recursos, tempo e despesas globais. Conforme relatado por Werkema (2006), as origens do *lean manufacturing* remontam ao sistema Toyota de produção (também conhecido como produção *Just-in-time*). O executivo da Toyota, Taiichi Ohno iniciou na década de 50 a criação e implantação de um sistema visando reduzir custos e aumentar a qualidade e velocidade de entrega dos produtos aos clientes. O sistema Toyota de produção, por representar uma forma de produzir cada vez mais com cada vez menos, foi denominado produção enxuta por Womack e Jones (2001).

Seus benefícios em relação aos sistemas de produção em massa são conseguidos principalmente por meio de:

- Produção integrada, com pequenos estoques, usando gerenciamento *Just-in-time* (JIT);
- Produção puxada pelos clientes (ao invés de empurrada);
- Ênfase na prevenção no controle da qualidade, em lugar da detecção ou correção;
- Trabalho organizado em equipes;
- Poucos níveis hierárquicos;
- Equipes polivalentes dedicadas à eliminação de atividades que não agregam valor;
- Integração de toda a rede de suprimento (da matéria-prima até o cliente final).

A implantação do pensamento enxuto só ocorre com a participação de gerentes e da força de trabalho maior (“chão de fábrica”), onde a equipe responsável pela implantação do programa tem condições e informações necessárias para definir as áreas onde o programa será iniciado. Para Hines e Taylor (2000) existem duas razões principais para incluir a pessoas que estão realmente envolvidas nos fluxos físicos e de informação:

- Elas são as únicas pessoas que provavelmente sabem o que realmente está acontecendo;
- Ao utilizar o mapa de fluxo de valor para desenvolver os planos de ação,



haverá um maior envolvimento de todos os colaboradores e funcionários.

Para obter esses benefícios essa filosofia utiliza tecnologia e ferramentas oriundas principalmente das chamadas técnicas japonesas de manufatura, dentre as quais se destacam o *Just-in-Time* (JIT) e o *Total Quality Control* (TQC).

Werkema (2006, p.16) define que a manufatura enxuta baseia-se em cinco princípios fundamentais que são o resumo de todo o pensamento enxuto:

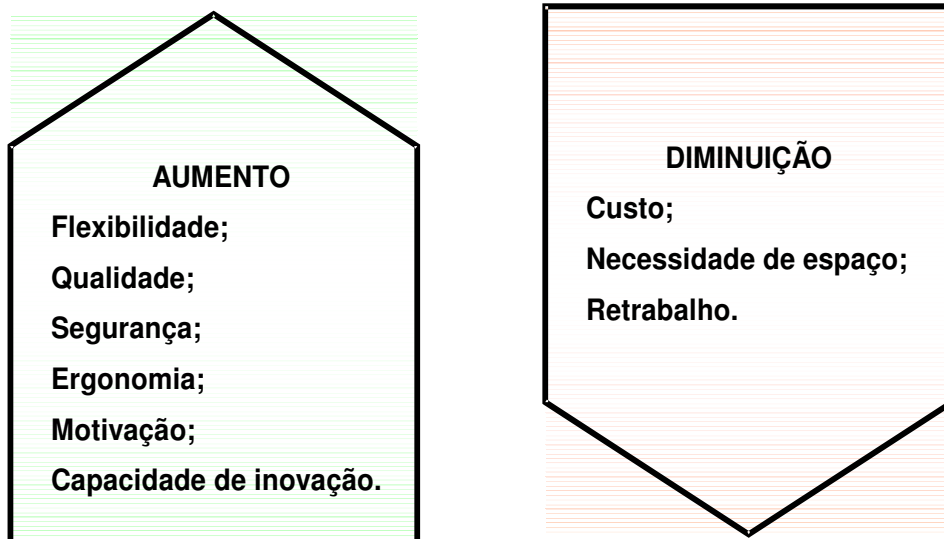
- Especificar valor;
- Identificar a cadeia ou fluxo de valor;
- Fluxo contínuo;
- Produção puxada;
- Buscar a perfeição.

Conforme preconiza Hines e Taylor (2000, p.9) estes cinco princípios são importantes para a eliminação de desperdícios, ou seja, qualquer atividade humana que absorve recursos e não cria valor, como:

- Defeitos: erros freqüentes na documentação, problemas de qualidade nos produtos ou desempenho deficiente na entrega;
- Excesso de produção: Produção demasiada ou realizada com muita antecedência, resultando em um fluxo fraco de informação ou de produtos com estoque em excesso;
- Estoques desnecessários: Armazenagem em excesso e atraso das informações ou produtos, resultando num custo excessivo e um atendimento deficiente do cliente;
- Processo inadequado: Execução de um processo de trabalho com ferramentas, procedimentos ou sistemas errados onde muitas vezes um modo mais simples poderia ser mais eficiente;
- Movimento desnecessário: Organização deficiente no local de trabalho, resultando numa ergonomia deficiente;
- Transporte excessivo: Movimento excessivo de pessoas, informações ou produtos, resultando em perda de tempo, esforços e custos;
- Espera dos funcionários pelo equipamento de processamento para finalizar o trabalho ou por uma atividade anterior;

- Projeto de produtos e serviços que não atendem as expectativas do cliente.

A Figura 5 apresenta resumidamente alguns benefícios da redução de desperdícios.



**FIGURA 5** – Benefícios da redução de desperdício - adaptado Werkema (2006)

O *lean manufacturig* para Womack e Jones (2004) é um poderoso antídoto ao desperdício e uma forma interessante de especificar valor, através do alinhamento das seqüências de ações que criam valor e realizam atividades sem interrupções toda vez que alguém as solicita.

Werkema (2006) afirma que nos últimos anos o número de empresas praticantes do *lean manufacturing* vem aumentando significativamente em todos os setores industriais, porém vale destacar que a adoção do *lean manufacturing* representa um processo de mudança cultural da organização, porém Womack e Jones (2004, p.93) advertem que o processo de implantação pode levar até cinco anos para sua total implementação e obtenção de benefícios totais. O fato da empresa utilizar algumas ferramentas *lean* não significa necessariamente ter obtido pleno sucesso na implantação do *lean manufacturing*. As principais ferramentas usadas para colocar em prática os princípios do *lean manufacturing* são:

- Mapeamento do fluxo de valor;
- Métricas *lean* (ANEXO E);

- *Kaizen* ou melhoria contínua: Metodologia de alcance de melhorias rápidas, aplicação do senso comum e da criatividade para aprimorar um processo individual ou fluxo de valor completo;
- *Kanban*: Dispositivo sinalizador que autoriza e dá instruções para a produção ou para a retirada de itens em um sistema puxado. Os cartões *Kanban* são os exemplos mais conhecidos e comuns de sinalização;
- Padronização: Método utilizado para indicar os procedimentos para execução das tarefas de um processo, de modo que os resultados desejados possam ser alcançados e mantidos;
- Programa 5S: Método cujo objetivo é promover e manter a limpeza e a organização das áreas de trabalho, evitando desperdícios;
- Redução de *Setup*: Método para diminuição do tempo necessário para a troca de fabricação de um tipo de produto para outro;
- TPM (*Total Productive Maintenance*): Conjunto de procedimentos que têm como objetivo garantir que os equipamentos de um processo produtivo sejam sempre capazes de executar as tarefas necessárias, de modo a não interromper a produção e requer um envolvimento direto de todas as pessoas que operam os processos;
- Gestão visual: Colocação em local fácil de visualização de todas as ferramentas, peças, atividades de produção e indicadores de desempenho do sistema de produção, de modo que a situação do sistema possa ser entendida rapidamente por todos os envolvidos;
- *Poka – Yoke* ou *Mistake Proofing*: Conjunto de procedimentos e/ou dispositivos cujo objetivo é detectar e corrigir erros em um processo antes que esses erros possam se transformar em um defeito.

Em suma o pensamento enxuto visa à satisfação dos clientes e procura eliminar ou pelo menos reduzir as atividades com perdas do fluxo de valor e pelo qual o cliente não quer pagar por eles. O *lean manufacturing* é uma forma de tornar o trabalho mais satisfatório e só pode florescer se todos ao longo do fluxo de valor acreditarem que o sistema que está sendo criado trata todos com justiça e faz o possível para lidar com dilemas humanos, oferecendo *feedback* imediato sobre os esforços em transformar desperdício em valor. Baseado no que foi exposto segue uma breve descrição de cada etapa que delimita o pensamento enxuto.

### 2.2.1 - Especificar valor

A maioria das empresas, de acordo com Womack e Jones (2004), pode aumentar substancialmente suas vendas se encontrar um mecanismo que permita repensar o valor de produtos essenciais ao cliente. Isto exige que os produtores conversem de novas formas com seus clientes e com os envolvidos no processo produtivo. É vital que os produtores aceitem o desafio da redefinição, pois muitas vezes essa é a chave para encontrar mais clientes, e a capacidade de encontrar mais clientes e vendas com muita rapidez é essencial para as organizações enxutas.

O ponto de partida do *lean manufacturing* para Werkema (2006), consiste em definir o que é valor e este só pode ser definido pelo cliente final e criado pelo produtor, sendo significativo quando produzido em termos de um produto específico (um bem e/ou serviço) que atenda às necessidades do cliente a um preço específico e um momento específico. Deve-se questionar se uma atividade específica realmente cria valor para o cliente.

### 2.2.2 - Identificar o fluxo de valor

Womack e Jones (2004) e Werkema (2006) definem fluxo de valor como o conjunto de todas as ações específicas necessárias para levar um produto específico a passar pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio:

- Tarefa de solução de problemas: Processo de concepção até o lançamento do produto, englobando um projeto detalhado e a engenharia;
- Tarefa de transformação física: Processo que vai da matéria-prima ao produto acabado nas mãos do cliente
- Tarefa de gerenciamento das informações: Processo que inicia no recebimento do pedido, cronograma detalhado e entrega do pedido (informações que apóiam e direcionam os dois elementos anteriores).

A identificação do fluxo de valor inteiro para cada produto ou família/grupo de produtos geralmente expõe uma quantidade enorme de desperdícios. O método baseia-se na premissa que da mesma forma que as atividades que não possam ser adequadamente gerenciadas e não possam ser precisamente identificadas, analisadas e associadas, não podem ser questionadas e melhoradas (ou inteiramente eliminadas). Historicamente, grande parte da atenção gerencial

concentrou-se no gerenciamento dos agregados - processos, departamentos, empresas - , supervisionando muitos produtos ao mesmo tempo. Entretanto o ideal é avaliar fluxos de valor específicos para bens e serviços específicos e isso pode ser feito pela criação do mapeamento do fluxo de valor (WOMACK e JONES, 2004).

O mapeamento do fluxo de valor (*Value Stream Mapping - VSM*) é uma ferramenta simples que utiliza papel e lápis, ajudando a enxergar e entender o fluxo de material e informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor através de uma representação visual de cada etapa do processo no fluxo de material e informação. Esta ferramenta é importante por que:

- Ajuda a identificar os desperdícios e as fontes de desperdícios no fluxo de valor;
- Auxilia nas decisões sobre o fluxo, permitindo que sejam discutidas;
- Junta conceitos e técnicas enxutas, que ajudam a evitar a implantação de algumas técnicas isoladamente;
- Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.
- Entendimento do fluxo de valor de toda a organização e não apenas de processo ou departamentos individuais;
- Visualização dos relacionamentos entre atividades, informações e fluxos de materiais que exercem impacto sobre o *lead time*;
- Elaboração de um plano para utilização das ferramentas *Lean* mais adequadas e de outras técnicas para otimização do fluxo de valor a partir das oportunidades de melhoria identificadas.

Para se fazer o mapeamento do fluxo de valor utiliza-se um conjunto padronizado de símbolos conforme exemplificam Hines e Taylor (2000, p.23) para apresentar visualmente a seqüência e o movimento de informações, materiais e ações. O mapa do estado atual é feito seguindo o caminho de um produto desde o pedido até a entrega. Posteriormente é confeccionado o mapa do estado futuro, o qual desdobra as oportunidades de melhoria identificadas pelo mapa do estado atual, buscando atingir-se um nível mais alto de desempenho.

Para se conduzir um mapeamento do fluxo de valor, algumas etapas básicas devem ser seguidas, conforme argumenta Werkema (2006):

- Etapa 1: Selecionar um produto ou família de produtos (bens ou serviços) para ser mapeado;
- Etapa 2: Definir um líder para o mapeamento do fluxo de valor e construir a equipe de trabalho;
- Etapa 3: Distribuir papel, lápis, borracha e cronômetro aos membros da equipe de trabalho (os desenhos devem ser feitos preferencialmente à mão);
- Etapa 4: Acompanhar, *in loco*, o fluxo de valor desde o recebimento de materiais comprados até a entrega do produto ao cliente, para identificar e visualizar todos os fluxos de materiais e informações (mapa do estado atual);
- Etapa 5: Desenhar o mapa do estado atual, utilizando os ícones padronizados (Hines e Taylor, 2000, p. 23);
- Etapa 6: Revisar o mapa do fluxo de valor com o objetivo de verificar se todas as atividades e fluxos relevantes foram representadas.

O mapa do estado atual, de acordo com Werkema (2006), deve ser utilizado para a discussão, planejamento e a implementação das ações de melhoria e será a base para a construção do mapa do estado futuro durante as fases de melhoria. Nada impede de que outros símbolos sejam criados na hora do mapeamento, mas o importante é que todos os envolvidos no projeto possam compreendê-los. Para realização do mapeamento completo deve-se focar em um fluxo de valor específico ou num produto/família de produto específico que seja importante para a empresa.

De acordo com Hines e Taylor (2000), o objetivo inicial na criação do mapa do fluxo de valor que identifique as ações necessárias para projetar, pedir e produzir um produto específico é definir os três tipos de atividades dentro de uma organização:

- Atividade com adição de valor: Atividades que, aos olhos do consumidor final, tornam um produto ou serviço mais valorizado;
- Atividade sem adição de valor: Atividades que, aos olhos do consumidor final, não tornam o produto ou serviço mais valorizado e não são necessárias nem mesmo nas circunstâncias do momento. Estas atividades são perdas evidentes e devem ser alvo de remoção imediata ou em curto prazo;
- Atividades necessárias sem adição de valor: Atividades que, aos olhos do consumidor final, não tornam um produto ou serviço mais valorizado, mas são necessárias, exceto se o processo existente seja radicalmente alterado. Esta

perda é mais difícil de remover em curto prazo e deverá ser uma meta em longo prazo ou de mudança radical.

Hines e Taylor (2000) afirmam ainda que em um ambiente de produção (fluxo de fabricação ou de logística), o percentual de tempo das três atividades e o tempo total do fluxo de valor de uma empresa comum está por volta de 5 % para atividade com adição de valor, 60 % para atividades sem adição de valor e 35 % para atividades necessárias, mas sem adição de valor.

O objetivo da criação de um mapeamento de fluxo de valor é justamente passar a olhar o conjunto inteiro de atividades envolvidas na criação e fabricação de um produto ou serviço, desde a concepção até sua disponibilidade, para criar um canal para fluxo de valor total e diminuir e reduzir ou eliminar qualquer atividade sem adição de valor.

### 2.2.3 Fluxo contínuo

Uma vez que o valor tenha sido especificado com precisão e o fluxo de valor mapeado, segue-se a etapa de fazer com que as etapas que geram valor fluam, focalizando o objetivo real – o projeto específico, o pedido específico e o próprio produto – e não deixar que esse objetivo se perca do início a conclusão. Outro ponto que deve ser considerado é ignorar as fronteiras tradicionais de tarefas, profissionais, funções (freqüentemente organizadas em departamentos) e empresas e criar uma empresa enxuta, eliminando todos os obstáculos aos fluxos contínuos do produto ou família de produtos. Womack e Jones (2004) acrescentam que o problema mais básico é o que o pensamento em fluxo é contra-intuitivo, ou seja, parece óbvio para a maioria das pessoas que o trabalho deve ser organizado por departamentos ou lotes e para isso se faz necessário uma mudança completa de mentalidade, buscando quebrar à visão intuitiva de enxergar as empresas por funções e departamentos, o que significa longas esperas para a passagem entre departamentos, ou seja, realizar ações que criam fluxos de valor sem interrupções, desvios, contra fluxos, esperas ou refugos.

A abordagem enxuta cria equipes realmente dedicadas com todas as habilidades necessárias para conduzir a especificação de valor, projeto geral, engenharia detalhada, compras, equipamentos, e planejamento da produção, visando eliminar retrabalho e os retro fluxos.

Womack e Jones (2004) exemplificam que em uma abordagem enxuta totalmente implementada, a área de vendas e programação de produção são participantes essenciais da equipe de produto, ocupando uma posição que permite planejar a campanha de vendas enquanto o projeto do produto está sendo desenvolvido e vender com a visão clara das capacidades do sistema de produção. Aumentar a conscientização da estreita conexão entre vendas e produção também ajuda a se proteger contra um dos grandes males dos sistemas tradicionais de vendas e registro de pedidos, ou seja, recorrer a sistemas de bonificação para motivar a força de vendas a trabalhar sem um conhecimento real e sem uma preocupação com as capacidades dos sistemas de produção. Estes efeitos de acordo com Womack e Jones (2004) produzem surtos periódicos nos pedidos ao final de cada período de bonificação, o qual a produção pode não acompanhar, podendo gerar os pedidos com atrasos.

#### 2.2.4 Produção puxada

Em termos simples, “puxar” significa que um processo não deve produzir um bem ou serviço sem que o cliente de um processo posterior o solicite. Werkema (2006) preconiza que o fluxo contínuo permite a inversão do fluxo produtivo, ou seja, as empresas não mais empurram os produtos para o consumidor com produtos indesejados ou através de descontos e promoções, passando então a “puxar” a produção eliminando (ou diminuindo) os estoques, além de dar valor ao produto, fazendo apenas o que foi solicitado pelo cliente e tornando as demandas dos clientes muito mais estáveis.

#### 2.2.5 Buscar a perfeição

A busca da perfeição deve ser o objetivo constante de todos envolvidos nos fluxos de valor e deve nortear todos os esforços de melhoria da empresa, nos quais todos os membros da cadeia tenham conhecimento do processo como um todo, podendo dialogar e buscar novas formas de criar valor. À medida que as organizações começam a especificar valor com precisão, identificar o fluxo de valor total, e conseguirem fazer com que esse fluxo de valor flua continuamente (deixando que os clientes puxem o valor) ocorre aos envolvidos que o processo de redução de esforços, tempo, espaço e custo, deixando o resultado mais próximo às



especificações definidas pelo cliente. A perfeição passa ser uma conseqüência natural da interação dos quatro princípios anteriores do *lean manufacturing*.

Fazendo o valor fluir mais rápido acaba-se expondo as atividades que não agregam valor, permitindo sua eliminação. Para Werkema (2006) equipes de produtos dedicadas e em contato direto com o cliente sempre encontram formas de especificar valor com maior precisão. Womack e Jones (2004) acrescentam ainda que o estímulo mais importante à perfeição seja a transparência, ou seja, o fato de que em um sistema enxuto todos, incluindo fornecedores, colaboradores, distribuidores e clientes, possam ver os resultados. Há ainda um *feedback* quase imediato e altamente positivo aos colaboradores que executam melhorias.

### **2.3 Controle estatístico de processo**

Controle estatístico de processo (CEP) é o campo da estatística que lida com coleta, apresentação, análise e uso de dados para tomar decisões, resolver problemas e planejar processos. Especificamente as técnicas estatísticas podem ser uma ferramenta poderosa no planejamento e melhora de processos, além de auxiliar no entendimento da variabilidade do processo. Controle estatístico de processo é uma ferramenta que aplica a estatística a conceitos básicos de controle de processo.

Para uma utilização bem sucedida do CEP existe mais do que simples aprendizado e uso dessas ferramentas, sendo o envolvimento gerencial e o compromisso com os processos de melhoria da qualidade um dos componentes vitais para o processo de melhoria da qualidade.

Grig e Walls (1999) afirmam que os benefícios do CEP vêm sendo reconhecidos por indústrias que produzem um alto volume de produção e onde a credibilidade e a segurança do produto são sinônimos de qualidade. Como benefícios da implantação de CEP têm-se processos com bons índices de capacidade, previsibilidade, maior cumprimentos dos requisitos de qualidade estabelecidos pelo cliente e mais dados relacionados à qualidade. A indústria de alimentos está diretamente relacionada a esse cenário uma vez que produz altos volumes e os parâmetro de qualidade (devido à natureza delicada e perecível da matéria-prima) podem tornar-se uma potencial perda, devido a lapsos no controle do processo. Grig (1998) afirma ainda que muitas indústrias de alimentos se beneficiaram do uso do CEP, porém ainda há outras que se recusam a utilizar o

CEP por considerá-lo desnecessário ou por achar que a ferramenta é muito difícil de ser utilizada.

Para Montgomery (2003) o objetivo de um programa de qualidade baseado no CEP e a melhoria contínua devem fazer parte da cultura da empresa.

De acordo com Grig e Walls (1999), além de todas as vantagens citadas, o CEP gera uma boa estrutura de relatórios os quais facilitam a inspeção dos padrões e podem até ser utilizados como uma forma de defesa (no caso de não conformidade ou reclamações de cliente) e usados em auditorias, sugerindo ao cliente que a empresa possui procedimentos referentes à garantia da qualidade e que age pro ativamente.

De acordo com Montgomery (2003), na implantação de um amplo programa de CEP os seguintes elementos estão geralmente presentes em todos os esforços bem sucedidos:

- Liderança gerencial;
- Um enfoque em comissão;
- Educação de empregados em todos os níveis;
- Ênfase na melhoria contínua;
- Um mecanismo para reconhecimento do sucesso.

Para Kincaid (1994) a checagem do desempenho é uma das mais proeminentes características da vida moderna, onde irá determinar a ação e influenciar no comportamento dos tomadores de decisão. Muito tempo pode ser perdido em medições falsas ou insuficientes, porém quando a medição é feita corretamente essa informação é considerada poderosa e poderá ser utilizada para evitar perdas.

### 2.3.1 Causas de variação

A fim de efetivamente utilizar os dados de medição no controle do processo, é imprescindível dominar o conceito de variação. Algumas fontes de variação no processo causam diferenças em curto prazo, outras fontes de variação podem causar mudança no processo após um longo período. Para gerenciar um processo e reduzir sua variação, se faz necessário distinguir causas comuns e causas especiais de variação. As causas comuns referem-se às muitas fontes de variação dentro de

um processo que possuem uma distribuição estável, sucessivamente ao longo do tempo, funcionando como sistema estável de causas prováveis. Segundo Griffth (1989) as causas comuns de variação são previsíveis e são difíceis de identificar e corrigir. Um sistema que esteja operando apenas com causas comuns de variação é dito estar sob controle estatístico e as causas comuns são inerentes ao processo.

Outros tipos de variabilidade podem ocasionalmente estar presentes na saída de um processo. Para Montgomery (2003) essas variabilidades nas características chave dos processos geralmente aparecem de três fontes: máquinas não propriamente ajustadas, mão-de-obra (erros operacionais) e matérias-primas defeituosas. Tal variabilidade é geralmente grande quando comparada ao ruído de fundo, resultando em um nível inaceitável de desempenho de processo e são, portanto identificadas como causas especiais. Um processo atuando na presença de causas especiais é dito como fora de controle estatístico.

### 2.3.2 Gráficos de controle

Em qualquer processo de produção, independente de quão bem projetado ou cuidadosamente mantido esteja, sempre haverá uma variabilidade inerente ou natural, sendo que esta variabilidade é o efeito acumulativo de muitas causas pequenas de variação essencialmente inevitáveis. Quando se trabalha com características de qualidade que podem ser medidas, é usual medir tanto o valor médio da característica quanto sua variabilidade. De acordo com Griffth (1989) o controle sobre a qualidade média (tendência central) pode ser medida pelos gráficos ou cartas de controle para médias (gráfico x-barra), ao passo que a variabilidade do processo pode ser representada pelo gráfico de amplitude (gráfico R). Montgomery (2003) afirma que um objetivo importante do controle estatístico é detectar rapidamente as causas especiais de variação ou mudanças no processo, de modo que uma investigação do processo e uma ação corretiva possam ser empreendidas antes que muitas unidades não conformes sejam fabricadas. O gráfico de controle associado a um monitoramento *online* do processo pode ser usado para essa finalidade.

Os gráficos de controle podem também ser utilizados para estimar parâmetros de um processo de produção e através dessa informação determinar a capacidade de um processo atingir as especificações técnicas.

De acordo com a definição de Montgomery (2003, p. 362):

“Um gráfico de controle é a disposição gráfica de uma característica da qualidade, que foi medida ou calculada a partir de uma amostra contra o número da amostra ou tempo. Frequentemente, as amostras são selecionadas em intervalos periódicos, tal como a cada hora. O gráfico contém uma linha central (LC), que representa o valor médio da característica da qualidade corresponde ao estado sob controle (ou seja, somente causas casuais estão presentes) e duas outras linhas horizontais, chamadas de limite superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC). Estes limites de controle são escolhidos de modo que, se o processo estiver sob controle, aproximadamente todos os pontos de controle cairão entre eles”.

Para se estimar os limites superior ( $LSC_{\bar{x}}$ ) e inferior ( $LIC_{\bar{x}}$ ) de controle para gráfico de controle x-barra e linha média ( $LC_{\bar{x}}$ ) e Os limites superior ( $LSC_R$ ) e inferior ( $LIC_R$ ) de controle para gráfico R e linha central da amostra ( $LC_R$ ) pode-se utilizar as fórmulas demonstradas no ANEXO A.

Quando todos os pontos situam-se entre os limites de controle, porém não possuem um comportamento aleatório, pode ser uma indicação de que o processo está fora de controle. Se o processo estiver sob controle, todos os pontos plotados devem ter um padrão de comportamento essencialmente aleatório e se um determinado comportamento não aleatório for eliminado, pode-se melhorar o desempenho do processo. Kume (1993, p.113-115) sugere que um processo é considerado fora de controle pelos seguintes critérios a partir da análise dos gráficos:

- Fora dos limites de controle: Um ponto cair fora dos limites de 3 sigma, ou seja, fora dos limites e controle;
- Proximidade dos limites de controle: Quando dois ou três pontos consecutivos caírem além do limite de 2 sigma e próximos das linhas 3 sigma, caracterizado como Zona B, plotados em um mesmo lado da linha central;
- Proximidade da linha central: Quando a maioria dos pontos estiverem posicionados entre as linhas 1,5 sigma (as duas faixas entre a linha central), isto se deve a uma maneira inadequada na formação do subgrupo;
- Tendência: Quando os pontos formam uma linha contínua ascendente ou descendente, diz-se que apresentam uma tendência;

- Seqüência: Sete pontos consecutivos caírem em um lado da linha central;
- Periodicidade: Quando o traçado mostra repetidamente uma tendência para cima e para baixo em intervalos quase sempre iguais.

Essas regras são muito efetivas para aumentar a sensibilidade dos gráficos de controle.

Quando amostras preliminares são usadas para construir os limites dos gráficos de controle, esses limites são comumente tratados como valores de tentativas. Conseqüentemente as  $m$  médias e amplitudes amostrais devem ser plotadas nos gráficos apropriados e quaisquer pontos que excedam os limites de controle devem ser investigados. Quando forem identificadas causas especiais nesses pontos, elas deverão ser eliminadas e novos limites deverão ser calculados. Montgomery (2003) sugere estudar primeiramente os gráficos de amplitude, porque se a variabilidade do processo não for constante ao longo do tempo, os limites de controle para gráficos x-barra podem estar errados.

Os gráficos de controle podem ser utilizados também para estimar parâmetros de um processo de produção e através disso determinar a capacidade de um processo para atingir as especificações.

Para Montgomery (2003) a utilização dos gráficos de controle em indústria, deve-se basicamente a cinco razões:

- Melhoria da produtividade;
- Prevenção de defeitos;
- Evitar ajustes desnecessários no processo;
- Informações para diagnosticar problemas;
- Fornecer informações sobre a capacidade do processo.

A tecnologia moderna computacional tornou fácil a implantação de gráficos de controle em qualquer tipo de processo, podendo ser analisada em um microcomputador, em um terminal de rede local ou *palm top* em tempo real.

### 2.3.3 Capacidade de processo

Os estudos de capacidade têm por objetivo verificar se um processo estatisticamente estável atende ou não as especificações técnicas de um

determinado produto ou processo. Diversos índices têm sido desenvolvidos, e alguns desses índices são o  $C_p$  e  $C_{pk}$ , onde o  $C_p$  é um indicador do grau de variação de um processo em relação aos seus limites de especificação e informa se um processo é capaz de atender os limites impostos para ele, relacionando a dispersão do processo em relação à amplitude da especificação. O  $C_{pk}$ , por sua vez, informa a variação global do processo em relação aos seus limites de especificação, considerando-o em relação à amplitude, ou seja, leva em conta a centralização do processo. O  $C_{pk}$  relaciona a distância entre a média do processo e o limite de especificação mais próximo, com a metade da dispersão total, avaliando a capacidade efetiva do processo, e pode ser utilizado quando o processo não se encontra centrado. As fórmulas que definem  $C_p$  e  $C_{pk}$  estão ilustradas no ANEXO A.

Recomenda-se que esses dois indicadores sejam utilizados em conjunto e combinadas com técnicas gráficas para melhor entender a distribuição estimada. A relação  $C_p$  e  $C_{pk}$  pode ser resumidamente explicada no Quadro 2.

**QUADRO 2** - Classificação de processos segundo o índice  $C_p$  ou  $C_{pk}$  e proporção de não conformidade

Nível do processo	$C_p$ ou $C_{pk}$
CAPAZ	$C_p \geq 1,33$
RAZOÁVEL	$1 \leq C_p < 1,33$
INCAPAZ	$C_p < 1$

Fonte: Adaptado de ROSA (1996)

## 2.4 Controle estatístico de processo *online*

A nossa sociedade está cada dia mais complexa exigindo soluções rápidas e precisas e neste contexto, a ciência estatística é fundamental para a análise adequada dos problemas e situações, permitindo uma visão mais abrangente e ações mais consistentes.

Através de uma metodologia científica, a decisão é mais inteligente baseada em dados e fatos, contando com *softwares* atualizados como o *MINITAB™ INC* e o *DataLyzer® Spectrum*, objetivando tornar essa análise mais ágil e precisa. CORNEY (2002), declara que computadores vêm transformando projetos de toda a natureza

de bens de consumo e a indústria de alimentos não é uma exceção e essas novas tecnologias visam aumento de produção, conquista de consumidores e aumento do lucro.

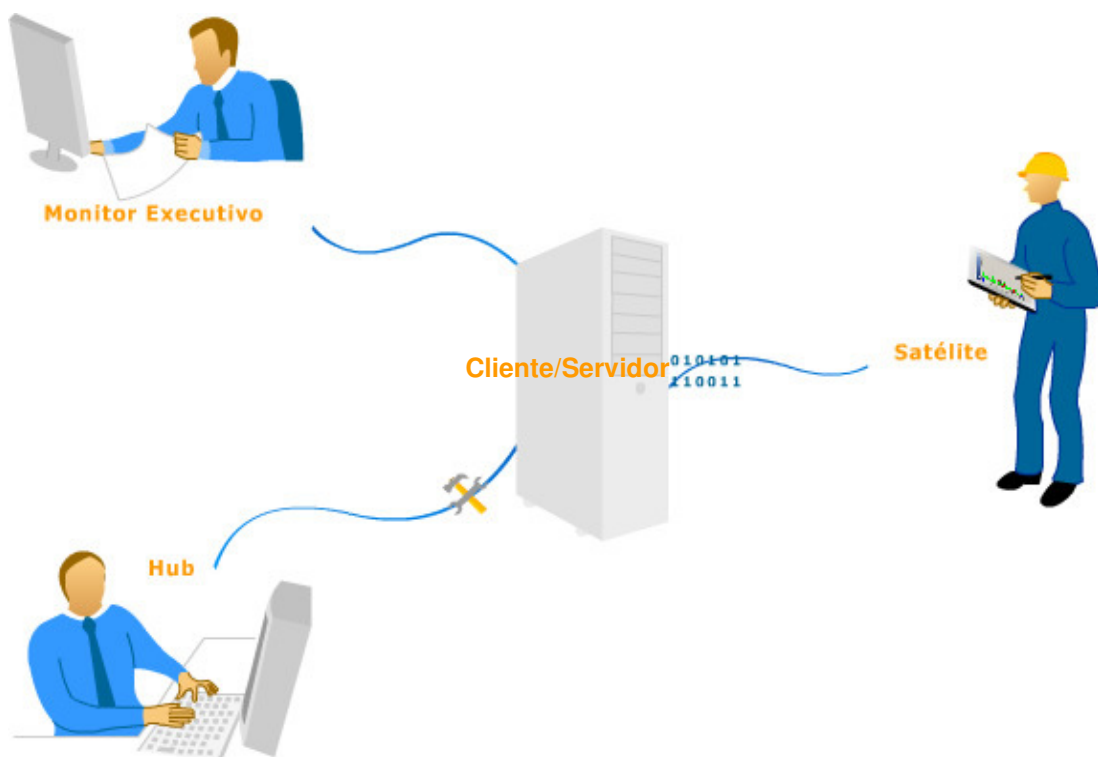
O uso de técnicas estatísticas nas empresas tem como objetivos reduzir custos e aumentar a competitividade no mercado. Tais técnicas permitem a possibilidade de se interferir no comportamento do lote em produção, tomando as ações que evitem a ocorrência de problemas, através da prevenção. No passado, o CEP era feito em folhas de papel ou formulários (cartas de controle) preenchidas manualmente pelos operadores e atualmente isto pode ser feito em tempo real (*online*) em coletores de dados adequados para este fim. O *DataLyzer® Spectrum* é um *software* para CEP desenvolvido com linguagens de última geração, fornecendo meios de coleta de dados e geração de relatórios de forma rápida e fácil, economizando tempo para análise e solução dos problemas reais dos processos, garantindo sua melhoria contínua e visando a satisfação do cliente e o lucro. O *DataLyzer® Spectrum* atua em diversos países e segmentos industriais como: automotivo, alimentício, cosmético, embalagens, entre outros. O real benefício de seu uso vem da possibilidade de tomada de decisão em um curto espaço de tempo, baseada na monitoração *online* e utilizando ferramentas estatísticas como gráficos de controle e relatórios através de uma interface amigável e de uma metodologia flexível, resultando em grande aceitação pelos usuários nos níveis operacionais, táticos (qualidade) e estratégicos (supervisão/gerência/diretoria).

#### 2.4.1 Características e funcionalidades do sistema *DataLyzer® Spectrum*

O sistema possui três módulos básicos: Satélite para coleta de dados, *Hub* para configuração do sistema e modelagem do processo e Executivo para visualização do processo a nível estratégico conforme ilustrado na Figura 6. O *Datalyzer®* é um sistema corporativo que permite a administração centralizada de diversas plantas produtivas, oferecendo visualização rápida e organizada sobre o *status* das cartas de controle através de cores e índices estatísticos. Os dados podem ser coletados em uma rede *wireless* (sem fio), sendo executados inclusive em *PocketPc* e *TabletPc*, com autonomia de continuidade da monitoração e coleta de dados em caso de falha na rede. O sistema é adequado para a entrada de dados *online*, ou seja, assim que os dados são fornecidos, os pontos são plotados no

gráfico e disponibilizados para todos os seus módulos. Desta forma os operadores e outros usuários recebem um retorno imediato, permitindo uma resposta rápida aos problemas do processo.

A implantação destas máquinas em rede permite que os departamentos da qualidade, desenvolvimento de processo e supervisores de produção visualizem a qualquer instante e de qualquer ponto da fábrica os dados registrados, através dos computadores interligados à rede. Com o novo sistema torna-se necessário investimento em treinamento, para que operadores, líderes de produção e qualidade conheçam todos os recursos disponíveis no *software*.



**FIGURA 6** - Forma de funcionamento CEP *online* (DataLyzer®, 2006)

O termo *Hub* se refere à parte do programa que monitora o “chão de fábrica”. O termo “Satélite” refere-se às estações de coleta de dados remotas. Na maioria das instalações, pode-se tratá-los como “clientes”. A definição de “Cliente/Servidor” é um termo comum na indústria, usado para um tipo de aplicação com uma base de dados situada em um computador servidor com vários clientes compartilhando essa base simultaneamente. As implementações cliente/servidor requerem que a base de dados (em qualquer lugar em que se encontre) seja compartilhada, de modo que todos os clientes possam acessá-la para adicionar dados.



O “Monitor Executivo” é uma estação do *DataLyzer®* somente de leitura, onde a condição do sistema pode ser monitorada e relatórios podem ser impressos, não sendo permitido nenhuma alteração no sistema.

Os programas *Hub*, *Satélite* e *Monitor Executivo do DataLyzer® Spectrum* são projetados para trabalhar em uma grande variedade de sistemas operacionais de rede. Nesse contexto, há uma base de dados que é compartilhada por todos os usuários simultaneamente, onde a base de dados permanece no servidor. O *Hub* do *DataLyzer® Spectrum* é instalado localmente mas aponta para a base de dados do servidor para armazenar dados. Os *Satélites/Clientes* individuais apontam também para a base de dados principal no servidor para o armazenamento de dados. O *Hub* atribui características e seqüências particulares ao *Satélite/Cliente* específico. Os clientes mostram para seus usuários locais somente as características que foram atribuídas àquele *Satélite/Cliente*. Assim que o dado é lançado no *Satélite*, ele já se torna disponível para ser visto no *Hub*.

#### 2.4.2 Benefícios obtidos

É importante ressaltar que a implantação deste sistema estimula um envolvimento maior dos operadores. Com a implantação do *software* de controle estatístico de processo espera-se:

- Reduzir o tempo de geração de cartas e controle, pois os registros são feitos automaticamente;
- Melhorar a rastreabilidade, pois o *software* registra hora, data e lote entre outras informações automaticamente;
- Gerenciar o processo em tempo real;
- Maior confiabilidade dos dados, devido ao maior tamanho de amostra e freqüência de testes maiores.

Dessa forma, com a geração do CEP de forma automática, os operadores têm mais tempo para atuar no processo e os departamentos de qualidade, engenharia de processo e líderes de produção, mais tempo para avaliar estes dados. Com os dados sendo geradas *online*, as ações quando necessárias, são tomadas mais rapidamente, evitando perdas que normalmente ocorreriam em processos onde o CEP é gerado manualmente.

Para Ramos (1995) a utilização coletores de dados em tempo real e de *softwares* específicos para controle estatístico de processo minimiza a quantidade de cálculos e melhor visualização do processo, porém salienta que uma maior atenção deve ser dada ao planejamento de sua introdução na empresa, uma vez que a utilização de recursos adicionais, tais como coletores de dados, demandará uma maior carga de treinamento dos envolvidos para uma utilização correta e eficaz da ferramenta. Ramos (1995) salienta ainda que a implantação de CEP em tempo real, por se tratar de uma mudança de maior impacto que a causada pelo CEP convencional, pode gerar uma resistência maior pelos membros da equipe. Conseqüentemente, surge um grande potencial de conflito, que deve ser administrado com cautela.

## **2.5 Processamento de produtos empanados a base de frango**

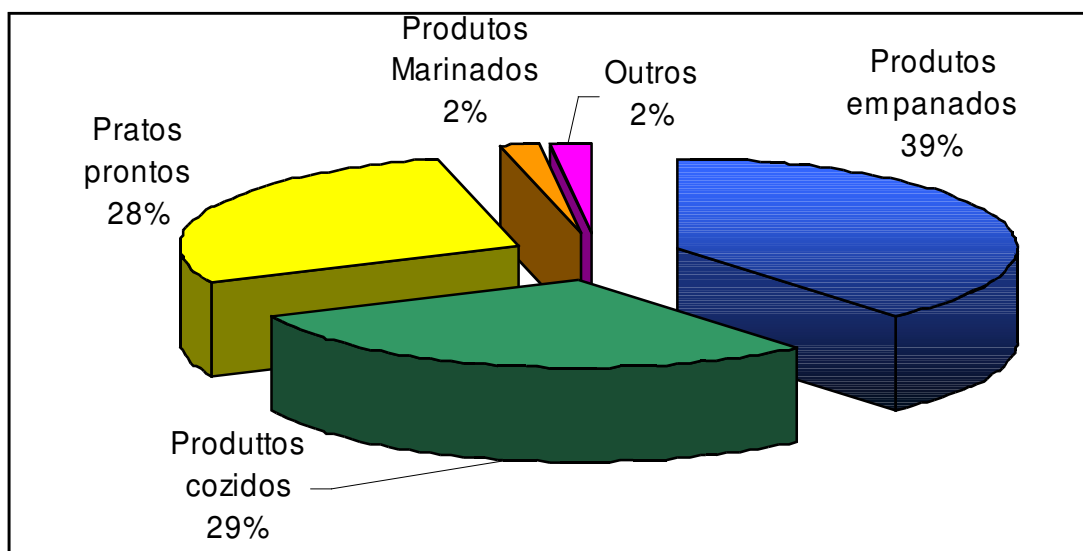
O mercado para alimentos empanados congelados está se expandindo rapidamente nos últimos anos. A habilidade para formular e aplicar diferentes tipos de empanamentos a diferentes tipos de alimentos tem sido o grande desafio deste mercado, devido a envolver não somente ciência e tecnologia, mas também arte para tornar os produtos cada vez mais atraentes. Para Sams (2001) a adição de valor ao processo de empanamento significa adicionar conveniência e variedade para os consumidores e ao mesmo tempo aumentar o portfólio de produtos da unidade produtora.

### **2.5.1 Informações sobre mercado europeu**

As tendências chave no mercado de produtos empanados estão associadas a um maior poder aquisitivo e desejo de alimentos mais saudáveis e saborosos. De acordo com Yamazaky (2006) a disseminação de uma cultura onde tempo é considerado como algo valioso, fez com as pessoas passassem a ter menos tempo preparando os alimentos. O sucesso de produtos empanados a base de frango tem se baseado na contínua busca de hábitos alimentares mais saudáveis e em direção a refeições menores e mais freqüentes, além do consumidor se sentir mais atraído por alimentos com novos formatos, tamanhos e sabores.

O mercado de produtos empanados a base de frango mostrou um significativo crescimento desde 1978 quando comparado com outros tipos de carnes empanadas

(frutos do mar e carnes vermelhas) e vegetais. Este crescimento praticamente dobrou de 1978 a 1988 (KULP,1996), ao passo que para o mercado de aves processadas na Europa cresceu cerca de 17 % nos últimos quatro anos (YAMAZAKY, 2006). A importação do mercado europeu por produtos a base de frango passou de 7 % para 20 % nos últimos 10 anos (YAMAZAKY, 2006), onde foram importados principalmente produtos a base de frango da Tailândia e Brasil. Para o Mercado europeu, principalmente o Reino Unido, os produtos a base de frango representam 30 % do consumo de carne (YAMAZAKY, 2006). A apresentação da Figura 7 sugere as tendências de consumo de alimentos do mercado europeu.



**FIGURA 7** - Tendência de mercado europeu na área de alimentos (YAMAZAKY, 2006, p.18)

Outra característica importante observada nos hábitos de consumo dos europeus deve-se ao fato do consumidor dar preferência por pratos que possam ser cozidos (preferencialmente no forno) juntamente com ingredientes do dia a dia.

De um modo geral para Kulp (1996), as necessidades nutricionais dos consumidores estão relacionadas a quatro razões básicas:

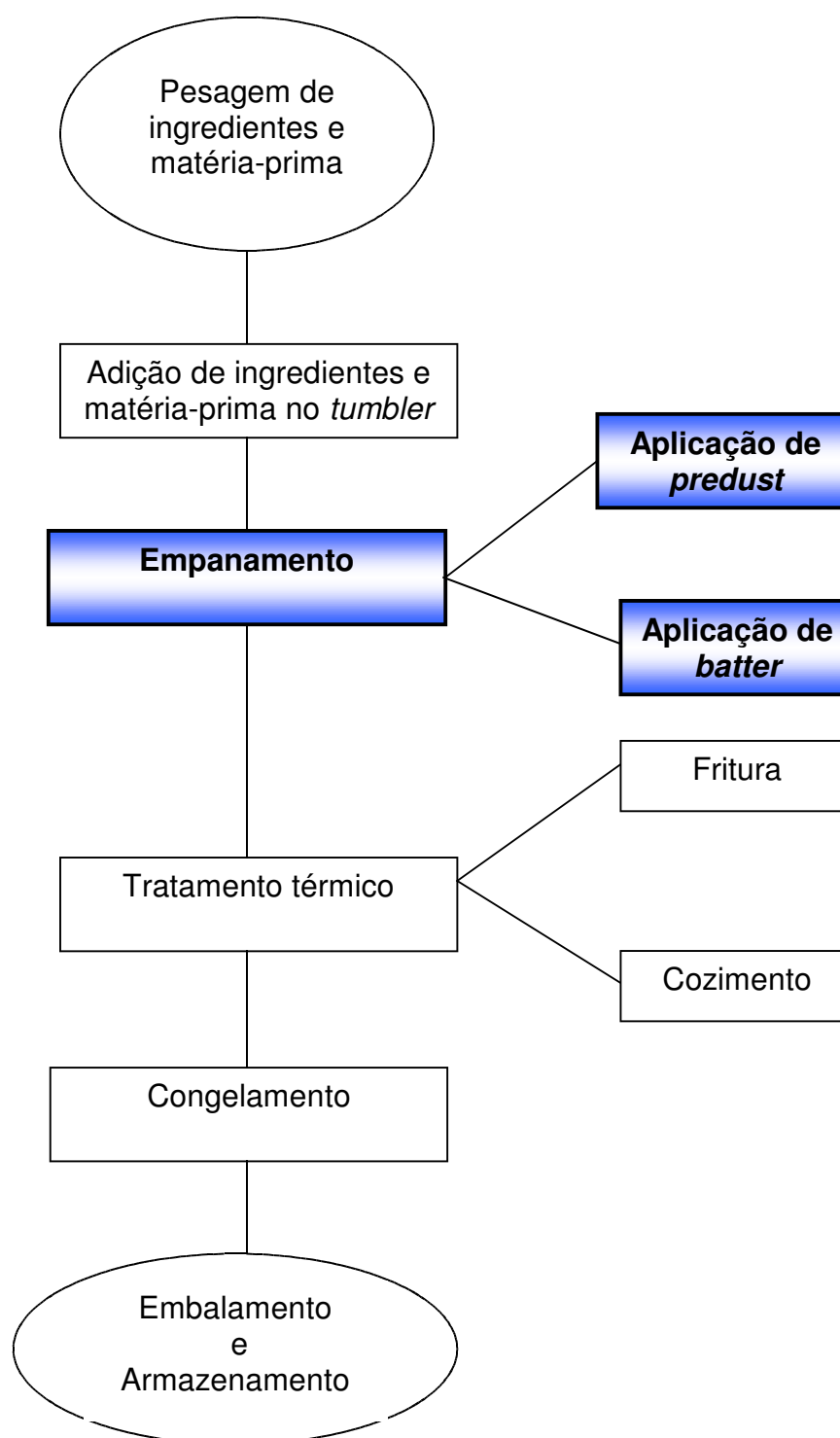
- Adaptação a um novo estilo de vida;
- Ocasão/consumo: Frequência de consumo associada à conveniência, economia de tempo e satisfação;
- Hábitos saudáveis e necessidades nutricionais: Considerações referentes a condições cardíacas, perda de peso e pressão alta;
- Aparência: baseados na idade, *status*, economia e locação.

Apesar destas considerações, o futuro do mercado de produtos empanados no mundo é e continuará sendo fortemente influenciado pelo sabor. O sucesso da expansão da indústria irá depender da identificação das necessidades do consumidor e da habilidade para atendê-las.

### 2.5.2 Sistema de empanamento

O processamento de cortes de frango empanados (Figura 8) é apresentado sucintamente a seguir:

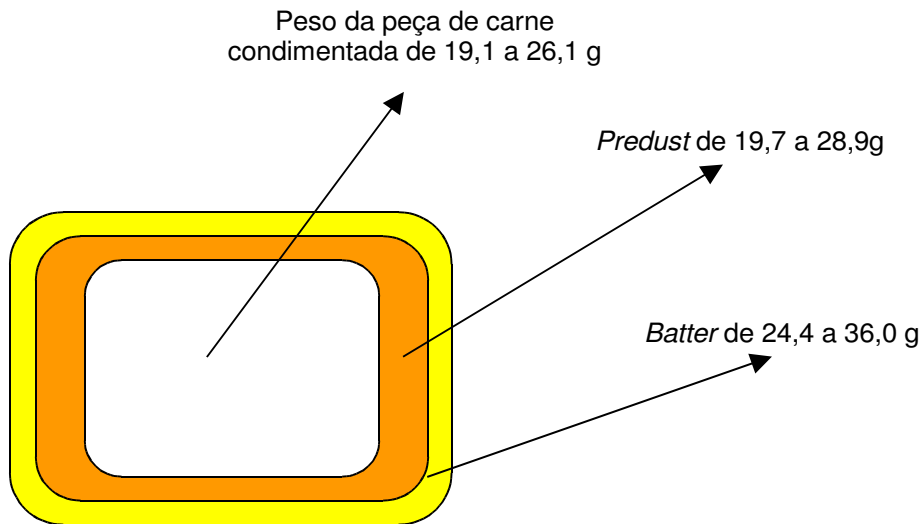
- a) **Formulação:** Pesagem de ingredientes (condimentos e aditivos) e matéria-prima (carne cortada em cubos);
- b) **Tumbleamento:** Adição de condimentos e aditivos a carne e posterior processo de mistura e massageamento do produto em tanques de inóx (*tumbler*) com temperatura controlada. Cada *tumbleamento* caracteriza um lote. Após a mistura o produto segue para o processo de aplicação do empanamento (aplicação de *predust e batter*);
- c) **Predust:** Farinha a base de amido, com a função de preparar a carne para receber o *batter* e aplicado à matéria-prima condimentada;
- d) **Batter:** Composto de farinhas termicamente tratadas, amidos, gomas, agentes levedantes, proteínas e condimentos misturadas em água e aplicado após *predust*. Após a aplicação de *batter* o produto segue para tratamento térmico (fritura e cozimento);
- e) **Fritura:** Etapa onde o produto é submetido a uma fritura rápida antes de seguir para o cozimento, visando atingir a cor desejada sem perder a textura (aproximadamente 190 °C por cerca de 30 s);
- f) **Cozimento:** Etapa onde o produto será submetido a um processo de cocção (cerca 10 minutos 160°C);
- g) **Congelamento:** Processo de congelamento a cerca de -18 °C;
- h) **Embalagem:** Etapa onde é realizada a embalagem automática em pacotes de 15 kg e posteriormente acondicionadas em caixas. Essas caixas serão armazenadas em paletes de 500 kg em câmaras refrigeradas.



**FIGURA 8** - Fluxograma processo marinado empanado (autora da pesquisa)

Os empanamentos devem ser empregados dentro da faixa especificada, sendo que o peso da carne depois de condimentada deve atender o limite inferior (LIE) e superior da especificação técnica (LSE). Para peso inicial estes limites

devem ser de 19,1 a 26,1 g, após aplicação de *predust* deve ter de 19,7 a 28,9 g, após *batter* de 24,4 a 36,0 g, conforme ilustra a Figura 9.



**FIGURA 9** – Etapas de empanamento (autora da pesquisa)

A aplicação dos empanamentos fora dos limites especificados pode descaracterizar o sabor e as características físico-químicas do produto, além de provocar um consumo excessivo de ingredientes e peças acima ou abaixo do peso.

### 3 METODOLOGIA

De acordo com Gil (1999) a ciência tem como objetivo chegar à veracidade dos fatos, porém o que torna o conhecimento científico distinto dos demais é que tem como característica fundamental a sua acuracidade, bem com identificar o método que possibilitou chegar a esse conhecimento. Para Becker (1997), metodologia é o estudo do método, ou seja, estudar os métodos de fazer pesquisa e de tentar aperfeiçoar estes métodos através da investigação fundamentada.

Pode-se definir pesquisa como o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico, tendo como objetivo principal descobrir problemas mediante o procedimento científico e permitindo a obtenção de novos conhecimentos. A metodologia utilizada no presente trabalho será baseada na definição de pesquisa e processo de pesquisa, onde de acordo com Gil (1999) o presente trabalho classifica-se como uma pesquisa aplicada, por decorrer de razões de ordem prática estando menos voltada para o desenvolvimento de teorias e à aplicação dos conhecimentos adquiridos.

Quanto à natureza, pode-se classificar esta dissertação como quantitativa, visto que se caracteriza pelo emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto ao tratamento delas por meio de técnicas estatísticas e quanto ao método pode-se classificar como um estudo de caso visto que se define pelo estudo de um objeto, de maneira a permitir conhecimento amplo e detalhado do mesmo, fundamentado na idéia de que análise de uma unidade de determinado universo possibilita a compreensão da generalidade do mesmo (GIL, 1999).

Este capítulo apresenta a metodologia a ser utilizada no trabalho, dando ênfase aos seus aspectos gerais, estruturação e às ferramentas utilizadas na aplicação e no acompanhamento das suas diferentes etapas, sendo sua importância fundamentada em servir como base para definir os passos em direção aos objetivos estabelecidos no início deste trabalho.

Nos capítulos de um a dois foram apresentados uma breve introdução e conceitos de gestão por processos, *lean manufacturing*, controle estatístico de processo *online* e processamento de produtos empanados a base de frango, buscados em literaturas especializadas a partir de uma revisão bibliográfica em

livros, revistas, artigos e outros, visando o aprofundamento dos temas propostos e que serão utilizados para a aplicação e desenvolvimento do modelo proposto.

### **3.1 População do estudo**

A pesquisa foi realizada durante a produção de peito empanado de frango destinado à exportação para o mercado europeu. Para efeitos de elaboração desse trabalho foi estudado o subprocesso empanamento, conforme destacado na Figura 8, através da mensuração de 25 subgrupos com 2 medidas cada, onde realizou-se a pesagem de 4 peças (pesadas ao mesmo tempo), a cada 60 minutos, em uma empresa de produtos empanados. No estudo foi comparado o resultado do monitoramento realizado antes e depois da implantação do sistema de gestão por processos e *lean manufacturing* associado a CEP *online*. A avaliação do desempenho do processo foi realizada na etapa antes de iniciar o processo de empanamento (peso inicial) e nas etapas de aplicação de *predust* e *batter*. Os resultados das medições do processo foram realizados em três lotes de produção diferentes em função da dificuldade de realizar a amostragem e da quantidade insuficiente de dados gerados em uma única produção. As informações coletadas estão apresentadas nas tabelas 1 e 2, onde na Fase 1 os dados foram coletados antes da implantação do sistema de gestão e na Fase 2 representam os dados coletados após a implantação do novo sistema de gestão.

### **3.2 Local e estratégia do estudo**

Este é um estudo de caso que foi realizada em uma empresa de alimentos na área de empanados a base de frango, pioneira na exportação de carne de frango para a Europa, e que comercializa produtos empanados para mais de 70 países, sendo a terceira maior exportadora brasileira destes produtos. O fator observado pela pesquisa foi à verificação das curvas de distribuição através dos gráficos de controle e índices de capacidade.

### **3.3 Coleta de dados**

Para a coleta de informações antes da implantação da coleta *online* foi realizada em um formulário (ANEXO C) relativa às variáveis do estudo: peso inicial, peso após aplicação de *predust* e peso após aplicação de *batter*, através da



mensuração da média de quatro peças pesadas ao mesmo tempo, com tamanho de amostra ( $k$ ) igual a 25 e  $n = 2$  de cada lote produzido (a cada *tumbleamento*). Inicialmente os operadores responsáveis por essa etapa do processo realizavam a pesagem das amostras e anotavam manualmente os dados nos formulários. Após a implantação da coleta *online*, os dados passaram a ser digitados em *palm-top* ao final de cada pesagem.

### **3.4 Aspectos gerais da metodologia**

A metodologia desenvolvida neste trabalho é composta por duas situações de pesquisas distintas, porém inter-relacionadas, conforme mostrado na Figura 1.

A primeira situação da pesquisa corresponde à coleta manual dos dados, onde as amostras eram pesadas em intervalos previamente definidos, onde o único instrumento utilizado para nortear as ações dos operadores eram os limites de peso descritos na especificação técnica do produto.

A segunda situação da pesquisa corresponde ao foco principal do estudo, onde além dos limites de peso indicadas na especificação técnica, foi feita a ligação entre as áreas do conhecimento, utilizando os princípios da gestão por processos e *lean manufacturing* associado ao CEP para ser aplicada à indústria de produtos empanados a base de frango, a fim de proporcionar a busca pela qualidade e possibilitar a criação de um sistema para ser aplicado à indústria de alimentos.

A avaliação dos dados realizou-se através de um estudo comparativo, entre os dados gerados antes e após a implantação do novo sistema de gestão. A investigação consta da definição da amostra, coleta dos dados, interpretação dos dados e análise estatística. De posse desses resultados foi sugerida a melhoria no processo.

## **4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **4.1 Primeira situação de pesquisa – Avaliação do sistema de coleta e análise de dados antes da implantação do novo sistema de gestão**

A primeira situação da pesquisa consistiu em descrever o sistema de produção e coleta de dados antes da implantação do novo sistema de gestão, ou seja, antes da implantação dos principais conceitos de gestão por processos e *lean manufacturing* associado ao CEP *online*. A partir dos limites definidos em especificação técnica do produto empanado, o operador responsável pela etapa de empanamento foi orientado pelo supervisor de produção da necessidade de atender os limites impostos pela especificação técnica, onde se enfocava apenas o atendimento dos padrões de peso para cada etapa (peso inicial, aplicação de *predust* e *batter*), sem fazer nenhuma menção as necessidades dos clientes internos e cliente final. Ao final de cada pesagem o operador preenchia o formulário conforme apresentado no ANEXO C e esses formulários eram assinados e arquivados pelo supervisor responsável ao final de cada turno de produção. Neste período não eram realizadas análises de desempenho da produção ou qualquer preocupação em quantificar os momentos onde o processo se manteve fora de controle.

As amostras eram pesadas antes e após a aplicação de *predust*, sendo realizada a pesagem de uma amostra a cada lote e a análise dos dados era feita ao final de cada pedido pelo controle de qualidade (o pedido poderia levar mais de 30 dias para ser concluído) e os problemas nem sempre eram tratados com o mesmo rigor.

Os dados referentes à pesquisa nesta primeira fase (Fase 1) encontram-se na Tabela 1: Monitoramento realizado antes da implantação do novo sistema de gestão (Fase 1) e os gráficos gerados estão ilustrados nas Figuras 10 a 15. Os dados de capacidade, média e desvio - padrão estão apresentados nas Tabelas 3 e 4.

### **4.2 Segunda situação de pesquisa - Avaliação do sistema de coleta e análise de dados após a implantação do novo sistema de gestão**

A criação do sistema de gestão que envolve conceitos de gestão por processos e *lean manufacturing* associado ao CEP *online*, aplicados na produção de produtos empanados a base de frango será fundamentada na metodologia proposta

por e Hines e Taylor (2000), Campos (2003), Womack e Jones (2004) e Maranhão (2004).

Através da união dos pontos mais importantes do sistema proposto na gestão por processos e *lean manufacturing*, foram identificados os objetivos do processo chave e criadas etapas de implantação, que consistem na técnica de dar foco às necessidades do cliente, atender requisitos do planejamento estratégico da organização, coleta de dados *online* e diminuição de desperdícios.

As fases da metodologia ocorreram em seis etapas baseadas na proposta de Rotondaro (2004) e Hines e Taylor (2000) resumida em:

Etapa 1 : Identificação do processo chave e do dono do processo”;

Etapa 2 : Identificação dos processos críticos e requisitos do cliente;

Etapa 3 : Análise do processo atual;

Etapa 4 : Redesenho do processo e implementação das melhorias identificadas;

Etapa 5 : Gerenciamento dos processos e verificação dos indicadores;

Etapa 6 : Normatização e melhoria contínua.

#### 4.2.1 Etapa 1 – Identificação dos processos - chave

A primeira etapa constituiu em identificar os processos a serem melhorados. Os processos foram selecionados tendo por base as prioridades estabelecidas pela organização oriundas do planejamento estratégico ou de oportunidades identificadas que tenham impacto sobre o cliente e sobre a organização. Foram identificados como processos-chave conforme definido no Quadro 3.

A implantação do novo sistema de gestão foi feita mediante treinamento de todos os envolvidos diretos nos processos-chave. A partir das discussões e reuniões, com toda a equipe e alta gerência, foi designado um membro do controle de qualidade da empresa para ser o “dono do processo”, cuja incumbência principal era realizar treinamentos e orientações a toda equipe com foco nos requisitos especificados pelo cliente e evitar desperdícios. As principais características que o “dono do processo” deveria possuir eram: poder de decisão, liderança, conhecimento técnico sobre o processo e bom relacionamento entre os membros da equipe nos níveis gerenciais e de “chão de fábrica”.

Foi criado um formulário para documentar as melhorias, modificações e observações ocorridas durante a implantação (ANEXO D).

Dessa forma obteve-se o entendimento necessário sobre as estratégias da organização, sendo que estas compreenderam alto desempenho dos processos (produzir mais e melhores produtos com menores perdas) e foco no cliente (diminuir variação de peso entre as peças). Essa etapa é a base para o desenvolvimento das demais tarefas.

**QUADRO 3** – Classificação de processos e subprocessos referentes à etapa de produção

<b>Processos chave</b>	<b>Subprocessos</b>
Produtos formados empanados ( <i>Nuggets e Steak</i> )	Formulação e pesagem de ingredientes e matéria-prima, mistura dos ingredientes e matéria-prima (misturadoras), formagem, empanamento, fritura, cozimento, congelamento e embalagem
Produtos assados, cozidos e Pré-fritos/cozidos	Formulação e pesagem de ingredientes e matéria-prima, mistura dos ingredientes e matéria-prima ( <i>tumbleamento</i> ), fritura e/ou cozimento, congelamento e embalagem
Produtos marinados empanados	Formulação e pesagem de ingredientes e matéria-prima, mistura dos ingredientes e matéria-prima ( <i>tumbleamento</i> ), empanamento, fritura, cozimento, congelamento e embalagem

Fonte: autora da pesquisa

#### 4.2.2 Etapa 2 – Identificação dos subprocessos críticos e requisitos dos clientes

Nesta etapa se fez necessário o levantamento dos requisitos dos clientes com relação aos produtos oferecidos pelo processo, de forma que o trabalho pudesse ser realizado com as saídas necessárias e dentro dos padrões exigidos. Para efeitos desta dissertação foi estudado o processo-chave referente à produção de marinados empanados e o subprocesso de empanamento do produto (aplicação de *predust* e *batter*), visto que a etapa de empanamento é primordial para garantir peças com peso uniforme (sem grandes variações) e sem falhas.

#### 4.2.3 Etapa 3 – Análise do processo atual

Durante a terceira etapa, que compreende a análise do processo atual e identificação das oportunidades de melhoria, foram identificados os controles realizados durante a produção e feita uma análise crítica sobre os controles que realmente são importantes e os que podem ser excluídos ou realizados em um

espaço de tempo menor, tendo como base os requisitos do cliente, o desempenho destas atividades. A pesagem das peças era feita com a avaliação de uma unidade de cada lote antes e após a aplicação dos empanamentos. Passou-se a pesar duas unidades de cada lote, pois Ramos (2002) recomenda adotar amostras maiores do que um para tornar os gráficos de controle mais sensíveis na detecção de causas especiais do que quando utilizado apenas amostras unitárias. Outra melhoria implantada foi à análise dos dados gerados ao fim de cada dia de produção. Deste modo os pontos de melhoria ou problemas observados são repassados ao “dono do processo” e a supervisão de produção de cada área (supervisor da área de empanamento/cozimento, congelamento e expedição/embalagem), implicando em uma ação mais rápida e eficaz na detecção de não conformidades e divulgação das melhorias observadas. Com essa sistemática de análise (após cada produção), pôde-se identificar também os turnos que apresentam melhores resultados ou que estão com dificuldades em atingir os requisitos especificados, além de ter uma visão sistêmica do processo e agilizando a comunicação entre os departamentos através da criação de reuniões semanais e divulgação dos resultados diariamente.

#### 4.2.4 Etapa 4 – Redesenho do processo e implantação das melhorias identificadas

A quarta etapa compreendeu o redesenho do processo e implantação das melhorias identificadas. Durante essa etapa realizou-se a divulgação do novo processo e executou-se uma capacitação para todos os envolvidos.

#### 4.2.5 Etapa 5 – Gerenciamento do processo e verificação dos indicadores

Durante esse gerenciamento verificaram-se novas oportunidades de melhoria do processo, iniciando-se um novo ciclo de melhoria através do estabelecimento dos indicadores de qualidade e divulgação desses números a toda equipe de supervisão e operacional. Nesta etapa foi realizado também um estudo comparativo do processo após as melhorias implantadas na etapa 4 com os dados coletados antes da implantação do novo sistema de gestão (coleta manual). Os dados coletados durante a pesquisa estão mostrados na Tabela 2. Os índices de capacidade, média e desvio padrão (sigma) estão apresentados nas Tabelas 3 e 4 e os gráficos gerados estão ilustrados nas Figuras 16 a 21.

#### 4.2.6 Etapa 6 – Normatização e melhoria contínua

O “dono do processo” efetuou as modificações através do consenso da equipe de produção, revisão da especificação técnica e procedimentos operacionais do produto e implantação de treinamentos semanais aos operadores, de modo a proporcionar maior autonomia na solução de problemas e propostas de melhorias entre equipes operacionais, supervisores e setor da qualidade.

### 4.3 Discussão dos resultados

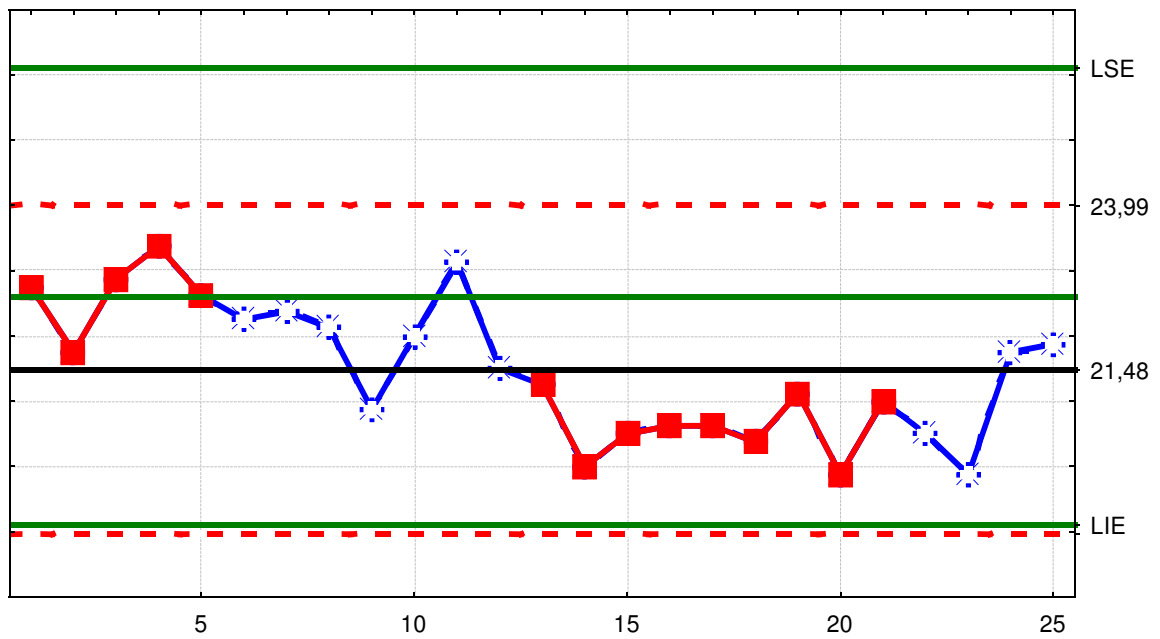
Foi proposto comparar o processo produtivo de produção de frango empanado, descrito na primeira situação de pesquisa, com o novo sistema de gestão, ou seja, utilização dos principais pontos estabelecidos pela gestão por processos e *lean manufacturing* associado ao CEP *online*, relatado na segunda situação da pesquisa, através de mensurações das variáveis do estudo e da interpretação dos gráficos de controle e índices de capacidade. Para a realização desta comparação, os dados coletados manualmente na primeira fase, foram posteriormente digitados para construção dos gráficos de controle e determinação dos índices de capacidade. Nesta fase foram calculados também os índices de capacidade, média e desvio-padrão para os gráficos x-barra (Tabela 3) e média e desvio - padrão para os gráficos R de cada fase (Tabela 4). Para interpretação dos gráficos de controle foram utilizadas as regras de decisão para detectar padrões não aleatórios de comportamento nos gráficos de controle.

Nos gráficos de controle apresentados (Figura 10 a 21), as linhas “cheias” em verde, representam o limite superior de controle da especificação técnica (LSE), limite inferior de especificação técnica (LIE) e linha central da especificação técnica, ao passo que as linhas “cheias” em preto são marcadas entre os pontos plotados no gráfico. As linhas tracejadas são os limites superiores e limites inferiores de controle. Os pontos marcados no gráfico com quadrados vermelhos referem-se aos pontos onde o processo se apresentou fora de controle estatístico. Os pontos marcados por asteriscos são os momentos onde o processo se manteve sob controle estatístico.

**Tabela 1** - Monitoramento realizado antes da implantação do novo sistema de gestão (Fase1)

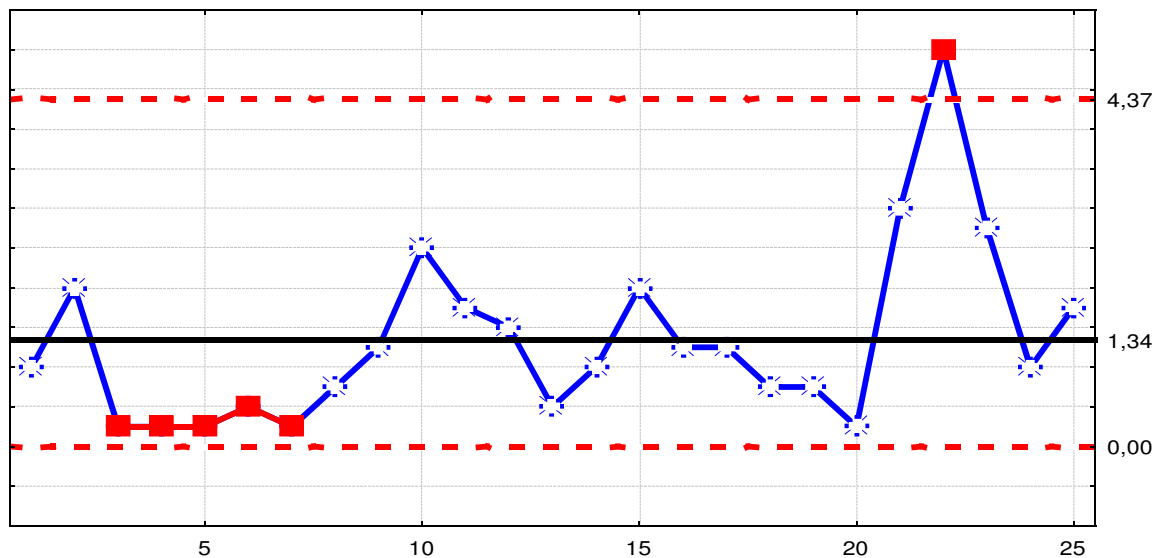
n	Peso inicial (antes do empanamento)			Peso <i>predust</i>			Peso <i>batter</i>		
	$X_1$	$X_2$	$\bar{X}$	$X_1$	$X_2$	$\bar{X}$	$X_1$	$X_2$	$\bar{X}$
1	23,25	22,25	22,75	25,50	24,00	24,75	30,00	28,50	29,25
2	22,75	20,75	21,75	25,00	22,50	23,75	30,00	26,00	28,00
3	23,00	22,75	22,88	24,75	24,75	24,75	27,50	30,75	29,13
4	23,50	23,25	23,38	25,50	25,25	25,38	30,00	29,75	29,88
5	22,50	22,75	22,63	24,50	24,50	24,50	29,75	29,75	29,75
6	22,50	22,00	22,25	24,50	24,00	24,25	29,50	28,25	28,88
7	22,50	22,25	22,38	24,25	24,00	24,13	27,25	27,25	27,25
8	22,50	21,75	22,13	24,25	23,50	23,88	27,50	26,25	26,88
9	21,50	20,25	20,88	23,25	22,00	22,63	27,75	27,00	27,38
10	23,25	20,75	22,00	25,00	22,50	23,75	32,50	29,50	31,00
11	22,25	24,00	23,13	24,25	26,25	25,25	31,75	30,00	30,88
12	20,75	22,25	21,50	22,50	23,50	23,00	28,25	30,50	29,38
13	21,00	21,50	21,25	22,00	23,50	22,75	26,50	30,50	28,50
14	20,50	19,50	20,00	21,75	21,00	21,38	26,75	23,75	25,25
15	21,50	19,50	20,50	23,25	21,25	22,25	27,75	25,50	26,63
16	20,00	21,25	20,63	21,75	23,00	22,38	26,00	27,50	26,75
17	20,00	21,25	20,63	21,75	23,00	22,38	26,25	27,00	26,63
18	20,75	20,00	20,38	22,50	21,75	22,13	26,75	25,50	26,13
19	20,75	21,50	21,13	22,50	23,25	22,88	27,00	27,25	27,13
20	19,75	20,00	19,88	21,50	21,75	21,63	24,25	24,50	24,38
21	22,50	19,50	21,00	24,50	21,00	22,75	27,50	26,75	27,13
22	23,00	18,00	20,50	25,00	19,50	22,25	31,50	24,50	28,00
23	21,25	18,50	19,88	23,00	20,25	21,63	28,50	25,75	27,13
24	21,25	22,25	21,75	23,00	24,25	23,63	28,75	30,25	29,50
25	21,00	22,75	21,88	22,75	24,50	23,63	27,75	29,75	28,75

Pela apresentação do gráfico x-barra para peso inicial de peito empanado (Figura 10), observa-se que quatro das cinco primeiras amostras estão na Zona B (linha 2 Sigma) e nove pontos abaixo da linha central (amostras de 13 a 21). Esses pontos fora de controle estatístico podem ser reflexos de peças de carne cortadas muito próximo do limite da especificação técnica, uma vez que antes da implantação do novo sistema de gestão, o critério adotado para o corte das peças era o atendimento da especificação técnica, porém não havia uma preocupação em se procurar atingir o peso médio estabelecido.



**FIGURA 10** - Gráfico X-barra para peso inicial (Fase 1)

Pela apresentação do gráfico R (Figura 11), quatro das cinco amostras estão na Zona B e foi identificado um ponto fora dos limites de controle, mostrando que o processo não está sob controle estatístico.

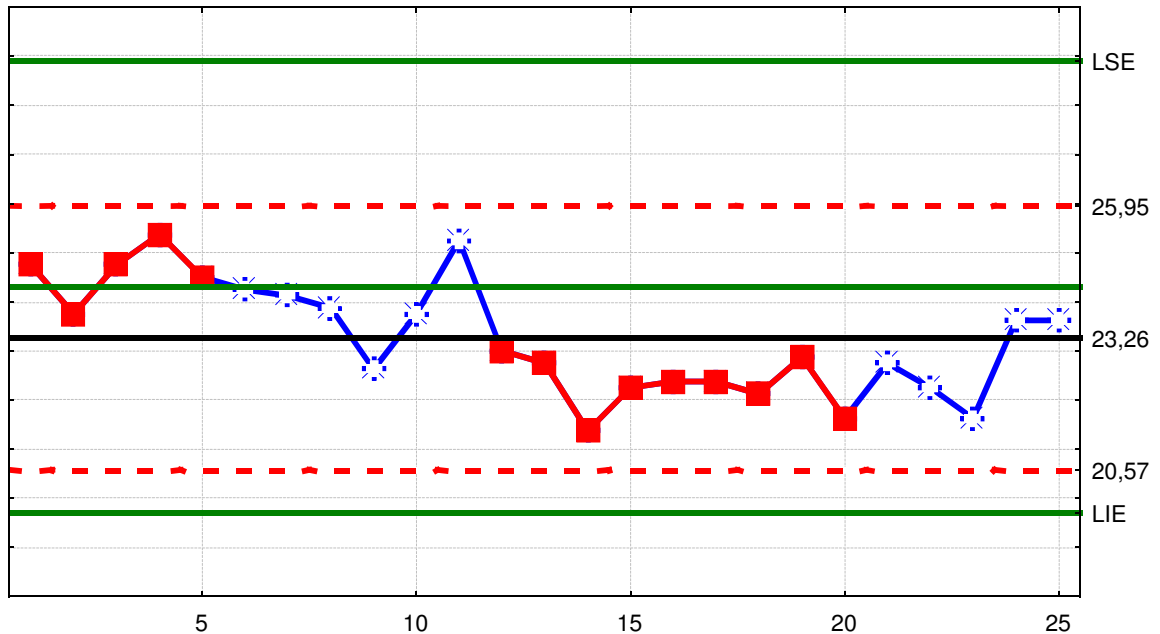


**FIGURA 11** - Gráfico R para peso inicial (Fase 1)

Pela apresentação do gráfico x-barra para peso *predust* (Figura 12), observa-se que quatro das cinco primeiras amostras estão na Zona B (linha 2 Sigma) e nove pontos estão abaixo da linha central (amostras de 12 a 20). Essa etapa do



empanamento é um reflexo direto da etapa anterior, ou seja, se a matéria-prima apresenta um corte fora de especificação, provavelmente as etapas de empanamento seguinte serão diretamente influenciadas.



**FIGURA 12** - Gráfico X-barra para peso *predust* (Fase 1)

Para o gráfico de amplitude do peso *predust* (Figura 13), quatro de cinco amostras (amostras 3 a 7) estão na Zona B e também foi identificado um ponto fora dos limites de controle para o Gráfico R (amostra 22). Observa-se desta forma que o gráfico de amplitude apresenta um comportamento muito semelhante ao gráfico de amplitude para peso inicial (Figura 11).

De acordo com a Figura 14 referente à etapa de aplicação de *batter*, identificou-se que duas das três amostras (amostras 9 a 11) estão próximas da linha 3 sigma e quatro de cinco amostras estão além da linha 2 sigma (amostras de 13 a 17). Observa-se também que para o gráfico de amplitude (Figura 15) foi encontrado um ponto fora da linha de controle (amostra 22). A maior ou menor adesão do *batter* na etapa de empanamento é diretamente influenciada pela quantidade de *predust* aplicada na etapa anterior.

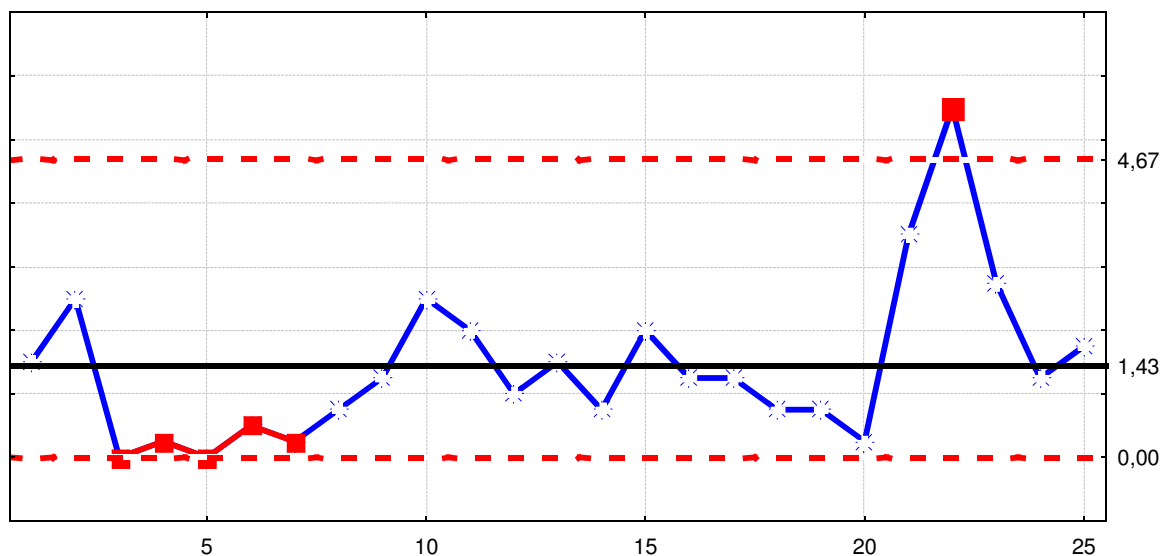


FIGURA 13 - Gráfico R para peso *predust* (Fase 1)

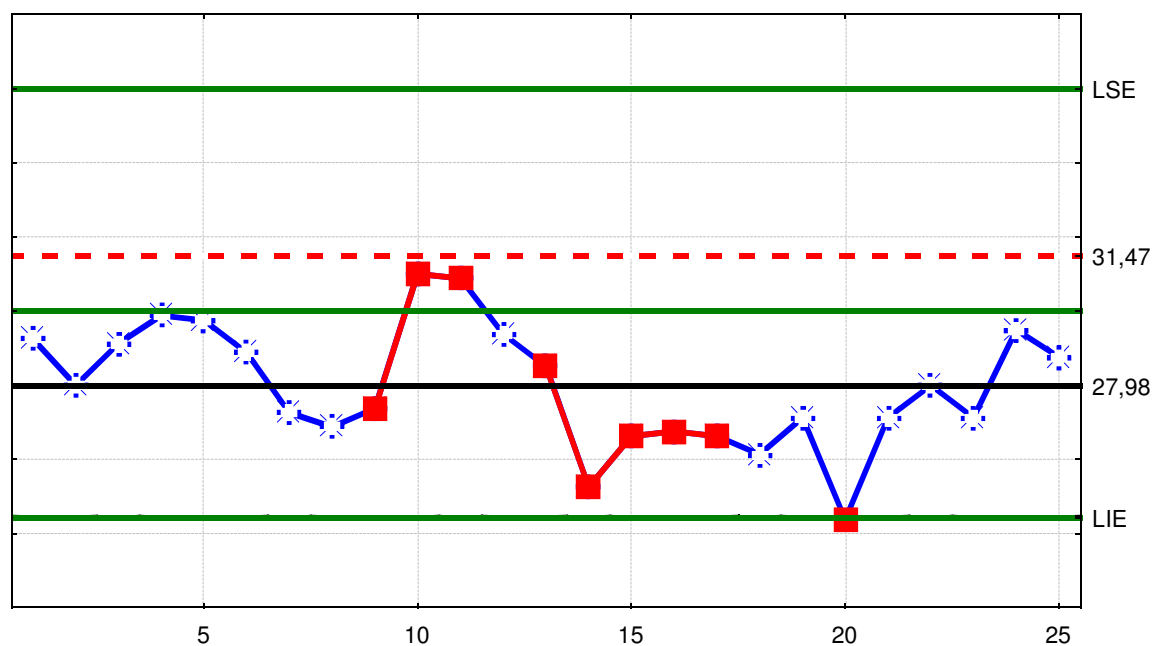
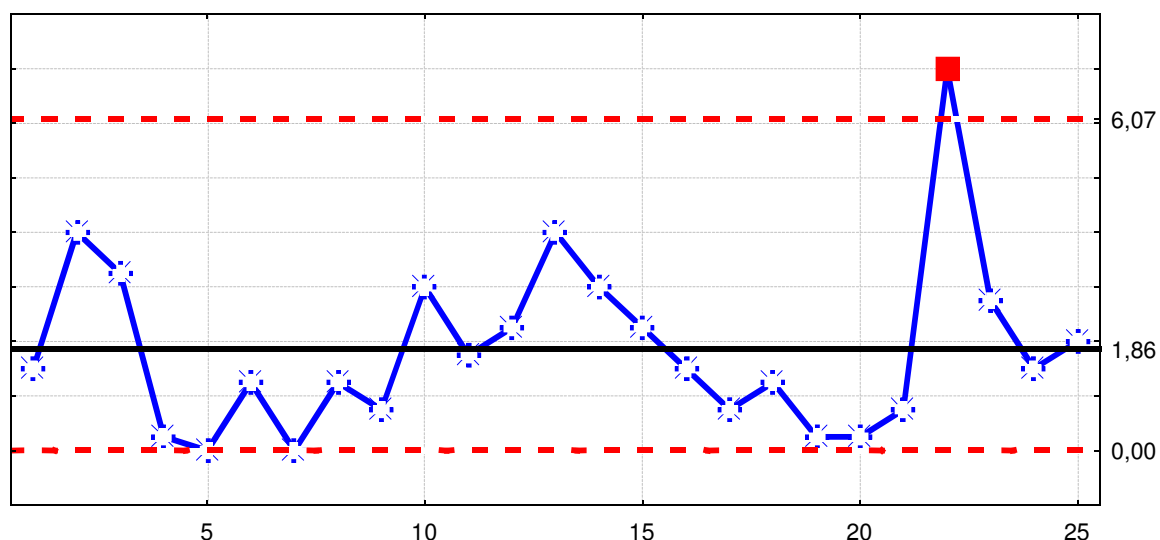


FIGURA 14 - Gráfico x-barra para peso *batter* (Fase 1)

Deste modo, ficou evidenciado pela análise dos gráficos (Figura 10 a 15) que as etapas de empanamento permaneceram abaixo da linha média central e próxima dos limites inferiores de especificação técnica, gerando peças pequenas podendo criar um descontentamento do cliente.



**FIGURA 15** - Gráfico R para peso *batter* (Fase 1)

Na quinta etapa de implantação do sistema proposto, foi realizado um comparativo do processo antes e após a implantação do novo sistema de gestão. Os dados referentes à pesquisa encontram-se na Tabela 2 e os gráficos gerados estão ilustrados nas Figuras 16 a 21.

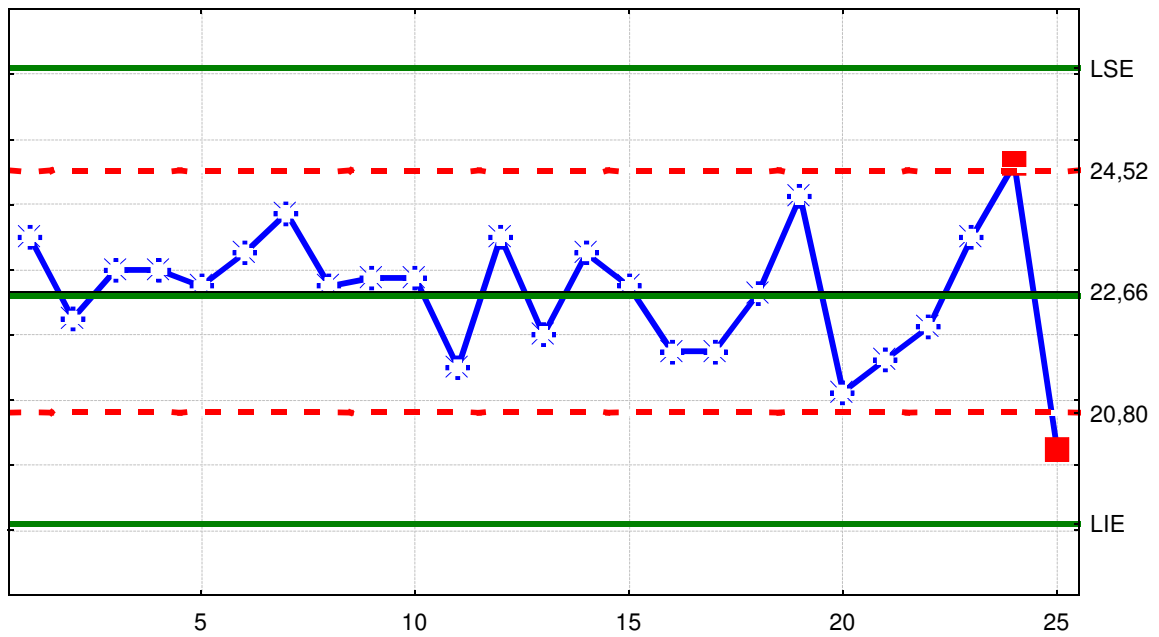
Na Figura 16 percebe-se que algum transtorno ou distúrbio atingiu o processo em torno das amostras 24 e 25. Isto fica evidenciado quando se observam nas Figuras 18 e 20, os pontos correspondentes à amostra 24. Esse é um forte sinal de que uma ação corretiva é necessária no subprocesso avaliado no gráfico da Figura 16. Deve-se encontrar e eliminar a causa básica deste distúrbio, obtendo-se assim uma melhoria considerável de todo o processo.

Para o gráfico R (Figura 17), referente ao peso inicial das peças, o processo mostra-se sob controle, visto que a variabilidade é aceitável.

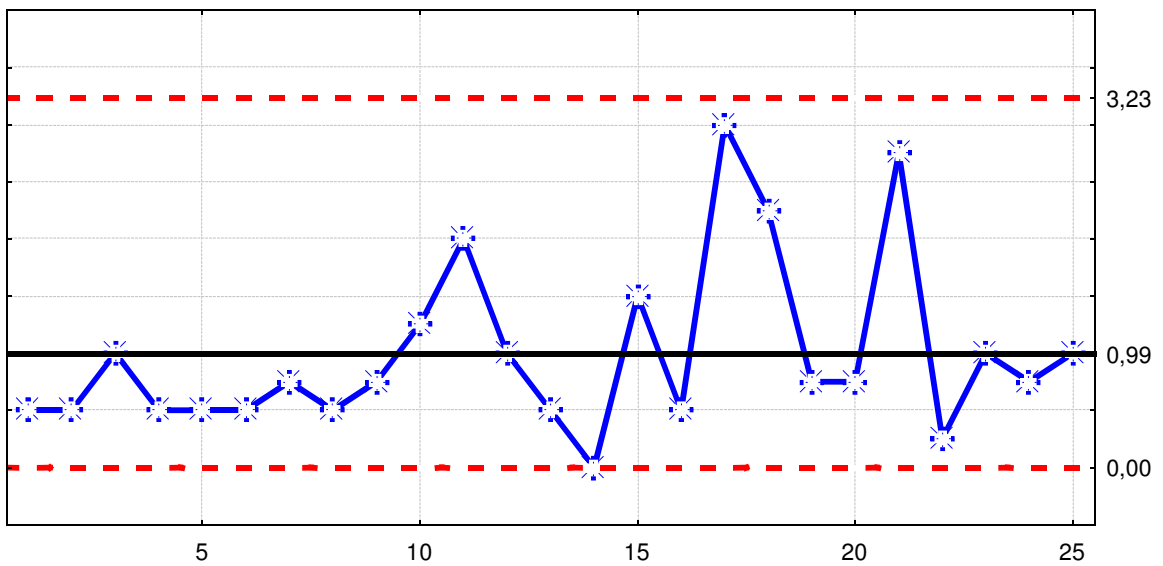
Avaliando o gráfico x-barra para peso *predust* (Figura 18) observou-se que duas de três amostras estão muito próximas dos limites de controle (amostras 19 a 21) e uma amostra fora dos limites de controle (amostra 24) (conforme apresentado na Figura 16), porém não foram evidenciadas amostras fora dos limites de especificação técnica.

**Tabela 2** - Monitoramento realizado após a implantação do novo sistema de gestão (Fase 2)

N	Peso inicial			Peso <i>predust</i>			Peso <i>batter</i>		
	(antes do empanamento)								
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	$\bar{X}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	$\bar{X}$	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	$\bar{X}$
1	23,25	23,75	23,50	25,00	25,50	25,25	35,00	34,25	34,63
2	22,00	22,50	22,25	23,75	24,00	23,88	33,25	31,50	32,38
3	23,50	22,50	23,00	24,75	24,00	24,38	32,50	31,50	32,00
4	23,25	22,75	23,00	24,75	24,50	24,63	32,25	33,25	32,75
5	23,00	22,50	22,75	24,50	24,00	24,25	33,75	32,25	33,00
6	23,00	23,50	23,25	24,50	25,00	24,75	33,00	33,75	33,38
7	23,50	24,25	23,88	24,75	26,25	25,50	32,25	33,00	32,63
8	22,50	23,00	22,75	24,00	24,75	24,38	30,00	31,00	30,50
9	23,25	22,50	22,88	24,75	24,00	24,38	31,25	31,25	31,25
10	22,25	23,50	22,88	23,50	25,00	24,25	30,75	32,75	31,75
11	20,50	22,50	21,50	21,75	24,00	22,88	29,00	31,50	30,25
12	23,00	24,00	23,50	25,00	25,00	25,00	32,75	32,75	32,75
13	22,25	21,75	22,00	23,75	23,00	23,38	32,75	30,00	31,38
14	23,25	23,25	23,25	24,75	24,50	24,63	32,50	30,50	31,50
15	23,50	22,00	22,75	24,50	24,25	24,38	31,50	31,25	31,38
16	21,50	22,00	21,75	22,25	23,00	22,63	31,25	30,25	30,75
17	23,25	20,25	21,75	24,75	21,50	23,13	32,50	29,50	31,00
18	21,50	23,75	22,63	23,25	25,25	24,25	30,75	32,75	31,75
19	23,75	24,50	24,13	25,25	25,25	25,25	31,25	31,75	31,50
20	21,50	20,75	21,13	23,50	22,25	22,88	30,25	32,25	31,25
21	23,00	20,25	21,63	24,50	21,25	22,88	35,25	30,00	32,63
22	22,00	22,25	22,13	23,25	23,50	23,38	33,50	34,00	33,75
23	23,00	24,00	23,50	24,25	25,75	25,00	32,50	32,25	32,38
24	25,00	24,25	24,63	27,00	26,25	26,63	36,75	34,50	35,63
25	20,75	19,75	20,25	22,50	24,50	23,50	30,25	30,50	30,38

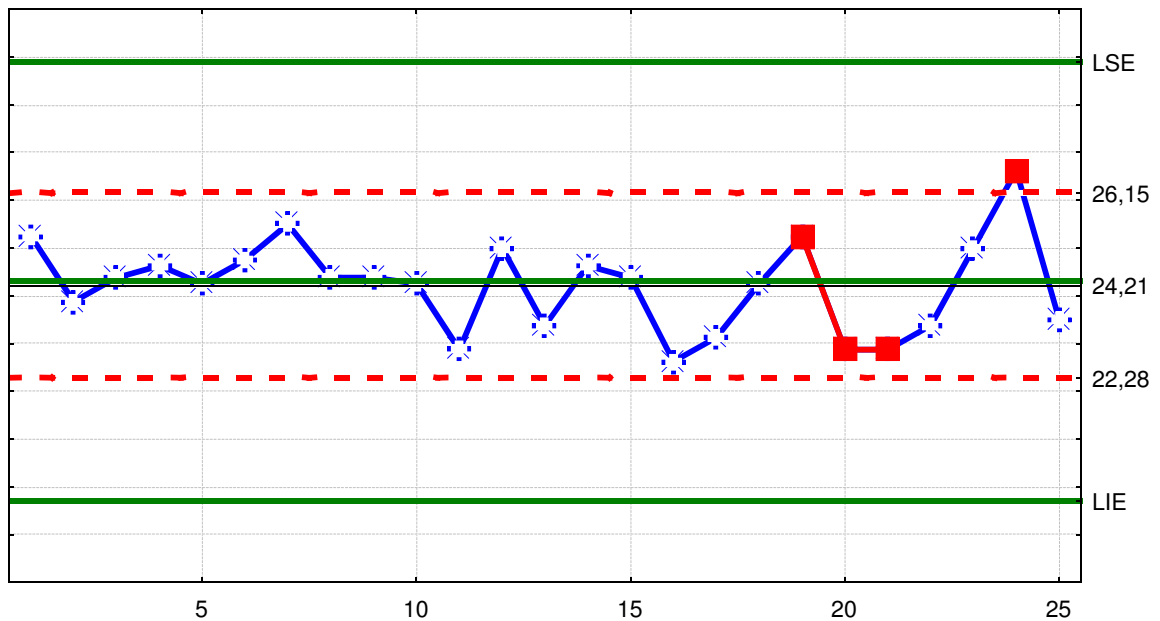


**FIGURA 16** - Gráfico x-barra para peso inicial (Fase 2)



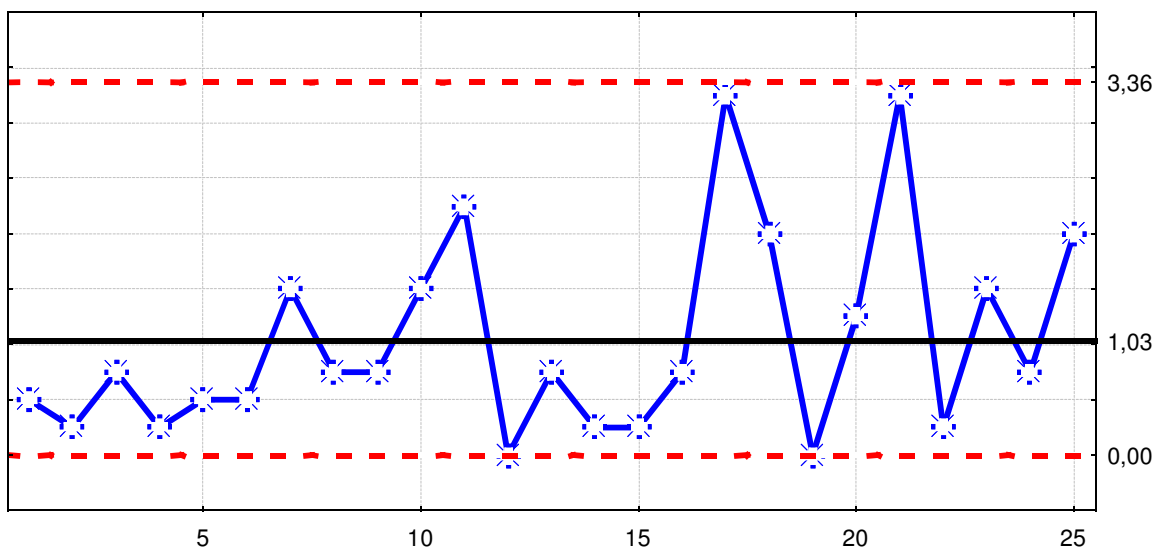
**FIGURA 17** - Gráfico R para peso inicial (Fase 2)

A melhora no desempenho deve-se possivelmente ao fato de que os colaboradores e operadores procuraram trabalhar buscando atingir o valor alvo, ou seja, atingir os limites médios impostos pela especificação técnica.



**FIGURA 18** - Gráfico x-barra para peso *predust* (Fase 2)

Para o gráfico R referente ao peso *predust* (Figura 19), o processo mostra-se sob controle, visto que a variabilidade atende um comportamento normal e os pontos estão dentro dos limites de controle.



**FIGURA 19** - Gráfico R para peso *predust* (Fase 2)

Na Figura 20 (Gráfico x-barra para peso *batter*) o processo mostrou-se ligeiramente sob controle, pois apresentou apenas um ponto fora dos limites de controle (amostra 24) e as distribuições dos pontos estão deslocadas para o limite superior, porém todos os pontos estão dentro dos limites de especificação técnica. A

etapa de aplicação de *batter* está apresentando pontos entre o limite superior e a linha média da especificação técnica, porém as maiores partes das peças ficaram mais próximas da linha central da especificação técnica (amostras de 8 a 11, amostras de 13 a 20 e amostra 25) do que do limite superior de controle (amostras ficaram acima da linha preta). A proximidade do peso próximo ao limite superior pode ter ocorrido por excesso de aplicação do *batter* ou produção de *batter* com viscosidade muito alta, gerando peças com peso ligeiramente deslocado para o limite superior. A equipe de preparação de *batter* foi orientada a avaliar a viscosidade antes de enviar para a área de empanamento.

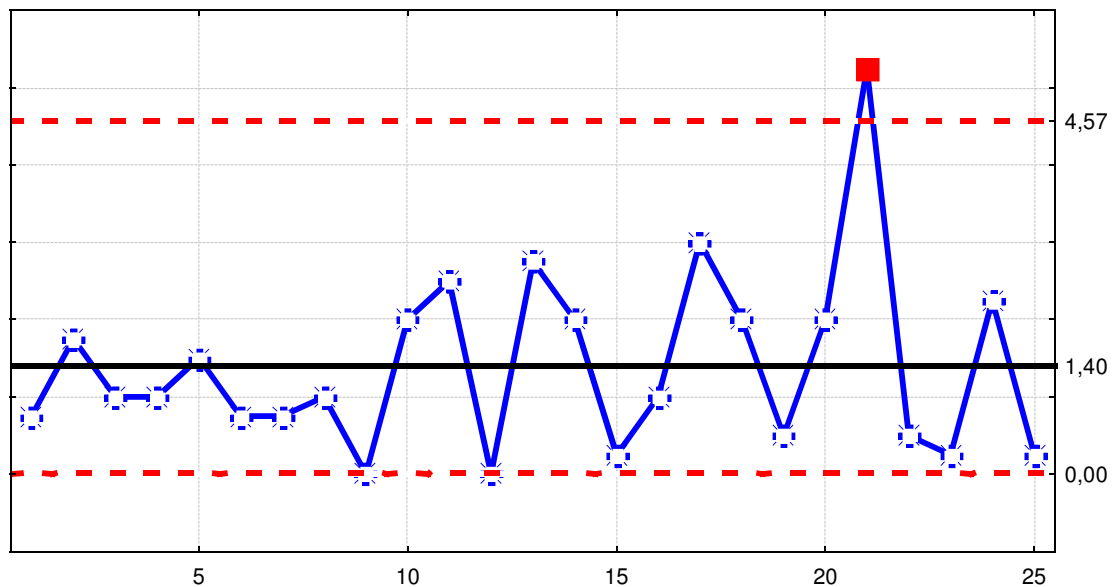


**FIGURA 20** - Gráfico x-barra para peso *batter* (Fase 2)

A Figura 21 (Gráfico R para peso *batter*) o processo mostrou-se sob controle estatístico na maior parte do período, porém apresentou um ponto fora dos limites de controle (amostra 21).

Na Tabela 3 encontram-se os dados referentes à média e desvio - padrão para os gráficos x-barra e índices de capacidade. Pela comparação dos resultados observa-se que os valores para desvio - padrão das etapas de empanamento para os gráficos x – barra na Fase 2 tiveram uma redução significativa quando comparada com a Fase 1, mostrando que o processo apresentou menos fontes de variação entre as amostras, porém a etapa de aplicação de *batter* manteve-se

ligeiramente deslocada para o limite superior, ou seja, produção de peças com maior peso, mas ainda dentro dos limites de especificação técnica.



**FIGURA 21** - Gráfico R para peso *batter* (Fase 2)

A variabilidade apresentada nos gráficos de amplitude da Fase 2 apresentaram uma sensível melhora quando comparados com os gráficos de amplitude da Fase 1 e isso fica evidenciado também pelos valores médios e desvio - padrão observados na Fase 2, conforme demonstra a Tabela 4

Com relação aos índices de capacidade, para todas as etapas estudadas na Fase 2 os índices de capacidade estiveram acima de 1,0, o que mostra um processo capaz e centralizado.

**Tabela 3** – Valores comparativos de média, desvio - padrão e índices de capacidade para gráfico x-barra (Fase 1 e Fase 2)

Etapa	Fase 1				Fase 2			
	Média	Desvio - padrão	Cp	Cpk	Média	Desvio - padrão	Cp	Cpk
Peso inicial (19,1 a 26,1 g)	21,48	1,18	0,98	0,68	22,66	0,87	1,33	1,33
Peso <i>predust</i> (19,7 a 28,9 g)	23,26	1,27	1,21	0,94	24,21	0,91	1,68	1,65
Peso <i>batter</i> (24,4 a 36,0 g)	27,98	1,65	1,17	0,72	32,10	1,24	1,56	1,05



**Tabela 4** – Valores comparativos de média e desvio - padrão para gráfico R (Fase 1 e Fase 2)

Etapa	Fase 1		Fase 2	
	Média para amplitude	Desvio - padrão para amplitude	Média para amplitude	Desvio - padrão para amplitude
Peso inicial	1,34	1,01	0,99	0,75
Peso <i>predust</i>	1,43	1,08	1,03	0,78
Peso <i>batter</i>	1,86	1,40	1,40	1,06

#### 4.4 Apresentação do sistema

Logo no início do estudo, perceberam-se as dificuldades que teriam de ser enfrentadas, para criar um sistema gerencial associando a gestão por processos, *lean manufacturing* e CEP *online*. Encontrou-se, dentre os vários princípios estabelecidos pela gestão por processos e *lean manufacturing*, seis etapas em comum, sendo: identificação do processo chave e do dono do processo, identificação dos processos críticos e requisitos dos clientes, análise do processo atual, redesenho do processo e implementação das melhorias identificadas, gerenciamento do processo / verificação dos indicadores e normatização e melhoria contínua. A união desses conceitos de gestão por processos, *lean manufacturing* associado a CEP *online*, se identificaram com o que se pretendia com a pesquisa, que está alicerçada em atender requisitos da especificação técnica (proposta pelo cliente) e diminuir desperdícios de ingredientes através da redução da variabilidade dos processos e atendimento de pedido dentro do prazo acordado com o cliente.

Após a identificação do processo-chave e da escolha do “dono do processo”, basicamente as principais etapas que envolveram a aplicação do sistema foram:

- ENTRADAS: Foram realizadas reuniões semanais objetivando o esclarecimento sobre os principais conceitos de *lean manufacturing* e gestão por processos a alta gerência e a equipe de “chão de fábrica” (reuniões rápidas e com bastante recurso visual). As melhorias observadas e avaliadas pela equipe se concentraram basicamente em:
  - a) Matéria-prima: Foram realizados treinamentos junto com a equipe responsável pelo corte, objetivando peças com o peso mais próximo ao valor central e com o formato de cubo (em substituição ao formato retangular achato, pois acarreta em peças com alto peso, falha de empanamento e formato inadequado);

- b) Mão-de-obra: Elaborados treinamentos à equipe visando introduzir conceitos de gestão por processos e *lean manufacturing* através de reuniões semanais, visando aprimorar as formas de comunicação entre os demais departamentos, disponibilização dos indicadores de produção (porcentagem de peças com peso conforme, porcentagem de peças descartadas e produtividade) e evitar ajustes desnecessários através de uma maior comunicação entre os operadores na troca de turno;
- c) Máquinas: Solicitar a equipe de manutenção para revisar o equipamento e esteiras a cada final de produção, visando evitar falhas durante a produção e evitar tempos de parada de produção por falhas mecânicas.
- d) Método: Registrar as melhorias observadas em todos os documentos de qualidade como procedimentos e especificações técnicas para que fosse normatizado e repassado a todos os membros da equipe como garantia da qualidade, supervisores, operadores e controle de qualidade.
- PROCESSO: Utilização do CEP *online* como uma ferramenta de controle de processo e visualização das melhorias em tempo real, permitindo uma melhor comunicação entre as etapas de produção, uma vez que esses dados deixariam de ser apenas anotados em um formulário de papel e passariam a ser digitados nos coletores de dados gerando pontos nos gráficos de controle, podendo ser visualizados pelos supervisores e operadores de cada área de produção (empanamento, tratamento térmico e congelamento) dando uma visão geral do processo, além de permitir uma análise dos dados;
- SAÍDAS: Dar mais atenção as reais expectativas do cliente, ou seja, verificar a importância de cada etapa do processo produtivo e dar maior atenção aos pontos que são críticos para o cliente. Nesta fase se fez necessário o gerenciamento dos dados do CEP através da criação e divulgação diária de indicadores de qualidade (variabilidade e capacidade), visando atender também as metas estabelecidas pela organização buscando a diminuição de etapas que não agregavam valor como desperdícios de ingredientes, retrabalho e produtos fora da especificação técnica.

A melhor distribuição do peso das peças, menor perda de produto por falhas no empanamento, peso fora do especificado e menor tempo de paradas de produção (devido a melhor comunicação entre os demais departamentos), foram

basicamente alcançados pelo envolvimento da equipe operacional e supervisores. Os treinamentos e a divulgação dos indicadores de desempenho de cada turno de produção foram fundamentais para o atendimento das metas e análise rápida dos dados mediante a implantação de CEP *online* e divulgação dos resultados pelo “dono do processo”.

A contribuição que este trabalho procura trazer para a área de engenharia de produção e da indústria de um modo geral, está relacionada principalmente com a integração entre dois sistemas de gestão, o *lean manufacturing* e gestão por processos associado a um sistema de CEP *online*, através dos conceitos e métodos que envolvem a busca pela qualidade na indústria de alimentos, que têm como foco principal o cliente, já que é para ele e por ele, que as ações de melhoria são e devem ser tomadas.

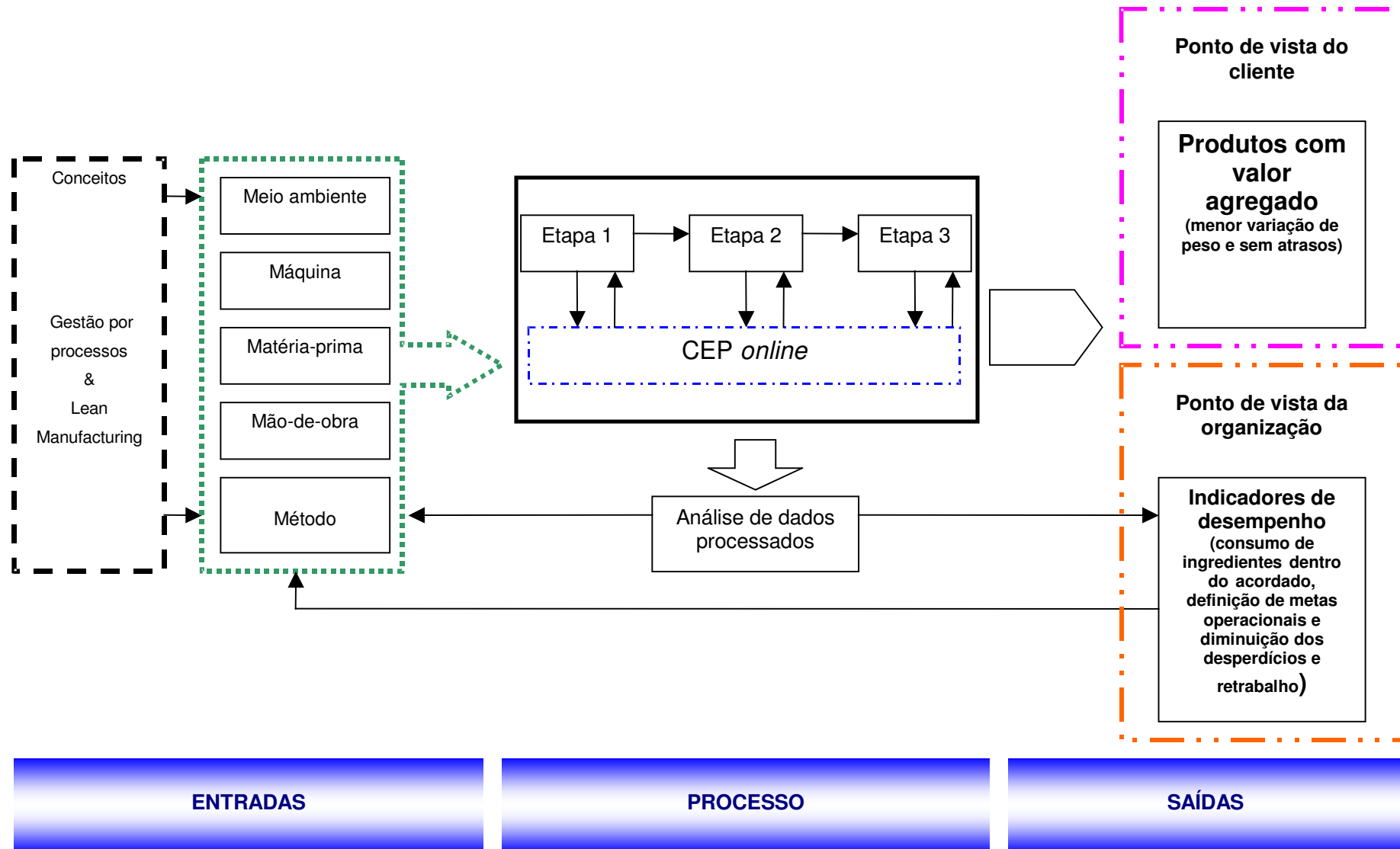


FIGURA 22 - Apresentação do novo sistema de gestão por processos e *lean manufacturing* associado ao CEP *online* (autora da pesquisa)

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 Conclusões

Considerando-se a ordem dos objetivos propostos, o objetivo geral que propunha um sistema de gestão por processos e *lean manufacturing* associado ao controle estatístico de processo com dados coletados *online* em uma linha de produção de empanados a base de frango foi plenamente atendido. O trabalho teve o mérito de desenvolver e implantar o sistema, sendo que os dados coletados indicaram uma melhora significativa no desempenho produtivo.

O objetivo específico que propôs descrever o sistema de monitoramento de controle estatístico de processo *online* e estabelecer uma metodologia de coleta de dados relacionada às características selecionadas foi estabelecido pela melhora do procedimento de coleta de dados mediante a análise crítica realizada, onde foi alterada a forma de coleta de uma unidade por amostra para duas unidades por amostra, visando confeccionar os gráficos de controle de maneira adequada e permitindo uma leitura mais confiável sobre o processo. Outra melhoria implantada relaciona-se a análise e divulgação dos dados coletados durante a produção ao final de cada turno de produção e não mais ao final de cada pedido (o que poderia levar cerca de 30 dias), gerando indicadores de desempenho e definições de metas de produção diárias, criando uma maior motivação e envolvimento da equipe.

O segundo objetivo específico que buscava propor um sistema de gestão por processos e princípios do *lean manufacturing* associado ao controle estatístico de processo para indústria de empanados a base de frango (esquematizado na Figura 22) e comparar o desempenho da produção através de gráficos de controle e índices de capacidade, antes e depois da implantação do novo sistema de gestão foi realizado, visto que foram utilizados como indicadores as avaliações dos gráficos de controle, média, desvio - padrão e índices de capacidade, através da comparação dos dados coletados antes e depois da implantação do novo sistema de gestão. A comparação entre as duas fases (Fase 1 e Fase 2) estão resumidas na Tabela 3 e 4 e indicam melhora significativa no processo de empanamento.

Ao buscar definir os principais fatores relevantes à implantação de gestão por processos e *lean manufacturing* associado ao CEP *online*, além do atendimento dos objetivos gerais e específicos, obteve-se:

- Os estudos realizados pelo “dono do processo” e a divulgação dos resultados (índices de capacidade e gráficos de controle) ao final de cada lote de produção e a visualização dos gráficos de controle durante cada coleta realizada pelos operadores (através de *palm top* ou computadores na linha de produção), foram de fundamental importância para a busca dos resultados, aumentando o interesse da equipe;
- A comparação das etapas de empanamento antes e após o novo sistema de gestão por processos e *lean manufacturing* associado ao controle estatístico de processo com dados coletados *online*, apresentou uma melhora significativa no processo de um modo geral, visto que para a etapa de empanamento a capacidade melhorou (todas as etapas apresentaram capacidade acima de 1) e após a implantação apresentaram um comportamento muito próximo de uma distribuição normal.
- Pela apresentação dos gráficos (Figura 16 a 21), referentes aos dados gerados após a implantação do novo sistema de gestão, ocorreu uma sensível melhora nas etapas de empanamento quando comparado com os dados de processo gerados antes da implantação do novo sistema (Figuras 10 a 15). Após a implantação do novo sistema, o peso da matéria-prima antes do empanamento (peso inicial) apresentou-se na maior parte do tempo sob controle estatístico; capaz e centralizado. Para a etapa de aplicação de *predust* ocorreu um comportamento não aleatório, porém capaz e centralizado. Contudo a etapa de aplicação de *batter* apresentou um comportamento aleatório, além de ser identificado como capaz e ligeiramente centralizado;
- A busca pela redução de desperdícios e atrasos de produção sugerida pelo *lean manufacturing*, o trabalho focado no cliente conforme estabelece um dos princípios da gestão por processos e a diminuição da variabilidade estabelecida como um dos objetivos no controle estatístico de processo, foi atingida visto que com a diminuição da variabilidade e número de pontos fora dos limites de controle, o consumo de ingredientes passou a ter um comportamento que segue razoavelmente a distribuição normal obtendo-se um produto dentro das especificações estabelecidas pelo cliente (especificação técnica) e sem desperdício de ingredientes.

Os ganhos com a auto-estima dos colaboradores na busca de solução dos problemas e motivados por metas diárias (e não mais ao final de cada pedido), foi fundamental para estender essas melhorias não só para o processo de marinados empanados, mas para outros processos da empresa (produtos formados empanados - *Nuggets* e *Steak*; produtos assados, cozidos e pré-fritos/cozidos).

## 5.2 Recomendações para trabalhos futuros

Os conceitos aqui apresentados foram usados sob o aspecto de controle de processos numa indústria de alimentos (produtos empanados a base de frango) e podem ser estendidos a outras áreas, devendo-se no entanto atentar as especificidades de cada empresa. Sugere-se como recomendação para trabalhos futuros:

- Aplicação e validação em outros tipos de processos relacionados à indústria tendo em vista as peculiaridades de cada processo;
- Aplicação e aprofundamento dos conceitos de mapeamento de processo e fluxo de valor propostos no *lean manufacturing* para os processos - chave da empresa objeto de estudo, visto que o detalhamento e implantação dos conceitos e métricas do *lean manufacturing* requerem um tempo maior ao que foi dedicado a essa pesquisa;
- Desdobramento dos sistemas de controle estatístico de processo *online*, gestão por processos e *lean manufacturing* para as etapas subseqüentes do processo como cozimento, congelamento e embalagem;
- Investigação minuciosa sobre as causas de variação relacionadas à etapa de empanamento, visto que apesar da variabilidade ter diminuído e os índices de capacidade terem melhorado o processo ainda apresenta margem para melhoramento. Ainda têm-se causas de variação que precisam ser analisadas
- Ganhos de produtividade e redução de custos associados a um sistema de controle automatizado de processo.

## 5.3 Contribuições

A contribuição que este trabalho procura trazer, para a área de Engenharia de Produção, está relacionada, principalmente, com a integração entre dois importantes

sistemas de gestão, sendo esses *lean manufacturing* e gestão por processos e ferramentas do controle estatístico de processo com a coleta de dados realizada em tempo real.

Essa pesquisa trouxe também contribuição de ordem prática à empresa na qual foram obtidos os dados e onde foi implantada a coleta de dados em tempo real, com ganhos em agilidade e confiabilidade.



## 6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistemas de gestão da qualidade – requisitos. NBR ISO 9001**. Rio de Janeiro, Dez. / 2000.

ARAUJO, L. C. G. **Organização, sistemas e métodos e as modernas ferramentas de gestão organizacional**: arquitetura, benchmarking, empowerment, gestão da qualidade total, reengenharia, São Paulo : Atlas, 2001. 311p.

BECKER, H.S. **Método de pesquisa em ciências sociais**. São Paulo. Hucitec, 1993.178p.

CAMPOS, E. R. **Metodologia de gestão por processos**. In: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. Campinas, Departamento de Engenharia de Produção da UNICAMP, 2003. 122p. /Apostila/

CORREA, A. **Relacionamento entre melhoria no processo produtivo e estratégia competitiva**: o caso das empresas de construção civil certificadas pelo ICQ BRASIL. 2002.199f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CORNEY. D., Food bytes: intelligent systems in the food industry. **British Food Journal**. v. 104, n. 10, p. 787 – 805, nov 2002.

COSTA, A. F. B. et al. **Controle estatístico da qualidade**. São Paulo: Atlas, 2004. 334p.

CRUZ, T. **Sistemas, organização & métodos**: estudo integrado das novas tecnologias de informação. São Paulo: Atlas, 1997. 229p.

DATALYZER® SPECTRUM. **O que é o Datalyzer® Spectrum ?**. São Paulo, Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.datalyzer.com.br/site/html/>>. Acesso em: 5 maio. 2006.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5ª ed., São Paulo: Atlas, 1999. 208p.

GONÇALVES, J.E.L. Os novos desafios da empresa do futuro. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v.37, n.3, p.10-19, jul./set.,1997.

GONÇALVES, J.E.L. As empresas são grandes coleções de processos. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v.40, n.1, p.6-19, jan/mar, 2000.

GRANT, E.L.; LEAVENWORTH, R.S. **Statistical Quality Control**. 6th Edition. New York: McGraw-Hill, 1988. 705p.

GRIFFITH, G. K. **Statistical Process Control Methods for long and short run**. Milwaukee, WI : ASCQ Quality Press, 1989.164p.

GRIG, N. P & WALLS, L. The use of statistical process control in food packing: Preliminary findings and future research agenda. **British Food Journal**. v.101, n.10, p. 763 – 784, nov. 1999.

GRIG, N. P. Statistical process control in UK food production: Preliminary findings and future research agenda. **British Food Journal**. v. 100, n.8, p. 371 – 379, ago. 1998.

HACKENHAAR, V.B. **Desenvolvimento de um aplicativo do controle estatístico de processo online por meio de gráficos de controle**. 2004. 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

HAMMER, M. **A empresa voltada para processos**. HSM – Managment. São Paulo, Jul./Ago. 1998, ano 2, n. 9, p. 6-9.

HINES, P.; TAYLOR D. **Guia para implementação da manufatura enxuta: “Lean manufacturing”**. São Paulo, IMAM, 2000. 63p.

JÚNIOR, A.N.C.M. **Novas tecnologias e sistemas de administração da produção – análise do grau de integração e informatização nas empresas catarinenses**. jan, 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de produção e sistemas, UFSC, Florianópolis. Disponível em <<http://teses.eps.ufsc.br/>>. Acesso em: 20 julh. 2006.

KINCAID, D. G., Measuring Performance in Facility Management. **Facilities Journal**. v. 12, n. 6, p. 17 – 20, jun. 1994.

KULP, K; LOEWE, R. **Batters and breading**: In food processing. St. Paul, Minnesota, USA: American association of cereal chemists, 1996. 276p.

KUME, H. **Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade**. São Paulo, Editora Gente, 1993. 245p.

LAKATOS, E. M. & Marconi, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 1985. 312p.

MARANHÃO, M ; MACIEIRA M.E.B. **O processo nosso de cada dia**: modelagem de processos de trabalho. Rio de Janeiro : Qualitymark, 2004. 250p.

MONTGOMERY, C. D. ; RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 2 ed. Rio de Janeiro : LTC, 2003. 463p.

RAMOS, A. W. mantendo o processo sobre controle. In: ROTANDARO, R.G. (coordenador). **Seis sigmas**: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços – São Paulo: Atlas, 2002. 375p.

RAMOS, A.W. **Controle estatístico de processo para pequenos lotes**. São Paulo: Edgar Blucher LTDA, 1995. 147p.

RODRIGUES, M.V.C, **Ações para a qualidade**: GEIQ, gestão integrada para a qualidade; padrão seis Sigma, classe mundial. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004. 327p.

ROSA, L. C. **CEP básico**. In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DA QUALIDADE, Santa Maria, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da UFSM, 1996, 24p. /Apostila/

ROTONDARO, G. R. Gerenciamento por processo. In: CONTADOR, J.C. (coordenador). **Gestão de operações**: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa – 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. 592p.

RUDIO, F.V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. Petrópolis, Vozes, 2003. 120p.

RUMMLER, G.A ; BRACHE, A.P. **Melhores desempenhos das empresas**: uma abordagem prática para transformar as organizações através da reengenharia. São Paulo: Markron Books, 1994. 288p.

SOARES, G. M. V. P. P. S. - **Aplicação do Controle Estatístico de Processo em Indústria de Bebidas: Um Estudo de Caso**. 2001. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de produção, UFSC, Florianópolis.

YAMAZAKY. **Tendência do alimentos**: Uma visão global In: CURSO DE TECNOLOGIA DE EMPANADOS, Campinas, Kerry do Brasil Ltda, 2006, 31p. /Apostila/

YIN, R. K. - **Estudo de Caso**: Planejamento e Métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001. 205p.

SAMS, A. R. **Poultry Meat Processing**. New York: CRC Press, 2001. 331p.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1995. p. 176.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Estrutura e apresentação de monografias, dissertações e teses**. Santa Maria, 2005. 63p

WERKEMA, M. C. C. **Lean seis sigma**: Introdução às ferramentas do lean manufacturing. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006. 120p.

WOMACK, J. P. ; JONES, T. D . **A mentalidade enxuta nas empresas lean thinking**: elimine o desperdício e crie riqueza. 6ª ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 408p.

WOMACK, J. P. ; JONES, T. D . **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 2001. 342p.

## ANEXO A – Resumo de fórmulas

Identificação	Fórmula	Observação
MÉDIA	$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$	A média de cada amostra. Este serão os pontos marcados no gráfico da média
MÉDIA DAS MÉDIAS DO SUBGRUPO	$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_K}{K}$	Média das médias do subgrupo (onde subgrupo é um ou mais eventos de medição utilizados para analisar o desempenho do processo). A média do processo, onde K é o número de amostras ou subgrupos.
AMPLITUDE DE AMOSTRA	$R = X_{\max} - X_{\min}$	Estes serão os pontos marcados no gráfico R, onde $X_{\max}$ e $X_{\min}$ são os valores mais alto e mais baixo dentro do subgrupo.
AMPLITUDE MÉDIA DO PROCESSO	$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_K}{K}$	Corresponde ao limite central do gráfico da amplitude
LIMITE INFERIOR DE CONTROLE PARA GRÁFICO DE MÉDIAS	$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{R}$	O valor $A_2$ no ANEXO B
LIMITE SUPERIOR DE CONTROLE PARA GRÁFICO DE MÉDIAS	$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \cdot \bar{R}$	
LIMITE INFERIOR DE CONTROLE PARA GRÁFICO DE AMPLITUDE	$LIC_R = D_3 \cdot \bar{R}$	O valor $D_3$ no ANEXO B
LIMITE SUPERIOR DE CONTROLE PARA GRÁFICO DE AMPLITUDE	$LSC_R = D_4 \cdot \bar{R}$	O valor $D_4$ no ANEXO B
ÍNDICE DE CAPABILIDADE	$C_p = \frac{LSE - LIE}{6 \cdot \frac{\bar{R}}{d_2}}$	A constante $d_2$ no ANEXO B.
	$C_{pk} = \text{Valor M\u00ednimo de} \left( \frac{LSE - \bar{\bar{X}}}{3 \cdot \frac{\bar{R}}{d_2}}, \frac{\bar{\bar{X}} - LIE}{3 \cdot \frac{\bar{R}}{d_2}} \right)$	

**ANEXO B** - Fatores para cálculo de limites em gráficos de controle (Sistema Norte Americano)

Tamanho da amostra n	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>
2	3,760	1,880	1,128	0	3,267	0,7979	0	3,267
3	2,394	1,023	1,693	0	2,575	0,8862	0	2,568
4	1,880	0,729	2,059	0	2,282	0,9213	0	2,266
5	1,596	0,577	2,326	0	2,115	0,9400	0	2,089
6	1,410	0,483	2,534	0	2,004	0,9515	0,030	1,970
7	1,277	0,419	2,704	0,076	1,924	0,9594	0,118	1,882
8	1,175	0,373	2,847	0,136	1,864	0,9650	0,185	1,815
9	1,094	0,337	2,970	0,184	1,816	0,9693	0,239	1,761
10	1,028	0,308	3,078	0,223	1,777	0,9727	0,284	1,716
11	0,973	0,285	3,173	0,256	1,744	0,9754	0,321	1,679
12	0,925	0,266	3,258	0,284	1,719	0,9776	0,354	1,646
13	0,884	0,249	3,336	0,308	1,692	0,9794	0,382	1,618
14	0,848	0,235	3,407	0,329	1,671	0,9810	0,406	1,594
15	0,816	0,223	3,472	0,348	1,652	0,9823	0,428	1,572

Fonte: Griffith (1989, p.145)

## ANEXO C - Formulário de coleta de dados

<b>Responsável:</b>	<b>Data:</b>				<b>Horário:</b>			<b>Produto:</b>		
<b>Amostra/Hora</b>										
<b>Peso inicial</b>										
<b>Peso após <i>predust</i></b>										
<b>Peso após <i>batter</i></b>										

Supervisor: \_\_\_\_\_

**ANEXO D - Formulário de melhorias**

<b>Nome do processo:</b>		<b>Data:</b>
<Preencher com o nome do processo – chave>		< >
<b>Objetivo:</b>		
<Descrever em linhas gerais a finalidade do processo, qual as melhorias são desejadas, qual (is) melhoria (s) são desejadas, qual (is) o(s) que justificam o esforço de melhoria, etc.)>		
<b>Importância do processo:</b>		
< citar a relação do processo com o Planejamento Estratégico e a importância das melhorias planejadas para o cliente, relacionando-o com as questões ou objetivos estratégicos associados >		
<b>Subprocessos envolvidos:</b>		
< caracterizar as etapas que serão foco do estudo, estabelecendo nome e onde começa e termina cada etapa >		
<b>Restrições e Premissas:</b> < citar o que deve ser considerado no esforço de melhoria e o que não pode ser alterado. Exemplo: investimento em tecnologia e equipamentos/utensílios, investimento em tecnologia de informação para suportar o processo que será avaliado, restrições financeiras, entre outros.>		
<b>Ganhos esperados:</b>		
<descrever os benefícios/ganhos esperados com o esforço de melhoria>		
<b>Indicadores</b>	<b>Desempenho atual</b>	<b>Metas</b>
<indicadores que consigam mostrar se a melhoria buscada foi efetiva. Exemplo: variação de peso, temperatura, porcentagem de perdas, entre outros.>	<qual o valor (medida) atual do indicador>	<qual o valor esperado para o indicador depois de implantadas as melhorias >

---

**Patrocinador**

&lt;Alta direção&gt;

---

**Dono do processo**

&lt;Preencher o nome do responsável do processo&gt;



## ANEXO E – Principais métricas *lean*

Métrica	Definição	Comentários
Tempo de ciclo – T/C ( <i>Cycle time</i> )	Freqüência com que um produto é finalizado em um processo	Se um processo completar um lote de 30 peças a cada 10 minutos, o tempo para o lote será de 10 minutos e para uma peça individual será de 20 segundos (10 x 60 segundos / 30 peças). O tempo de ciclo deve ser determinado (cronometrado) por meio de observação e inclui, além do tempo de operação o tempo para preparo carregamento e descarregamento de materiais.
<i>Lead Time</i> – L/T	Tempo necessário para um produto para percorrer todas as etapas de um processo ou fluxo de valor, do início até o fim.	O <i>lead time</i> também é conhecido como tempo porta-a-porta.
Tempo de agregação de valor ( <i>Value added time</i> )	Tempo de elemento de trabalho que realmente transformam o produto de uma maneira que o cliente se disponha a pagar.	Usualmente, Tempo de agregação de valor é menor que Tempo de ciclo e o <i>Lead Time</i> (TAV < T/C, L/T).
Tempo de não agregação de valor ( <i>Non-Value Added time</i> )	Tempo em atividades que adicionam custos, mas não agregam valor do ponto de vista do cliente.	Armazenamento, inspeção, <i>set up</i> , espera e retrabalho são exemplos de atividades que não agregam valor.
Eficiência do ciclo do processo – PCE ( <i>Process Cycle Efficiency</i> )	Indicador que mede a relação entre o tempo de agregação de valor e o <i>lead time</i> .	O PCE pode ser calculado pela seguinte expressão: $PCE = TAV / Lead\ time$ Normalmente os processos operem com PCE inferior a 10 %. Melhorar esse resultado representa uma grande oportunidade para redução de custo.
Taxa de saída (Throughput)	Resultado de um processo ao longo de um período de tempo definido, expresso em unidade / tempo.	A taxa de saída (produção) pode ser visualizada como um índice médio de conclusão, isto é, quantos itens são concluídos a cada segundo, minuto, hora, dia ou semana.

## ANEXO E – PRINCIPAIS MÉTRICAS *LEAN* (continuação)

Métrica	Definição	Comentários
Trabalho em Processo – WIP <i>(Work in process)</i>	Itens que estão dentro dos limites do processo, isto é, que foram admitidos no processo, mas ainda não foram liberados.	<p>O trabalho em processo é qualquer trabalho que esteja no processo e que ainda não esteja concluído. Alguns exemplos são notas fiscais aguardando processamento, peças aguardando finalização e clientes esperando o atendimento.</p> <p>O trabalho em processo pode ser relacionado ao <i>lead time</i> por meio da Lei de <i>Little</i>:</p> $\text{Lead Time} = \text{WIP} / \text{Taxa de saída}$ <p>O excesso de trabalho em processo resulta em um aumento de <i>lead time</i> e de desperdícios.</p>
Tempo <i>Takt</i> ( <i>Takt time</i> )	Tempo disponível para a produção dividido pela demanda do cliente.	<p>Por exemplo, se uma empresa opera 25.200 segundos por dia e a demanda do cliente é 400 unidades por dia, o tempo <i>Takt</i> é 63 segundos (<math>25.200/400=63</math>).</p> <p>O tempo <i>takt</i> tem a função de sincronizar os ritmos de produção e vendas. <i>Takt</i> é uma expressão alemã que significa ritmo.</p>
Eficácia total do equipamento OEE ( <i>Overall Equipment Effectiveness</i> )	Indicador de Manutenção Produtiva Total (TPM) que mede o grau de eficácia no uso de um equipamento.	<p>A OEE é calculada a partir da multiplicação dos valores das seguintes taxas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxa de disponibilidade, que mede as paradas causadas por falhas nos equipamentos e por ajustes, percentualmente ao tempo programado.</li> <li>• Taxa de desempenho que mede as paradas relativas à velocidade de operação, o funcionamento em velocidades mais baixas do que a determinada e pequenas paradas de alguns segundos.</li> <li>• Taxa de qualidade, que representa as perdas geradas por refugo e retrabalho, percentualmente ao total de itens produzidos.</li> <li>• Isto é: taxa de disponibilidade x taxa de desempenho x taxa de qualidade.</li> </ul>

Fonte: Adaptado Werkema (2006)