

JONATAS FERREIRA FILLIETAZ

**ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO UTILIZANDO FERRAMENTAS  
DE GESTÃO DA QUALIDADE PARA DIMINUIÇÃO DE CUSTOS COM  
PERDAS E FALHAS**

Trabalho de formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo para a obtenção do diploma  
de Engenheiro de Produção

São Paulo  
2006

JONATAS FERREIRA FILLIETAZ

**ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO UTILIZANDO FERRAMENTAS  
DE GESTÃO DA QUALIDADE PARA DIMINUIÇÃO DE CUSTOS COM  
PERDAS E FALHAS**

Trabalho de formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo para a obtenção do diploma  
de Engenheiro de Produção

Orientador:  
Prof. Dr. Nilton Nunes Toledo

São Paulo  
2006

## FICHA CATALOGRÁFICA

Fillietaz, Jonatas Ferreira

Análise do processo produtivo utilizando ferramentas de gestão da qualidade para diminuição de custos com perdas e falhas. São Paulo, 2006.

127p.

Trabalho de formatura – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Controle da qualidade
  2. Administração da produção
  3. Qualidade total
- I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.

“Não sabendo que era impossível, foi lá e fez.”  
*Jean Cocteau*

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Nilton Nunes Toledo pela orientação, compreensão, apoio e disposição em ensinar e ajudar.

À gerente de produção Adriana Gibotti pelos ensinamentos, informações e orientações para o desenvolvimento do trabalho.

À minha família, por sempre me apoiar e por acreditar em mim desde o início e aos meus amigos, por estarem sempre ao meu lado.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho de formatura é analisar o processo produtivo e as operações neste envolvidas, em busca de diminuir os custos gerados com perdas e falhas. Isto possibilitará à empresa um grande ganho em competitividade, uma vez que os custos de produção serão menores com a diminuição das perdas no processo.

Para que isto fosse possível foram utilizadas neste trabalho as ferramentas de gestão da qualidade, o estudo de seleção e avaliação de fornecedores e o modelo de melhoramento da produção, que organiza o processo de melhoramento da produção olhando para a prevenção e recuperação de falhas, as técnicas de melhoramento e o gerenciamento da qualidade total.

Conforme verificado no levantamento de dados, a empresa possui um histórico de perdas no processo produtivo muito alto e um controle de qualidade com muitos pontos a melhorar, sendo que o melhoramento da produção e a implantação de sistemas da qualidade irão gerar grandes ganhos para a empresa.

Como resultado das análises realizadas foram elaboradas propostas de melhorias para o processo e as operações neste envolvidas, que vão desde como atuar frente aos fornecedores até o controle dos pontos críticos do processo. Estas melhorias possibilitam diminuir as perdas e as falhas no processo produtivo, gerando os ganhos em competitividade importantes para o crescimento da empresa.

Palavras-chave: Controle da qualidade. Administração da produção. Qualidade total.

## ABSTRACT

The objective of this graduation's project was to analyze the productive process and operations involved in such, aiming to reduce the cost generated from failure and losses. This will allow the company to become expressively more competitive, once the production costs will reduce due to the decline of losses in the process.

To make this possible, this study made use of instruments such as quality management, selection and evaluation of suppliers, and the improvement model of production, which organizes the improvement process by focusing on failure prevention and recuperation, improvement techniques, and total quality management.

As verified from the basis raised, the company has an extremely high historical loss ratio in the productive process and a quality control record with too many points to improve, so that production improvements and quality systems implementation will generate big profits to the company.

As a result of the analysis, improvement offers on the process and operations involved in such were elaborated, which will act from suppliers all the way to controlling critical points in the process. These improvements allow the diminution of losses and failures in the productive process, generating profits and competitiveness to the company which is crucial to its growth.

Keywords: Quality control. Production Management. Total quality.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela com a quantidade produzida de cada produto. Elaborado pelo autor .....	21
Tabela 2 - Tabela com o percentual de defeituosos para a Placa de Ágar Chocolate. Elaborado pelo autor.....	25
Tabela 3 - Tabela com o percentual de defeituosos para a Placa de Ágar Cled + Ágar Mac Conkey. Elaborado pelo autor.....	26
Tabela 4 - Tabela com o percentual de defeituosos para a Placa de Ágar Sangue. Elaborado pelo autor.....	27
Tabela 5 - Tabela com o percentual de defeituosos para o produto Hemocultura Adulto. Elaborado pelo autor.....	28
Tabela 6 - Tabela com o percentual de defeituosos para o produto Urimicro. Elaborado pelo autor.....	29

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Fluxo de materiais. Elaborado pelo autor. ....	36
Figura 2 -	Modelo de melhoramento da produção. Transcrito de Slack et al. (1997). ....	37
Figura 3 -	Planejamento da qualidade. Transcrito de Slack et al. (1997). ....	39
Figura 4 -	Causas especiais e comuns de variação. Transcrito de Rotondaro et al. (2002)..	49
Figura 5 -	Escolha do tipo de gráfico de controle. Adaptado de Montgomery (2001).....	50
Figura 6 -	Tipos de nós na análise de árvore de falhas. Adaptado de Slack et al. (1997). ...	54
Figura 7 -	Redução de defeitos de custos da qualidade. Transcrito de Rotondaro et al. (2001).....	60
Figura 8 -	Modelo de melhoramento da produção. Transcrito de Slack et al. (1997)....	72
Figura 9 -	Diagrama de Entradas e Saídas. Elaborado pelo autor. ....	77
Figura 10 -	Fluxograma do processo produtivo. Elaborado pelo autor. ....	79
Figura 11 -	FMEA (Análise do efeito e modo de falhas). Elaborado pelo autor. ....	81
Figura 12 -	Pontos principais do FMEA e ações recomendadas. Elaborado pelo autor....	82
Figura 13 -	Análise de árvore de falhas. Elaborado pelo autor. ....	82
Figura 14 -	Diagrama de Causa e Efeito. Elaborado pelo autor. ....	83
Figura 15 -	Análise por que-por que para os materiais. Elaborado pelo autor.....	84
Figura 16 -	Análise por que-por que para os erros no processo. Elaborado pelo autor.....	85
Figura 17 -	Tarefas de prevenção e recuperação de falhas. Transcrito de Slack et al. (1997).....	91
Figura 18 -	Fluxo de aquisição de materiais. Elaborado pelo autor. ....	94
Figura 19 -	Relacionamento fornecedores e consumidores internos. Transcrito de Slack et al. (1997).....	99
Figura 20 -	Tipos de falhas que podem ocorrer na produção. Transcrito de Slack et al. (1997).....	100
Figura 21 -	Etapas do planejamento de recuperação de falhas. Transcrito de Slack et al. (1997).....	103
Figura 22 -	O ciclo PDCA. Transcrito de Slack et al. (1997). ....	104

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Diagrama de pareto com a quantidade produzida de cada produto. Elaborado pelo autor.....	22
Gráfico 2 -	Percentual de defeituosos para a placa de Ágar Chocolate por mês. Elaborado pelo autor.....	25
Gráfico 3 -	Percentual de defeituosos para a placa de Ágar Cled + Mac Conkey por mês. Elaborado pelo autor.....	26
Gráfico 4 -	Percentual de defeituosos para a placa de Ágar Sangue por mês. Elaborado pelo autor.....	27
Gráfico 5 -	Percentual de defeituosos para o produto Hemocultura Adulto por mês. Elaborado pelo autor.....	28
Gráfico 6 -	Percentual de defeituosos para o produto Urimicro por mês. Elaborado pelo autor.....	29
Gráfico 7 -	Gráfico de Controle para a placa de Ágar Chocolate. Elaborado pelo autor... ..	73
Gráfico 8 -	Gráfico de Controle para a placa de Ágar Cled + Mac Conkey. Elaborado pelo autor.....	74
Gráfico 9 -	Gráfico de Controle para a placa de Ágar Sangue. Elaborado pelo autor. ....	74
Gráfico 10 -	Gráfico de Controle para o produto Urimicro. Elaborado pelo autor.....	75
Gráfico 11 -	Gráfico de Controle para o produto Hemocultura Adulto. Elaborado pelo autor.....	75

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>TQM</b>	– <i>Total Quality Management</i> (Administração da Qualidade Total)
<b>FMEA</b>	– <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (Análise do Efeito e Modo de Falhas)
<b>PVC</b>	– <i>Polyvinyl Chloride</i> (Policloreto de Vinila)
<b>CEP</b>	– Controle estatístico de processos
<b>CQ</b>	– Controle de qualidade
<b>PDCA</b>	– <i>Plan-Do-Check-Act</i> (Planejar-Fazer-Checar-Agir)
<b>NPR</b>	– Número de prioridade de risco
<b>S</b>	– Índice de severidade
<b>O</b>	– Índice de ocorrência
<b>D</b>	– Índice de detecção

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1	OBJETIVO DO TRABALHO.....	15
1.1.1	Relevância do trabalho para a empresa .....	16
1.2	A EMPRESA .....	16
1.2.1	Descrição da empresa.....	16
1.2.2	Histórico .....	16
1.2.3	Característica do setor .....	17
1.2.4	Processo produtivo .....	17
1.2.5	Produtos .....	17
1.2.6	Contribuição do autor.....	18
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
<b>2</b>	<b>A SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA.....</b>	<b>20</b>
2.1	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA .....	20
2.2	PRODUTOS .....	20
2.2.1	Quantidades .....	21
2.2.2	Descrição dos produtos escolhidos .....	22
2.2.3	Levantamento de dados .....	24
2.3	SETORES E OPERAÇÕES .....	30
2.4	EQUIPAMENTOS .....	32
2.5	MATERIAIS UTILIZADOS .....	33
2.6	PROCESSO PRODUTIVO .....	33
2.7	FLUXO DE MATERIAIS .....	35
2.8	PRINCIPAIS CLIENTES .....	36
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>37</b>
3.1	MODELO DE MELHORAMENTO DA PRODUÇÃO.....	37
3.2	PLANEJAMENTO E CONTROLE DE QUALIDADE .....	38
3.3	TÉCNICAS DE MELHORAMENTO DA PRODUÇÃO .....	39
3.3.1	Medidas de desempenho.....	40
3.3.2	Prioridades de melhoramento .....	41
3.3.3	Melhoramento contínuo.....	42
3.4	PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FALHAS.....	42
3.4.1	Tipos de falhas .....	43
3.4.2	Procedimentos para prevenção de falhas.....	44
3.4.2.1	Detecção de falhas.....	44
3.4.2.2	Análise de falhas .....	45
3.4.3	Melhorando a confiabilidade das operações .....	46

3.4.4	Manutenção.....	46
3.5	FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE .....	48
3.5.1	Controle estatístico de processo.....	48
3.5.2	Análise de entradas e saídas.....	51
3.5.3	Análise por que-por que .....	52
3.5.4	Análise do efeito e modo de falhas .....	52
3.5.5	Diagrama de causa e efeito .....	53
3.5.6	Análise de árvore de falhas .....	54
3.5.7	Fluxogramas.....	55
3.5.8	Diagrama de pareto .....	55
3.6	GERENCIAMENTO DA QUALIDADE TOTAL .....	55
3.6.1	Custos da qualidade.....	57
3.6.2	Modelo TQM de custos da qualidade.....	61
3.6.3	Sistemas e procedimentos da qualidade .....	61
3.6.4	Implementação do TQM.....	61
3.7	SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES.....	62
3.7.1	Tipos de fornecedores.....	63
3.7.2	Prazos de entrega.....	64
3.7.3	Atividades de compras .....	64
3.7.4	Seleção de fornecedores .....	68
3.7.5	Estabelecer critérios de avaliação .....	69
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO DO MODELO E ANÁLISES .....</b>	<b>72</b>
4.1	ABORDAGENS E TÉCNICAS DE MELHORAMENTO .....	72
4.1.1	Controle estatístico de processos .....	73
4.1.2	Análise de entradas e saídas.....	76
4.2	PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FALHAS.....	78
4.2.1	Fluxograma do processo.....	79
4.2.1.1	Pontos críticos do processo.....	80
4.2.2	FMEA – Análise do efeito e modo de falhas.....	80
4.2.3	Análise de árvore de falhas .....	82
4.2.4	Diagrama de causa e efeito .....	83
4.2.5	Análise por que-por que .....	84
4.2.6	Identificação dos principais problemas .....	85
4.3	ESTUDO DE FORNECEDORES.....	86
4.4	NORMAS TÉCNICAS DA QUALIDADE .....	87
4.5	GERENCIAMENTO DA QUALIDADE TOTAL .....	87
4.5.1	Custos da qualidade.....	88
4.5.2	Implicações da implantação do TQM .....	88
4.6	CONCLUSÕES DAS ANÁLISES.....	89
<b>5</b>	<b>PROPOSTAS DE MELHORIAS .....</b>	<b>90</b>
5.1	INTRODUÇÃO ÀS PROPOSTAS DE MELHORIAS .....	90
5.2	DETALHAMENTO DAS SOLUÇÕES .....	91
5.2.1	Fornecedores.....	91
5.2.1.1	Manual de relacionamento com fornecedores .....	92

5.2.1.2	Formulário de avaliação dos fornecedores .....	93
5.2.1.3	Indicadores de fornecimento.....	93
5.2.2	Controle dos pontos críticos do processo .....	95
5.2.3	Sistemas de medição e aferição de instrumentos .....	96
5.2.4	Especificações e normas técnicas.....	99
5.2.5	Treinamento de funcionários .....	100
5.2.6	Planejamento de recuperação de falhas .....	101
5.2.7	Melhoramento contínuo e PDCA.....	104
5.2.7.1	Melhoramento contínuo.....	104
5.2.7.2	Ciclo PDCA (planejar, fazer, checar, agir) .....	104
5.2.8	Implantação do TQM na empresa .....	105
5.2.8.1	Realização de auditorias internas da qualidade.....	106
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>108</b>
6.1	BENEFÍCIOS DO TRABALHO .....	108
6.2	MODELOS E ANÁLISES .....	109
6.2.1	O Melhoramento da Produção .....	109
6.2.2	As análises e ferramentas da qualidade .....	109
6.2.3	O estudo de fornecedores.....	109
6.3	AS CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO E DAS PROPOSTAS DE MELHORIA .....	110
6.4	A IMPLANTAÇÃO DAS PROPOSTAS .....	110
6.5	RESULTADOS ESPERADOS .....	110
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>112</b>
<b>APÊNDICE A – MANUAL DE RELACIONAMENTO COM FORNECEDORES.....</b>		<b>114</b>
<b>APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES .....</b>		<b>119</b>
<b>APÊNDICE C – FORMULÁRIO DE INSPEÇÃO DE MATERIAIS.....</b>		<b>120</b>
<b>APÊNDICE D – FORMULÁRIO DE VISITA E AVALIAÇÃO DO FORNECEDOR.</b>		<b>121</b>
<b>APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO PARA O FORNECEDOR.....</b>		<b>122</b>
<b>ANEXO A – LISTA DE PRODUTOS.....</b>		<b>123</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este Trabalho de Formatura tem como tema a análise do processo produtivo de uma Indústria de Produtos para Análises Microbiológicas através de ferramentas de gestão da qualidade para diminuição de custos com perdas no processo e falhas. Tendo este tema em vista, o objetivo do trabalho é diminuir as perdas no processo produtivo desta fábrica, utilizando ferramentas de gestão da qualidade e estudo de fornecedores. Para isso, muitos estudos, análises e coletas de dados serão necessários. Estas melhorias possibilitarão uma diminuição nos custos da fábrica, sendo portanto este trabalho de grande relevância para a empresa, uma vez que possibilitará maior competitividade aos produtos frente aos concorrentes.

### 1.1 OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo deste trabalho de formatura é analisar o processo produtivo desta indústria e as operações envolvidas neste, utilizando o modelo de melhoramento da produção, e a partir destas análises propor melhorias a serem implementadas.

As análises serão feitas utilizando ferramentas de gestão da qualidade, além de realizar uma análise do relacionamento com fornecedores e das normas técnicas de qualidade. Tudo isso possibilitará ao autor elaborar propostas de melhoria para que o objetivo de reduzir as perdas e falhas no processo seja atingido, aumentando a competitividade dos produtos da empresa no mercado.

Este trabalho é de grande relevância para a empresa, uma vez que uma quantidade menor de perdas e falhas possibilita um menor custo de produção, que por sua vez possibilita produtos mais competitivos.

Este trabalho será composto pelas seguintes etapas:

- Estudo da situação atual (produtos, processos e setores), possibilitando uma melhor visão da indústria e de seus processos;
- Estudo bibliográfico, que consiste no estudo do modelo de melhoramento da produção e do planejamento e controle de qualidade, das técnicas de melhoramento e prevenção de falhas, estudo das ferramentas de gestão da qualidade, do gerenciamento da qualidade total e seleção de fornecedores.

- Aplicação das ferramentas estudadas, para identificar os pontos que devem ser melhorados;
- Propostas de melhorias, que implementadas possibilitarão a diminuição da ocorrência de perdas e falhas.

Desta maneira, estaremos possibilitando à empresa obter ganhos de competitividade e a possibilidade de melhorar suas operações e processos.

### **1.1.1 RELEVÂNCIA DO TRABALHO PARA A EMPRESA**

Este trabalho de formatura é de grande importância para a empresa, uma vez que trata de um assunto estratégico para seus produtos. Quanto melhor o processo produtivo, quanto menos perdas e falhas ocorrerem, menor será o custo de produção, resultando em melhores margens de lucratividade e menores preços para os produtos.

## **1.2 A EMPRESA**

A seguir, será apresentada a empresa e suas principais características. No próximo capítulo deste trabalho são apresentados mais dados sobre a empresa, tais como seus produtos, processo produtivo e levantamento de dados.

### **1.2.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA**

Este trabalho de formatura foi realizado na PROMICRO Industrial, uma indústria de produtos microbiológicos, que tem como clientes outras indústrias, laboratórios, hospitais e universidades.

### **1.2.2 HISTÓRICO**

A empresa em questão foi fundada em 1994 pelos seus atuais controladores, possuindo 12 anos de experiência no mercado de produtos microbiológicos.

### **1.2.3 CARACTERÍSTICA DO SETOR**

No Brasil, as indústrias que fabricam produtos microbiológicos e meios de cultura para o desenvolvimento de microorganismos são em sua maioria nacionais, competindo com empresas que importam estes tipos de produtos.

Desta maneira, existe um grande potencial de crescimento do mercado nacional, buscando substituir as importações. Para competir com os produtos importados, é necessário tornar os produtos mais competitivos, diminuindo os custos de produção. Assim, vemos novamente que este trabalho é de grande relevância para a empresa, pois esta diminuição de custos pode vir principalmente da redução de perdas e falhas no processo produtivo.

### **1.2.4 PROCESSO PRODUTIVO**

O processo produtivo, que será descrito no próximo capítulo deste trabalho, é basicamente o mesmo para os diversos tipos de produtos desta indústria, sendo diferentes apenas os materiais utilizados para cada produto. A produção ocorre através de encomendas dos clientes e a quantidade produzida é a suficiente para suprir esta demanda, já levando em conta que deverão ocorrer perdas no processo, uma vez que estas atualmente são grandes, como veremos a seguir.

### **1.2.5 PRODUTOS**

A empresa em questão fabrica produtos para análises microbiológicas, como meios de cultura em placas, tubos e laminocultivos. Os meios de cultura permitem o desenvolvimento de microorganismos, como bactérias e fungos, permitindo identificar se em determinado ambiente estão presentes determinados microorganismos.

Estes produtos são muito importantes para indústrias que precisam controlar suas instalações, permitindo que estas identifiquem a presença de microorganismos indesejáveis. Também são importantes para laboratórios e hospitais, permitindo identificar a presença e identificação de microorganismos em pacientes.

### **1.2.6 CONTRIBUIÇÃO DO AUTOR**

O autor foi responsável pelos estudos e análises necessárias para elaborar as propostas de melhorias e também pela elaboração das propostas que possibilitarão melhorar o processo produtivo, utilizando os dados e informações fornecidos pela empresa. O trabalho foi realizado como prestação de uma consultoria do autor à empresa, sendo que o vínculo do autor com a empresa se dá via um familiar que é funcionário da mesma.

### **1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO**

O estudo e análise do processo produtivo para verificação das modificações futuras necessárias, através de ferramentas de gestão da qualidade e estudo dos fornecedores, se inicia com a coleta de informações com a área em questão (principalmente os gerentes), a fim de explicar o trabalho realizado e levantar os dados necessários aos estudos e ferramentas que serão utilizadas, obtendo sugestões destes funcionários, conhecendo desde já possíveis restrições e algumas propostas de melhorias.

Com os dados à disposição, é necessário realizar um estudo da situação atual da empresa. Antes de realizar os estudos, deve ser feito um estudo bibliográfico sobre o tema proposto, buscando quais as ferramentas de controle de qualidade são as mais apropriadas para serem utilizadas, como deve ser feito o estudo dos fornecedores, como medir o ganho financeiro das mudanças e a viabilidade destas serem implementadas.

Abaixo está apresentada a estrutura deste trabalho através dos resumos dos capítulos nele presentes, com a finalidade de facilitar a compreensão do que será analisado neste trabalho de formatura. Com isso será melhor compreendido os passos que foram tomados para concretizar a proposta deste trabalho, observando qual a seqüência que foi utilizada e quais decisões foram tomadas.

#### **1. Introdução:**

Apresentação do tema do trabalho e qual o objetivo que ele se propõe a alcançar, mostrando a relevância do trabalho para a empresa. Descrição da empresa onde o trabalho está sendo realizado, mostrando os tipos de produtos, o processo produtivo, dados da empresa. Citação das ferramentas que pretende utilizar.

**2. Situação Atual:**

Descrição da situação atual da empresa, identificação do problema, informações relativas ao processo de produção, produtos, equipamentos, apresentação dos dados de entrada necessários para a aplicação do modelo de melhoramento da produção, redução de falhas e perdas no processo produtivo e estudo de fornecedores.

**3. Revisão Bibliográfica**

Estudo da base teórica que permitirá a solução do problema. Para isso serão estudados o modelo de melhoramento da produção, formas de reduzir falhas e perdas no processo produtivo, formas de escolha e avaliação de fornecedores, buscando as ferramentas que auxiliarão no solução dos problemas identificados.

**4. Aplicação do Modelo de Melhoramento da Produção e Análises**

Após a análise da situação atual e da escolha das ferramentas que serão utilizadas, chega o momento de realizar os estudos do problema, utilizando a teoria estudada. Nesta parte do trabalho serão realizadas as análises e a aplicação do modelo de melhoramento da produção. Com isso será possível propor as alternativas de melhoria, que serão descritas na próxima parte do trabalho.

**5. Propostas de melhoria e Detalhamento das Soluções**

Após analisar os processos e estudar como melhorá-los, serão elaboradas propostas de melhorias para serem sugeridas e implementadas na empresa. Nesta parte do trabalho serão detalhadas estas soluções e desenvolvido um plano de implantação, buscando estudar a viabilidade destas.

**6. Conclusão e Benefícios do Trabalho**

Nesta parte do trabalho será realizada uma avaliação das melhorias que foram sugeridas, mostrando os benefícios que podem ser gerados com as propostas de melhoria e os ganhos financeiros que podem ser alcançados.

## **2 A SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA**

Este capítulo contém a identificação do problema que será tratado na empresa, informações e dados relevantes do sistema produtivo, processos de fabricação, equipamentos utilizados no processo produtivo, quais são os produtos e quantidades produzidas pela empresa, setores, operações, ou seja, o que descreve a situação atual da empresa e o que é relevante entender para caracterizar o problema.

### **2.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA**

A empresa possui muitas perdas em seu processo produtivo. Alguns produtos, principalmente os que levam sangue em sua composição, chegam a uma perda de 20% na produção. Isso representa um grande aumento de custo para estes produtos. Esta perda no processo produtivo é tão freqüente que quando chega algum pedido destes produtos já é fabricada uma quantidade maior do que a requisitada, já esperando que parte desta produção seja descartada.

Devido a este problema, uma análise do processo produtivo se tornou necessária, para que fosse possível realizar melhorias e diminuir a quantidade de perdas. Para isso, todo processo deverá ser estudado, desde o recebimento de materiais pelos fornecedores da empresa até o envio do produto para o cliente final.

### **2.2 PRODUTOS**

A produção da empresa consiste basicamente de produtos microbiológicos, como meios de cultura e placas de petri. Os meios de cultura são substâncias orgânicas que servem como alimento para os microrganismos. Toda vez que precisamos detectar a presença desses microrganismos em algum ambiente, produto ou mesmo dentro do organismo humano, precisamos usar placas de petri, laminocultivos ou meios em tubo com meio de cultura, para o crescimento das “colônias” de microrganismos e em seguida fazermos a identificação desses microrganismos descobrindo nome e gênero, para o emprego de produtos que possam eliminá-los.

### 2.2.1 QUANTIDADES

Como visto anteriormente, a empresa produz uma quantidade muito grande de produtos, tornando difícil uma análise detalhada das perdas no processo produtivo de cada um deles. Mesmo sendo o processo produtivo destes bastante parecido, utilizando os mesmos equipamentos e instrumentos e materiais semelhantes, é interessante focar nosso trabalho nos cinco produtos mais produzidos para o período de 12 meses. Abaixo temos a tabela com os produtos mais produzidos pela empresa.

Tabela 1 - Tabela com a quantidade produzida de cada produto. Elaborado pelo autor

Produto	Quantidade Produzida (Unidades)	Embalagem
Placa Agar Cled + Mac Conkey	24870	pacotes com 10 unidades
Urimicro	15950	caixa com 50 unidades
Placa de Agar Sangue	9000	pacotes com 10 unidades
Hemocultura Adulta	6180	caixa com 10 unidades
Placa de Agar Chocolate	5300	pacotes com 10 unidades
Placa Agar Mueller Hinton	3690	pacotes com 10 unidades
Placa Agar Sangue + Mac Conkey	3540	pacotes com 10 unidades
Hemocultura Pediátrica	3010	caixa com 10 unidades
Meio para Urease	1950	caixa com 10 unidades
EPM Mili	1392	caixa com 24 unidades
Placa de Agar Sangue + Chocolate	1290	pacotes com 10 unidades

Utilizando o Diagrama de Pareto, podemos ver que se escolhermos os cinco produtos mais produzidos nos últimos 12 meses estaremos observando praticamente 80% do que foi produzido. Desta maneira, estaremos focando nos produtos que exercem maior influência na receita da Promicro Industrial.

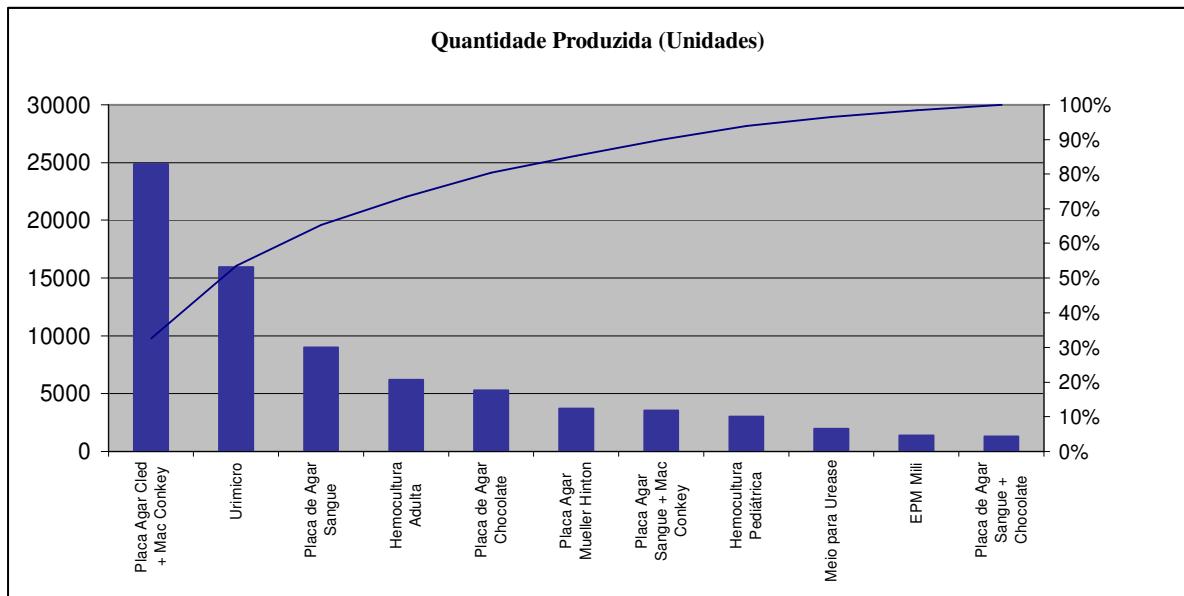


Gráfico 1 - Diagrama de pareto com a quantidade produzida de cada produto. Elaborado pelo autor.

## 2.2.2 DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS ESCOLHIDOS

Estudando os cinco produtos mais produzidos nos últimos 12 meses estaremos observando praticamente 80% do que foi produzido. Abaixo estão apresentadas as características dos produtos escolhidos para análise do processo produtivo neste trabalho, tratando-se de dados fornecidos pela empresa.

- **Placa de Ágar Cled + Mac Conkey**

Categoria: Análises Clínicas.

Sub-categoria: Microbiologia / Meios de cultura hidratados em placas.

Descrição: Meio hidratado, distribuído em placas de 2 divisões. Meio utilizado para isolamento, contagem e identificação presuntiva de bactérias causadoras de infecção do trato urinário.

Armazenado de 2 a 8 °C, tendo validade de 2 meses.

- **Urimicro**

Categoria: Análises Clínicas.

Sub-categoria: Microbiologia / Laminocultivos.

Descrição: Laminocultivo para cultura de urina contendo três diferentes meios de cultura (Cled, Citrato de Simmons e MacConkey modificado), permitindo a identificação direta da presença de *Escherichia coli* na urina, através da análise diretamente no laminocultivo. Esta bactéria é causadora das principais infecções urinárias, presente em 90% dos casos.

Armazenado à temperatura ambiente, tendo validade de 6 meses.

- **Placa Ágar Sangue**

Categoria: Análises Clínicas.

Sub-categoria: Microbiologia / Meios de cultura hidratados em placas.

Descrição: Meio hidratado, distribuído em placas. Meio utilizado para a maioria dos materiais clínicos, permite o crescimento da maioria dos patógenos não fastidiosos ou que requerem incubação especial. Proporciona, devido a adição de sangue de Carneiro desfibrinado a leitura das hemólises causadas pelo gênero *Streptococcus spp.*

Armazenado de 2 a 8 °C, tendo validade de 2 meses.

- **Hemocultura Adulto**

Categoria: Análises Clínicas.

Sub-categoria: Microbiologia / Meios de cultura hidratados em tubos.

Descrição: Caldo de soja tripcaseína suplementado, que permite o crescimento rápido e abundante de microorganismos aeróbios e anaeróbios, provenientes de amostras de sangue. Pacientes com suspeita de infecção são monitorados colhendo-se 10ml de sangue (paciente adulto) o qual é injetado na hemocultura, sendo que os microrganismos presentes nesse sangue vão se proliferar nesta, que nada mais é do que o alimento necessário para o crescimento microbiano. A mistura do sangue do paciente com a hemocultura forma uma substância que deve ser incubada a 37°C, a qual será posteriormente identificada com outras provas laboratoriais.

Armazenado à temperatura ambiente, tendo validade de 1 ano.

- **Placa Ágar Chocolate**

Categoria: Análises Clínicas.

Sub-categoria: Microbiologia / Meios de cultura hidratados em placas.

Descrição: Meio hidratado, distribuído em placas. Meio utilizado para a maioria dos materiais clínicos, permite o crescimento de patógenos fastidiosos como *Neisseria spp* e isolamento primário de *Haemophilus influenzae*, *Haemophilus parainfluenzae* e *Haemophilus ducrey*.

Armazenado de 2 a 8 °C, tendo validade de 2 meses.

### **2.2.3 LEVANTAMENTO DE DADOS**

Abaixo temos os dados de produção dos últimos 12 meses para os cinco produtos cujos processo produtivos serão estudados neste trabalho, juntamente com a quantidade que foi considerada como defeituosa e rejeitada.

Tabela 2 - Tabela com o percentual de defeituosos para a Placa de Ágar Chocolate. Elaborado pelo autor.

Mês	Ágar Chocolate		
	Quantidade Produzida	Unidades Rejeitadas	% Defeituosos
out/05	550	27	4,9%
nov/05	400	15	3,8%
dez/05	250	38	15,2%
jan/06	300	30	10,0%
fev/06	500	69	13,8%
mar/06	650	44	6,8%
abr/06	200	16	8,0%
mai/06	500	38	7,6%
jun/06	300	24	8,0%
jul/06	250	19	7,6%
ago/06	500	33	6,6%
set/06	900	80	8,9%

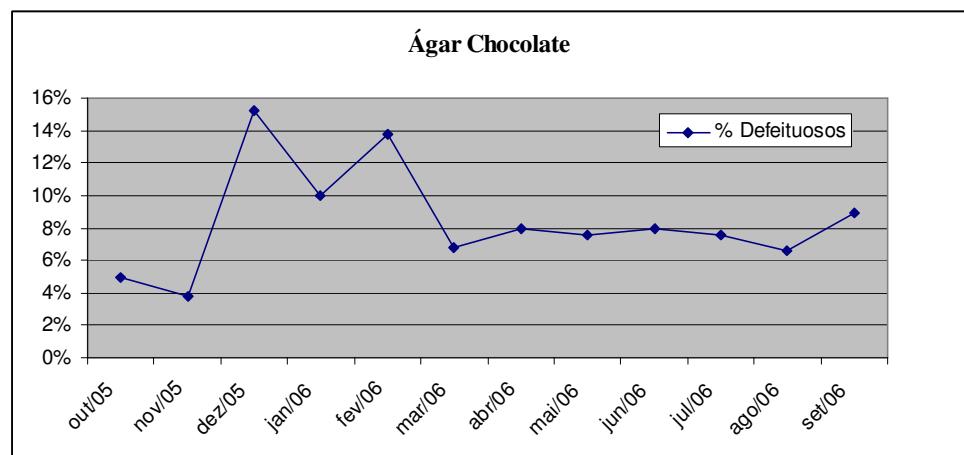


Gráfico 2 - Percentual de defeituosos para a placa de Ágar Chocolate por mês. Elaborado pelo autor.

Tabela 3 - Tabela com o percentual de defeituosos para a Placa de Ágar Cled + Ágar Mac Conkey. Elaborado pelo autor.

Produto:	Ágar Cled + Ágar Mac Conkey		
	Mês	Quantidade Produzida	Unidades Rejeitadas
out/05	2700	131	4,9%
nov/05	3705	125	3,4%
dez/05	2530	106	4,2%
jan/06	2060	59	2,9%
fev/06	2925	67	2,3%
mar/06	1255	70	5,6%
abr/06	1970	47	2,4%
mai/06	1020	26	2,5%
jun/06	1160	29	2,5%
jul/06	1230	37	3,0%
ago/06	2010	54	2,7%
set/06	2305	48	2,1%

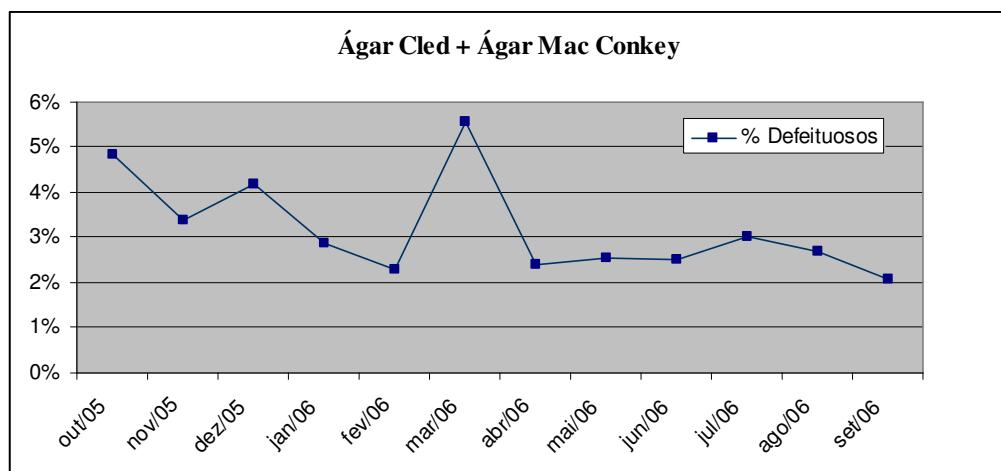


Gráfico 3 - Percentual de defeituosos para a placa de Ágar Cled + Mac Conkey por mês. Elaborado pelo autor.

Tabela 4 - Tabela com o percentual de defeituosos para a Placa de Ágar Sangue. Elaborado pelo autor.

Produto:	Ágar Sangue		
	Mês	Quantidade Produzida	Unidades Rejeitadas
out/05	960	145	15,1%
nov/05	990	102	10,3%
dez/05	1020	214	21,0%
jan/06	1470	207	14,1%
fev/06	480	99	20,6%
mar/06	270	36	13,3%
abr/06	300	54	18,0%
mai/06	270	47	17,4%
jun/06	450	85	18,9%
jul/06	780	159	20,4%
ago/06	990	180	18,2%
set/06	1020	221	21,7%

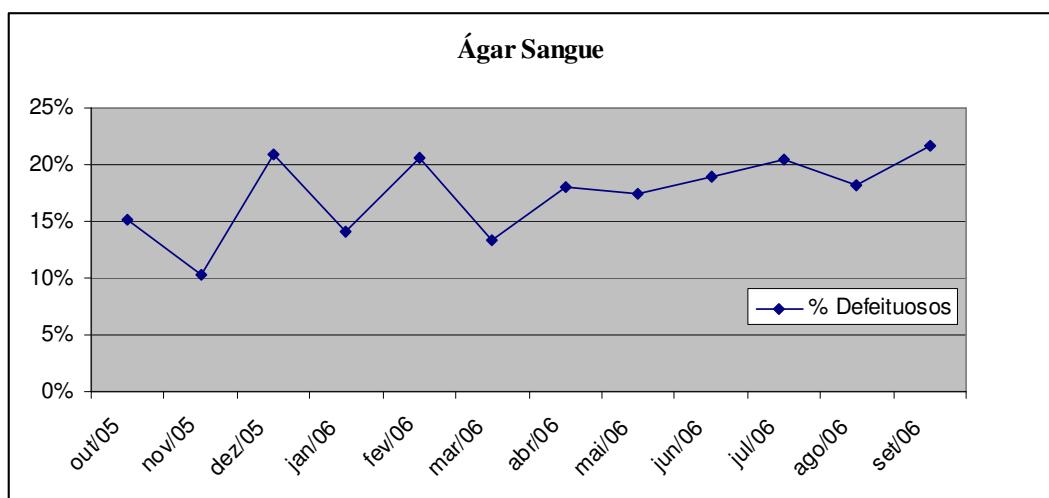


Gráfico 4 - Percentual de defeituosos para a placa de Ágar Sangue por mês. Elaborado pelo autor.

Tabela 5 - Tabela com o percentual de defeituosos para o produto Hemocultura Adulto. Elaborado pelo autor

Produto: Mês	Hemocultura Adulta		
	Quantidade Produzida	Unidades Rejeitadas	% Defeituosos
out/05	470	7	1,5%
nov/05	578	12	2,1%
dez/05	974	14	1,4%
jan/06	377	8	2,1%
fev/06	470	11	2,3%
mar/06	650	10	1,5%
abr/06	460	9	2,0%
mai/06	423	8	1,9%
jun/06	332	7	2,1%
jul/06	420	10	2,4%
ago/06	460	12	2,6%
set/06	566	13	2,3%

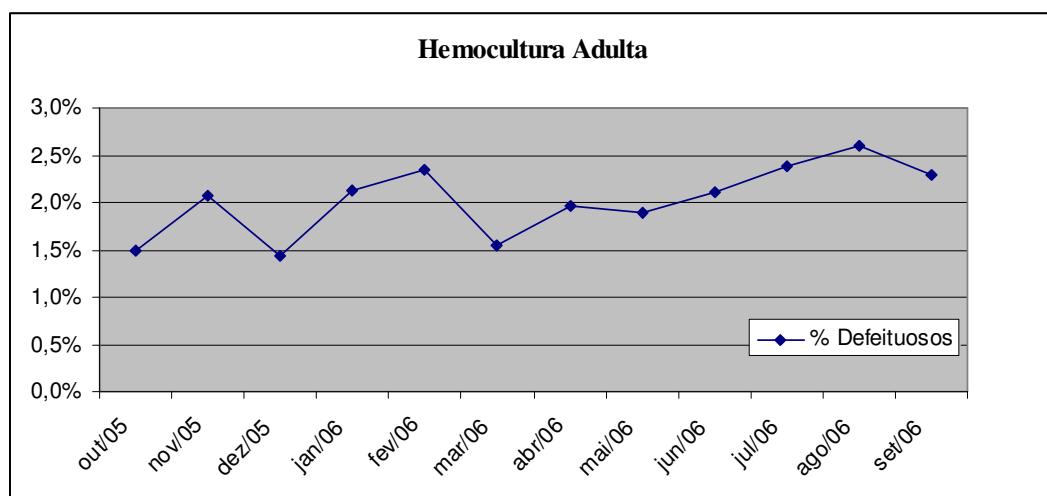


Gráfico 5 - Percentual de defeituosos para o produto Hemocultura Adulto por mês. Elaborado pelo autor.

Tabela 6 - Tabela com o percentual de defeituosos para o produto Urimicro. Elaborado pelo autor

Mês	Urimicro		
	Quantidade Produzida	Unidades Rejeitadas	% Defeituosos
out/05	1400	62	4,4%
nov/05	1100	79	7,2%
dez/05	1700	118	6,9%
jan/06	1490	79	5,3%
fev/06	1340	89	6,6%
mar/06	1870	122	6,5%
abr/06	1480	96	6,5%
mai/06	780	41	5,3%
jun/06	860	63	7,3%
jul/06	980	68	6,9%
ago/06	1040	64	6,2%
set/06	1910	135	7,1%

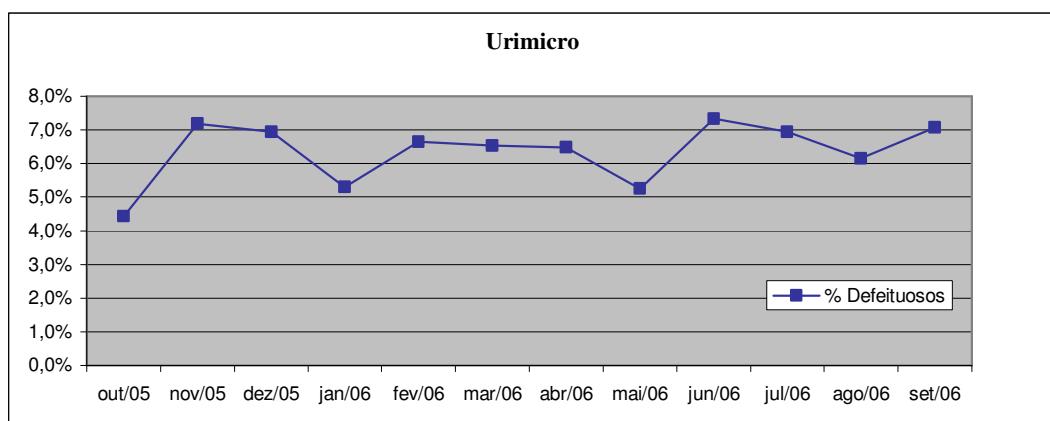


Gráfico 6 - Percentual de defeituosos para o produto Urimicro por mês. Elaborado pelo autor.

## 2.3 SETORES E OPERAÇÕES

A produção desta fábrica de produtos microbiológicos está dividida por setores, que serão descritos abaixo. Os setores são os seguintes:

- Controle de Qualidade.
  - Setor de pesagem de matérias primas e preparação.
  - Setor de esterilização por autoclave.
  - Setor de distribuição dos meios nas placas de petri, laminocultivos ou tubos de ensaio.
  - Setor da quarentena.
  - Setor de embalagem e rotulagem.
  - Setor de Armazenamento. (Estoque de matéria prima e produto acabado)
- 
- **Controle de qualidade**

No Controle de Qualidade são realizados testes com as matérias primas e materiais que serão utilizados no processo produtivo, para conferir se estão dentro dos padrões pré-estabelecidos de qualidade. São realizados também, testes com os produtos acabados, para conferir a qualidade e eficiência dos mesmos, garantindo que os resultados obtidos com os mesmos sejam o resultado esperado. Nessa sala encontram-se a estufa de cultura, as vidrarias, reagentes e coleção de microorganismos padrões para teste que serão utilizados no controle de qualidade.

- **Setor de preparação e pesagem de materiais**

Nesse setor encontram-se a balança analítica, o deionizador de água, o banho-maria e os recipientes (beckers) que receberão a matéria-prima.

Seguindo uma ficha de fabricação, o funcionário pesa uma quantidade de meio de cultura e coloca no recipiente identificado com o nome desse meio (exemplo o Meio de Ágar Cled). Em seguida, este recipiente é levado para o setor de esterilização.

- **Setor de esterilização**

Nesse setor encontra-se a autoclave.

O recipiente contendo o meio de cultura em pó devidamente pesado e identificado, receberá o volume de água indicado na ficha de fabricação, o qual será homogenizado até completa dissolução. Em seguida este recipiente contendo a solução obtida pela hidratação do meio recebe uma tampa, sendo fechado adequadamente e colocado dentro da autoclave para esterilização. (O processo de esterilização consistem em deixar o recipiente durante 15 minutos a uma temperatura de 121°C). Após a esterilização esse recipiente é levado para a sala de distribuição ainda quente.

- **Setor de distribuição**

Nesse setor encontram-se a Capela de Fluxo Laminar e a bomba peristáltica. Usando a bomba peristáltica dentro da Capela de Fluxo Laminar o meio é distribuído nas placas de petri, nos laminocultivos ou nos tubos, esse processo é realizado dentro da Capela de Fluxo Laminar, pois a mesma propicia manter o produto estéril, o que é fundamental para sua eficiência. Quando se tratar de meio com agar, o mesmo deverá ser mantido quente durante o processo de distribuição em placas ou em laminocultivos, pois após seu resfriamento o meio se solidifica assumindo uma forma de gelatina. Se o meio for em forma de caldo, o mesmo será envasado em tubos de ensaio com tampa de rosca.

Feita a distribuição o produto segue para a sala de quarentena.

- **Setor de quarentena**

No setor de quarentena os produtos ficam por um período de 48 horas ou 5 dias no caso de Hemocultura ou Urimicro, para verificar se não houve nenhum tipo de contaminação no processo de produção. Após esse período os produtos seguem para a rotulagem e embalagem.

- **Setor de embalagem e rotulagem**

Nesse setor encontram-se as etiquetas, a seladora e as caixas para embalagem dos produtos.

O processo de embalagem consiste na identificação individual de cada produto, contendo nome do produto, data de fabricação e vencimento, orientações sobre

armazenamento, pois como são produtos perecíveis deverão ser armazenados em refrigeradores com temperatura controlada entre 4 e 8°C.

As placas são colocadas em sacos plásticos, na quantidade de dez placas por saco, o qual é selado em seguida, para evitar contato com o ambiente externo. Após esse processo, são separadas amostras que seguirão para o controle de qualidade, para os testes finais, e o lote pronto é enviado para a sala de armazenamento.

- **Setor de armazenamento**

No setor de armazenamento existem refrigeradores com temperatura controlada, para que os produtos fiquem aguardando seu envio para o usuário.

O transporte desse tipo de produto deve obedecer as normas da rede de frios para transporte de produtos perecíveis, sendo que o manuseio e manutenção da temperatura no transporte devem ser garantidos pela transportadora.

## **2.4 EQUIPAMENTOS**

Os equipamentos e instrumentos utilizados estão descritos abaixo. A maioria destes equipamentos e instrumentos podem ser usados em qualquer processo ou para qualquer produto.

- Balança analítica.
- Deionizador de água.
- Autoclave a vapor.
- Bomba peristáutica.
- Capela de fluxo laminar.
- Seladora.
- Estufa para cultura.
- Refrigeradores.
- Contador de colônias.
- Banho maria.

## 2.5 MATERIAIS UTILIZADOS

- Meios de cultura em pó desidratados. (Matéria prima importada)
- Reajentes.
- Placas de petri descartáveis nos diâmetros de 60mm, 90mm, e 150mm. (Estéreis)
- Laminocultivos.
- Frascos de vidro com tampa butílica.
- Lacre de alumínio.
- Tubos de ensaio com tampa de rosca.
- Água deionizada.
- Sangue de Carneiro desfibrinado. (Para algumas fórmulas)
- Substâncias enriquecedoras. (Para algumas fórmulas)
- Frasco erlemeier.
- Copo becker.
- Bastão de vidro.
- Lacre de filme PVC térmico-encolhível.

## 2.6 PROCESSO PRODUTIVO

Nesta parte do trabalho é descrito o processo produtivo, desde a emissão da Ordem de fabricação até a quarentena dos produtos. Na Ordem de Fabricação constam as seguintes informações: número da ordem, quantidade, data de emissão, código do produto, nome do produto, versão, equipamentos e mão de obra necessários (tempo gasto em horas), matéria-prima, rastreabilidade das matérias-primas, fases de preparação, assinatura e data do conferente ou operador.

O primeiro passo consiste em identificar os equipamentos das áreas de pesagem, produção, esterilização e distribuição com o nome do produto que está sendo produzido no início de cada processo.

Após são separadas todas as matérias primas para pesagem e colocadas na ordem mencionada da Ordem de Fabricação, sendo em seguida preenchida a rastreabilidade das mesmas na mesma. É preciso identificar os balões de erlenmyer com o nome do produto que está sendo produzido (através de uma caneta marcadora para autoclave).

Na Área de pesagem e medições, antes de iniciar a pesagem é verificado o nível da balança, zerando-a e anotando as informações na ordem. As matérias primas são pesadas em papel alumínio na quantidade indicada na formulação da Ordem de Fabricação e transferidas para os balões de erlenmyer identificados.

Após cada pesagem o conferente estará verificando a pesagem realizada pelo operador.

Na Área de produção, o meio de cultura é diluído na quantidade indicada na formulação da Ordem de Fabricação. São agitados os balões, fechando com folha dupla de papel alumínio, em seguida são fechadas com duas ligas de elástico látex .

Na coleta da água para diluição é necessário verificar o deionizador e preencher a ordem. É realizada a leitura da temperatura do banho-maria durante o processo e preenchido o registro de controle e a Ordem de Fabricação. As faixas de temperatura de trabalho são de  $80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  ou  $100^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}$  de variação. Qualquer leitura fora da faixa prevista o operador deverá notificar o responsável para tomada de ações.

Após segue-se a dissolução dos meios de cultura conforme mencionados na Ordem de Fabricação.

Na Área de esterilização, antes de iniciar a esterilização, deve-se verificar a autoclave e preencher a ordem. Controlar a esterilização pelo registro de controle de autoclavação durante o processo. A esterilização dos meios de cultura é realizada em autoclave a uma temperatura de  $121^{\circ}\text{C}$  durante 15 minutos. Qualquer alteração no processo de esterilização, deve-se seguir a orientação da Ordem de Fabricação do produto que esta sendo produzido.

Materiais como vidrarias, tampas, dispenser, mangueiras, kit de filtração, luvas, aventais, máscaras e outros deve-se esterilizar a uma temperatura de  $121^{\circ}\text{C}$  durante 30 minutos. A faixa de temperatura de trabalho é de  $121^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Qualquer leitura fora da faixa prevista o operador deverá notificar o responsável para tomada de ações.

Após a esterilização deve-se deixar os meios de cultura esfriarem antes de iniciar o processo de distribuição em temperatura ambiente ou na estufa de  $50^{\circ}$  a  $60^{\circ}\text{C}$ . Fazer a leitura da temperatura da estufa durante o processo e preencher o registro de controle e a ordem. Alguma leitura fora da faixa prevista o operador deverá notificar o responsável para tomada de ações. A verificação da temperatura ideal de distribuição é realizada através do tato, tocando o frasco e contando até 10. Se conseguir suportar a temperatura então o meio de cultura atingiu a temperatura de distribuição.

Antes de iniciar o processo de distribuição deve-se ligar o fluxo laminar durante 30 minutos. Limpar com gaze umidecida em solução de lisoforme 2% e em seguida com álcool 70%. Verificar o fluxo e preencher a Ordem de Fabricação.

Durante o processo de distribuição limpar o fluxo laminar com álcool 70% e no final do dia limpar novamente como no início. Para limpar meio de cultura difícil de sair, passar hipoclorito de sódio.

Os meios de cultura serão envasados através de dispenser, envasador de placas, pipetas ou bomba peristáltica em placas de petri descartáveis, tubos de vidro com tampa de rosca, pá-pead, frascos de vidro ou frascos plásticos conforme orientação da Ordem de Fabricação.

Os meios de cultura já estéreis deverão ser distribuídos na Área de distribuição conforme instruções da Ordem de Fabricação; já os meios de cultura não estéreis que irão sofrer esterilização final após envase nos tubos ou frascos serão distribuídos na Área de produção.

Após a distribuição e resfriamento dos meios de cultura nas placas de petri, tubos, frascos ou pá-pead, transferir todo o lote para a área de Quarentena na temperatura ambiente, por um período de 3 a 5 dias. Fazer uma identificação prévia com nome do produto, lote e data de fabricação.

Separar as amostras para serem testadas pelo Controle de Qualidade. Identificá-las com o nome do produto, lote e data de fabricação.

## **2.7 FLUXO DE MATERIAIS**

A seguir será apresentado o fluxo de materiais, mostrando por onde passam dentro da empresa os materiais utilizados no processo produtivo.

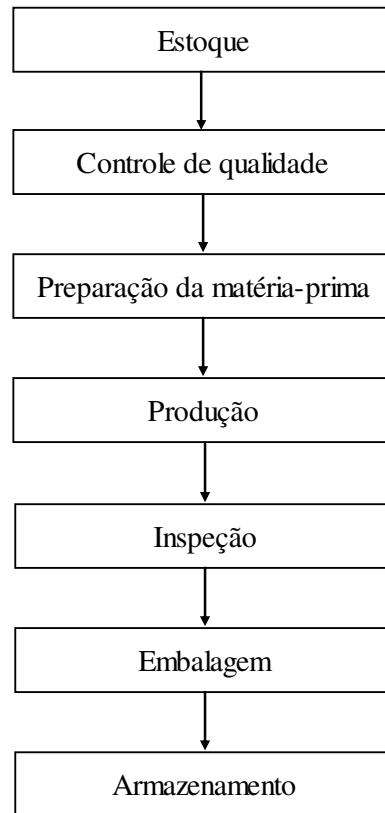


Figura 1 - Fluxo de materiais. Elaborado pelo autor.

## 2.8 PRINCIPAIS CLIENTES

A empresa fabrica produtos para análises clínicas e para pesquisa, tendo assim como clientes tanto outras indústrias, que precisem fazer controle microbiológico de suas instalações e processos produtivos, quanto laboratórios, hospitais e universidades, que realizem exames em pacientes para a verificação da presença de algum microorganismo ou necessitem destes produtos para suas pesquisas e estudos.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Conhecido o problema levantado através da análise da situação atual da empresa, é necessário formar uma base teórica que permita melhor compreendê-lo para assim elaborar propostas de melhoria. Portanto, neste capítulo serão apresentados o modelo escolhido e as ferramentas que auxiliarão na elaboração das propostas.

#### 3.1 MODELO DE MELHORAMENTO DA PRODUÇÃO

Para reduzir as perdas e falhas no processo produtivo, são necessários estudos e análises para entender como melhorar o processo produtivo da empresa. Desta maneira, o modelo escolhido para elaborar as propostas de melhoria foi o Modelo de Melhoramento da Produção proposto por Slack et al. (1997).

Este modelo é dividido em três estágios (SLACK et al., 1997). No primeiro estágio, são analisadas as abordagens e técnicas que podem ser adotadas para melhorar a produção. O segundo estágio olha para o melhoramento sob outra perspectiva, que é o principal foco deste trabalho, se tratando de como as operações podem prevenir falhas, reduzir custos com perdas e retrabalhos, e como estas podem se recuperar quando as falhas ocorrem. Finalmente, no terceiro estágio, é analisado como o processo de melhoramento inteiro pode ser apoiado através da abordagem do gerenciamento da qualidade total (TQM – *Total Quality Management*). O quesito Controle da Qualidade é o foco dos três estágios deste modelo.

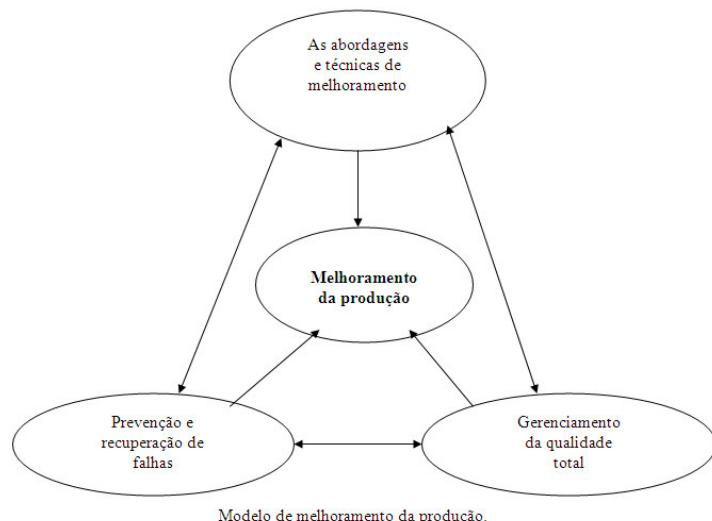


Figura 2 - Modelo de melhoramento da produção. Transcrito de Slack et al. (1997).

### 3.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE QUALIDADE

A qualidade é uma preocupação atual e chave de muitas organizações, tanto que em muitas dessas existe uma parte separada que é dedicada exclusivamente ao gerenciamento da qualidade (SLACK et al., 1997). Jornais de negócios e revistas de gerenciamento são dominados por artigos sobre este assunto. Isto vem gerando uma crescente consciência de que bens e serviços de alta qualidade podem dar a uma organização considerável vantagem competitiva. Boa qualidade reduz custos de retrabalho, refugo e devoluções e, mais importante, boa qualidade gera consumidores satisfeitos. Alguns gerentes de produção acreditam que, a longo prazo, a qualidade é o fator mais importante que afeta o desempenho de uma organização em relação aos seus concorrentes.

A qualidade reduz os custos de produção. Quanto menos erros em cada unidade de produção, menos tempo será necessário para a correção, menos material será descartado, menos produtos serão reprovados e, consequentemente, menos recursos serão gastos.

A qualidade aumenta a confiabilidade da organização. Custos crescentes não são a única consequência da má qualidade. A má qualidade dos produtos pode gerar problemas de imagem da organização, gerando perdas de clientes.

A melhoria da qualidade afeta o lucro de duas formas:

- Reduz custos, tais como refugo, retrabalho e garantia do cliente, melhora o moral do trabalhador e aumenta a eficiência e produtividade. Estudos indicam que clientes fiéis são menos custosos para o serviço;
- Aumenta os rendimentos: melhorias da qualidade são fatores necessários para manter os clientes antigos e atrair novos clientes.

Devem ser utilizados ferramentas e métodos estatísticos para definir os problemas e situações a melhorar, medir para obter a informação e os dados, analisar a informação coletada, incorporar e empreender melhorias nos processos e, finalmente, controlar os processos ou produtos existentes, com a finalidade de alcançar etapas ótimas, o que por sua vez gerará um ciclo de melhoria contínua.

Formas de atuação para as análises da qualidade (ROTONDARO et al., 2002):

O benchmark é usado como um parâmetro para comparar o nível de qualidade de processos, operações, produtos, características, equipamentos, maquinarias, divisões e departamentos, entre outros.

A meta é melhorar a qualidade. A meta deve ser chegar muito perto do zero defeito, erro ou falha.

A medida utilizada é do determinado nível de qualidade. Quando o número de sigmas é baixo, tal como em processos dois sigma, o nível de qualidade não é tão alto. O número de não-conformidades ou unidades defeituosas em tal processo pode ser muito alto. Quanto maior o número de sigmas, melhor o nível de qualidade.

A filosofia é a de melhoria contínua do processo e redução de sua variabilidade na busca interminável do zero defeito.

A estatística é calculada para cada característica crítica da qualidade.

A estratégia deve ser baseada na inter-relação entre o projeto de um produto, sua fabricação, sua qualidade final e sua confiabilidade, ciclo de controle, inventários, reparos no produto, sucata e defeitos, assim como falhas em tudo que é feito no processo de entrega de um produto a um cliente e o grau de influência que eles possam ter sobre sua satisfação.

Deve existir uma visão de levar a organização a ser a melhor do ramo. É uma viagem intrépida em busca da redução da variação, defeitos, erros e falhas. É estender a qualidade para além das expectativas do cliente.



Figura 3 - Planejamento da qualidade. Transcrito de Slack et al. (1997).

### 3.3 TÉCNICAS DE MELHORAMENTO DA PRODUÇÃO

A primeira parte do modelo consiste em entender as abordagens e técnicas utilizadas com o objetivo de realizar o melhoramento da produção (SLACK et al., 1997).

Antes que os gerentes de produção possam idealizar sua abordagem para o melhoramento de suas operações, eles precisam saber quão boa ela já é. A urgência, direção e prioridades de melhoramento serão determinadas parcialmente pela identificação de se o atual desempenho de uma operação é julgado bom, ruim ou indiferente. Todas as operações produtivas, portanto, precisam de alguma forma de medida de desempenho, como um pré-requisito para melhoramento.

Algumas técnicas, que serão mostradas posteriormente neste trabalho, são particularmente úteis para melhorar operações. O controle estatístico de processo e a análise de efeito e modo de falha poderiam ser usadas para quase qualquer tipo de projeto de melhoramento. Outras técnicas como a análise entrada-saída e a análise por que-por que também podem ser utilizadas para descobrir causas de falhas nos processos produtivos.

Estas técnicas possibilitarão observar o desempenho das operações dentro do processo produtivo. Abaixo temos quais são as medidas de desempenho que caracterizam um processo produtivo, sendo que a qualidade buscando a diminuição dos custos é o principal foco deste trabalho.

Implementar a melhoria de qualidade em uma organização cria uma cultura interna de indivíduos educados em uma metodologia padronizada de caracterização, otimização e controle de processos. Por que processo? Porque a atividade envolvida no fornecimento de um serviço, ou na confecção de um produto, constitui um processo. As saídas finais, ou seja, os resultados, são obtidas pelas atividades realizadas durante o processo.

Essas saídas são sujeitas a variabilidade.

Se o processo tiver uma variabilidade alta, o resultado é um produto ou serviço de má qualidade, com custos altos e entrega deficiente, portanto, que não satisfaz ao cliente, ameaçando a sobrevivência do negócio (ROTONDARO et al., 2002).

As variações de um processo levam a um aumento de defeitos, custo e tempo de ciclo. A variabilidade deve ser encarada como um problema a ser reduzido continuamente. Todos os produtos e serviços que consumimos hoje são frutos de uma tecnologia muito sofisticada e que exige para sua fabricação o uso de faixas de tolerância de seus componentes cada vez menores.

### **3.3.1 MEDIDAS DE DESEMPENHO**

Existem cinco medidas de desempenho, que são a qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo (SLACK et al., 1997). Estas medidas podem ser

utilizadas para definir como o processo está atualmente. Todos esses fatores individuais dão uma visão parcial do desempenho de custos da produção, e muitos deles se sobrepõem em função da informação que incluem. Todavia cada um deles dá uma perspectiva do desempenho de custos da produção, o que poderia ser útil seja para identificar áreas para melhoramento, seja para monitorar a extensão dos melhoramentos.

Depois de uma operação ter medido seu desempenho, utilizando ferramentas de gestão da qualidade que serão descritas posteriormente neste trabalho, ela precisa fazer um julgamento sobre seu desempenho é bom, mau ou indiferente. Quatro tipos de padrões são comumente utilizados:

- Padrões históricos
- Padrões de desempenho alvos
- Padrões de desempenho da concorrência
- Padrões de desempenho absolutos

Utilizar padrões históricos seria comparar o desempenho atual com desempenhos anteriores. Os padrões de desempenho histórico são efetivos quando julgam se uma operação está melhorando ou piorando com o tempo, mas não dão nenhuma indicação de que o desempenho poderia ser considerado satisfatório.

Os padrões de desempenho alvos são aqueles estabelecidos arbitrariamente para refletir algum nível de desempenho que é visto como adequado ou razoável.

Os padrões de desempenho da concorrência comparam o desempenho atingido por um ou mais concorrentes da organização. Para algumas operações sem fins lucrativos esse tipo de padrão de desempenho precisa ser modificado. A comparação com os concorrentes pode nem sempre ser possível.

Um padrão de desempenho absoluto é o que é tomado em seus limites teóricos. O padrão de qualidade de zero defeitos, ou o padrão de estoques zero estoque são ambos padrões absolutos. Eles permitem calibrar-se em relação ao limite teórico.

### **3.3.2 PRIORIDADES DE MELHORAMENTO**

Ao melhorar o processo produtivo, é necessário prestar atenção nas necessidades e preferências dos consumidores, além do desempenho e as atividades dos concorrentes. Mas é importante também observar o processo produtivo sob um olhar crítico, buscando quais os

fatores que podem ser modificados ou melhorados, com a finalidade de diminuir perdas e falhas, buscando reduzir os custos no processo e possibilitando consequentemente ter um preço mais competitivo no mercado (SLACK et al., 1997).

O propósito fundamental de operações é criar bens e serviços de tal forma a atingir as necessidades dos consumidores. Se os consumidores para um particular produto ou serviço preferem preços baixos a ampla gama, então a operação deveria dedicar mais energia em reduzir seus custos do que em proporcionar uma faixa mais larga de produtos ou serviços. As necessidades e preferências dos consumidores definem a importância dentro da operação. Os concorrentes são pontos de comparação em relação aos quais a operação pode julgar seu desempenho. Do ponto de vista competitivo, à medida que as operações melhoram o seu desempenho, o desempenho que mais interessa é o que leva a operação a passar os níveis de desempenho atingidos por seus concorrentes, então, é a determinação do nível de desempenho a ser atingido.

### **3.3.3 MELHORAMENTO CONTÍNUO**

O melhoramento contínuo do processo produtivo deve ser uma meta de qualquer empresa. Este processo adota uma abordagem de melhoramento de desempenho que presume mais e menores passos de melhoramento incremental. O melhoramento contínuo busca que o processo produtivo seja aperfeiçoado a cada dia, buscando sempre melhorar as medidas de desempenho, buscando combater as causas de falhas e perdas no processo.

### **3.4 PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FALHAS**

A segunda parte do modelo de melhoramento da produção busca formas de prevenir que as falhas ocorram, buscando combater as causas de perdas e falhas no processo produtivo. Além disso, trata de maneiras de se recuperar caso algumas falhas ocorram no decorrer do processo (SLACK et al., 1997).

Ter produtos e serviços confiáveis, e processos produtivos que possuam pequenas taxas de falha, são formas das organizações ganharem vantagem competitiva sobre as outras, pois quanto menores os custos no processo produtivo maior será a margem que a empresa poderá ter sobre seus produtos.

Sempre existe a probabilidade de que ao fabricar um produto as coisas possam sair erradas. Erros são inevitáveis, mas a produção pode minimizar as falhas. As falhas na

produção podem ocorrer por diversas razões. As máquinas podem quebrar, os clientes podem fazer pedidos inesperados que a produção não consegue atender, o pessoal pode cometer erros simples em seus trabalhos, os materiais dos fornecedores podem estar defeituosos, entre outros. Podemos classificar as falhas em três tipos:

- Aquelas que têm sua fonte dentro da produção, porque seu projeto global foi mal feito ou porque suas instalações ou o pessoal não fazem as coisas como deveriam;
- Aquelas que são causadas por falhas no material ou informações fornecidas à operação;
- Aquelas que são causadas por ações dos clientes.

### 3.4.1 TIPOS DE FALHAS

- **Falhas nas Instalações**

Todas as instalações de uma produção têm probabilidade de quebrar. A avaria pode ser somente parcial. Também pode ser uma interrupção total e repentina na produção. Outras falhas podem somente ter um impacto significativo se ocorrerem simultaneamente a outras falhas.

- **Falhas do Pessoal**

Falhas de pessoal são de dois tipos: erros e violações. Erros são enganos de julgamento e violações são atos que são claramente contrários ao procedimento operacional definido.

- **Falhas de Fornecedores**

Qualquer falhas no prazo de entrega ou na qualidade de bens ou serviços fornecidos para uma produção pode causar falha dentro da produção. Quanto mais uma produção depender de fornecedores de materiais ou serviços, tanto mais terá probabilidade de falhar devido a inputs defeituosos ou abaixo do padrão.

- **Falhas de clientes**

Nem todas as falhas são causadas (diretamente) pela produção ou por seus fornecedores. Os clientes podem usar mal os produtos e serviços que a produção produziu.

- **Medição de falhas**

As falhas não são o resultado de probabilidade aleatória, tendo em vista que sua causa primeira normalmente é falha humana. A falha pode ser controlada e as organizações podem aprender a partir das falhas e modificar seu comportamento de acordo com isso.

Há três formas de medir falhas (SLACK et al., 1997):

- taxas de falhas – com que freqüência uma falha ocorre;
- confiabilidade – a probabilidade de uma falha ocorrer;
- disponibilidade – o período de tempo útil disponível para a operação.

### **3.4.2 PROCEDIMENTOS PARA PREVENÇÃO DE FALHAS**

Os gerentes têm conjuntos de atividades que se relacionam a falhas. A compreensão de quais falhas estão ocorrendo na produção e por que ocorrem. Analisar as formas de reduzir a probabilidade de falhas ou minimizar as consequências das mesmas. Elaborar políticas e procedimentos que ajudem a produção a se recuperar das falhas quando ocorrem.

#### **3.4.2.1 DETECÇÃO DE FALHAS**

Dado que as falhas ocorrem, os gerentes de produção devem contar com mecanismos que asseguram que percebam rapidamente que uma falha ocorreu.

As organizações às vezes podem não saber que o sistema falhou e por isso perdem a oportunidade de acertar para o cliente e de aprender a partir da experiência. Quando os clientes se queixam de um produto ou serviço, a situação pode ser tratada no local, mas pode ser que o sistema não seja mudado para prevenir esses tipos de problemas ocorra novamente. Mecanismos para procurar falhas de uma forma proativa (SLACK et al., 1997):

- Diagnósticos no processo - os empregados verificam que o serviço é aceitável durante o próprio processo.
- Diagnósticos de máquinas – uma máquina é testada fazendo-se ela passar através de uma seqüência prescrita de atividades planejadas para revelar quaisquer falhas ou falhas potenciais.
- Entrevistas na saída – no final de um serviço, o pessoal pode formal ou informalmente verificar se o serviço foi satisfatório e procurar descobrir problemas assim como obter elogios.

- Pesquisas telefônicas – estas podem ser usadas para solicitar opiniões sobre produtos ou serviços.
- Grupos focalizados – são grupos de clientes aos quais se pede que, em conjunto, focalizem alguns aspectos de um produto ou serviço, podem ser usados para descobrir problemas específicos ou atitudes mais gerais em relação ao produto ou serviço.
- Fichas de reclamações ou folhas de feedback – estas são usadas por muitas organizações para solicitar pontos de vista sobre os produtos e serviços. Muitas pessoas tendem a completá-los. É possível, entretanto, identificar os que respondem e acompanhar qualquer problema individual.
- Questionários – estes podem gerar uma resposta ligeiramente mais alta do que as fichas de reclamações.

### 3.4.2.2 ANÁLISE DE FALHAS

Umas das atividades críticas para uma organização quando uma falha ocorre é entender por que ocorreu.

A regra comum dos investigadores de falhas é fazer recomendações para minimizar ou mesmo eliminar a probabilidade de essas falhas ocorrerem novamente.

Muitas organizações adotam responsabilização pelo produto. Isto assegura que todos os produtos sejam rastreáveis. Qualquer falha pode ser retificada e também todos os outros produtos similares podem ser recolhidos para verificação.

Queixas, assim como erros, sempre surgirão. São cada vez mais vistas como uma fonte de informação sobre erros barata e facilmente disponível. Queixas e elogios precisam ser considerados seriamente, pois provavelmente representam somente a “ponta do iceberg” de atitudes de clientes. A principal função da análise de queixas envolve analisar o “conteúdo” das queixas para entender melhor a natureza do problema da forma como é percebido pelo cliente.

A análise crítica de incidentes simplesmente exige que os clientes identifiquem os elementos dos produtos ou serviços que acharam particularmente satisfatórios ou não satisfatórios. São solicitados a descrever os incidentes que lhes causaram satisfação ou insatisfação. Essas causas depois podem ser classificadas e relacionadas a possíveis causas de falha.

### 3.4.3 MELHORANDO A CONFIABILIDADE DAS OPERAÇÕES

Uma vez que se tenha uma compreensão das causas e efeitos de falhas, a responsabilidade dos gerentes de produção é procura-las e prevenir sua ocorrência logo da primeira vez:

- Eliminar no projeto os pontos de falha potenciais na operação;
- construir operações com recursos críticos redundantes na operação;
- tornar as atividades da operação à prova de falhas;
- manter as instalações físicas da operação.

As etapas do processo que são especialmente sujeitas a falhas que são críticas para o sucesso do serviço devem ser marcadas. Isto será feito pelo pessoal dessa produção, que analisa o processo e discute cada etapa em sua vez.

Introduzir redundância em uma produção significa ter sistemas ou componentes de reserva para casos de falhas. Redundância significa duplicar ou mesmo triplicar alguns dos componentes de um sistema, de forma que esses sistemas possam entrar em ação quando um componente falha.

Os erros humanos são inevitáveis até certo grau. O que é importante é prevenir que se tornem defeitos. Dispositivos de prevenção ( Poka-yokes ):

- Sensores/interruptores em máquinas que somente permitem sua operação se a peça estiver posicionada corretamente;
- Gabaritos instalados em máquinas através dos quais uma peça deve passar para ser carregada ou tirada da máquina – uma orientação ou tamanho incorreto param o processo;
- Contadores digitais em máquinas para assegurar que o número correto de cortes, golpes ou furos tenha sido feito;
- Listas de verificação que devem ser preenchida, seja para a preparação de uma atividade ou em sua conclusão;
- Feixes de luz que ativam um alarme, se uma peça tiver posicionada incorretamente.

### 3.4.4 MANUTENÇÃO

Aborda a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas cuidando de suas instalações físicas.

Por que a produção se preocupa em cuidar de suas instalações de forma sistemática:

- Segurança melhorada – instalações bem mantidas têm menor probabilidade de se comportar de forma não previsível, ou falhar totalmente;
- Confiabilidade aumentada – conduz a menos tempo com conserto das instalações;
- Qualidade maior – equipamentos mal mantidos têm maior probabilidade de desempenhar abaixo do padrão;
- Custos de operação mais baixos – muitos elementos de tecnologia de processo funcionam mais eficientemente quando recebem manutenção regularmente;
- Tempo de vida mais longo - cuidado regular, limpeza ou lubrificação podem prolongar a vida efetiva das instalações;
- Valor final mais alto – instalações bem mantidas são geralmente mais fáceis de vender no mercado de segunda mão.

Manutenção corretiva consiste em deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a falha ter ocorrido.

Manutenção preventiva consiste em eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas por manutenção das instalações em intervalos pré-planejados.

Manutenção preditiva em realizar manutenção somente quando as instalações precisarem dela.

A estratégia trabalhar até quebrar é usada com freqüência nos casos em que o conserto é fácil, quando a manutenção regular é dispendiosa ou quando a falha não é previsível de forma nenhuma na manutenção preventiva. A manutenção preventiva é usada quando o custo da falha não planejada é alto e quando a falha não é totalmente aleatória. A manutenção preditiva é dispendiosa, seja devido ao custo da manutenção em si, seja devido à interrupção da produção causada pela atividade de manutenção.

- **Distribuições de falhas**

A forma da distribuição de probabilidade de falhas de uma instalação também terá um efeito sobre os benefícios da manutenção preventiva. A consequência disso é que a manutenção preventiva tem maior probabilidade de gerar benefícios quando períodos com muitas paradas forem razoavelmente previsíveis. Quando as paradas ocorrem de forma relativamente aleatória há menos a ganhar com a manutenção preventiva, porque esta tem pouco efeito na probabilidade de a máquina falhar no futuro.

### 3.5 FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE

Nesta parte do trabalho serão apresentadas as ferramentas de gestão da qualidade que podem ser utilizadas para estudar o processo produtivo, sendo úteis para melhorar as operações e também para identificar onde as falhas e perdas podem ocorrer, buscando entender seus motivos e como evitar a ocorrência destas.

#### 3.5.1 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

O controle estatístico de processo preocupa-se com checar um produto ou serviço durante sua criação. Se há razões para acreditar que há um problema com o processo, ele pode ser parado e os problemas podem ser identificados e retificados (MONTGOMERY, 2001).

A palavra controle significa manter algo sob vigilância para assegurar um comportamento desejado. O ciclo de controle do processo é a execução das seguintes etapas básicas (ROTONDARO et al., 2002):

- Observação ou medição: é a quantificação (mensuração) da saída do processo.
- Avaliação ou comparação: a saída é confrontada com algum padrão preestabelecido;
- Análise e decisão: é a existência (ou não) de diferenças entre o padrão e a saída, e que ação adotar em consequência;
- Ação e correção: consiste na tomada de ação sobre as diferenças;

O propósito do controle estatístico de processo é indicar se apenas causas comuns de variação estão presentes no processo produtivo ou se este está desordenado e necessita de ações para evitar as causas desta variação (a desordem indica que causas especiais de variação estão presentes).

Exemplos de causas comuns de variação:

- Compra sistemática de materiais com baixa qualidade.
- Inexistência de treinamento.
- Falta de padronização das operações.

Exemplos de causas especiais de variação:

- Lote isolado de matéria-prima com problema.

- Desregulagem ocasional do equipamento.
- Quebra de equipamento de medição.
- Falhas humanas ou de comportamento.

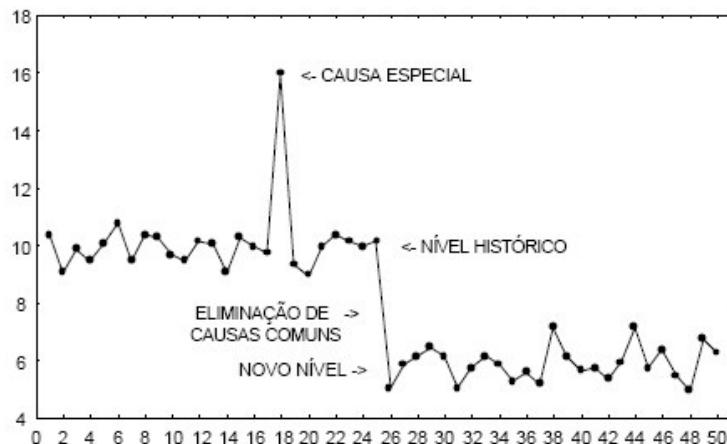


Figura 4 - Causas especiais e comuns de variação. Transcrito de Rotondaro et al. (2002).

## GRÁFICOS DE CONTROLE

O valor do controle estatístico de processos, todavia, não é só fazer checagens de uma simples amostra, mas monitorar os resultados de muitas amostras ao longo do período de tempo. Ele faz isso usando gráficos de controle para ver se o processo está com o desempenho esperado, ou alternativamente, se está saindo de controle. Se o processo de fato parece estar saindo de controle, então passos podem ser dados antes que haja um problema.

Procurar tendências é um uso importante dos gráficos de controle. Se a tendência sugere que o processo está ficando constantemente pior, então valerá a pena investigar, tentando identificar o que está acontecendo, o que está fazendo o processo melhorar. Essa informação pode então ser compartilhada com outras partes da organização, ou, por outro lado, o processo pode ser parado, já que a causa poderia estar acrescendo desnecessariamente despesas à operação.

A seguir temos os tipos de gráficos de controle que podem ser utilizados no controle estatístico de processos.

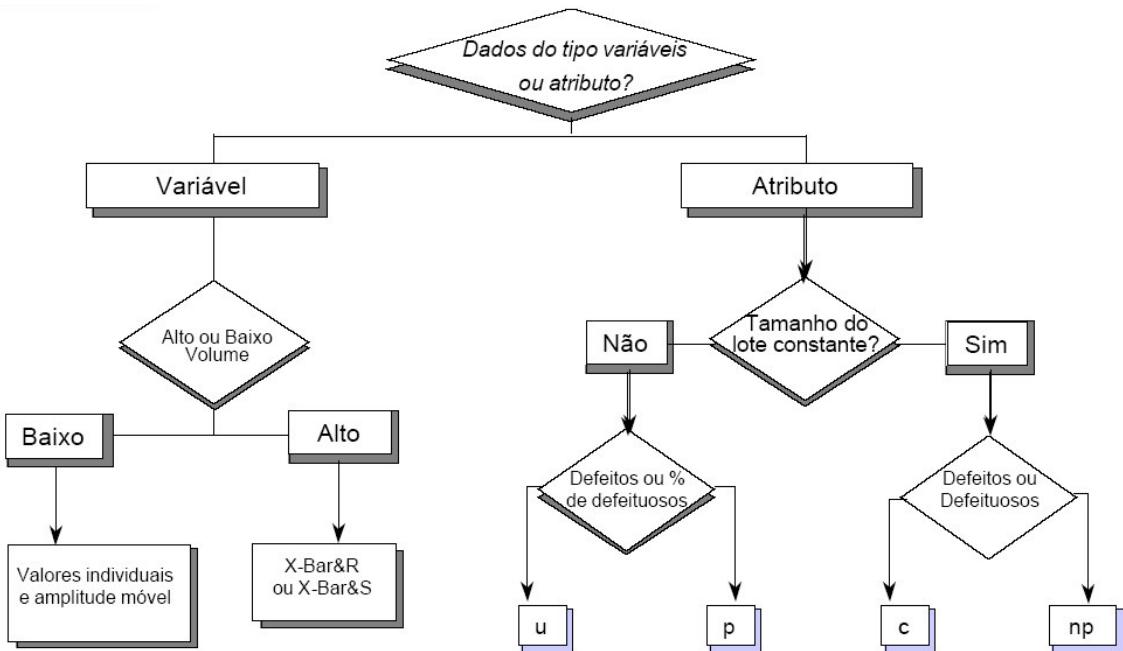


Figura 5 - Escolha do tipo de gráfico de controle. Adaptado de Montgomery (2001).

Os gráficos para variáveis possuem as seguintes características (MONTGOMERY, 2001):

- Utiliza valores medidos, tais como tempo de um ciclo, comprimento, diâmetro, temperatura, etc.
- Geralmente uma característica por gráfico.

Os gráficos para atributos, por sua vez, possuem as seguintes características (MONTGOMERY, 2001):

- Características binárias, baseadas em contagem ou classificação, passa/não passa, bom/ruim, defeituoso/de acordo.
- Baseados nas distribuições estatísticas de Poisson ou Binomial.
- Podem existir muitas características por gráfico.

As principais finalidades dos gráficos de controle são as seguintes:

- Reduzir refugo e retrabalho e melhorar a produtividade.

- Prevenir defeitos. Processo sob controle significa menor chance de produzir unidades não-conformes.
- Prevenir ajustes desnecessários no processo através da distinção entre causas comuns e causas especiais de variação.
- Fornecer informação para diagnóstico de forma que um operador experiente possa determinar o estado de seu processo analisando padrões de variabilidade. O operador pode então fazer as alterações necessárias para melhorar a performance do processo.
- Fornecer informações importantes sobre os parâmetros do processo ao longo do tempo.

Tudo isso significa para a empresa:

- Custos mais baixos de fabricação.
- Padrões de trabalho corretos.
- Processos previsíveis quanto ao desempenho.
- Especificações realistas.
- Menos inspeções.
- Melhor relacionamento com o cliente.
- Menor tempo de ciclo.
- Melhor qualidade de produto.

### **3.5.2 ANÁLISE DE ENTRADAS E SAÍDAS**

Análise de Entrada-Saída pode ser utilizada para analisar todo o processo e tudo que faz parte deste, tendo uma melhor visão dos fatores que influenciam o mesmo. Cada departamento, seção, local ou divisão de qualquer operação será envolvido no processamento de entradas para produzir saídas. Três tarefas estão envolvidas na formulação do modelo entrada-saída (SLACK et al., 1997):

- Identificar as entradas e saídas do processo;
- Identificar as fontes de entradas e as destinações das saídas;
- Esclarecer os requisitos dos consumidores internos, que são servidos pelos outputs do processo, esclarecer que requisitos o processo tem para os fornecedores que suprem o processo de inputs.

Após identificar as entradas e saídas do processo, sua fontes e requisitos, podemos construir o Diagrama de entrada-saída. Com isso, podemos ter uma melhor visão do processo, com seus fatores e seus principais influenciadores.

### 3.5.3 ANÁLISE POR QUE-POR QUE

A Análise Por que-Por que pode ser utilizada para ajudar a entender as razões da ocorrência das falhas. A técnica começa com o estabelecimento do problema e a pergunta por que o problema ocorreu (SLACK et al., 1997). Uma vez que as maiores causas da ocorrência do problema tenham sido identificadas, cada uma das causas maiores é tomada por sua vez e novamente é feita a pergunta por que essas razões ocorreram e assim por diante. Esse procedimento continua até que uma causa apareça para ser atribuída a ela mesma, ou mais respostas à questão - Por quê? - possam ser geradas.

### 3.5.4 ANÁLISE DO EFEITO E MODO DE FALHAS

Mais conhecido como FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*), é um método de análise de produtos ou de processos, industriais ou administrativos, utilizado para (ROTONDARO et al., 2002):

- Identificar todos os seus possíveis tipos e modos de falha potencial.
- Determinar o efeito de cada uma sobre o desempenho do produto ou processo.
- Priorizar os modos de falha em função de seus efeitos, de sua freqüencia de ocorrência e da capacidade dos controles existentes evitarem que a falha chegue ao cliente.
- Identificar ações que possam eliminar ou reduzir a chance de uma falha potencial ocorrer.

O objetivo da análise do efeito e modo de falhas é identificar as características do produto ou serviço que são críticas para vários tipos de falhas (PALADY, 2004). Qual é a probabilidade de a falha ocorrer? Qual seria a consequência da falha? Com qual probabilidade essa falha é detectada antes que afete o cliente?

No caso deste trabalho, utilizaremos o FMEA de processo. Este considera apenas as falhas potenciais causadas pela produção do produto. O FMEA de processo assume que o produto é capaz de atender às necessidades do cliente. Deve focar em buscar alternativas e

oportunidades para melhorar o próprio processo, corrigindo deficiências e impedindo a ocorrência de falhas.

A análise é composta pelos seguintes passos (SLACK et al., 1997):

Passo 1 – Identificar todas as etapas do processo produtivo.

Passo 2 – Listar todas as formas possíveis segundo as quais as etapas do processo poderiam falhar.

Passo 3 – Identificar os efeitos possíveis das falhas.

Passo 4 – Identificar as causas possíveis das falhas para cada modo de falha.

Passo 5 – Avaliar a probabilidade de falha, a severidade dos efeitos de falha a probabilidade de detecção.

Passo 6 – Calcular o número de prioridade de risco (NPR) multiplicando as três avaliações entre si.

Passo 7 – Instigar ação corretiva que minimizará falhas nos modos de falhas que mostram um alto número de prioridade de risco (NPR).

O Índice de severidade (S) é uma avaliação da gravidade do efeito do modo de falha potencial. A severidade aplica-se somente ao efeito. A escala varia de 1, que caracteriza uma falha imperceptível, a 10, onde a falha compromete o processo.

O Índice de ocorrência (O) é a probabilidade de uma causa de falha vir a ocorrer. Seu valor varia entre 1, que seria baixa probabilidade, e 10, que caracteriza alta probabilidade.

O Índice de detecção (D) indica a probabilidade dos controles atuais conseguirem identificar as falhas antes que prejudiquem o processo. Também varia de 1 (alta probabilidade de detecção) a 10 (baixa probabilidade de detecção).

O Número de prioridade de risco (NPR) é o indicador geral da importância da falha resultante da composição dos três índices já definidos. É calculado pelo produto dos índices de severidade, ocorrência e detecção.

### 3.5.5 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

O Diagrama de causa e efeito pode ser utilizado para pesquisar as raízes dos problemas, levantando as mesmas questões anteriores: o que, onde, como e por que, mas desta vez acrescentando algumas respostas possíveis de uma forma explícita. Este tipo de análise se tornou extensivamente utilizados em programas de melhoramento.

O procedimento para se desenhar um diagrama de causa-efeito é o seguinte (SLACK et al., 1997):

- Coloque o problema na caixa de efeito.
- Identifique as principais categorias para causas possíveis das falhas. Apesar de qualquer categorização poder ser utilizada para os ramos centrais do diagrama, há cinco categorias que são comumente usadas, sendo estas equipamento, força de trabalho, materiais, métodos e procedimentos e dinheiro.
- Use a busca sistemática de fatos e discussão para gerar possíveis causas sob essas categorias. Qualquer coisa que possa resultar em um efeito que está sendo considerado deveria ser listada como causa potencial.
- Registre todas as causas potenciais no diagrama sob cada categoria, e discuta cada item para combinar e esclarecer as causas.

### 3.5.6 ANÁLISE DE ÁRVORE DE FALHAS

A Análise de árvore de falhas tem a finalidade de identificar todas as possíveis causas para as falhas que podem ocorrer, ou seja, identificar as origens das falhas. É um procedimento lógico que começa com uma falha ou uma falha potencial e trabalha para trás, com a finalidade de identificar as possíveis causas e, portanto, as origens dessa falha. A árvore de falhas é constituída de ramificações conectadas por dois tipos de nós: nós E ou nós OU. As ramificações abaixo de um nó E precisam ocorrer para que o evento acima do nó ocorra. Somente uma das ramificações abaixo de um nó OU precisa ocorrer para que o evento acima do nó ocorra (SLACK et al., 1997).

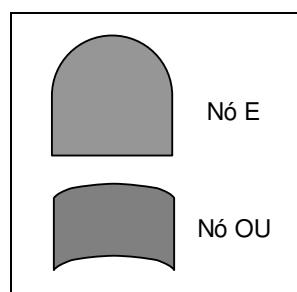


Figura 6 - Tipos de nós na análise de árvore de falhas. Adaptado de Slack et al. (1997).

### 3.5.7 FLUXOGRAMAS

O fluxograma pode ser utilizado para identificarmos os pontos críticos do processo produtivo e das operações que estão envolvidas neste. O fluxograma dá uma compreensão detalhada das partes do processo onde algum tipo de fluxo ocorre. Este registra estágios na passagem de informação, produtos trabalhos ou consumidores, qualquer coisa que flua através da operação. O fluxograma possibilita isto solicitando que os tomadores de decisão identifiquem cada estágio no fluxo de processo (SLACK et al., 1997).

Toda ação é registrada em um retângulo e todo tipo de questão ou tomada de decisão é registrada em um losango.

O propósito disto é garantir que todos os diferentes estágios nos processos de fluxo estejam incluídos no processo de melhoramento da produção. Esta técnica pode tornar claras oportunidades de melhoramentos e esclarecer a mecânica interna ou a forma de trabalhar de uma operação. O fluxograma também destaca áreas problema onde não existe nenhum procedimento para lidar com um conjunto particular de circunstâncias.

### 3.5.8 DIAGRAMA DE PARETO

O propósito do Diagrama de Pareto é distinguir as questões mais importantes das que podem ser resolvidas posteriormente, com menor esforço por parte da empresa. Para o melhoramento da produção devemos focar nas questões que impactam com mais força o processo (SLACK et al., 1997). É crucial para qualquer processo de melhoramento distinguir o que é importante e o que é menos importante, a fim de identificar quais questões devemos atacar com mais urgência e dedicar maiores esforços.

## 3.6 GERENCIAMENTO DA QUALIDADE TOTAL

A terceira parte do modelo prevê o gerenciamento da qualidade total na empresa. A administração da qualidade total (TQM – *Total Quality Management*) envolve muito mais do que qualidade. Envolve a melhoria de todos os aspectos de desempenho da produção e, particularmente, como essa melhoria deve ser administrada (SLACK et al., 1997).

TQM é uma filosofia, uma forma de pensar e trabalhar, que se preocupa com o atendimento das necessidades e das expectativas dos consumidores. Através da TQM, a qualidade torna-se preocupação de todas as pessoas de uma organização. Dedica-se também à

redução dos custos da qualidade, em particular, dos custos de falhas. Também se dedica a melhoria contínua. Ou seja, a administração da qualidade total se enquadra muito bem no tema deste trabalho, uma vez que busca que a qualidade seja preocupação de todas as pessoas da empresa e também busca reduzir os custos com falhas e perdas.

TQM pode ser vista como uma extensão lógica da maneira em que a prática da qualidade tem progredido. É uma extensão do controle de qualidade e pode ser vista como envolvendo o seguinte (SLACK et al., 1997):

- Atendimento das necessidades e expectativas dos consumidores;
- Inclusão de todas as partes da organização;
- Inclusão de todas as pessoas da organização;
- Exame de todos os custos relacionados com qualidade;
- Fazer as coisas certo da primeira vez;
- Desenvolvimento de sistemas e procedimentos que apóiem qualidade e melhoria;
- Desenvolvimento de um processo de melhoria contínua.

Na maioria das organizações, definir as expectativas dos consumidores é tarefa-chave de marketing. Entretanto, marketing deve também conhecer as limitações da produção para não prometer algo que não pode ser entregue. Na abordagem TQM, atender a essas expectativas significa ver as coisas partindo-se do ponto de vista do consumidor. Isso envolve toda a organização entendendo a importância central dos consumidores para seu sucesso e até para sua sobrevivência. Os consumidores não são vistos como externos à organização, mas, o que é importante, como parte dela. TQM coloca o consumidor na linha de frente da tomada de decisão. Exige que as implicações para o consumidor sejam consideradas em todos os estágios da tomada de decisão e que sejam criados sistemas voltados a melhorar a satisfação experimentada pelo consumidor.

Para uma organização ser verdadeiramente eficaz, cada parte dela, cada departamento, atividade, pessoa e nível deve trabalhar apropriadamente em conjunto, porque todas as pessoas e atividades afetam-se e são afetadas entre si. TQM é o conceito de consumidor e fornecedor interno. Os erros nos serviços fornecidos dentro da organização, certamente, afetarão o produto ou serviço que chega ao consumidor externo. TQM utiliza esse conceito ao destacar que microoperação tem a responsabilidade de administrar esses relacionamentos consumidor interno-fornecedor interno. Fazem isso definindo, o que constitui serviço isento de erro – a qualidade, rapidez, confiabilidade e flexibilidade exigidas pelos consumidores

internos. Essas partes da organização, principalmente aquelas que fornecem serviços internos, podem ser a origem de erros que nem sempre se tornam evidentes até o final do processo.

Esses acordos são definições formais das dimensões do serviço e do relacionamento entre duas partes de uma organização. Medidas de desempenho:

- Tipos de serviços da rede de informação que podem ser fornecidos como padrão;
- Variedade de serviços especiais de informações que podem estar disponíveis em períodos diferentes do dia;
- Tempo mínimo de disponível para uso;
- Tempo máximo de resposta do sistema em operação e tempo médio para o sistema voltar a operar;
- Tempo máximo de resposta para o fornecimento de serviços especiais.

Qualquer pessoa em uma operação tem o potencial de prejudicar seriamente a qualidade dos produtos ou serviços recebidos pelos consumidores. Se todos têm condições de prejudicar a qualidade, todos também podem melhorá-la, apenas não cometendo erros. Todos são capazes de melhorar a maneira de executar suas tarefas e, praticamente, de ajudar a outros da organização a melhorar as suas. Conseqüentemente, negligenciar o potencial dos funcionários é negar uma fonte poderosa de melhoria.

### **3.6.1 CUSTOS DA QUALIDADE**

Poucos gerentes de produção duvidariam que a administração da qualidade é uma coisa boa e necessária a ser feita. É necessário examinar todos os custos e benefícios associados com a qualidade.

- **Custos de prevenção**

São aqueles incorridos na prevenção de problemas, falhas e erros. Incluem as seguintes atividades (SLACK et al., 1997):

- Identificação de problemas potenciais e correção do processo antes da ocorrência de má qualidade;
- Design e melhoria do design de produtos, serviços e processos para reduzir os problemas de qualidade;

- Treinamento para o pessoal desenvolver seu trabalho da melhor maneira.

Elementos dos custos de prevenção (ROTONDARO et al., 2002):

- Administração da qualidade
- Engenharia da qualidade
- Planejamento da qualidade por outros
- Avaliação da qualidade de fornecedores
- Treinamento
- Controle do processo

- **Custos de avaliação**

Custos de avaliação são aqueles associados ao controle de qualidade (SLACK et al., 1997):

- Adoção de programas de controle estatístico do processo e planos de amostragem;
- Tempo e esforço exigidos para inspecionar *inputs*, processos e *outputs*; inspeção de processo e teste de dados;
- Investigação de problemas de qualidade e elaboração de relatórios de qualidade;
- Condução de pesquisas junto a consumidores e de auditoria de qualidade.

Elementos dos custos de avaliação (ROTONDARO et al., 2002):

- Teste de aceitação do laboratório
- Inspeção do processo
- Inspeção e teste de materiais
- Auditorias da qualidade do produto
- Revisão de testes e dados de inspeção
- Manutenção de equipamentos de teste
- Teste interno e atualização
- Avaliação de materiais
- Processamento de dados, inspeção e reportes de testes

- **Custos de falhas internas**

Os custos de falhas internas estão associados aos erros que são detectados na operação interna (SLACK et al., 1997):

- Custos de peças e materiais;
- Custos de peças e materiais retrabalhados;
- Tempo de produção perdido em razão de erros;
- Falta de concentração decorrente do tempo gasto na correção de erros.

Elementos dos custos de falhas internas (ROTONDARO et al., 2002):

- Refugo
- Retrabalho e reparação
- Análise de defeitos
- Reinspeção e retestes
- Refugo e retrabalho: falhas do fornecedor
- Modificações permitidas e concedidas

- **Custos de falhas externas**

Custos de falhas externas são aqueles detectados fora da operação pelo consumidor (SLACK et al., 1997):

- Perda da confiança do consumidor, o que afetará futuros negócios; consumidores aborrecidos por eventual perda de tempo;
- Litígio;
- Custos de garantia;
- Custos para a empresa de fornecer em excesso.

Elementos dos custos de falhas externas (ROTONDARO et al., 2002):

- Comprometimentos;
- Serviços do produto: confiabilidade;
- Retorno dos produtos;
- Reparação de material retornado;
- Garantia;
- Perdas de clientes;
- Perda de vendas.

A medida dos custos da qualidade nos projetos dá para o grupo um indicador valioso dos ganhos que são concedidos por redução de todas as características dos custos da qualidade e permite responder à pergunta: até que ponto é economicamente viável investir na melhoria do processo?

Para reduzir custos mantendo a qualidade, necessitamos da informação dos custos da qualidade e do desempenho da qualidade. Dados dos custos da qualidade ajudam as companhias a separar o que é importante do que não é importante em relação à satisfação do cliente.

Até que ponto é economicamente viável investir na melhoria do processo?

A resposta clássica a esta pergunta é dada pelos conceitos de custos da qualidade (ROTONDARO et al., 2002). A redução do número de defeitos pode ser decorrente do incremento nos investimentos em prevenção (exemplos: atividades de treinamento dos funcionários, aplicação do CEP, execução do FMEA, entre outros) e avaliação (inspeção, calibração e manutenção dos equipamentos de inspeção, testes de laboratórios, entre outros).

Paralelamente, a redução do número de defeitos leva a uma redução nos gastos devidos à má qualidade: redução de falha interna e redução de falha externa. Assim, o acréscimo de gastos com investimentos deve ser inferior à redução de gastos de má qualidade. Para um aumento marginal de qualidade o investimento necessário é cada vez maior, e a redução de gastos, cada vez menor.

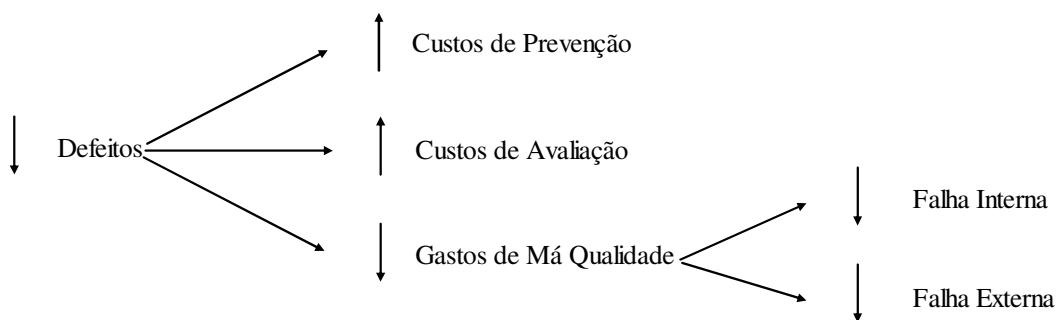


Figura 7 - Redução de defeitos de custos da qualidade. Transcrito de Rotondaro et al. (2001).

### **3.6.2 MODELO TQM DE CUSTOS DA QUALIDADE**

Em vez de examinar os níveis ótimos do esforço de qualidade, é mais comum os proponentes de TQM destacarem o equilíbrio entre tipos diferentes de custos de qualidade. Custos de prevenção e de avaliação recebem influência gerencial, enquanto custos internos e externos de falhas mostram as consequências das mudanças das outras duas. Em vez de enfatizar mais a avaliação, TQM enfatiza mais a prevenção, gerando um efeito positivo (SLACK et al., 1997).

É importante fazer as coisas certas logo na primeira vez. A ênfase passa de reativa para proativa. Essa mudança de visão dos custos de qualidade é decorrência de uma mudança do enfoque de inspeção interna, para o enfoque de qualidade desde o design (fazer certo logo na primeira vez).

### **3.6.3 SISTEMAS E PROCEDIMENTOS DA QUALIDADE**

O sistema de qualidade deve definir todas as facetas da operação de uma organização, identificando e atendendo às necessidades e exigências de consumidores, design, planejamento, compras, manufatura, embalagem, estocagem, entrega e serviço, acompanhadas das atividades relevantes a essas funções.

A documentação no sistema de qualidade pode ser definida em três níveis (SLACK et al., 1997):

Nível 1 – Manual de qualidade da empresa: esse é um documento que fornece um resumo da política de administração da qualidade e do sistema de qualidade, acompanhado dos objetivos da empresa e sua organização.

Nível 2 – Manual de procedimentos: descreve as funções do sistema, a estrutura e as responsabilidades de cada departamento.

Nível 3 – Instruções de trabalho, especificações e métodos detalhados para o desempenho das atividades.

### **3.6.4 IMPLEMENTAÇÃO DO TQM**

Uma estratégia de qualidade é necessária para fornecer os objetivos e linhas de ação que ajudam a manter o programa de TQM caminhando numa direção coerente com outros

propósitos estratégicos da organização (SLACK et al., 1997). Ela deve ter algo a dizer sobre o seguinte:

- As prioridades da organização e como se espera que o programa de TQM contribua para atingir aumento de competitividade;
- Os papéis e responsabilidade das várias partes da organização na melhoria de qualidade;
- Os recursos que estarão disponíveis para melhoria de qualidade;
- A abordagem geral e a filosofia de melhoria.

É necessário ter o apoio da alta administração da empresa, que vai além da alocação de recursos para o programa. Ele estabelece prioridades para toda a organização. O treinamento dos funcionários se enquadra como o centro da melhoria de qualidade, pois é fundamental que haja o comprometimento dos funcionários para a eliminação dos erros e falhas nos processos.

### **3.7 SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES**

A qualidade assegurada no fornecimento é essencial para que o produto final tenha o desempenho desejado pela empresa compradora. Para que isto ocorra, o fornecedor deve comprovar que possui competência suficiente para fornecer os produtos de maneira satisfatória aos padrões de qualidade da empresa (FRANCISCHINI; GURGEL, 2002).

Além disso, devemos observar o cumprimento sistemático dos prazos de entrega pelos fornecedores, principalmente em períodos de maior demanda. Caso ocorram atrasos de fornecimento, estes podem comprometer a entrega do produto final, obrigando a empresa a manter estoques adicionais para absorver as incertezas geradas por seus fornecedores. Isto é muito ruim para a empresa, uma vez que todo o esforço de obter ganhos no custo de produção, diminuindo perdas e aumentando a qualidade dos produtos, podem acabar sendo irrelevantes se os prazos não forem cumpridos.

É importante observar que as restrições acima fazem com que o custo não seja o quesito primeiro de escolha dos fornecedores, uma vez que um fornecedor com preços menores pode não ser o melhor para a empresa, já que seus produtos podem não ter qualidade satisfatória ou os prazos de entrega não sejam cumpridos.

Os fornecedores são tratados pelo serviço de compras em duas fases distintas: a primeira seria o contato inicial; posteriormente, vem a manutenção do relacionamento necessário com um fornecedor habitual.

### 3.7.1 TIPOS DE FORNECEDORES

- **Fornecedores potenciais**

Comumente é dada pouca atenção aos fornecedores potenciais. Entretanto, um tratamento atencioso, com pleno esclarecimento das razões das impossibilidades momentâneas de negócios, poderá render bons frutos no futuro. A plena informação evita mal-entendidos e ressentimentos. Essas informações servem de orientação aos candidatos a fornecedores, possibilitando que eles se preparem para atender às futuras necessidades de fornecimento exigidas pela empresa (FRANCISCHINI; GURGEL, 2002). O desejo do fornecedor em potencial de fazer negócios com a empresa deverá ser mantido em todos os candidatos que se apresentarem.

- **Fornecedores habituais**

Desde que um fornecedor passe a suprir normalmente a empresa, o serviço de compras deverá manter uma documentação sobre o comportamento desse fornecedor. Tal documento deverá permitir uma consulta rápida e objetiva pelos administradores da empresa. A ficha-modelo de cadastro concentra todas as informações necessárias referentes a cada fornecedor. Essa ficha será consultada pelo comprador na ocasião de fechamento de qualquer novo negócio. Ela ficará também à disposição da administração superior para exame, por ocasião da aprovação de uma nova compra.

O exame de tal ficha permitirá à administração tomar os seguintes tipos de providências (FRANCISCHINI; GURGEL, 2002):

- **Eliminação:** agir com segurança na ocasião de eliminar fornecedores, esclarecendo à empresa prejudicada as razões devidamente documentadas de tal ação.
- **Explicações:** esclarecer a fornecedores idôneos as razões de preferência por outro fornecedor e solicitar que reforcem a qualidade do fornecimento.

- **Controle:** acompanhar as condições de fornecimento ao longo do tempo.
- **Orientação:** fornecer subsídios ao comprador, para reforçar sua posição na negociação de um novo pedido. Poderão ser impostas condições ao fornecedor para corrigir deficiências observadas em fornecimentos anteriores. Permitirá também controlar a evolução de preços do fornecedor e restringir aumentos propostos.

### 3.7.2 PRAZOS DE ENTREGA

O comprador experiente conhece as consequências desastrosas do não-cumprimento dos prazos de entrega por parte dos fornecedores. Este deverá estar preparado para criar rapidamente soluções emergenciais nos casos de fornecimento atrasado. Tais soluções evitarão prejuízos em virtude da paralisação da produção e atrasos no atendimento de um cliente.

### 3.7.3 ATIVIDADES DE COMPRAS

Os gerentes de compras fazem uma ligação vital entre a empresa e seus fornecedores. Para realizar isto de maneira eficaz, precisam compreender em detalhe tanto as necessidades de todos os processos da empresa que estão servindo, como as capacitações dos fornecedores que potencialmente podem fornecer produtos e serviços para a organização. O setor de compras precisa manter uma base de dados extensa sobre fornecedores potenciais e ser capaz de sugerir alternativas de materiais e serviços para serem considerados pelo requisitante.

É responsabilidade do setor de compras organizar uma requisição formal aos potenciais fornecedores para que estes possam preparar cotações para a empresa. Estas requisições precisam ser enviadas para vários fornecedores, caso os produtos sejam novos ou não tenham sido adquiridos por um longo período. As várias cotações submetidas pelos fornecedores precisarão ser examinadas, sendo um fornecedor preferencial selecionado. A próxima tarefa é preparar o pedido de compra. Este é importante porque normalmente constitui a base legal da relação contratual entre a empresa e seu fornecedor. É necessário definir os detalhes técnicos do pedido de compra. Quando o fornecedor recebe o pedido de compra, ele produz o produto e normalmente o entrega diretamente ao requisitante. Estes alimentarão o processo produtivo da empresa, cabendo ao requisitante informar ao pessoal de compras sobre o recebimento do produto e suas condições no momento da entrega (FRANCISCHINI; GURGEL, 2002).

- **Objetivos da função de compras**

Como a maioria das empresas atualmente têm se focado em seus processos fundamentais, cada vez mais a escolha do fornecedor é importante, a fim de não prejudicar o funcionamento destes processos. Existem alguns objetivos básicos da atividade de compras que devem ser observados pelas empresas. Eles são os cinco corretos de compras (SLACK et al., 1997):

- Ao preço correto;
- Para entrega no momento correto;
- Produtos e serviços da qualidade correta;
- Na quantidade correta;
- Da fonte correta.

- **Comprar ao preço correto**

O benefício mais evidente de comprar ao preço correto é que isto dá à empresa uma vantagem em custos. Quanto maior a participação dos custos de compras no custo total, mais a lucratividade pode ser melhorada com a diminuição dos custos de compras.

- **Entrega no momento e na quantidade correta**

Comprar no momento correto e na quantidade correta pode ter impactos no desempenho da empresa em termos de velocidade de entrega, confiabilidade de entrega e flexibilidade. É necessário também assegurar que os fornecedores cumpram seus prazos de entrega e entreguem na quantidade correta. Para isto são necessários sistemas de verificação na entrega dos materiais, como balanças entre outros e também punir os fornecedores que não cumpram seus prazos.

- **Comprar na qualidade correta**

Comprar produtos na qualidade correta tem efeitos significativos no desempenho da empresa em conseguir alcançar uma vantagem em termos de qualidade. Além disso, a qualidade também afetará a velocidade do fornecimento e a confiabilidade. Materiais de

confiabilidade ruim podem atrasar a entrega dos produtos ou serviços finais aos clientes. Falha na qualidade dos produtos comprados irá aumentar os custos de produção para a empresa, que perderá em vantagem competitiva.

Tradicionalmente, não se confiava nos fornecedores em relação à qualidade de seus produtos e serviços. Quando produtos eram comprados, eles eram inspecionados para garantir que estavam de acordo com as especificações. Recentemente, fornecedores têm sido encorajados a garantir que assumam eles próprios as responsabilidades de fornecer correto da primeira vez. Além disso, são solicitados a certificar para a empresa compradora que os níveis de qualidade desejados são alcançados. Esta autocertificação é baseada num nível de confiança que se tornou possível desde que as empresas compradoras investiram tempo, dinheiro e esforço em ajudar seus fornecedores a atingir os níveis necessários de qualidade. Este esforço tem geralmente se dado através do investimento em programas de garantia de qualidade de fornecedores.

Programas de garantia de qualidade de fornecimento monitoram e aprimoram os níveis de qualidade do fornecedor, em parte através da avaliação da capacitação do fornecedor em termos de seus equipamentos, sistemas, procedimentos e treinamentos. Os fornecedores podem ter sua qualificação certificada, garantindo que seus sistemas e processos estão em conformidade com normas internacionais, como a ISO 9000 ou a BS5750. Mediante essa certificação, os compradores podem ao menos ter a confiança de que os sistemas dos fornecedores são capazes de fornecer boa qualidade de produtos e serviços. Contudo, esta certificação indica apenas a capacitação de atingir boa qualidade, não garantindo efetivamente a boa qualidade dos produtos e serviços dos fornecedores.

- **Comprar da fonte correta**

É importante considerar se a fonte dos produtos vai influenciar o preço, a qualidade ou a entrega. Mas também é importante avaliar o fornecedor quanto à capacitação para desenvolver novos produtos que sejam necessários no futuro, quanto ao seu potencial para aprimoramento de seus processos ou se este possui a qualificação para atender às necessidades futuras.

É importante decidir se aquisição de materiais será de uma fonte única ou fonte múltipla.

A decisão do que constitui a fonte correta também inclui a decisão de abastecer cada produto a partir de um único fornecedor ou de mais de um deles. Estas opções são conhecidas

como *single-sourcing* e *multi-sourcing*, respectivamente. Estas duas opções possuem vantagens e desvantagens, que são as seguintes (SLACK et al., 1997):

### ***Single-sourcing***

Vantagens:

- Qualidade potencialmente melhor devido a maiores possibilidades de sistemas de garantia de qualidade.
- Relações mais fortes e mais duráveis.
- Maior dependência favorece maior comprometimento e esforço.
- Melhor comunicação.
- Cooperação mais fácil no desenvolvimento de novos produtos e serviços.
- Mais economias de escala
- Maior confidencialidade.

Desvantagens:

- Maior vulnerabilidade a problemas caso ocorram falhas no fornecimento.
- Fornecedor individual mais afetado por flutuações no volume de demanda.
- Fornecedor pode foçar preços para cima caso não haja alternativas de fornecimento.

### ***Multi-sourcing***

Vantagens:

- Comprador pode forçar preço para baixo através da competição dos fornecedores.
- Possibilidade de mudar de fornecedor caso ocorram falhas no fornecimento.
- Várias fontes de conhecimento e especialização disponíveis.

Desvantagens:

- Dificuldade de encorajar o comprometimento do fornecedor.
- Mais difícil desenvolver sistemas de garantia da qualidade eficazes.
- Maior esforço requerido para comunicação.
- Fornecedores tendem a investir menos em novos processos.
- Maior dificuldade de obter economias de escala.

### 3.7.4 SELEÇÃO DE FORNECEDORES

Nenhum sistema produtivo pode fabricar produtos ou prestar serviços com qualidade se os materiais utilizados, ou os serviços adquiridos, não estiverem dentro das especificações adequadas. No mínimo, serão necessários retrabalhos por parte da empresa compradora, o que certamente aumentará seus custos ou comprometerá prazos e a qualidade do produto final.

Assim, adquirir materiais e serviços de empresas que possam comprovar a eficácia de seu sistema de garantia de qualidade é essencial para a empresa moderna, ou seja, ela deve ser impedida, de alguma forma, de comprar itens de fornecedores não-qualificados, que virtualmente possam onerar o seu produto final.

A empresa deve avaliar e selecionar fornecedores com base na capacidade destes para atender aos requisitos de subcontratação, incluindo requisitos de sistema da qualidade e quaisquer requisitos específicos de garantia de qualidade. Como vemos, a norma impede que o critério de escolha seja apenas o preço de aquisição, sem nenhuma consideração com o sistema de garantia da qualidade do fornecedor.

Não resta dúvida de que a seleção dos fornecedores é uma tarefa difícil e onerosa para a empresa, mas foi demonstrado que cuidados essenciais, quanto ao fornecimento de componentes e serviços, são muito mais vantajosos do que procurar corrigir os defeitos encontrados durante o processo produtivo ou gerenciar problemas sistemáticos de prazos de entrega.

O processo de seleção de fornecedores deve seguir, pelo menos, alguns passos essenciais (FRANCISCHINI; GURGEL, 2002):

- Pesquisar fornecedores potenciais;
  - Estabelecer critérios de avaliação de fornecedores;
  - Avaliar e selecionar os fornecedores;
  - Cadastrar os fornecedores selecionados;
  - Acompanhar o desempenho do fornecimento;
  - Fazer parcerias com fornecedores.
- 
- **Pesquisar fornecedores potenciais**

Várias formas de pesquisa de fornecedores podem ser utilizadas pela empresa:

- Sindicatos e associações;

- Publicações especializadas;
- Internet;
- Consultoria com especialistas;
- Arquivos do departamento de compras;
- Feiras e exposições;

Dependendo do sistema de informação que a empresa dispõe, a lista pode crescer ainda mais, como é o caso de empresas transnacionais que possuem cadastro de fornecedores de vários países, de modo que essa etapa fica extremamente facilitada. Caso nenhuma das fontes de fornecimento atendam aos requisitos especificados pela empresa compradora, procura-se então desenvolver novos fornecedores.

### **3.7.5 ESTABELECER CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO**

Em virtude da grande quantidade de fornecedores potenciais, alguns critérios de seleção podem já ser aplicados, como, por exemplo:

- Ser empresa nacional;
- Proximidade física do fornecedor;
- Ter uma marca conhecida no mercado.

No entanto, o objetivo principal da avaliação de fornecedores é comprovar a capacidade de atendimento dos requisitos especificados do produto a ser comprado, ou seja, possuir um sistema de garantia de qualidade adequado. Essa avaliação pode ser feita de diferentes formas (FRANCISCHINI; GURGEL, 2002):

• **Avaliação qualitativa pelo histórico:** esse tipo de avaliação somente é aceitável nas fases de implantação dos procedimentos de avaliação de fornecedores. É essencial que, nas fases seguintes, procedimentos de avaliação mais complexos sejam aplicados. A avaliação é feita analisando os registros de fornecimento de determinado fornecedor, podendo-se comprovar que durante um período de tempo houve:

- nenhuma ou pequena porcentagem de lotes ou prestação de serviços entregues com problemas de qualidade;

- nenhuma ou pequena procentagem de lotes ou prestação de serviços entregues com atraso.

• **Avaliação quantitativa pelo histórico:** esse tipo de avaliação envolve um método de pontuação aplicado ao histórico de fornecimento. É essencial que haja registros disponíveis para aplicar esse tipo de método.

• **Avaliação por auto-avaliação:** nesse caso, a empresa compradora envia um formulário padronizado de avaliação do sistema de garantia da qualidade à empresa fornecedora, para que esta possa preenchê-lo e devolvê-lo. Para que esse procedimento tenha um mínimo de consistência quanto às informações fornecidas, é necessário que o fornecedor mostre evidências.

• **Avaliação por certificação:** nesse caso, o fornecedor é aceito se possuir uma certificação do seu sistema de garantia de qualidade emitida por uma empresa credenciada, segundo uma norma de referência designada pelo comprador.

- **Avaliar e selecionar os fornecedores**

Na prática, não é conveniente que se utilize apenas um tipo de avaliação para todos os fornecedores da empresa compradora. Em primeiro lugar, as avaliações mais detalhadas encarecem muito a administração do sistema de qualidade e, em segundo, nem todos os componentes têm a mesma importância relativa no produto final (FRANCISCHINI; GURGEL, 2002).

- Para avaliar fornecedores itens críticos, pode-se requerer certificação e auditoria de sistema.

- Para avaliar fornecedores de itens importantes, pode-se requerer certificação ou auditoria de processo.

- Para avaliar fornecedores de itens não-críticos, pode-se recorrer ao histórico de fornecimento ou auto-avaliação.

- **Cadastrar os fornecedores selecionados**

Aplicados os critérios de aceitação de fornecedores para cada tipo de produto, deve ser elaborada uma lista de fornecedores selecionados para cada tipo de produto comprado pela empresa, e somente fornecedores constantes desta lista devem ser contatados para cotações e

eventuais fornecimentos. É importante notar que para a elaboração de uma lista de fornecedores selecionados o item preço não deve ser um dos critérios de acitação, uma vez que fará parte de negociações posteriores quando for emitido o pedido de compra.

- **Acompanhar o desempenho de fornecimento**

Além de estabelecer critérios para a seleção de fornecedores, é importante ter critérios para a desqualificação de fornecedores. Para isto é importante integrar os setores de recebimento, produção e compras, para que haja transparência e velocidade no tratamento de problemas de fornecimento. Caso hajam problemas, cabe alertar o fornecedor e exigir ações corretivas para que o produto final da empresa compradora não seja prejudicado. Isso pode ser feito por meio de (FRANCISCHINI; GURGEL, 2002):

- Indicadores: acompanhamento dos indicadores de qualidade e prazo do fornecedor, detectando-se declínios.
- Advertências: cartas de advertências quanto a problemas apontados.
- Avaliação: reuniões de avaliação de desempenho do fornecimento.
- Assitência: envio de especialistas da empresa compradora ao fornecedor para verificação e correção dos problemas de fornecimento.
- Correção: exigência de evidências de ações corretivas do fornecedor em certo período.

Caso não seja possível sanar as deficiências apontadas e os prejuízos à empresa compradora sejam grandes, deve-se providenciar a desqualificação do fornecedor até que ele volte a demonstrar capacidade de atendimento aos requisitos de fornecimento especificados.

## 4 APLICAÇÃO DO MODELO E ANÁLISES

O tema deste trabalho de formatura é elaborar propostas de melhorias para o processo produtivo e as operações que se relacionam com este, com a finalidade de reduzir as perdas que atualmente ocorrem durante o processo, reduzindo assim os custos e melhorando a qualidade do processo. Para isso, foi escolhido o Modelo de Melhoramento da Produção, descrito por (SLACK et al., 1997), como modelo para organizar o processo de melhoria do processo produtivo. Como visto anteriormente, este modelo é composto por etapas que se relacionam, e estas etapas são formadas por análises que possibilitam estudar o processo produtivo, identificando seus pontos críticos e finalmente possibilitando elaborar propostas de melhorias para o processo.

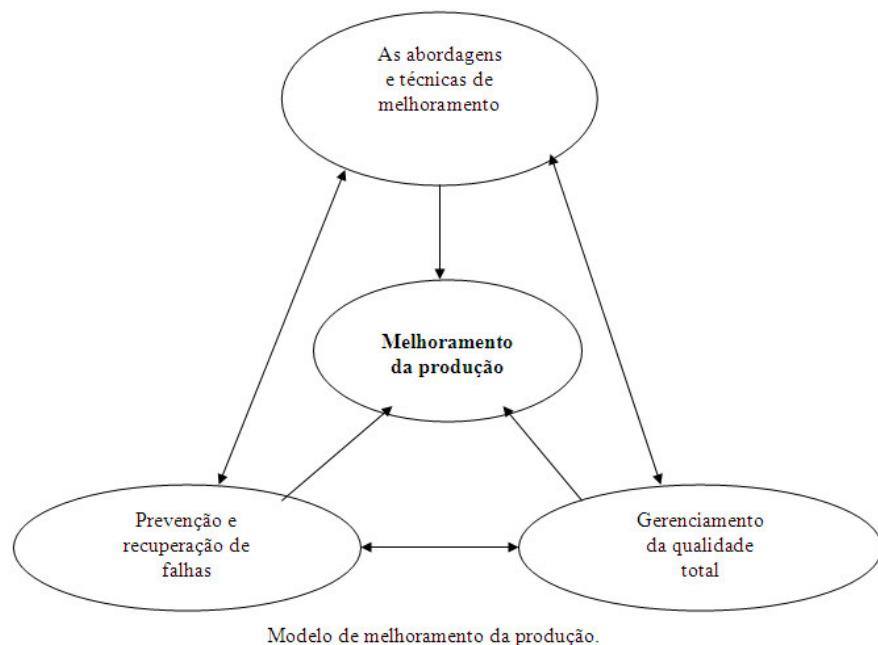


Figura 8 - Modelo de melhoramento da produção. Transcrito de Slack et al. (1997).

### 4.1 ABORDAGENS E TÉCNICAS DE MELHORAMENTO

Nesta parte do trabalho iniciaremos as análises do processo produtivo, com a finalidade de encontrar as causas para as perdas e falhas e como podemos proceder para impedir que estas ocorram, para posteriormente elaborar as propostas de melhoria.

#### 4.1.1 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS

Através dos dados coletados, utilizando o CEP (Controle Estatístico de Processos) podemos avaliar se no processo existe a ocorrência de causas especiais ou apenas causas comuns de falhas. Abaixo temos os gráficos de controle construídos utilizando os dados de perdas no processo produtivo para os cinco produtos que estão sendo estudados neste trabalho. Uma vez que o critério é se o produto é defeituoso ou não, utilizamos para a análise os gráficos de controle para atributos.

Produto – Placa de Ágar Chocolate

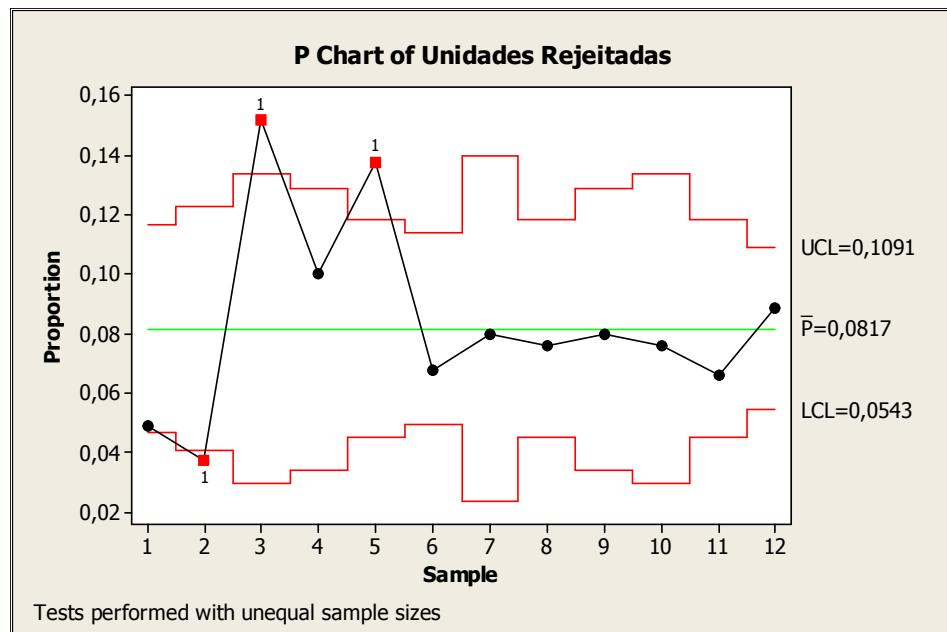


Gráfico 7 - Gráfico de Controle para a placa de Ágar Chocolate. Elaborado pelo autor.

## Produto – Placa Ágar Cled + Ágar Mac Conkey

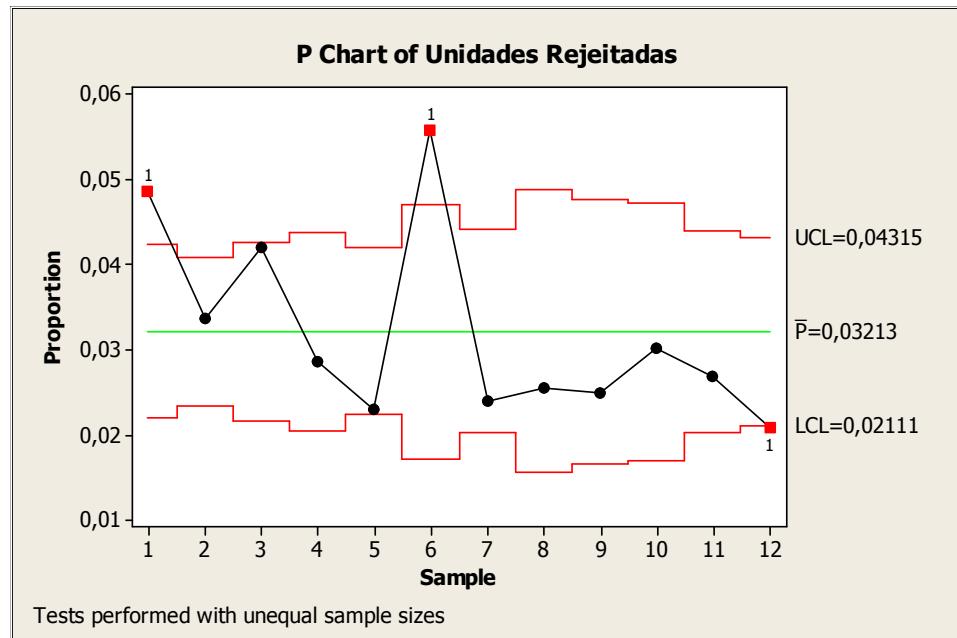


Gráfico 8 - Gráfico de Controle para a placa de Ágar Cled + Mac Conkey. Elaborado pelo autor.

## Produto – Placa Ágar Sangue

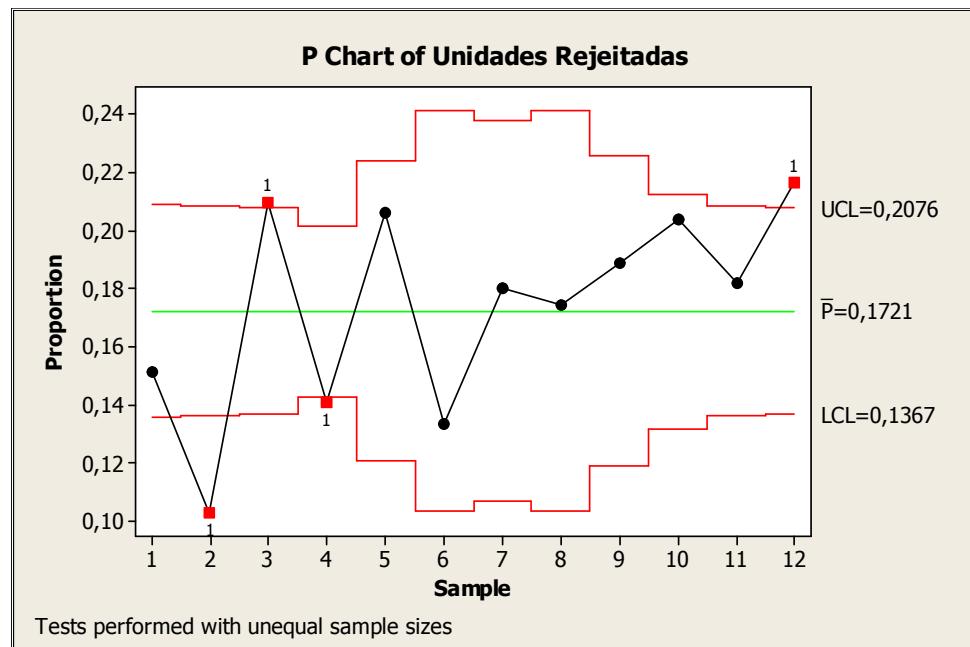


Gráfico 9 - Gráfico de Controle para a placa de Ágar Sangue. Elaborado pelo autor.

## Produto – Urimicro

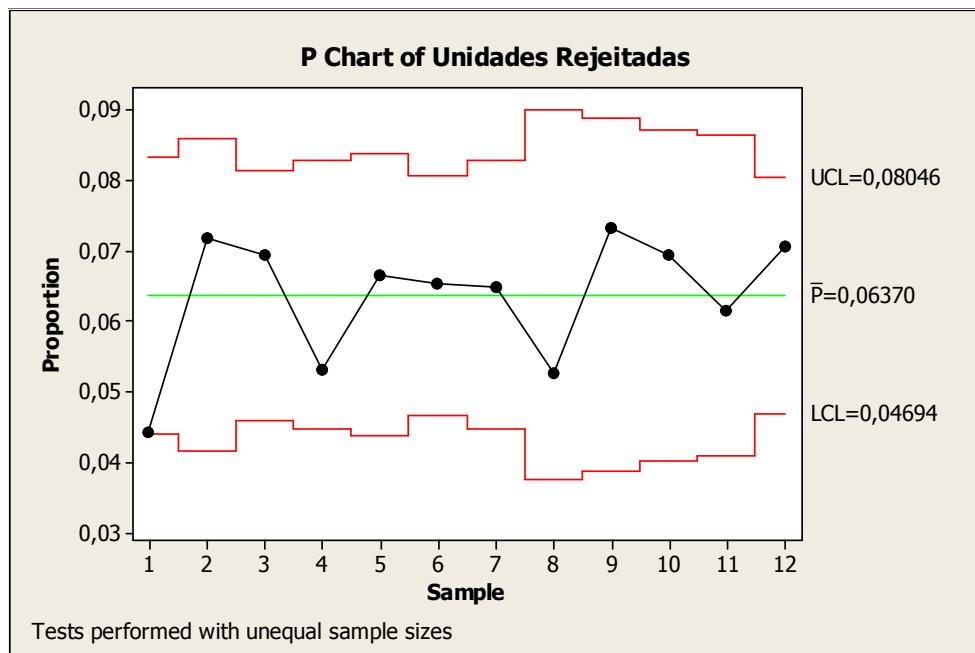


Gráfico 10 - Gráfico de Controle para o produto Urimicro. Elaborado pelo autor.

## Produto – Hemocultura Adulto

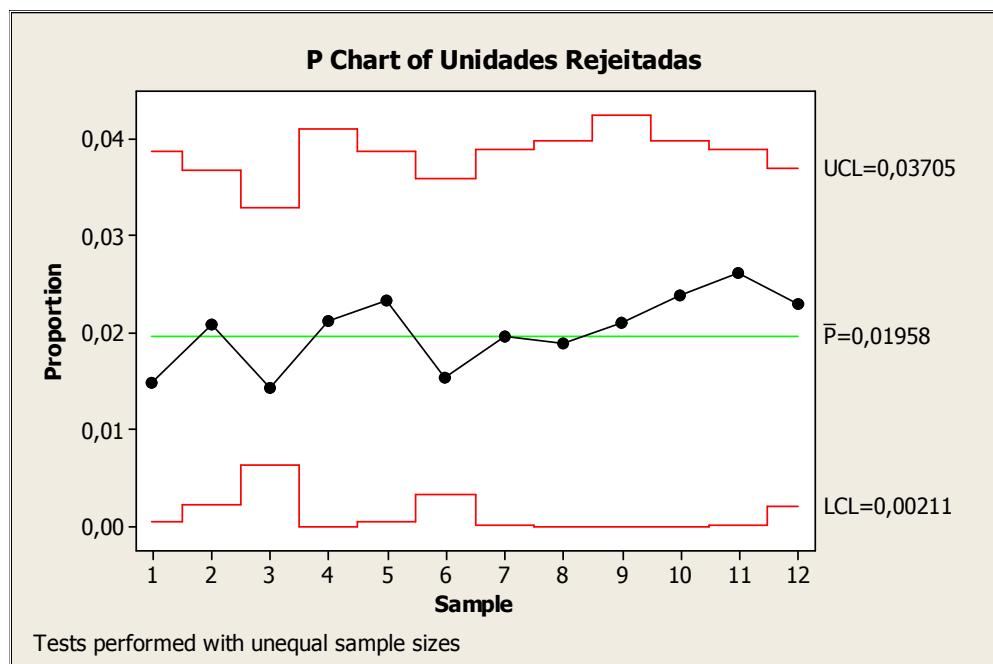


Gráfico 11 - Gráfico de Controle para o produto Hemocultura Adulto. Elaborado pelo autor.

Como dito anteriormente, a categoria de gráficos de controle utilizada foi a de atributos, uma vez que os dados utilizados são características cujo resultado é decorrente de uma classificação ou contagem, no caso número de produtos defeituosos.

Analizando os gráficos de controle elaborados através do software *Minitab*, temos que vários pontos encontram-se fora dos limites de controle, indicando que o processo produtivo dos produtos analisados é instável, não estando sob controle. Outro problema identificado é que o percentual de perdas é muito alto, para alguns produtos sendo superior a 15%, indicando que melhorias no processo produtivo são muito necessárias.

#### **4.1.2 ANÁLISE DE ENTRADAS E SAÍDAS**

Utilizando a Análise de Entrada-Saída podemos analisar todo o processo e tudo que faz parte deste, tendo uma melhor visão dos fatores que influenciam o processo.

Três tarefas estão envolvidas na formulação do modelo entrada-saída:

- Identificar as entradas e saídas do processo;
- Identificar as fontes de entradas e as destinações das saídas;
- Esclarecer os requisitos dos consumidores internos, que são servidos pelos *outputs* do processo, e esclarecer que requisitos o processo tem para os fornecedores que suprem o processo de *inputs*.

##### **Entradas do Processo:**

- Ficha de fabricação;
- Materiais;
- Operadores e gerente;
- Equipamentos;
- Setores.

##### **Saídas do Processo:**

- Produto;
- Ficha do Processo / Resultados.

As fontes das entradas do processo são os Fornecedores de materiais, o Controle de Qualidade, a empresa.

As destinações das saídas são os setores de armazenagem da empresa, a própria empresa e os clientes finais.

### Requisitos das Entradas do Processo:

- Informações precisas e comprehensíveis;
- Materiais com qualidade e no tempo;
- Equipamentos em bom estado, regulados e calibrados;
- Setores esterilizados e mantidos na temperatura correta.

### Requisitos das Saídas do Processo:

- Baixo custo e preço competitivo;
- Alta confiabilidade do produto;
- Funcionários com conhecimento para aconselhamento técnico.

### Diagrama de Entrada-Saída

Requisitos	Fornecedores	Entradas		Saídas	Clientes	Requisitos
Informações precisas e comprehensíveis	Sistema da empresa	Ficha de fabricação		Produto	Cliente final e empresa	Baixo custo e preço competitivo, alta confiabilidade
Com qualidade e no tempo correto	Fornecedores de materiais	Materiais		Ficha de Processo / Resultados	Empresa	Dados confiáveis
Treinados	Empresa	Operadores e gerente				
Esterilizados e com temperatura correta	Empresa	Setores				
Em bom estado, regulados e calibrados	Empresa	Equipamentos				

Fábrica de Produtos Micro biológicos Promicro Industrial

Figura 9 - Diagrama de Entradas e Saídas. Elaborado pelo autor.

## 4.2 PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FALHAS

Uma das fases de melhoria dos processos inclui a prevenção das falhas e maneiras de evitar que estas ocorram. É impossível implementar um processo em que nunca ocorram falhas, mas é importante que haja um esforço por parte da empresa para que a maior parte destas seja evitada.

Nesta parte de nossa análise, utilizaremos o Fluxograma do processo, para identificarmos os pontos críticos do processo produtivo e das operações que estão envolvidas neste. O fluxograma dá uma compreensão detalhada das partes do processo onde algum tipo de fluxo ocorre. Este registra estágios na passagem de informação, produtos trabalhos ou consumidores, qualquer coisa que flua através da operação. O fluxograma possibilita isto solicitando que os tomadores de decisão identifiquem cada estágio no fluxo de processo.

Abaixo estão identificadas as principais etapas do processo produtivo:

- Requisição de produto;
- Elaboração da ficha de fabricação;
- Envio ao setor de produção;
- Requisição de materiais;
- Pesagem e separação;
- Preparação e esterilização;
- Distribuição em tubos, placas petri ou laminocultivos, de acordo com cada tipo de produto;
- Fechamento dos tubos, placas petri ou laminocultivos;
- Quarentena;
- Embalagem;
- Armazenamento.

#### 4.2.1 FLUXOGRAMA DO PROCESSO

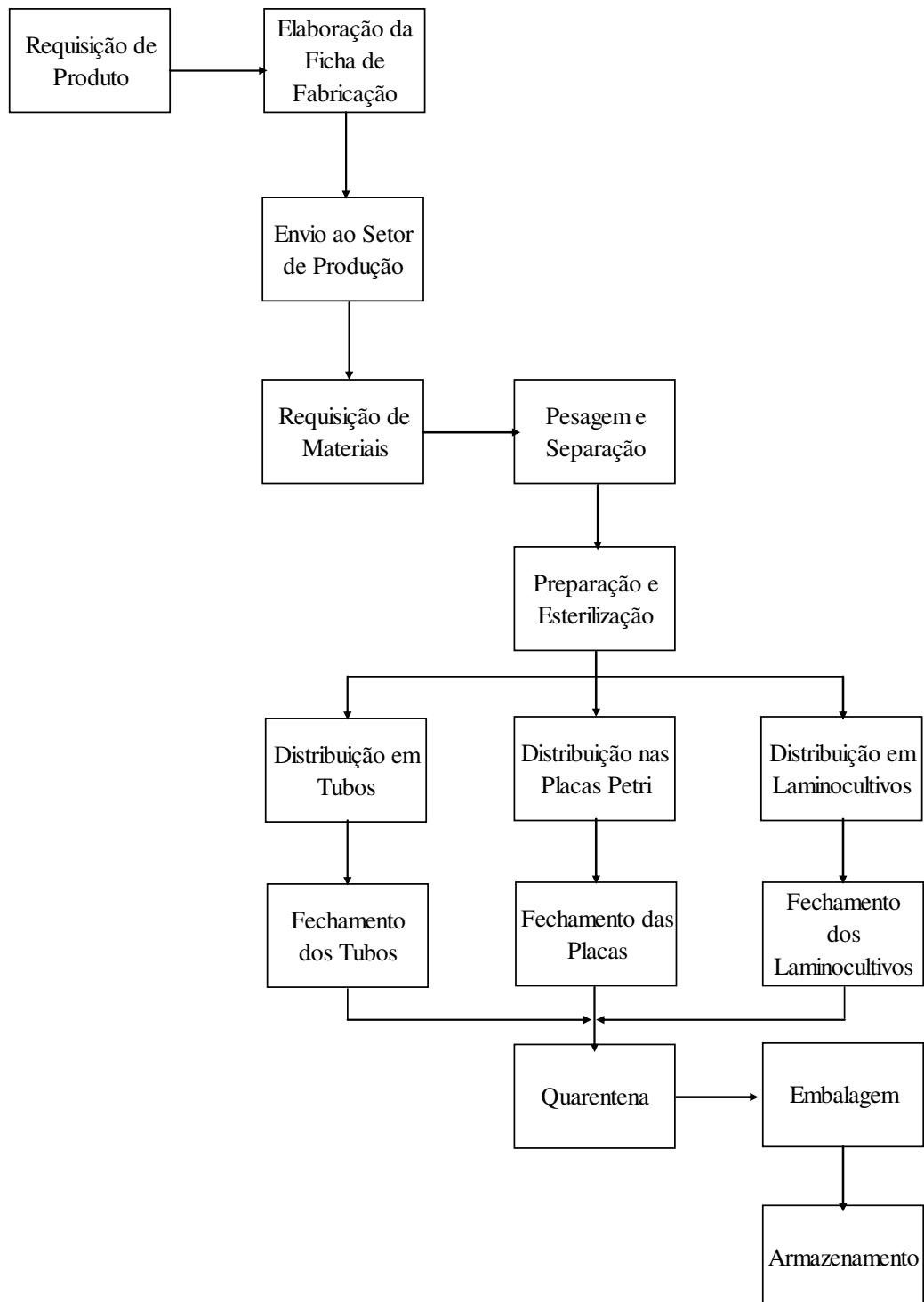


Figura 10 - Fluxograma do processo produtivo. Elaborado pelo autor.

#### 4.2.1.1 PONTOS CRÍTICOS DO PROCESSO

Podemos identificar alguns pontos críticos no processo produtivo:

- Utilização de material contaminado;
- Temperatura incorreta;
- Umidade incorreta;
- Equipamentos e instrumentos descalibrados;
- Tubos, placas ou laminocultivos com defeitos;
- Liberação de produto ruim na quarentena;
- Erros de embalagem e armazenamento.

Após identificar os pontos críticos do processo, utilizaremos o FMEA (Análise do Efeito e Modo de Falhas) para identificar falhas que podem ocorrer, antes que estas aconteçam, e após utilizaremos a Análise de Árvore de Falhas, que tem a finalidade de identificar todas as possíveis causas para as falhas que podem ocorrer, ou seja, identificar as origens das falhas.

#### 4.2.2 FMEA – ANÁLISE DO EFEITO E MODO DE FALHAS

Para realizar a análise do efeito e modo de falhas, é necessário identificar as etapas do processo, as falhas que podem ocorrer durante estas etapas, os efeitos que estas falhas podem provocar, ou seja, a consequência destas falhas, as causas potenciais de falhas e os controles existentes para evitá-las.

A identificação destas etapas permitirá elaborar ações para combater os modos de falhas e as causas destes, permitindo tomar atitudes de prevenção aos modos de falha.

A seguir temos o FMEA do processo produtivo da empresa, com a identificação das etapas e as falhas que podem ocorrer no decorrer das etapas do processo.

Etapa do Processo	Modo de Falha	Efeito de Falha (S)	Causas Potenciais (O)	Controles Atuais (D)	NPR
Recebe a ordem de serviço	Ninguém para receber	Atraso na fabricação	7 Funcionários Ocupados	3 não há	10 210
Elaborar ficha de fabricação	Informações incorretas	Produto com defeito	10 Erro no sistema	3 conferência	3 90
Separar material	Material errado	Produto errado	8 Descuido do funcionário	4 conferência	3 96
	Material contaminado	Produto contaminado	10 Erro de fornecimento	8 conferência	8 640
Conferir material	Deixar passar erros	Produto com defeito	10 Descuido do funcionário	5 conferência	6 300
Pesar e separar	Peso errado	Produto com defeito	10 Balança descalibrada	5 calibração	6 300
			10 Descuido do funcionário	3 conferência	6 180
Esterilizar	Não esterilizar corretamente	Produto contaminado	10 Descuido do funcionário	5 conferência	5 250
Distribuir nas Placas Petri	Parâmetros de produção errados	Produto com defeito	10 Equipamentos descalibrados	5 calibração	5 250
	Erros de programação	Produto com defeito	10 Descuido do funcionário	4 conferência	5 200
	Temperatura errada	Produto contaminado	10 Equipamentos descalibrados	5 calibração	5 250
Deixar em quarentena	Temperatura errada	Produto contaminado	10 Descuido do funcionário	5 conferência	5 250
Embalar	Defeitos na embalagem	Embalagem vazando	10 Erro de fornecimento	8 conferência	6 480
Armazenar	Má condições de armazenamento	Produto contaminado	10 Descuido do funcionário	4 conferência	5 200

Figura 11 - FMEA (Análise do efeito e modo de falhas). Elaborado pelo autor.

Etapa do Processo	Modo de Falha	Efeito de Falha	Causas Potenciais	NPR	Ações Recomendadas	Responsável
Separar material	Material contaminado	Produto contaminado	Erro de fornecimento	640	Inspecionar o material no recebimento e antes de utilizar no processo produtivo	Gerente de controle de qualidade
Embalar	Defeitos na embalagem	Embalagem vazando	Erro de fornecimento	480	Inspecionar o material no recebimento e antes de utilizar no processo produtivo	Gerente de controle de qualidade
Pesar e separar	Peso errado	Produto com defeito	Balança descalibrada	300	Calibração periódica dos instrumentos	Gerente de produção
Conferir material	Deixar passar erros	Produto com defeito	Descuido do funcionário	300	Rotinas de verificação	Funcionários da produção

Figura 12 - Pontos principais do FMEA e ações recomendadas. Elaborado pelo autor.

#### 4.2.3 ANÁLISE DE ÁRVORE DE FALHAS

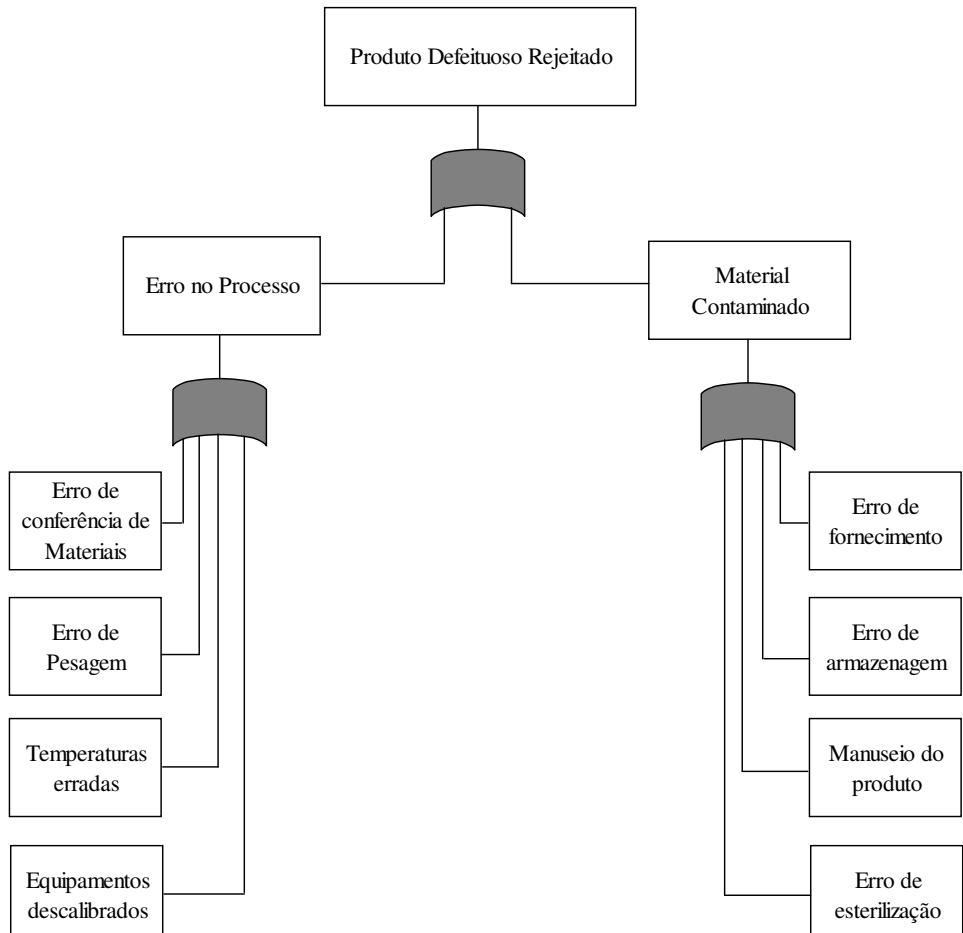


Figura 13 - Análise de árvore de falhas. Elaborado pelo autor.

Após identificar as origens das falhas, utilizaremos o Diagrama de causa-efeito para pesquisar as raízes dos problemas, levantando as mesmas questões anteriores: o que, onde, como e por que, mas desta vez acrescentando algumas respostas possíveis de uma forma explícita. Também utilizaremos aqui a Análise Por que-Por que para ajudar a entender as razões da ocorrência das falhas.

#### 4.2.4 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

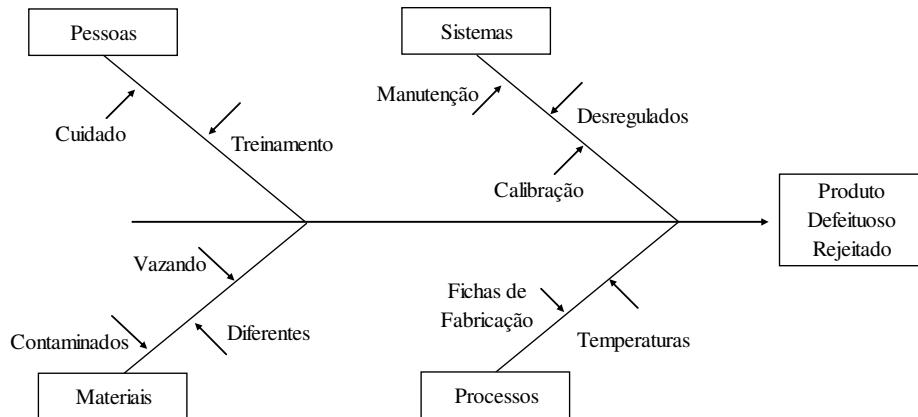


Figura 14 - Diagrama de Causa e Efeito. Elaborado pelo autor.

Através do diagrama de causa e efeito, podemos identificar quais os pontos que podem gerar falhas, ou seja, quais são as raízes do problema. Para cada participante do processo existem fatores que são geradores de falhas. Para materiais, por exemplo, temos que estes podem estar contaminados, estar incorretos ou com embalagens vazando. Estas informações serão importantes para a elaboração das propostas de melhoria.

#### 4.2.5 ANÁLISE POR QUE-POR QUE

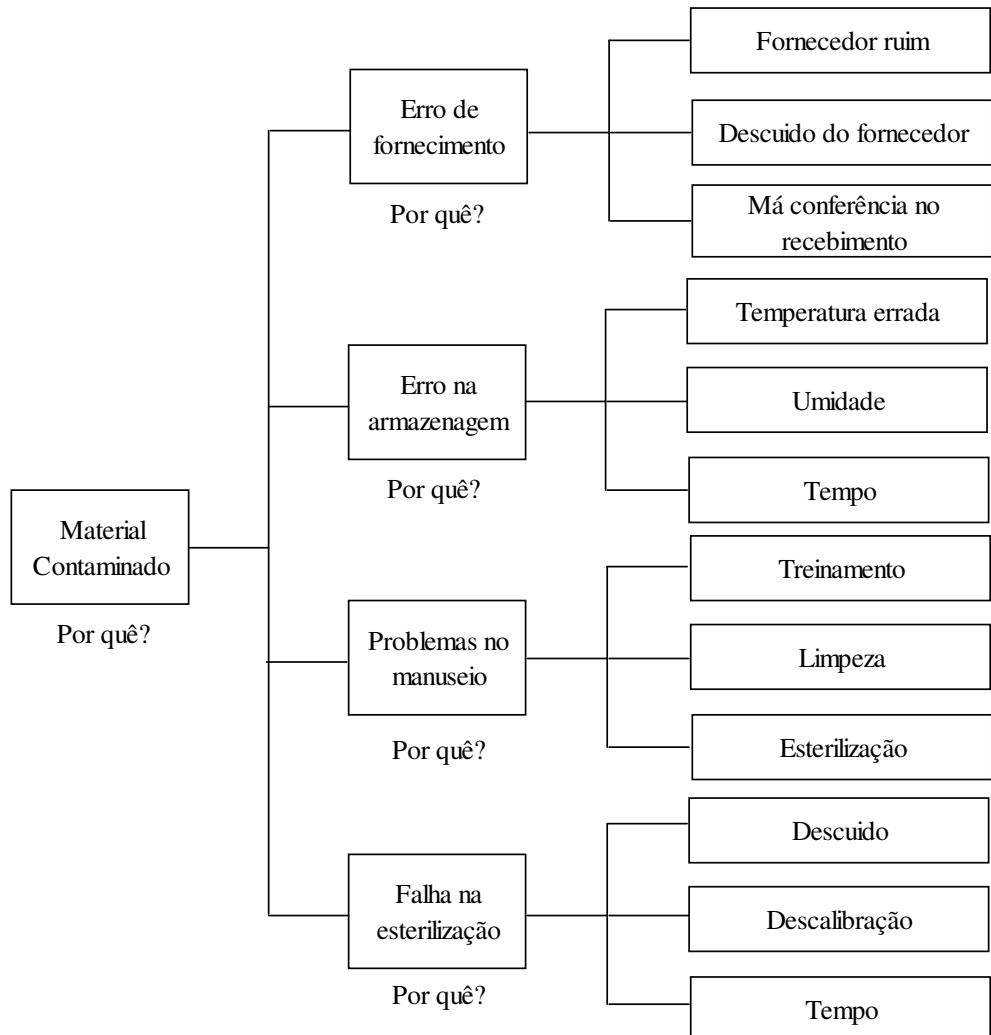


Figura 15 - Análise por que-por que para os materiais. Elaborado pelo autor.

Através da análise acima podemos verificar quais os problemas que existem por trás da utilização de material contaminado. Com isso, podemos entender as causas do problema e onde devemos agir para evitar que isto ocorra.

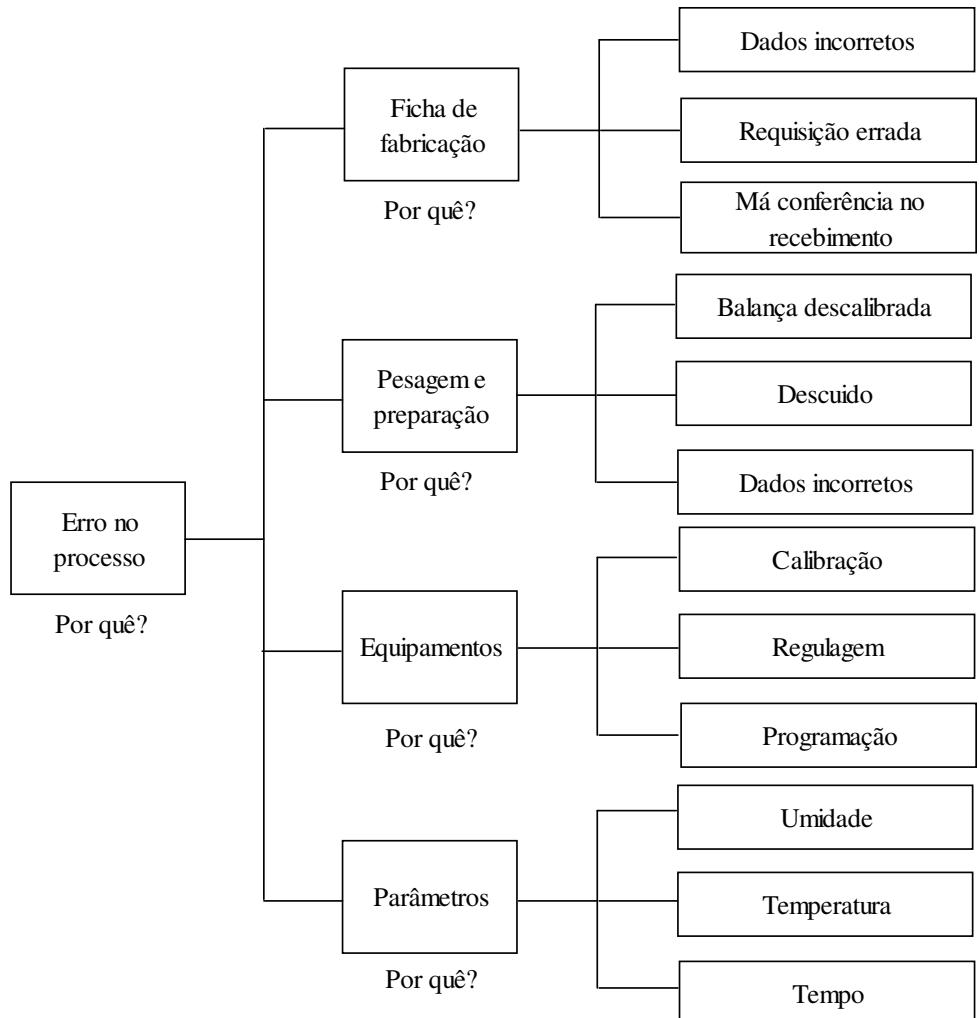


Figura 16 - Análise por que-por que para os erros no processo. Elaborado pelo autor.

#### 4.2.6 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS

Uma vez identificados os principais pontos críticos do processo e causas de falhas, vale a pena em qualquer processo de melhoramento distinguir o que é importante e o que é menos importante, a fim de identificar quais questões devemos atacar com mais urgência e dedicar maiores esforços. Este é o propósito das análises deste trabalho, distinguir as questões mais

importantes das que podem ser resolvidas posteriormente, com menor esforço por parte da empresa. Devemos focar nas questões que impactam com mais força o processo.

Os principais problemas observados na produção dos produtos analisados são os seguintes:

### **Urimicro**

- Utilização de material contaminado;
- Contaminação do material no processo de distribuição nos laminocultivos;
- Consistência errada dos meios de cultura, provocando o descolamento dos mesmos do laminocultivo.

### **Placa de Ágar Sangue**

- Utilização de sangue de carneiro contaminado;
- Sangue de carneiro contaminado na coleta, contaminando a mistura com o meio de cultura.

### **Hemocultura**

- Precipitação do material devido ao pH incorreto da mistura.

### **Meios em Placa**

- Contaminação durante o processo de colocação do meio nas placas de petri.
- Contaminação durante a embalagem em sacos plásticos.

## **4.3 ESTUDO DE FORNECEDORES**

Vimos que um dos principais motivos de falha vem dos fornecedores da empresa. Portanto, é importante dedicar uma parte desta análise para o estudo do motivo das falhas com os fornecedores, olhando para os motivos das falhas, para posteriormente propor soluções para estes problemas.

No capítulo anterior foi realizado o estudo da teoria de seleção e avaliação de fornecedores, que será muito útil para a formulação das propostas de melhorias relacionadas

com os fornecedores. Através das análises, percebemos que os principais motivos dos problemas com os fornecedores são os seguintes:

- Escolha do fornecedor olhando apenas para o quesito preço;
- Não inspeção dos materiais no recebimento;
- Falta de critérios de avaliação e seleção de fornecedores.

Isso faz com que sejam utilizados muitas vezes materiais contaminados no processo produtivo, gerando a perda de todo um lote produzido, gerando os altos percentuais de perdas no processo, principalmente de quando se trata de sangue de carneiro.

Deste modo, é necessário melhorar o processo de compra, recebimento e relacionamento da empresa com seus fornecedores de materiais.

#### **4.4 NORMAS TÉCNICAS DA QUALIDADE**

Também devemos dar especial atenção para o que as normas técnicas dizem a respeito do controle de qualidade na empresa, de como se deve dar o relacionamento com os fornecedores, do recebimento de produtos, entre outros.

Uma das propostas de melhoria olhará de maneira especial para as normas técnicas da qualidade e as especificações dos produtos. É importante para a empresa seguir a NBR ISSO 9001:2000, uma vez que esta foi formulada olhando para os requisitos dos sistemas de gestão da qualidade.

#### **4.5 GERENCIAMENTO DA QUALIDADE TOTAL**

Por fim, é interessante estudar quais são os custos da qualidade presentes na melhoria do processo e quais as implicações da implantação da Administração da Qualidade Total (TQM – *Total Quality Management*) na empresa.

#### 4.5.1 CUSTOS DA QUALIDADE

Como vimos anteriormente, são quatro os tipos de custos da qualidade que podem estar presentes na empresa, sendo eles:

- Custos de prevenção;
- Custos de avaliação;
- Custos de falhas internas;
- Custos de falhas externas.

Com a redução das falhas e perdas no processo produtivo, conseguimos reduzir os custos com falhas internas e externas. Mas ao mesmo tempo aumentamos os custos de prevenção e de avaliação. Por isso é muito importante avaliar se as medidas que estamos tomando não geram custos excessivos de prevenção e de avaliação, pois se isto ocorrer os ganhos com a diminuição das perdas e falhas não irão gerar os ganhos em competitividade que procuramos, pois os custos com a produção não terão reduzido.

A adoção de propostas mais simples e inteligentes é preferencial, pois geram menor custo. É importante analisar quais os custos que as propostas sugeridas geram para a prevenção e de avaliação, e também quais os custos que estas evitam. Esta análise deve ser feita também após à implantação das melhorias, para ver se estas estão realmente cumprindo seu papel de reduzir os custos de produção.

É importante considerar que a diminuição dos defeitos geram também um ganho de imagem com os clientes, uma vez que menos produtos com problemas chegarão para estes utilizarem, devido a alguma falha da empresa.

As propostas de melhoria que serão propostas no próximo capítulo são todas de baixo custo para a empresa, uma vez que esta dispõe de todos os recursos necessários para a implantação das propostas. Desta maneira, os ganhos com a diminuição dos defeitos serão bem maiores do que os gastos com os custos da qualidade.

#### 4.5.2 IMPLICAÇÕES DA IMPLANTAÇÃO DO TQM

A implantação do TQM na empresa implica numa mudança de mentalidade dos funcionários. Estes agora deverão se preocupar com a qualidade dos produtos tanto quanto a

empresa, deverão participar. Para que isto funcione é necessário treinar os funcionários para serem responsáveis pela qualidade das operações que executam.

Esta implantação inclui a criação de um sistema de gestão da qualidade, com a elaboração de um manual da qualidade observando todos os pontos da produção, banco de dados, documentos com as informações da qualidade.

#### **4.6 CONCLUSÕES DAS ANÁLISES**

Ao término das análises, podemos concluir que existe muito para ser melhorado no processo da empresa, sendo assim o modelo de melhoramento da produção bastante útil neste esforço de melhorar o processo. Através das análises, conseguimos claramente identificar quais pontos são críticos dentro do processo e quais devemos atacar, para que o objetivo de elaborar propostas de melhoria para a diminuição drástica das perdas e falhas seja alcançado.

Deste modo, tendo em mãos o estudo da situação atual da empresa, o estudo da teoria envolvida no processo de melhoramento da produção e as análises feitas neste capítulo, temos condições de elaborar propostas de melhoria para a empresa, propostas estas que possibilitarão gerar para empresa ganhos em competitividade e em qualidade para seus produtos.

## 5 PROPOSTAS DE MELHORIAS

### 5.1 INTRODUÇÃO ÀS PROPOSTAS DE MELHORIAS

Tendo em vista as análises realizadas neste trabalho de formatura, algumas propostas de melhoria para o processo produtivo e para o controle das operações neste envolvidas foram elaboradas, com a finalidade de, através do Modelo de Melhoramento da Produção, diminuir as perdas no processo produtivo e a ocorrência de falhas, diminuindo assim os custos de produção e possibilitando à empresa adotar preços mais competitivos aos seus produtos.

Deste modo, detalharemos as seguintes propostas de melhoria para o processo e as operações neste envolvidas:

- Formas de seleção, avaliação e relacionamento com fornecedores;
- Controle e monitoramento dos pontos críticos do processo, sistemas para detectar falhas;
- Sistema de medição, calibração, manutenção e aferição de instrumentos;
- Especificações e normas técnicas de qualidade;
- Treinamento de funcionários observando aspectos da qualidade;
- Planejamento de recuperação de falhas;
- Implantação da Administração da Qualidade Total (TQM – *Total Quality Management*) na empresa e realização de auditorias internas da qualidade;
- Melhoramento contínuo e PDCA.

## 5.2 DETALHAMENTO DAS SOLUÇÕES

Com a detecção e análise das falhas, realizadas no capítulo anterior, chega o momento de propor melhorias, que possibilitarão melhorar a confiabilidade do sistema e como proceder na ocorrência de falhas, como na figura abaixo:

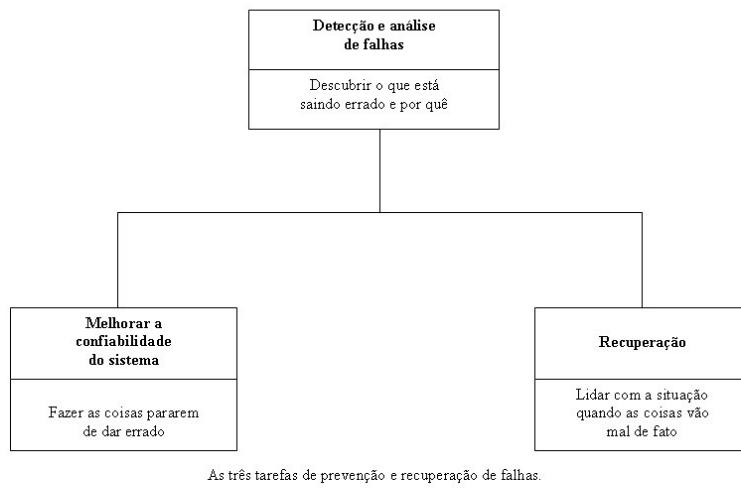


Figura 17 - Tarefas de prevenção e recuperação de falhas. Transcrito de Slack et al. (1997).

### 5.2.1 FORNECEDORES

Um dos principais motivos de perdas no processo produtivo, como observado anteriormente pelas análises neste trabalho de formatura, são os problemas que a empresa tem com os materiais adquiridos por meio de seus fornecedores. Materiais contaminados podem causar a perda de todo um lote produzido. Para evitar isso, é muito importante estabelecer um controle formal de seleção, avaliação e relacionamento com os fornecedores da empresa.

É necessário que a empresa compre:

- Ao preço correto;
- Para entrega no momento correto;
- Produtos e serviços da qualidade correta;
- Na quantidade correta;
- Da fonte correta.

Para isso, a empresa deve selecionar bem seus fornecedores. Assim, é necessário que a empresa estabeleça um processo formal de seleção de fornecedores, seguindo alguns passos essenciais:

- Pesquisar fornecedores potenciais;
- Estabelecer critérios de avaliação de fornecedores;
- Avaliar e selecionar os fornecedores;
- Cadastrar os fornecedores selecionados;
- Acompanhar o desempenho do fornecimento;
- Fazer parcerias com fornecedores.

A proposta consiste em criar um manual de relacionamento com fornecedores para a empresa, juntamente com formulários de avaliação dos fornecedores. Neste manual existirão regras para a seleção dos fornecedores e formas de avaliação dos mesmos. Os fornecedores serão selecionados pelo setor de compras em conjunto com o setor de produção, respeitando o manual. Este manual encontra-se em anexo, juntamente com os formulários de avaliação dos fornecedores, e foi elaborado pelo autor para que a empresa adote uma política mais eficiente em relação aos fornecedores, evitando que materiais com defeito ou contaminados provoquem tantas perdas no processo produtivo.

### **5.2.1.1 MANUAL DE RELACIONAMENTO COM FORNECEDORES**

Este manual contém a descrição de como a empresa deverá se relacionar com os fornecedores.

O primeiro passo consiste na seleção dos mesmos. É necessário assegurar que o fornecedor tenha capacidade de fornecer produtos de acordo com os requisitos da organização. Para isso será enviado um questionário para que o fornecedor preencha (em anexo) e para os fornecedores de materiais mais críticos será realizada uma visita de avaliação. Outros critérios serão o histórico de fornecimento disponível pelo formulário de avaliação dos fornecedores, que será preenchido pelo setor de compras juntamente com o setor de produção.

Para assegurar que o produto adquirido está de acordo com os requisitos especificados pela empresa, será realizada uma inspeção na chegada dos produtos. Além disso, será requisitado dos fornecedores um termo assegurando que o produto está de acordo.

Será realizada uma avaliação permanente dos fornecedores, através do formulário. Fornecedores que forem considerados insuficientes serão substituídos e será solicitado que melhorem seus serviços de fornecimento e produtos.

### **5.2.1.2 FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS FORNECEDORES**

Este formulário, que se encontra em anexo, avaliará os fornecedores atribuindo notas a estes. Uma base de dados será criada para guardar os resultados desta avaliação. Fornecedores que forem considerados insuficientes serão substituídos e será solicitado que melhorem seus serviços de fornecimento e produtos.

### **5.2.1.3 INDICADORES DE FORNECIMENTO**

Alguns indicadores possibilitarão verificar se o fornecimento melhorou na empresa, sendo que estes indicadores devem ser observados no decorrer dos meses após a implantação destes controles de fornecimento:

- Percentual de produtos e materiais rejeitados na entrada;
- Perdas devido a material contaminado.

Estes indicadores devem ser controlados pela empresa, para verificar se o processo de avaliação e seleção de fornecedores está realmente surtindo efeito ou se precisa ser melhorado de alguma forma.

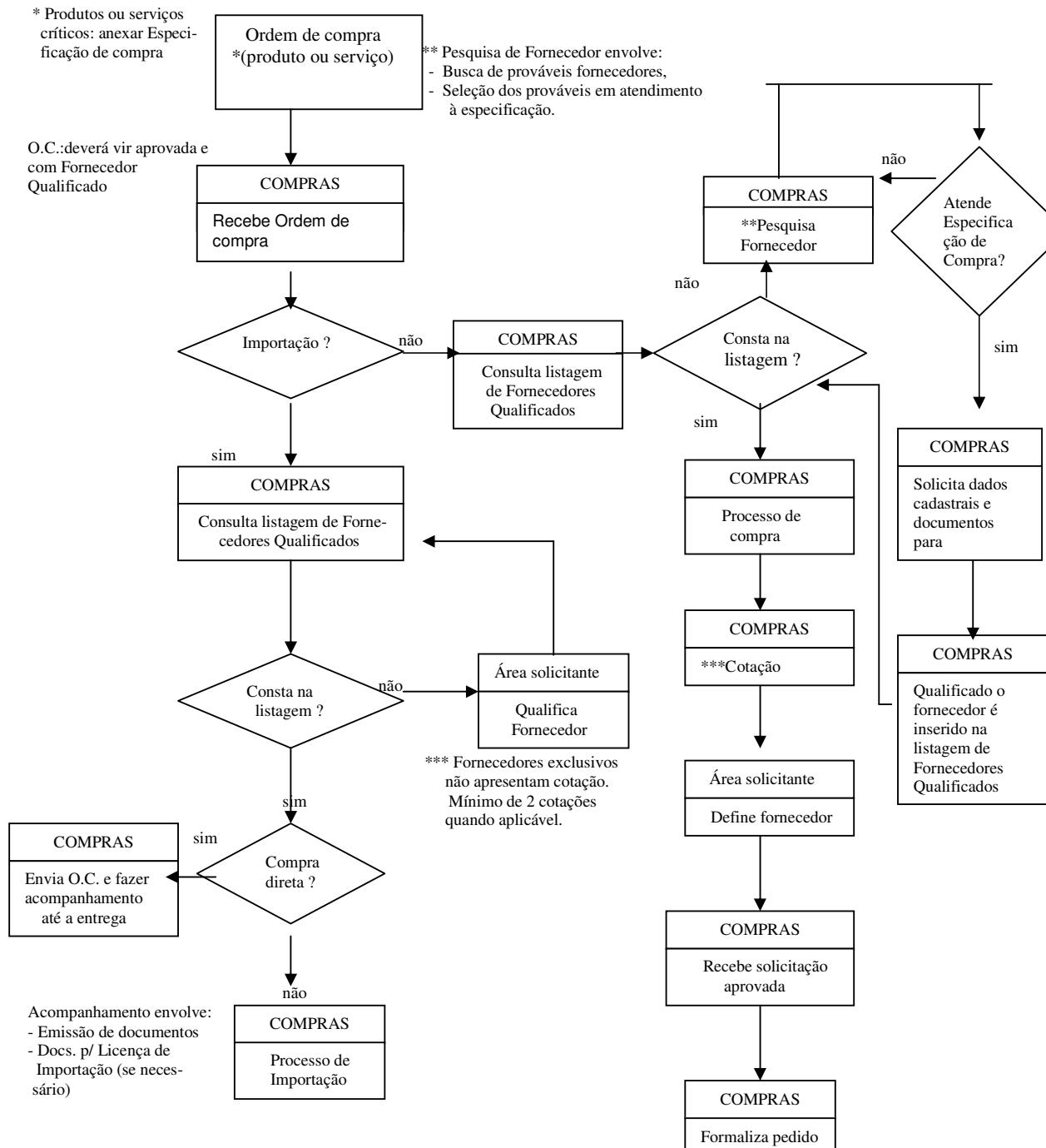


Figura 18 - Fluxo de aquisição de materiais. Elaborado pelo autor.

### 5.2.2 CONTROLE DOS PONTOS CRÍTICOS DO PROCESSO

Para evitar falhas no processo produtivo, é importante controlar os pontos críticos presentes no processo. Estes pontos são aqueles onde existe maior probabilidade de ocorrência de falhas.

Os pontos críticos identificados anteriormente foram os seguintes:

- Utilização de material contaminado;
- Temperatura incorreta;
- Umidade incorreta;
- Equipamentos e instrumentos descalibrados;
- Tubos, placas ou laminocultivos com defeito;
- Liberação de produto ruim na quarentena;
- Erros de embalagem e armazenamento.

Para minimizar a ocorrência de falhas nestes pontos críticos, é necessário determinar padrões de utilização dos materiais, instrumentos e equipamentos e utilizar formas de detecção de falhas, tais como sensores de umidade e temperatura.

Na utilização de materiais, um dos controles é o que foi proposto na item anterior, que é o controle de escolha do fornecedor. Um bom processo de seleção de fornecedores diminui a probabilidade de utilização de material contaminado. Para garantir que não seja utilizado material contaminado, será necessário também:

- Inspecionar os materiais no recebimento, reprovando e devolvendo caso sejam identificados materiais contaminados;
- Inspecionar antes de utilizar no processo produtivo;
- Usar materiais estéreis ao manusear estes produtos, para evitar a contaminação no manuseio.

Rotinas de validação de parâmetros também podem ser adotadas, através de preenchimento de formulário, onde o funcionário verifica durante o processo produtivo a temperatura, a umidade e outros parâmetros importantes, registrando este controle para futuras verificações.

### 5.2.3 SISTEMAS DE MEDAÇÃO E AFERIÇÃO DE INSTRUMENTOS

O objetivo de qualquer sistema de medição é o de fornecer dados com precisão e exatidão das características lidas. É necessário garantir que os equipamentos e instrumentos utilizados pela empresa estão todos calibrados e sendo utilizados corretamente.

Desta maneira, é necessário:

- Realizar a análise do sistema de medição periodicamente, com a finalidade de compreender as fontes de variação que podem influenciar nos resultados de medição.
- Garantir a calibração de todos os equipamentos e instrumentos utilizados no processo produtivo, no controle de qualidade e nas operações que se relacionam com o processo produtivo.

Desta maneira, é importante estabelecer um cronograma de calibração dos instrumentos, para que não ocorram falhas no processo provenientes de medições erradas. Além disso, é necessário garantir a limpeza e manutenção dos instrumentos e equipamentos. Abaixo temos o cronograma para cada equipamento com relação à calibração, limpeza e manutenção.

#### **Fluxo laminar**

A manutenção preventiva será realizada semestralmente e a calibração do equipamento será realizada através de firma especializada, também com periodicidade semestral. Serão verificadas as condições do equipamento e realizado teste de velocidade e uniformidade do fluxo de ar nos filtros absolutos, teste de contagem eletrônica de partículas e teste de vazamento.

O auxiliar de laboratório deve realizar uma limpeza diária, nas paredes laterais internas e bancada do fluxo laminar, com uma gaze umidecida em lisoform a 2% e em seguida álcool 70%. Meios de cultura que possuem corantes ou ágar difícil de remover, utilizar hipoclorito de sódio a 2%. Quinzenalmente deve ser realizado um teste microbiológico no equipamento para verificar a presença de microorganismos. Caso seja identificada a presença de algum, é necessário realizar a esterilização do equipamento.

### **Autoclaves**

A calibração dos manômetros deverá ser realizada semestralmente. Além disso, para validar a eficiência do aparelho, deverá ser realizado um teste anual de esterilização com material infectado.

Realizar limpeza semanal nas autoclaves. Escoar toda a água, limpar o interior e o suporte com esponja e sabão líquido neutro e retirar todo o sabão. Ao utilizar o equipamento encher com água deionizada até próximo ao suporte de alumínio. A parte externa, limpar com esponja, sabão líquido neutro e passar pano úmido para retirar o sabão. Verificar diariamente o nível da água e a válvula de segurança no primeiro ciclo do dia.

### **Banho-maria**

O termômetro será calibrado anualmente pela empresa. O teste consiste no método comparativo da leitura da temperatura do termômetro em análise com o termômetro calibrado padrão. Mergulhar os 2 termômetros em glicerina e efetuar as leituras nos 2 termômetros. Efetuar 3 leituras e calcular a média das leituras.

Realizar uma limpeza semanal no equipamento. Esgotar toda a água, lavar internamente e externamente com sabão líquido neutro e esponja. Retirar todo o sabão da parte interna com água e externamente passar pano úmido. Ao utilizar o equipamento adicionar água deionizada.

### **Deionizador**

Pela manhã, antes de iniciar a coleta diária de água deionizada o auxiliar de laboratório deverá abrir a torneira que abastece o aparelho e deixar escorrer a água cerca de 5 minutos. Mensalmente, o auxiliar de laboratório deverá limpar a coluna e o equipamento internamente e externamente com solução de hipoclorito de sódio 2% e uma esponja que será utilizada somente para esta finalidade. Fazer a troca das mangueiras de entrada e de saída da água. As mangueiras que foram retiradas deverão ser lavadas com hipoclorito de sódio 10% até a limpeza completa; em seguida enxaguadas com bastante água e então poderão ser reutilizadas. Após a limpeza, deixar o deionizador ligado cerca de 30 minutos, até a saída de todo hipoclorito.

### **Envasadora de placas**

A calibração deve ser realizada pela empresa com uma periodicidade semestral. Utilizar uma proveta padrão calibrada para verificação do volume. No início da utilização do equipamento verificar o volume dispensado através de uma proveta.

O auxiliar de laboratório deverá separar as peças do equipamento e realizar a limpeza após o uso com álcool 70%.

Mensalmente, deverá separar as partes do equipamento e limpar as peças separadamente com esponja e sabão líquido neutro, retirar o sabão com pano úmido e finalizar passando álcool 70%.

### **Potenciômetro**

Será realizada calibrações com soluções padrões pH 7, pH 5 e pH 4 antes do início da utilização do equipamento.

Mensalmente realizar uma limpeza no equipamento com álcool 70%. Com a mesma periodicidade o auxiliar de laboratório deverá fazer a troca da solução do eletrodo.

### **Bomba Peristáltica**

A calibração deve ser realizada pela empresa com uma periodicidade semestral. Utilizar uma proveta padrão calibrada para verificar o volume. Durante o processo de envasamento realizar o controle do volume através de método comparativo visual com uma amostra de volume conhecido. Bimestralmente realizar uma limpeza do equipamento com produto de limpeza.

### **Balança**

A calibração deverá ser realizada pela empresa com periodicidade semestral. Utilizar peso padrão. Realizar limpeza após o uso do equipamento com álcool 70%. Mensalmente limpar a superfície plástica com produto de limpeza.

### **Estufas e bomba à vácuo**

Os termômetros das estufas serão calibrados anualmente pela empresa.

Realizar limpeza bimestral dos equipamentos. Na bomba à vácuo verificar a quantidade do óleo e completar. Utilizar o óleo para motor 15W – 405L / CF.

### 5.2.4 ESPECIFICAÇÕES E NORMAS TÉCNICAS

Para que a empresa possua processos e produtos de qualidade, é importante dar especial atenção ao que dizem as normas de qualidade. Neste trabalho é utilizada como base a norma NBR ISO 9001:2000, que trata dos requisitos para os sistemas de gestão da qualidade. Desta maneira, uma das propostas de melhoria é a utilização desta norma como padrão dos sistemas de qualidade da empresa.

A norma sugere a adoção do ciclo PDCA e da melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade para melhorar os processos, sendo isto uma das propostas de melhoria deste trabalho.

Esta norma estabelece formas de atuação para os processos que foram discutidos neste trabalho. Nas normas está descrito como deve ser o relacionamento com os fornecedores e critérios para selecioná-los. Assim, o sistema de qualidade da empresa deve utilizar a norma técnica como um dos manuais da qualidade.

É importante também cuidar da qualidade em cada microoperação dentro do processo, pois cada um impacta no outro. Assim, devem ser definidas especificações de recebimento de produtos e para cada quesito de qualidade dentro da empresa.

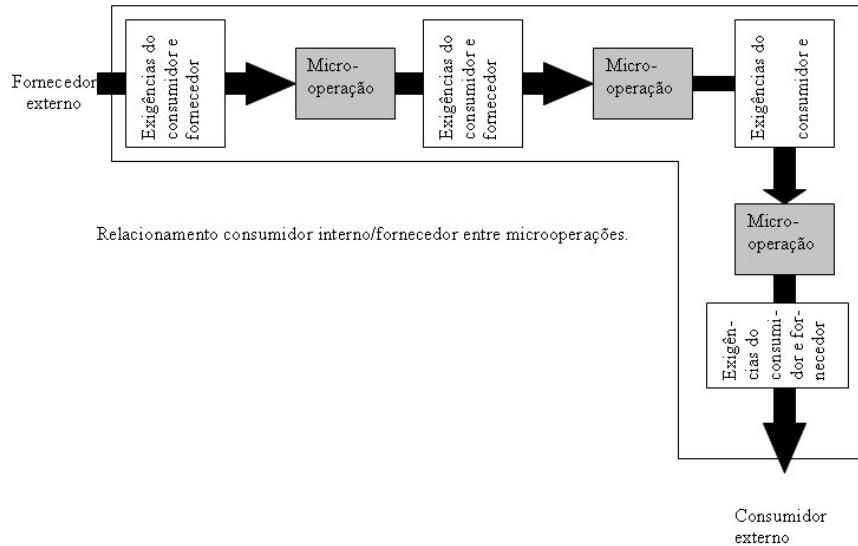


Figura 19 - Relacionamento fornecedores e consumidores internos. Transcrito de Slack et al. (1997).

### 5.2.5 TREINAMENTO DE FUNCIONÁRIOS

O treinamento é o centro da melhoria da qualidade na empresa. Desta maneira, para que o sucesso no melhoramento da produção ocorra, é necessário que os funcionários participem ativamente das mudanças e saibam exatamente o que fazer e como proceder.

Os funcionários devem ser treinados para garantirem a qualidade dos processos que estes participam, se preocupando com a qualidade tanto quanto a empresa. Os funcionários devem estar preparados para lidar com os tipos de falhas que podem ocorrer no processo. Abaixo temos uma figura que ilustra quais os tipos de falhas que podem ocorrer na produção.

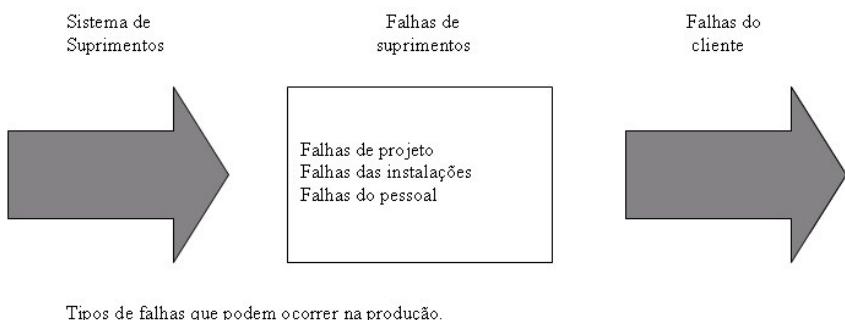


Figura 20 - Tipos de falhas que podem ocorrer na produção. Transcrito de Slack et al. (1997).

### **5.2.6 PLANEJAMENTO DE RECUPERAÇÃO DE FALHAS**

Toda a vez que uma falha ocorre, é necessário atuar sobre esta para descobrir como proceder para evitar que esta se repita. Para isso alguns passos devem ser seguidos, e a realização do planejamento de recuperação de falhas deve ser uma atividade constante dentro das áreas da empresa, em especial na produção e operações envolvidas, para evitar as perdas no processo produtivo.

O planejamento de recuperação de falhas consiste em:

#### **Descobrir o motivo da falha:**

Para isto, as seguintes perguntas devem ser respondidas:

O quê aconteceu exatamente? ; Quem será afetado pela falha? ; Por que a falha ocorreu?

Estas perguntas devem ser respondidas pois é necessário obter informações a respeito da falha para determinar qual ação realizar.

#### **Atuar:**

O próximo passo é dizer às pessoas importantes envolvidas o que você está propondo fazer a respeito da falha. Os efeitos da falha precisam ser limitados, com a finalidade de parar a propagação das consequências e a geração de falhas adicionais. É preciso haver algum tipo de acompanhamento para assegurar que as ações de limitação realmente limita a falha.

#### **Aprender:**

No planejamento de recuperação de falhas, a aprendizagem envolve reexame da falha para descobrir sua causa primeira e então eliminar as causas da falha com o projeto de engenharia, de forma que não aconteça novamente.

#### **Planejar:**

Os gerentes de produção precisam incorporar formalmente as lições em suas reações futuras a falhas. Isto é, frequentemente feito através de análise teórica de como reagiriam a falhas no futuro. Especificamente, envolve identificar primeiro todas as falhas que podem ocorrer (de forma análoga à abordagem FMEA). Segundo, significa definir formalmente os procedimentos que a organização deveria seguir no caso de cada tipo de falha.

**Mecanismos para detectar falhas:**

As organizações às vezes podem não saber que o sistema falhou e por isso perdem a oportunidade de acertar para o cliente e de aprender a partir da experiência. Quando os clientes se queixam de um produto ou serviço, a situação pode ser tratada no local, mas pode ser que o sistema não seja mudado para prevenir esses tipos de problemas ocorra novamente. Mecanismos para procurar falhas de uma forma proativa:

- Diagnósticos no processo – os empregados verificam que o serviço é aceitável durante o próprio processo.
- Diagnósticos de máquinas – uma máquina é testada fazendo-se ela passar através de uma seqüência prescrita de atividades planejadas para revelar quaisquer falhas ou falhas potenciais.
- Entrevistas na saída – no final de um serviço, o pessoal pode formal ou informalmente verificar se o serviço foi satisfatório e procurar descobrir problemas assim como obter elogios.
- Pesquisas telefônicas – estas podem ser usadas para solicitar opiniões sobre produtos ou serviços.
- Grupos focalizados – são grupos de clientes aos quais se pede que, em conjunto, focalizem alguns aspectos de um produto ou serviço, podem ser usados para descobrir problemas específicos ou atitudes mais gerais em relação ao produto ou serviço.
- Fichas de reclamações ou folhas de feedback – estas são usadas por muitas organizações para solicitar pontos de vista sobre os produtos e serviços. Muitas pessoas tendem a completá-los. É possível, entretanto, identificar os que respondem e acompanhar qualquer problema individual.
- Questionários – estes podem gerar uma resposta ligeiramente mais alta do que as fichas de reclamações.

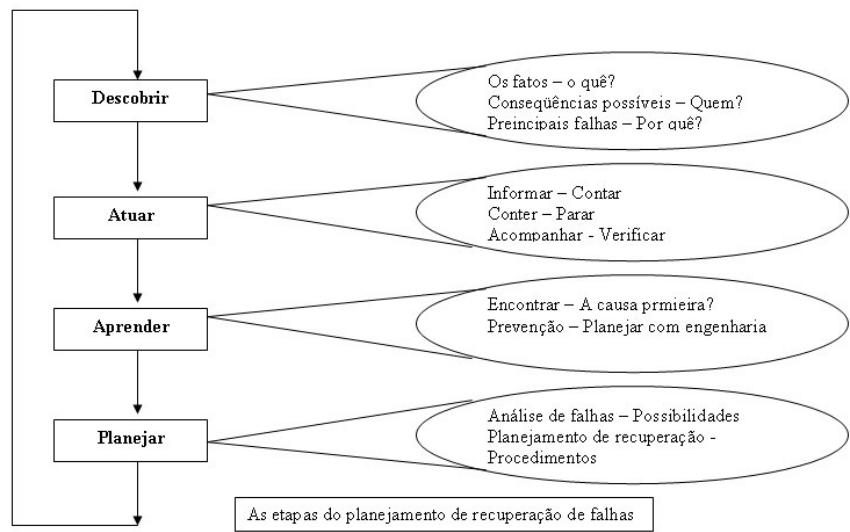


Figura 21 - Etapas do planejamento de recuperação de falhas. Transcrito de Slack et al. (1997).

### 5.2.7 MELHORAMENTO CONTÍNUO E PDCA

#### 5.2.7.1 MELHORAMENTO CONTÍNUO

O melhoramento contínuo do processo produtivo deve ser uma meta de qualquer empresa. Este processo adota uma abordagem de melhoramento de desempenho que presume mais e menores passos de melhoramento incremental. O melhoramento contínuo busca que o processo produtivo seja aperfeiçoado a cada dia, buscando sempre melhorar as medidas de desempenho, buscando combater as causas de falhas e perdas no processo.

#### 5.2.7.2 CICLO PDCA (PLANEJAR, FAZER, CHECAR, AGIR)

O ciclo começa com o estágio P, que envolve o exame do atual método ou da área problema sendo estudada. Isso envolve coletar e analisar dados de modo a formular um plano de ação que se pretende, melhorar o desempenho. O próximo estágio é o estágio D. Este é o estágio de implementação durante o qual o plano é tentado na operação. A seguir vem o estágio C, em qual a solução nova é implementada é avaliada, para ver se resultou no melhoramento de desempenho esperado. Finalmente o estágio A, durante esse estágio a mudança é consolidada ou padronizada, se foi bem-sucedida, as lições aprendidas da “tentativa” são formalizadas antes que o ciclo comece novamente. Esse ciclo nunca para.

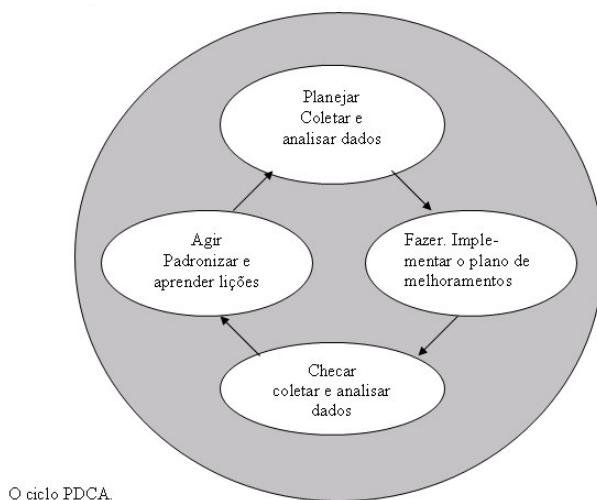


Figura 22 -

O ciclo PDCA. Transcrito de Slack et al. (1997).

### 5.2.8 IMPLANTAÇÃO DO TQM NA EMPRESA

Melhorar a qualidade não é apenas fazer com que os funcionários da empresa se preocupem com a qualidade das operações e produtos, pois muitas vezes as pessoas são impedidas de fazer melhorias pelos sistemas e procedimentos das organizações. Assim, a empresa deve definir um sistema de qualidade, com documentos que o descreva. O sistema de qualidade deve definir todas as facetas da operação de uma organização, identificando e atendendo às necessidades e exigências de consumidores, design, planejamento, compras, manufatura, embalagem, estocagem, entrega e serviço, acompanhadas das atividades relevantes inerentes a essas funções.

A documentação no sistema de qualidade pode ser definida em três níveis:

Nível 1 – Manual de qualidade da empresa: esse é um documento que fornece um resumo da política de administração da qualidade e do sistema de qualidade, acompanhado dos objetivos da empresa e sua organização.

Nível 2 – Manual de procedimentos: descreve as funções do sistema, a estrutura e as responsabilidades de cada departamento.

Nível 3 – Instruções de trabalho, especificações e métodos detalhados para o desempenho das atividades.

Além disso, pode haver um banco de dados caracterizando um quarto nível, contendo os demais documentos de referência, como formulários, modelos, desenhos, informações, entre outros.

Uma estratégia de qualidade é necessária para fornecer os objetivos e linhas de ação que ajudam a manter o programa de TQM caminhando numa direção coerente com outros propósitos estratégicos da organização. Ela deve ter algo a dizer sobre o seguinte:

- As prioridades da organização e como se espera que o programa de TQM contribua para atingir aumento de competitividade;
- Os papéis e responsabilidade das várias partes da organização na melhoria de qualidade;
- Os recursos que estarão disponíveis para melhoria de qualidade;
- A abordagem geral e a filosofia de melhoria.

### **5.2.8.1 REALIZAÇÃO DE AUDITORIAS INTERNAS DA QUALIDADE**

As auditorias internas da qualidade aplicam-se a todas as áreas envolvidas com o Sistema de Gestão da Qualidade, visando verificar se as especificações de qualidade para a melhoria dos processos e operações estão sendo aplicadas.

Os objetivos das auditorias internas da qualidade são os seguintes:

- Determinar a conformidade de elementos do Sistema de Gestão da Qualidade;
- Determinar a eficácia do Sistema de Gestão da Qualidade implementado.
- Prover ao auditado uma oportunidade para melhorias do Sistema da Qualidade

As auditorias do Sistema de Gestão da Qualidade devem ser realizadas semestralmente, de maneira a assegurar a viabilidade do sistema da qualidade implantado na empresa.

Os critérios para a escolha da equipe de auditores internos devem ser os seguintes:

- Não estar envolvido diretamente com a área auditada (independente).
- Ter sido treinado para executar a atividade (treinamento concedido pela empresa).

Na realização da auditoria da qualidade, devem ser observados os seguintes pontos:

A equipe de auditores deve:

- Agendar o dia e horário de realização da auditoria em acordo com a área auditada;
- Avaliar as áreas a serem auditadas;
- Preparar a lista de verificação com itens das normas aplicáveis ao setor;
- Avaliar as conformidades em relação ao Sistema de Qualidade aplicável às áreas através dos procedimentos e instruções de trabalho;
- Emitir os Relatórios de Auditoria e os Formulários de Não-Conformidade correspondentes;
- Executar auditorias de acompanhamento, quando requerido;
- Encaminhar para o coordenador do Sistema da Qualidade o relatório de Auditoria.

A área auditada deve:

- Acompanhar as Auditorias;
- Reconhecer com o Auditor a não conformidade detectada na auditoria;

O gerente da área auditada deve:

- Investigar as causas possíveis, quando aplicável;
- Definir ações corretivas e os respectivos prazos para implementação.

Acompanhamento das Auditorias:

- A verificação da eficácia da ação será feita por um dos auditores da equipe, ou na sua ausência, por outro auditor qualificado.

## 6 CONCLUSÃO

A realização deste trabalho de formatura foi de grande importância para o autor e para a empresa. Através das análises e estudos realizados, foi possível elaborar propostas de melhoria bastante relevantes para a indústria foco deste trabalho. Estas propostas possibilitam um trabalho mais formal e controlado do processo produtivo, e este controle possibilita a redução das perdas e falhas que antes ocorriam devido à compra de materiais de baixa qualidade ou contaminados, provenientes de fornecedores que eram escolhidos apenas pelo quesito preço, devido ao pouco cuidado com os pontos críticos do processo, entre outros.

Estas melhorias possibilitam uma maior competitividade para a empresa no mercado, uma vez que a industria fornecerá produtos de melhor qualidade para seus clientes e com preços mais competitivos, que são possíveis com a redução dos custos com a diminuição das perdas e falhas no processo produtivo.

### 6.1 BENEFÍCIOS DO TRABALHO

A partir da identificação do problema, foi realizado um diagnóstico da empresa, do processo produtivo e das operações neste envolvidas para assim identificar as oportunidades de melhoria e com isso as propostas foram elaboradas. Todas as propostas foram elaboradas com a finalidade de reduzir a incidência de problemas de qualidade no processo, que são provenientes tanto de falhas dentro do processo quanto dos fornecedores de materiais para a empresa.

Com a implantação das propostas espera-se conseguir o desenvolvimento do sistema de qualidade da empresa, melhorando seus processos e o relacionamento com seus fornecedores, atuando principalmente frente aos fornecedores de materiais críticos.

Este trabalho de formatura mostra, quanto às iniciativas de qualidade, que existe a necessidade de se balancear os esforços da empresa entre ações de correção e prevenção. É necessário corrigir os motivos de perdas e falhas no processo produtivo e se prevenir para que estas não ocorram, através da implantação das melhorias propostas.

Desta maneira, este trabalho gera grandes benefícios para a empresa, uma vez que através das propostas de melhorias possibilita o melhoramento do processo produtivo e a melhoria de seu sistema de qualidade, diminuindo as perdas no processo.

## 6.2 MODELOS E ANÁLISES

Para que as propostas de melhoria fossem elaboradas, foi necessário estudar o modelo de melhoramento da produção, que se divide no prevenção e recuperação de falhas, nas técnicas de melhoramento e na administração da qualidade total. Além disso, foi necessário estudar as ferramentas de gestão da qualidade, que permitiram uma melhor visualização dos pontos de falhas dos processos possibilitaram perceber quais pontos deveriam ser atacados.

É possível perceber que para a realização deste trabalho foi necessária uma forte pesquisa bibliográfica e várias análises, que foram realizadas pelo autor, mostrando mais uma vez que a contribuição do autor foi muito importante para gerar as melhorias de qualidade na empresa. Foram de extrema importância também os estudos de fornecedores e das normas técnicas de qualidade, uma vez que os fornecedores de materiais são críticos para o processo.

### 6.2.1 O MELHORAMENTO DA PRODUÇÃO

O modelo utilizado se mostrou muito interessante, permitindo organizar os tópicos estudados e relacionando pontos chaves para a qualidade, que são o melhoramento, prevenção e administração da qualidade. A utilização deste modelo foi importante para construir a linha lógica deste trabalho de formatura.

### 6.2.2 AS ANÁLISES E FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As ferramentas de gestão da qualidade foram utilizadas para diagnosticar o processo produtivo e permitiram que as análises fossem feitas de forma eficiente, permitindo identificar facilmente quais pontos deveriam ser atacados e melhorados. Isto mostra a importância do estudo da teoria, que permitiu que as análises fossem feitas de forma consistente.

### 6.2.3 O ESTUDO DE FORNECEDORES

O estudo de fornecedores permitiu que fossem observados critérios de seleção e avaliação destes, principalmente dos que fornecem materiais críticos ao processo produtivo.

Com isso foram elaborados os formulários de avaliação dos fornecedores, de inspeção de materiais e o manual de relacionamento com os fornecedores.

### **6.3 AS CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO E DAS PROPOSTAS DE MELHORIA**

A contribuição do trabalho para a empresa começa na realização das análises. O levantamento das informações e construção das análises permitiu uma clareza na percepção dos problemas e oportunidades de melhoria. As melhorias sugeridas são todas possíveis de serem implementadas e como visto anteriormente geram poucos custos, uma vez que a empresa dispõe dos recursos e materiais necessários à implantação das propostas.

Todavia, a implantação das propostas em sua totalidade leva tempo, uma vez que algumas das propostas são complexas. Por isso é importante o melhoramento contínuo do processo, buscando adotar as propostas e melhorar aquelas que já estão implementadas, sempre olhando para os resultados que vem sendo alcançados.

### **6.4 A IMPLANTAÇÃO DAS PROPOSTAS**

Algumas das propostas já vêm sendo utilizadas pela empresa, tais como os formulários de avaliação dos fornecedores, o manual de relacionamento com os fornecedores, alguns controles dos pontos críticos do processo. O sistema de qualidade da empresa também vem sendo estruturado, com a criação do manual da qualidade e alguns documentos de instrução da qualidade. As outras propostas vêm sendo estudadas e serão implementadas pela empresa, pois como o trabalho foi finalizado recentemente ainda não houve tempo para a implantação das propostas em sua totalidade.

### **6.5 RESULTADOS ESPERADOS**

Com a implantação das propostas de melhoria, é esperado que as perdas no processo produtivo caiam drasticamente. Como visto neste trabalho, as perdas no processo chegam a ser maiores que 15%, devido à inexistência de um controle efetivo de qualidade e dos materiais que são utilizados e adquiridos a partir dos fornecedores. Uma diminuição neste percentual permitirá à empresa um ganho em competitividade no mercado, permitindo que

obtenha um aumento no número de clientes. Além disso, o fato da empresa estar criando um sistema de gestão da qualidade mais organizado permite que os produtos também sejam mais bem vistos no mercado, pois os clientes saberão que o produto é fabricado com preocupação da qualidade deste.

Assim, o esperado é que as perdas e falhas no processo diminuam bastante e a qualidade dos produtos aumente. A empresa buscará criar uma mentalidade mais voltada para a qualidade de seus processos e produtos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Sistema de Gestão da Qualidade – Requisitos**. NBR ISO 9001, dez. 2000.

ATLAS, RONALD M.; *Handbook of Microbiological Media*, Florida, CRC Press, Inc. 1993.

FRANCISCHINI, PAULINO G.; GURGEL, FLORIANO DO AMARAL. **Administração de Materiais e do Patrimônio**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

JURAN, JOSEPH F. M.; *Quality Planning and Analysis*. Mc Graw-Hill Book Company, 1970.

KONEMAN, E. W. et al. *Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology*. 5<sup>th</sup> ed. Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, 1997.

MONTGOMERY, DOUGLAS C.; *Introduction to Statistical Quality Control – Fourth Edition* – 2001.

MOREIRA, DANIEL A.; **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira Administração e Negócios, 1993.

PALADY, PAUL; **FMEA – Análise dos Modos de Falha e Efeitos – Prevendo e Prevenindo Problemas Antes que Ocorram**. Instituto IMAM, 3<sup>a</sup> Edição, 2004.

ROTONDARO, ROBERTO G. et al. **Seis Sigma – Estratégia Gerencial para a melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

SLACK, NIGEL et al. **Administração da Produção**. Revisão técnica de Henrique Correa e Irineu Ganesi. São Paulo: Editora Atlas, 1997.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. ESCOLA POLITÉCNICA. SERVIÇO DE BIBLIOTECAS. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses**. 3<sup>a</sup> edição. São Paulo, 2006.

Manual de Meios de Cultura **MERCK**.

Manual ***Microbiology Immunology. Diagnostics*** Pasteur.

## APÊNDICE A – MANUAL DE RELACIONAMENTO COM FORNECEDORES

### Objetivo

Estabelecer diretrizes para as atividades de aquisição, seleção, qualificação e avaliação do desempenho de fornecedores de produtos e serviços bem como manuseio e armazenamento de matérias – primas.

### Aplicação

Este procedimento é aplicável a todas as áreas da empresa que necessitam da aquisição de produtos ou serviços, atividade de avaliação de fornecedores e armazenamento de matérias primas.

### Definição

**Produtos Críticos** – matéria - prima, produtos intermediários e embalagens que afetam a qualidade dos produtos fabricados e comercializados pela empresa.

**Serviços Críticos** – serviços que podem afetar a qualidade dos produtos fabricados e comercializados pela empresa, são os serviços de gráfica (rótulos), dedetização, manutenção, calibração de equipamentos.

**Ficha de Identificação:** Dados do produto relativos ao recebimento e inspeção da qualidade.

**Documento Operativo:** Documento que contém dados utilizados para determinadas atividades de maneira a orientar o funcionário para o correto atendimento às especificações.

### Responsabilidades

#### Compras

- Departamento responsável pelo processo de importação da empresa.
- Responsável pela qualificação e avaliação dos fornecedores nacionais e internacionais.
- Departamento responsável pelo processo de aquisição de produtos e serviços nacionais.
- Responsável pela manutenção e atualização da listagem de fornecedores nacionais e internacionais qualificados.

### **Armazenamento**

- Recebimento, manuseio e armazenamento de matérias-primas.
- Controle do estoque.

### **Produção**

- Controle da Avaliação do fornecedor.

### **Responsabilidades das Aprovações:**

- Ordem de Compra: Diretoria
- Elaboração e manutenção das Especificações de Produto: áreas solicitantes do produto ou serviço.

### **Procedimento**

#### **Qualificação de Fornecedores**

##### **Fornecedores Internacionais**

O fornecedor internacional de produtos críticos deverá apresentar:

- Documentos legais (Documento emitido por autoridade sanitária do país de origem autorizando sua comercialização)
- Certificações do produto
- Certificações do Sistema da Qualidade (ISO, ou similar)

##### **Fornecedores de Produtos e Serviços Nacionais**

- Cadastro na empresa
- Desejável Certificação do Sistema da Qualidade

##### **Fornecedores de Produtos e Serviços Nacionais Críticos**

- Cadastro na empresa
- Certificação do Sistema da Qualidade e do Relatório de Inspeção de Fornecedores.

#### **Avaliação de Fornecedores**

A avaliação será pelo monitoramento de seu desempenho através do Formulário de Avaliação do Fornecedor.

- Todo fornecedor ou novo fornecedor recebe seu Protocolo de Fornecedor com pontuação nota 10.

- O fornecedor será avaliado a cada recebimento de produtos na empresa, conforme tabela de requisitos avaliados no formulário de avaliação do fornecedor.

- Serão descontados pontos dos requisitos, 1 ponto por requisito, sendo que:

Fornecedor com pontuação entre 7 – 10 será considerado Qualificado.

Fornecedor com pontuação entre 5 – 7 será notificado formalmente e solicitado ações.

Fornecedor abaixo de 5 será levado a Diretoria para definição de ações a serem tomadas.

O fornecedor ao eliminar o problema e na realização de duas entregas consecutivas positivas, ou seja, sem retirada de pontos volta a receber 1 ponto, até o máximo de 10 pontos.

## **Aquisição**

Os produtos ou serviços críticos necessitam de Especificação de Matérias Primas e Insumos.

Toda solicitação nacional ou internacional é aprovada pela Diretoria.

O setor de compras realiza a aquisição consultando a Relação de Fornecedores Nacionais e Internacionais Qualificados.

Uma cópia do pedido é enviada ao setor de armazenamento para o recebimento posterior dos produtos.

## **Setor de Armazenamento**

### **Área de Recebimento e Inspeção de Recebimento:**

O funcionário desta área é treinado para realizar as atividades de recebimento dos materiais na área demarcada, onde é conferido a quantidade, especificações e os certificados de análise enviados pelos fornecedores e posteriormente feita a Ficha de Identificação dos Materiais e enviado para o setor de retenção dos materiais.

### **Área de Retenção dos Materiais:**

A retenção de matérias - primas, produtos intermediários, produtos fracionados deve ser realizada conforme mencionado na Atividades do Laboratório de Controle de Qualidade.

### **Área de Quarentena:**

A matéria - prima estará aguardando a liberação do Controle de Qualidade, para posteriormente ser encaminhada para a área de armazenamento de materiais.

Área de armazenamento de materiais: conforme recomendações do fornecedor.

Área de Não-Conformidades: para produtos não-conformes, estes devem ser identificados, segregados e registrados no Formulário de Não Conformidade (FNC).

Área de descarte

Matérias-primas rejeitadas pelo Controle de Qualidade são identificadas como tais, armazenadas na Área de descarte enquanto estiver pendente a sua destruição ou devolução aos fornecedores.

Produtos acabados rejeitados pelo Controle de Qualidade serão armazenados na Área de descarte (sala de lavagem) e identificados como materiais contaminados e não contaminados, enquanto estiver pendente a sua destruição.

### **Matérias-Primas**

A aquisição de matérias-primas é uma operação importante que requer um conhecimento completo e específico dos fornecedores, para tanto foram criados diretrizes neste manual.

As matérias-primas são recebidas com os certificados de análise enviados pelos fornecedores que asseguram a qualidade dos mesmos; deixadas em quarentena, amostradas, identificadas, a fim de se verificar o cumprimento das especificações estabelecidas, aprovadas ou reprovadas, armazenadas, rotuladas e liberadas para uso, de acordo com as instruções escritas no Atividades do Laboratório de CQ.

Se algumas matérias-primas não puderem ser analisadas devido a riscos potenciais envolvidos, o fornecedor deverá apresentar um certificado de análise do lote o qual deverá ficar arquivado nos registros de controle de qualidade.

As matérias-primas são adquiridas somente de fornecedores aprovados, conforme a Relação de Fornecedores Nacionais e Internacionais e os dados das mesmas constam de uma Ficha de Especificações. Sempre que possível as matérias-primas são adquiridas diretamente do fabricante.

Se o material entregue pelo fornecedor for composto por diferentes lotes do fornecedor, cada lote é considerado separadamente quanto à amostragem, análise e aprovação.

Somente as matérias-primas aprovadas pelo Controle de Qualidade e que estejam dentro do prazo de validade são usadas para a fabricação de um produto.

### **Produtos Intermediários e Produtos a Granel**

Os produtos intermediários e a granel, são analisados de acordo com as especificações e devem ser claramente rotulados, identificados e adequadamente armazenados.

### **Embalagens**

As embalagens primárias e secundárias são analisadas através de métodos comparativos com amostras já aprovadas, conforme as Atividades do Laboratório de Controle de Qualidade.

### **Materiais Rejeitados**

A empresa deve possuir instruções por escrito em relação ao destino final dos materiais rejeitados, sejam matérias-primas, produtos intermediários ou materiais de embalagens, conforme aplicável.

Os materiais rejeitados são identificados claramente como tais e armazenados na área de descarte de forma controlada enquanto estiver pendente a sua destruição ou devolução aos fornecedores, conforme este manual.



### APÊNDICE C – FORMULÁRIO DE INSPEÇÃO DE MATERIAIS

Nº PEDIDO:	
Código:	Lote:
Produto	
Fabricante:	Fornecedor:
Nº de Volumes:	Data de Validade:
NF Entrada:	Data de Entrada:
Qtde. Recebida:	Apresentação:

#### Inspeção de Recebimento

( <input type="checkbox"/> )APROVADO	( <input type="checkbox"/> )REPROVADO
Motivo:	
Recebido por:	Assinatura:

#### Inspeção da Qualidade

Inspeção:	
( <input type="checkbox"/> )APROVADO	( <input type="checkbox"/> )REPROVADO
Motivo:	
Data:	Visto

#### Local Armazenado

Área de Quarentena	
Área de Armazenamento	
Área de Não conforme	
Controle de Qualidade	

**APÊNDICE D – FORMULÁRIO DE VISITA E AVALIAÇÃO DO FORNECEDOR**

<b>FORNECEDOR</b>
NOME:
CONTATO:
PRODUTOS:

<b>INFRA-ESTRUTURA DO FORNECEDOR</b>		
<b>ASPECTOS VERIFICADOS</b>	<b>ADEQUADO (sim ou não)</b>	<b>NOTA (máx. 10)</b>
INSTALAÇÕES		
HIGIENE		
INSPEÇÃO FINAL DE PRODUTOS		
SISTEMA DE QUALIDADE		
QUALIFICAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS		
SETOR PRODUTIVO E CQ		
EXPEDIÇÃO		

<b>OBSERVAÇÕES:</b> (Outros aspectos verificados como equipamentos, serviços de apoio, tecnologia de informação, etc)
--

<b>RESPONSÁVEL PELA VISITA:</b>	<b>DATA:</b> ____/____/____
---------------------------------	--------------------------------

**APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO PARA O FORNECEDOR**

<b>AUTO-AVALIAÇÃO - FORNECEDOR</b>	
NOME:	
CONTATO:	
PRODUTOS:	
_____	

<b>INFRA-ESTRUTURA DO FORNECEDOR</b>	
<b>ASPECTOS AVALIADOS</b>	<b>NOTA (máx. 10)</b>
INSTALAÇÕES	
HIGIENE	
INSPEÇÃO FINAL DE PRODUTOS	
SISTEMA DE QUALIDADE	
QUALIFICAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS	
SETOR PRODUTIVO E CQ	
EXPEDIÇÃO	

<b>OBSERVAÇÕES:</b> (Outros aspectos verificados como equipamentos, serviços de apoio, tecnologia de informação, etc)
--

<b>RESPONSÁVEL PELA AUTO-AVALIAÇÃO:</b>	<b>DATA:</b> ____/____/____
---	--------------------------------

## ANEXO A – LISTA DE PRODUTOS

Código do Produto	Produto
<b>MEIOS DE CULTURA EM PLACAS</b>	
MP001	Agar Mycosel
MP002	Agar Infusão Cérebro Coração
MP003	Agar Karmali
MP004	Agar Plate Count
MP005	Agar m –Endo Les
MP006	Agar Sabouraud Dextrose
MP007	Agar Mac Conkey
MP008	Agar Mueller Hinton 150x15mm
MP009	Agar Salmonella Shigella
MP010	Agar Chocolate
MP011	Agar Verde Brilhante
MP012	Agar Sangue 90x15mm
MP013	Agar Cled + Agar Mac Conkey
MP014	Agar Cled + Agar Mac Conkey + Citrato
MP015	Agar Sangue 150x15mm
MP016	Agar Sal e Manitol
MP017	Agar Cled
MP018	Agar Nutriente
MP019	Agar Triptona de Soja
MP020	Agar Eosina Azul de Metileno – Teague

MP021	Agar Thayer Martin
MP022	Agar Mueller Hinton com Sangue 150x15mm
MP023	Agar DNASE
MP024	Agar Mueller Hinton 90x15mm
MP025	Agar Sangue + Agar Mac Conkey
MP026	Agar Sangue + Agar Chocolate
MP027	Agar Sangue + Agar Thayer Martin
MP028	Agar Mueller Hinton com Sangue 90x15mm
MP029	Agar Sabouraud com Cloranfenicol
MP030	Agar Batata Dextrose
MP031	Agar Cetrimide
MP032	Agar Hektoen Enteric
MP033	Agar Sangue com Azida

Código do Produto	Produto
<b>MEIOS DE CULTURA EM TUBOS</b>	
MT001	Agar Sangue – cx c/ 10 tubos
MT002	Meio de $\square$ réase – cx c/ 50 tubos
MT003	EPM MILI CITRATO – cx c/ 16 conjuntos
MT004	Lowenstein Jensen – cx c/ 10 tubos
MT005	Bile Esculina Agar –cx c/ 10 tubos
MT006	Caldo Infusão Cérebro Coração – cx c/ 50 tubos
MT007	Caldo Triptona de Soja –TSB – cx c/ 50 tubos
MT008	EPM MILI – cx c/ 24 conjuntos

MT009	Caldo Tioglicolato com Indicador – cx c/ 50 tubos
MT010	Caldo Selenito – cx c/ 10 tubos
MT011	Agar Salmonella Shigella – cx c/ 50 tubos
MT012	Caldo Tioglicolato sem Indicador – cx c/ 50 tubos
MT013	Agar Thayer Martin – cx c/ 10 tubos
MT014	Agar Triptona de Soja – cx c/ 10 tubos
MT015	Agar Citrato de Simmons – cx c/ 50 tubos
MT016	Sabouraud Dextrose Agar – cx c/ 50 tubos
MT017	Agar Mycosel – cx c/ 10 tubos
MT018	Caldo NaCl 6,5% - cx c/10 tubos
MT019	Caldo Glicosado – cx c/ 50 tubos
MT020	Caldo Tetratrationato – cx c/ 10 tubos
MT021	Bile Esculina Agar + Caldo NaCl 6,5% - cx c/ 25 conjunt.
MT022	Sabouraud Cloranfenicol Agar – cx c/ 50 tubos

Código do Produto	Produto
<b>LAMINOCULTIVO</b>	
LM001	Laminocultivo para cultura de urina

Código do Produto	Produto
<b>HEMOCULTURAS</b>	
HM001	Hemocultura Adulta (aeróbios / anaeróbios)
HM002	Hemocultura Pediátrica (aeróbios / anaeróbios)

<b>Código do Produto</b>	<b>Produto</b>
	<b>MISTURAS SELETIVAS E SUPLEMENTOS</b>
MS001	VCN (Vancomicina, Colistina, Nistatina)
MS002	VCNT (Vancomic., Colistina, Nistatina e Trimetoprima)
MS003	Suplemento p/ N.gonorrhoeae e H.influenzae
MS004	Suplemento para Campylobacter

<b>Código do Produto</b>	<b>Produto</b>
	<b>KIT ACQUAMICRO</b>
KT002	Kit Acquamicro I
KT003	Kit Acquamicro II
KT004	Kit Acquamicro III

<b>Código do Produto</b>	<b>Produto</b>
	<b>CONTROLES POSITIVOS</b>
CP001	Controle para Soro Anti EPEC Poli A
CP002	Controle para Soro Anti EPEC Poli B
CP003	Controle para Soro Anti EPEC Poli C
CP004	Controle para Soro Anti EIEC Poli A
CP005	Controle para Soro Anti EIEC Poli B
CP006	Controle para Soro Anti EHEC 0157
CP007	Controle para Soro Anti Salmonella somático Polival.

CP008	Controle para Soro Anti Salmonella flagelar Polivalente
CP009	Controle para Soro Anti Shigella flexineri Polivalente
CP010	Controle para Soro Anti Shigella sonnei Polivalente
CP011	Controle para Soro Anti Shigella dysenteriae 2 Monov.
CP012	Controle para Soro Anti Shigella boydii tipo14 Monoval.

Código do Produto	Produto
<b>PRODUTOS FRACIONADOS</b>	
DV017	Alça de Inoculação Calibrada 1ul Estéril embalagem com 10unidades – pacote com 100 unidades
DV057	Swab com Haste de Madeira Estéril embalagem individual – pacote com100 unidades
DV080	Saco para Autoclavação – pacote com 15 unidades
DV085	Espátula de Ayre Estéril embalagem individual – pacote com 100 unidades
DV086	Alça de Inoculação Calibrada 10ul Estéril embalagem com 10unidades – pacote com 100 unidades