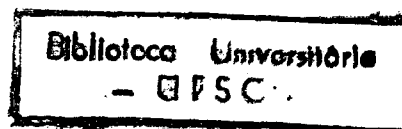


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS



UM SISTEMA PARA APURAÇÃO DOS CUSTOS  
ASSOCIADOS À INSPEÇÃO DE QUALIDADE

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE  
EM ENGENHARIA

PAULO ROBERTO PARAÍSO

FLORIANÓPOLIS  
SANTA CATARINA-BRASIL  
SETEMBRO/1986

UM SISTEMA PARA APURAÇÃO DOS CUSTOS  
ASSOCIADOS À INSPEÇÃO DE QUALIDADE

PAULO ROBERTO PARAÍSO

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
"MESTRE EM ENGENHARIA"

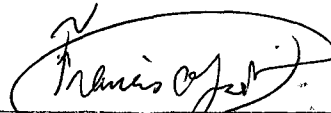
ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E APROVADA EM SUA FORMA  
FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO



ROBERT WAYNE SAMOHYL, Ph.D

Coordenador do Programa de Pós-Graduação

BANCA EXAMINADORA:




FRANCISCO JOSÉ WLIEMANN NETO, Dr.

Presidente




ÁLVARO GUILLERMO ROJAS LEZANA, M.Eng.

Membro



EDSON PACHECO PALADINI, M.Sc.

Membro



O. 255.931-8

UFSC-BU

Aos meus pais  
e  
irmãos

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, colaboraram para a realização deste trabalho, e em especial:

Ao Prof. FRANCISCO JOSÉ KLIEMANN NETO, pela eficiente orientação fornecida no decorrer deste trabalho.

Aos Professores ÁLVARO GUILLERMO ROJAS LEZANA e EDSON PACHECO PALADINI, pelos comentários e sugestões que propiciaram o enriquecimento deste trabalho.

À Prof.<sup>a</sup> INGEBORG SELL, pela motivação e pelas sugestões fornecidas.

Ao apoio financeiro fornecido pela CAPES.

Aos demais professores, funcionários e colegas do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC, pelo apoio e colaboração que prestaram.

## RESUMO

Foi desenvolvido pelo Grupo de Controle de Qualidade do EPS / UFSC, um Sistema de Controle de Qualidade (SCQ) que visa de terminar planos de amostragem simples, por atributos a mínimo custo. Para tanto, entre outras informações, ele considera os custos associados ao processo de Inspeção de Qualidade no Recebimento de Materiais.

O presente trabalho apresenta um tratamento que visa a apuração dos Custos da Inspeção de Qualidade com ênfase para a operacionalização do SCQ. Assim, foi definido onde e como ocorrem esses custos, bem como um método para apurá-los, baseado no princípio do custeio-padrão.

Desenvolvido o sistema de custo, foi feita a aplicação prática do mesmo numa empresa do setor metal-mecânico. Foi escolhido um item que a empresa compra, e apurados os custos relacionados às atividades de Inspeção para os seus característicos de qualidade mais relevantes.

Com essa aplicação, verificou-se que é possível apurar os custos das atividades relativas ao processo de Inspeção de Qualidade, tornando-se possível a utilização do SCQ no setor industrial.

## A B S T R A C T

A Quality Control System (QCS) was developed by the Quality Control Group of the Production Engineering Department of the Federal University of the State of Santa Catarina, Brazil. The QCS is aimed at determining single sampling plans by attributes at minimal cost. So, in addition to other information, the QCS also includes the costs associated with the Quality Inspection process in the Material Reception.

This study presents a treatment which is aimed at determining Quality Inspection Cost, emphasizing the QCS operationalization. It was defined where and how these costs occur. A method to determine these costs was developed based on the standard cost principle.

A cost system was then developed and applied in a metal mechanic industry. For this purpose, an item usually bought by this industry was chosen. The costs associated with the Inspection of the most relevant quality characteristics of this item were determined.

It was concluded that it is possible to determine the activity costs associated with the Quality Inspection process which makes possible the QCS utilization in the industrial sector.

## SUMÁRIO

	pg
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE QUADROS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
 CAPÍTULO I	
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - Origem do Trabalho.....	1
1.2 - Objetivo do Trabalho.....	1
1.3 - Importância do Trabalho.....	2
1.4 - Estrutura do Trabalho.....	2
 CAPÍTULO II	
2. INSPEÇÃO DE QUALIDADE .....	4
2.1 - Considerações Gerais.....	4
2.2 - Conceito e Natureza da Inspeção de Qualidade.....	6
2.3 - Aceitação por Amostragem.....	8
2.3.1 - Planos de Amostragem Simples por Atributos.....	9
2.3.2 - Tâbuas de Amostragem Simples por Atributos.....	16
2.4 - Aceitação Baseada em Custos.....	18
2.4.1 - Modelos que Utilizam Custos.....	18
2.4.2 - O Sistema SCQ.....	23
2.4.3 - Os Custos no Sistema SCQ.....	25
 CAPÍTULO III	
3. ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA DE CUSTOS ASSOCIADOS À INSPEÇÃO DE QUALIDADE.	
3.1 - Considerações Gerais.....	27
3.2 - Atividades Associadas à Inspeção de Qualidade.....	28
3.3 - Custos Associados às Atividades de Inspeção de Qualidade.....	34

3.4 - Definição das Espécies de Custo.....	43
3.5 - Metodologia para Apuração dos Custos.....	54

#### CAPÍTULO IV

4. APLICAÇÃO PRÁTICA DO SISTEMA DE CUSTOS.....	71
4.1 - Considerações Gerais.....	71
4.2 - Acompanhamento do Item.....	72
4.2.1 - Inspeção.....	74
4.2.2 - Aceitação.....	79
4.2.3 - Rejeição.....	82
4.2.4 - Espécies de Custo Levantadas.....	84
4.3 - Determinação do Fator de Uso.....	90
4.4 - Cálculo do Custo por Atividade.....	92
4.5 - Análise da Aplicação do Sistema de Custos.....	102

#### CAPÍTULO V

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	106
5.1 - Conclusões.....	106
5.2 - Recomendações.....	108

BIBLIOGRAFIA.....	109
-------------------	-----

ANEXOS.....	112
-------------	-----

ANEXO 1 - DESENHO E ESPECIFICAÇÕES DO ITEM ESTUDADO....	113
---	-----

ANEXO 2 - TABELAS COM CÓDIGO DE LETRAS DE TAMANHO DE AMOSTRAS E COM PLANOS DE AMOSTRAGEM SIMPLES , INSPEÇÃO COMUM DA NORMA MIL - STD - 105D.....	115
--	-----



## LISTA DE FIGURAS

	Pg
FIG.2.1 - Importância Relativa dos Critérios de Aquisição de Produtos Industrializados.....	5
FIG.2.2 - Curva Característica de Operação Ideal.....	11
FIG.2.3 - Curva Característica de Operação (CCO).....	13
FIG.2.4 - Relação dos Riscos do Produtor e Consumidor com a Curva CCO.....	15
FIG.2.5 - Estrutura Lógica do SCQ.....	23
FIG.3.1 - Relacionamento das Atividades Associadas à Inspeção de Qualidade.....	29
FIG.3.2 - Detalhamento dos Elementos Componentes do Custo de Utilização (CL).....	38
FIG.3.3 - Formulário Geral para Apuração dos Custos.....	70
FIG.4.1 - Fluxo dos Processos pelos quais o item passa...	73
FIG.4.2 - Áreas do Bloco Analisadas.....	76
FIG.4.3 - Fluxo das Operações do Teste Metalográfico.....	77
FIG.4.4 - Fluxo do Processo de Devolução do Lote.....	83

## LISTA DE QUADROS

	Pg
QUADRO 3.1 - Relação entre as Atividades e as Unidades de Acumulação.....	36
QUADRO 3.2 - Relação entre as Atividades, as Unidades de Acumulação e as Espécies de Custo.....	50
QUADRO 4.1 - Apuração dos Custos de Inspeção e de Utilização.....	73
QUADRO 4.2 - Apuração do Custo de Reposição.....	76
QUADRO 4.3 - Apuração do Custo de Devolução do Lote.....	77
QUADRO 4.4 - Resumo dos Custos Apurados.....	83

## LISTA DE TABELAS

	Pg
TABELA 2.1 - Letras Código (MIL-STD-105D).....	116
TABELA 2.2 - Planos de Amostragem Simples para Inspeção Normal (MIL-STD-105D).....	117

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUÇÃO

#### 1.1. Origem do Trabalho

O presente trabalho originou-se da necessidade de se desenvolver um sistema que propicie a apuração dos custos associados ao processo de Inspeção de Qualidade, fixando-se, em particular, à operacionalização dos planos de amostragem simples do Sistema de Controle de Qualidade (SCQ).

Esse sistema, desenvolvido a partir de 1980 pelo Grupo de Controle de Qualidade do DEPS/UFSC, refere-se a modelos básicos de amostragem simples, por atributos, aplicáveis a procedimentos lote por lote, e tem como característica principal a minimização dos custos envolvidos no processo de amostragem e inspeção, considerando explicitamente o risco do produtor e o NQA (Nível de Qualidade Aceitável).

O sistema em questão encontra-se parcialmente descrito no próximo capítulo.

#### 1.2. Objetivo do Trabalho

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um sistema de custos para operacionalizar o SCQ, no qual sejam identificadas e definidas todas as atividades relacionadas com o processo de Inspeção de Qualidade, assim como os custos associados a cada uma delas. Para tanto, propõe-se uma metodologia que permita a apuração dos custos para cada uma dessas atividades.

### 1.3. Importância do Trabalho

O SCQ foi desenvolvido com o intuito de oferecer às empresas um sistema de inspeção alternativo aos já consagrados no meio industrial como, por exemplo, o MILITARY STANDARD 105D, sistema regulamentado no Brasil pela ABNT (Normas NBR 5424, NBR 5426 e NBR 5427). Entretanto, para que o SCQ seja aplicado é de fundamental importância a apuração dos custos envolvidos no processo de Inspeção de Qualidade.

Para isso, é necessário dispor de um sistema de custos que permita identificar as espécies de custo, conhecer a natureza e a forma de sua ocorrência, bem como definir uma metodologia que facilite a apuração dos custos das atividades envolvidas na Inspeção de Qualidade. Essa apuração vai propiciar a operacionalização do SCQ e viabilizar a sua aplicação prática no meio industrial.

### 1.4. Estrutura do Trabalho

O presente trabalho foi dividido em cinco capítulos. Este primeiro capítulo visa apresentar a origem do trabalho, definir seus objetivos bem como sua importância e limitações.

O segundo capítulo pode ser dividido em duas partes. Na primeira parte, apresenta-se a Inspeção de Qualidade, destacando-se, principalmente, a amostragem simples por atributos na sua forma tradicional. Na segunda parte, apresenta-se uma breve abordagem dos modelos de Inspeção de Qualidade que utilizam custos, detalhando-se, principalmente, o SCQ.

O terceiro capítulo apresenta o sistema para apuração dos custos, relativos ao processo de Inspeção de Qualidade.

O quarto capítulo trata da aplicação prática numa em presa industrial do sistema desenvolvido, fazendo ainda a análi se dos resultados obtidos.

Finalmente, o último capítulo apresenta as conclu sões obtidas com o desenvolvimento e aplicação do modelo, apre- sentando também recomendações para futuros trabalhos.

## CAPÍTULO II

### 2. INSPEÇÃO DE QUALIDADE

#### 2.1. Considerações Gerais

O homem desenvolve e constrói produtos para o desempenho de uma função. O desempenho funcional destes produtos nunca chega ser perfeito em função de uma série de influências. As influências que provocam um desempenho não ideal são os componentes (peças) cujo projeto e/ou fabricação não atendem às especificações.

Segundo a conceituação internacional, o parâmetro que caracteriza o nível de cumprimento da função para a qual o produto é destinado, chama-se qualidade; ou, de uma forma mais abrangente, a qualidade é o conjunto de características de um produto ou serviço referentes à sua adequação à determinadas exigências.

Para a indústria moderna, a qualidade dos produtos é essencial à sua subsistência. Para se ter uma idéia, em um levantamento feito junto à indústria alemã de bens de exportação, foi constatado que a qualidade era o principal critério na justificativa do sucesso nas transações (cf. figura 2.1).

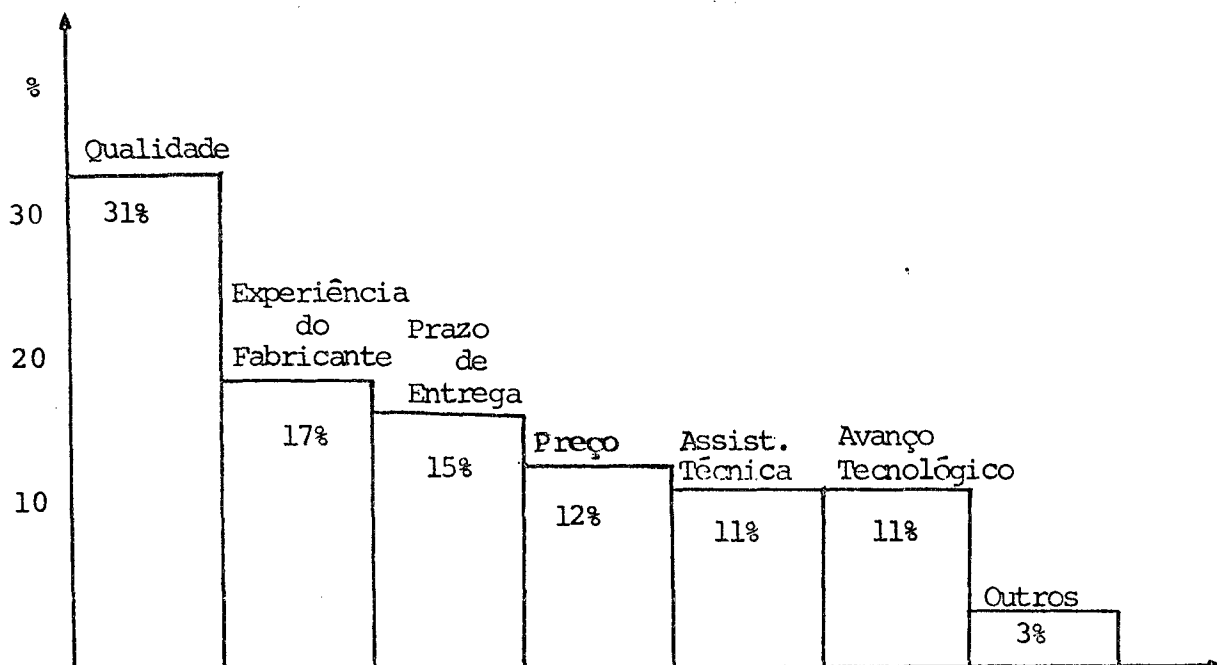


FIG.2.1 - Importância relativa dos critérios de aquisição de produtos industrializados.

Fonte: Industrie Und Handels-Kammer-Koblenz, 1979.

Para a indústria atingir seus objetivos quanto à qualidade de seus produtos, é necessário que faça o controle na entrada da matéria-prima, no processo de produção e no produto acabado, usando as técnicas e métodos disponíveis. Esse controle de qualidade é desenvolvido a partir da definição do que deve ser efetivamente controlado, ou seja, da definição dos característicos de qualidade.

\* Segundo Juran (10) característico de qualidade pode ser definido como qualquer característica (dureza, viscosidade, pressão etc), dos produtos, materiais ou processos que seja necessária para atender as finalidades do usuário.

\* A avaliação do característico de qualidade para fins de controle pode ser feita de dois modos: por atributos e por variáveis. A avaliação por atributos é aquela em que não efetuam



medidas, mas apenas rotula-se ou classifica-se a variação da qualidade. Como exemplo, pode-se citar calibres (passa/não passa), tamanho (maior/menor) etc. Já a avaliação por variáveis é aquela em que se efetua uma mensuração, sendo a qualidade descrita pelos diversos valores dentro de uma escala contínua. Como exemplo, pode-se citar: medidas de comprimento, temperatura, pressão, resistência elétrica etc.

Quando existe falta de conformidade da unidade do produto com as especificações do característico de qualidade, diz-se que o produto está defeituoso.

## 2.2. Conceito e Natureza da Inspeção de Qualidade

Inspeção de Qualidade é o processo de medir, examinar e testar a unidade de produto (peça) para comparar os valores de seus característicos com aqueles das especificações.

A inspeção dentro do controle de qualidade é utilizada para atingir vários objetivos como, por exemplo, distinguir lotes bons de lotes ruins, distinguir peças boas de peças ruins, detectar mudanças no processo de produção etc. Dependendo do objetivo a ser alcançado e do modo como é feita a avaliação do característico de qualidade (por atributo ou por variável), a inspeção recebe denominações e significados diferentes. Na seqüência serão descritos os tipos mais comuns de inspeção.

A) Inspeção para Aceitação - consiste em analisar, com base em amostra(s), se o lote deve ser aceito ou rejeitado, em função do atendimento ou não de uma ou de várias especificações.

B) Inspeção por Atributos - são ensaios que consistem na verificação ou não das especificações de um dado característico de qualidade. Trata-se de uma constatação qualitativa, de uma forma exaustiva.

C) Inspeção por Variáveis - neste tipo de inspeção os ensaios de qualidade aplicados a um dado lote consistem em mensurações, ao longo de uma escala contínua, para cada característico da peça. Trata-se aqui de uma constatação quantitativa.

D) Inspeção por Amostragem - realiza-se sobre uma fração do lote - a amostra, formada por certo número de peças extraídas do lote de acordo com regras bem determinadas. Como se verá, a inspeção por amostragem obedece a planos previamente estabelecidos. Estes planos constituem-se numa solução econômica que fornece suficiente segurança para tomadas de decisões quanto à qualidade do lote. Desta forma, tem-se estudado com muita frequência e atenção os planos de inspeção por amostragem, visando a redução de custos e a obtenção, a partir das amostras, do maior número possível de informações, as mais exatas possíveis, sobre os lotes. Estes planos de amostragem poderão utilizar apenas uma amostra de tamanho  $n$  (caso de amostragem simples); ou duas amostras de tamanhos  $n_1$  e  $n_2$ , em duas fases sucessivas (caso de amostragem dupla); ou sequência de amostras, caracterizando assim, a técnica de amostragem iterada de uma peça (caso da amostragem sequencial).

E) Inspeção Completa ou Inspeção 100% - consiste em inspecionar todo lote ao invés de parte dele. É recomendada para peças de muita importância no funcionamento do conjunto final, ou quando

se trabalha com processos de produção fora de controle; é um processo que consome, em geral, muito tempo e recursos.

F) Inspeção Retificadora - é o caso em que os lotes que não atendem às especificações de aceitação, ao invés de serem rejeitados, são submetidos à inspeção completa com a substituição de todas as peças defeituosas do lote.

### 2.3 - Aceitação por Amostragem

No meio industrial, geralmente as empresas consumidoras de peças ou componentes estão interessadas na determinação da qualidade dos produtos fabricados ou comprados de terceiros. Um dos meios de averiguar essa qualidade é inspecionar cada uma das peças do lote. Entretanto, esse método tem suas limitações. Primeiro, seu custo pode ser elevado. Segundo, quando se trata de grandes lotes, os inspetores estão sujeitos a deixar passar peças defeituosas. Isso se atribui ao fato de que a tarefa de inspecionar grande número de peças é cansativa e monótona, levando a ocorrência de erros. Finalmente, o teste pode ser destrutivo e, neste caso, não será possível a inspeção completa.

Devido às limitações de uma inspeção completa, desenvolveu-se um método alternativo. Esse método é denominado de Inspeção por Amostragem. Resumidamente, a qualidade de um lote (fração defeituosa do lote) é determinada através de amostras retiradas aleatoriamente. Com base na qualidade da amostra (fração defeituosa da amostra) toma-se a decisão de aceitar ou rejeitar o lote. A alternativa de rejeição pode levar o consu

midor, em alguns casos, a praticar a inspeção por retificação.

A vantagem do método da aceitação por amostragem, com relação à inspeção completa, é a redução dos custos, constituindo-se na única alternativa real quando o teste for destrutivo. Mas sempre que o julgamento for estendido a uma população, com base em uma amostra, existirá uma probabilidade de erro. Entretanto, o risco não é, normalmente, muito maior do que aquele relativo à inspeção completa.

A aceitação por amostragem é precedida de um planejamento. Este planejamento é operacionalizado através de planos de amostragem. Na seleção desses planos, tem-se uma série de alternativas. Existem planos nos quais se retira uma única amostra, planos que consideram duas amostras e planos que consideram um número definido de amostras para um único lote.

Este trabalho, concentrar-se-á nos Planos de Amostragem Simples por Atributos, que utilizam uma única amostra do lote, e nos quais as peças da amostra são classificadas como defeituosas ou perfeitas.

### 2.3.1 - Planos de Amostragem Simples por Atributos

A esquematização de planos orienta-se por dois pontos: 1) é desejável que o plano seja tal que os lotes bons sejam aceitos e não rejeitados e 2) que o plano seja tal que os lotes ruins sejam rejeitados e não aceitos. Cria-se, assim, a necessidade de definir lotes bons e lotes ruins. Naturalmente, o consumidor gostaria de que todos os lotes aceitos fossem livres de peças defeituosas. Como regra, isso é inviável, pois é inevitável que os lotes não contenham peças defei-

tuosas. Assim, o consumidor e produtor se unem e entram em acordo, normalmente, sobre a máxima fração de peças defeituosas do lote que determina a qualidade satisfatória. Por exemplo, podem combinar que, se o lote contiver uma qualidade igual a 2% de defeituosas, ou menos, ele é aceitável; mas será inaceitável e rejeitado se contiver uma fração de defeituosas maior que 2%.

A única maneira pela qual se pode determinar definitivamente se o lote satisfaz os modelos de qualidade estabelecidos é pela inspeção completa. Esse procedimento, quando se ignora a possibilidade de erros de inspeção, revelará a exata fração de peças defeituosas no lote. Essa fração poderá, então, ser comparada com a máxima aceitável e, se exceder este limite, o lote será rejeitado. Obviamente, a vantagem de um plano de aceitação baseado na inspeção completa é a de que não há, teoricamente, a probabilidade de que o consumidor aceite um lote com uma fração de defeituosas que exceda o máximo admissível, e de que o consumidor rejeite um lote com fração defeituosa dentro dos limites de aceitação.

A probabilidade da aceitação de um lote ruim é denominado risco do consumidor,  $\beta$ ; a probabilidade da rejeição de um lote bom é denominado risco de produtor,  $\alpha$ . Portanto, com a inspeção completa sem erros, a probabilidade de aceitação de um lote bom é 1,0, e a probabilidade de aceitação de um lote ruim é 0,0.

Essa característica da inspeção completa pode ser representada graficamente. Usando o símbolo  $P_a$  para representar a probabilidade de aceitação, o símbolo  $p_g$  para representar a fração defeituosa máxima aceitável e o símbolo  $P$  para representar a fração defeituosa real do lote, pode-se dizer que  $P_a$  é igual

a 1,0, quando  $P < p_g$  e que  $P_a$  é igual a 0,0 quando  $P > p_g$ . Graficamente o resultado seria o da figura 2.2.

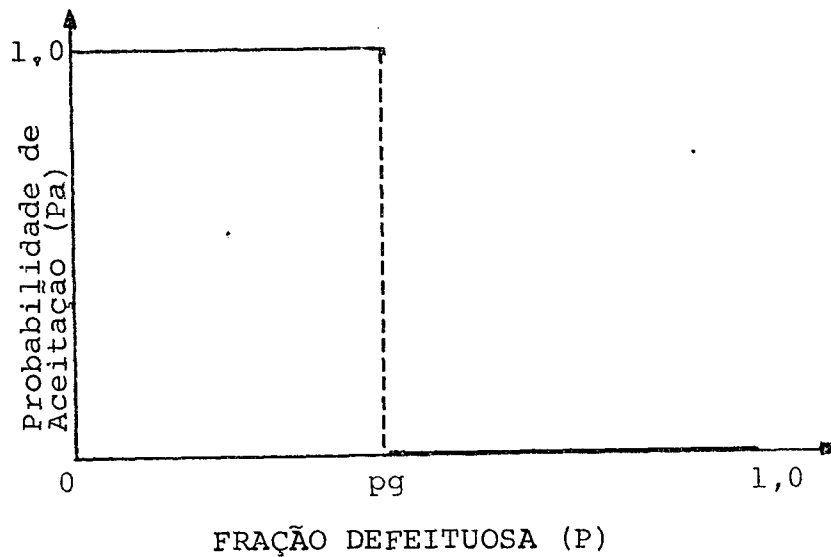


FIG.2.2 - Curva Característica de Operação Ideal.

Uma curva como a apresentada na figura 2.2, que serve para descrever um plano de aceitação, em função da probabilidade de aceitação de lotes de vários níveis de qualidade (frações de feituosas), é denominada Curva Característica de Operação (CCO). A curva de uma inspeção completa é dita curva ideal, porque o plano que ela representa associa um risco nulo do produtor e um risco, também nulo, do consumidor.

Apesar de não existir risco de erro teórico associado a tal plano, deixa-se muitas vezes de utilizá-lo devido às suas desvantagens. As desvantagens são aquelas mencionadas anteriormente: o custo de inspeção poderá ser excessivo, o teste poderá ser destrutivo; e na prática poderão surgir erros de inspeção. Por uma ou outra dessas razões, a amostragem pode ser uma alternativa mais atraente.

Inspecionar uma amostra é mais barato que inspecionar todo o lote, e não o destrói totalmente, se o teste necessário

for destrutivo. Além disso, se a amostra retirada for amplamente representativa do lote, os riscos do produtor e do consumidor,  $\alpha$  e  $\beta$ , serão nulos. Assim, a probabilidade de um lote bom ser aceito é 1,0 e a probabilidade de um lote ruim ser aceito é 0,0. Essa situação pode ser representada graficamente de forma idêntica à já apresentada na figura 2.2. Entretanto, na prática, a inspeção por amostragem tem o risco de se incorrer num tipo de erro chamado desvio amostral. No entanto, esse tipo de desvio, por ser ao acaso, pode ser avaliado pela Curva Característica de Operação. Na seqüência, será apresentada uma situação não ideal da inspeção por amostragem.

Supõe-se que uma amostra de  $n$  peças é retirada de um lote de  $N$  peças; o lote será aceito se o número de peças defeituosas,  $x$ , da amostra, não exceder  $c$ ; caso contrário, o lote será rejeitado. Aqui  $c$  é o número de aceitação. Para determinar o risco de cometer um erro ao utilizar o plano para a tomada de decisão, deve-se construir sua Curva Característica de Operação. Isso exige a determinação das probabilidades de aceitação respectivas a serem associadas a lotes de vários níveis de qualidade.

Após fixar o número de aceitação  $c$ , para amostras de tamanho  $n$ , extraídas de lotes com fração defeituosa  $P$ , a probabilidade de aceitação do lote  $P_a$ , será igual à probabilidade de existência na amostra de um número  $x$  de peças defeituosas, no máximo igual a  $c$ . Isso pode ser representado da seguinte forma:

$$P_a = \text{Prob.}(0 \leq x \leq c)$$

Seu cálculo se fará, com uma das distribuições discretas básicas (hipergeométrica, binominal ou Poisson), confor

me o caso. Em geral, considera-se sempre a amostragem com reposição, utilizando-se a binomial ou aproximando-a pela distribuição de Poisson.

A CCO não ideal pode ser traçada graficamente de forma semelhante àquela da CCO ideal, descrita anteriormente. Marca-se em abscissas a fração defeituosa  $P$ , e em ordenadas a probabilidade de aceitação do lote de fração defeituosa,  $P_a$ . Do ponto de vista das aplicações basta marcar um pequeno número de pontos, pois em geral os gráficos CCO serão aplicados para comparar diversos planos a escolher um dentre eles, de acordo com critérios que se fixam em cada caso concreto. A figura 2.3. mostra o gráfico de uma CCO.

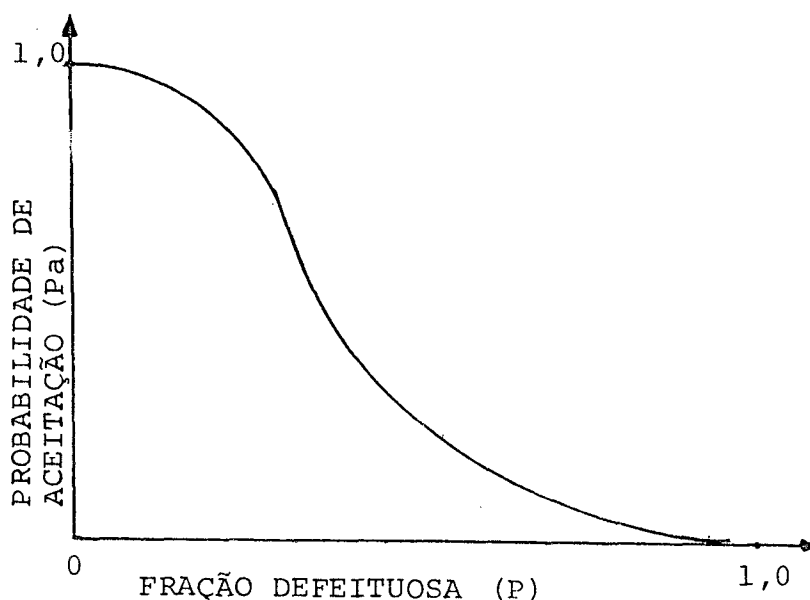


FIG.2.3 - Curva Característica de Operação (CCO)

Uma característica importante da CCO é o poder discriminante, ou seja, a capacidade que o plano que ela representa tem de separar lotes de boa qualidade dos de má qualidade. As duas formas de fazer a CCO com maior poder de discriminação são: aumentando  $n$  enquanto  $c$  permanece constante, e diminuindo  $c$ , mantendo  $n$  constante. Estes recursos são intuitiva



mente lógicos; as amostras maiores tendem a representar mais exatamente o lote e uma diminuição no número de aceitação torna o plano mais rigoroso.

Os planos de amostragem se caracterizam pela proteção que dão contra a aceitação de lotes ruins e pela garantia de que lotes bons serão aceitos. O projeto de um plano é calcado nestas duas características, de forma a salvaguardar os interesses do consumidor quanto ao fornecedor.

Ao projetar o plano de amostragem, o consumidor e o produtor, em vez de concordarem apenas com uma fração defeituosa no lote, concordarão com duas frações defeituosas. A primeira destas é denominada de Nível de Qualidade Aceitável (NQA), e representa a fração média máxima de defeituosos que o consumidor julga definitivamente aceitável. No entanto, isto não significa que o consumidor recuse aceitar todos os lotes que têm uma fração defeituosa acima desta estipulada. Mas haverá alguma fração defeituosa, e esta será a segunda fração estipulada, que o consumidor julga definitivamente inaceitável. Esta segunda fração defeituosa é chamada de Nível de Qualidade Inaceitável (NQI). No que concerne os lotes com uma fração defeituosa entre o NQA e o NQI, o consumidor é dito "indiferente" aos mesmos.

A probabilidade de que alguns lotes serão rejeitados, mesmo tendo uma fração defeituosa menor que o NQA é o risco do produtor,  $\alpha$ . A probabilidade de ser aceito um lote com uma fração defeituosa maior que o NQI é o risco do consumidor,  $\beta$ . A figura 2.4 mostra, na CCO, estas relações teóricas.

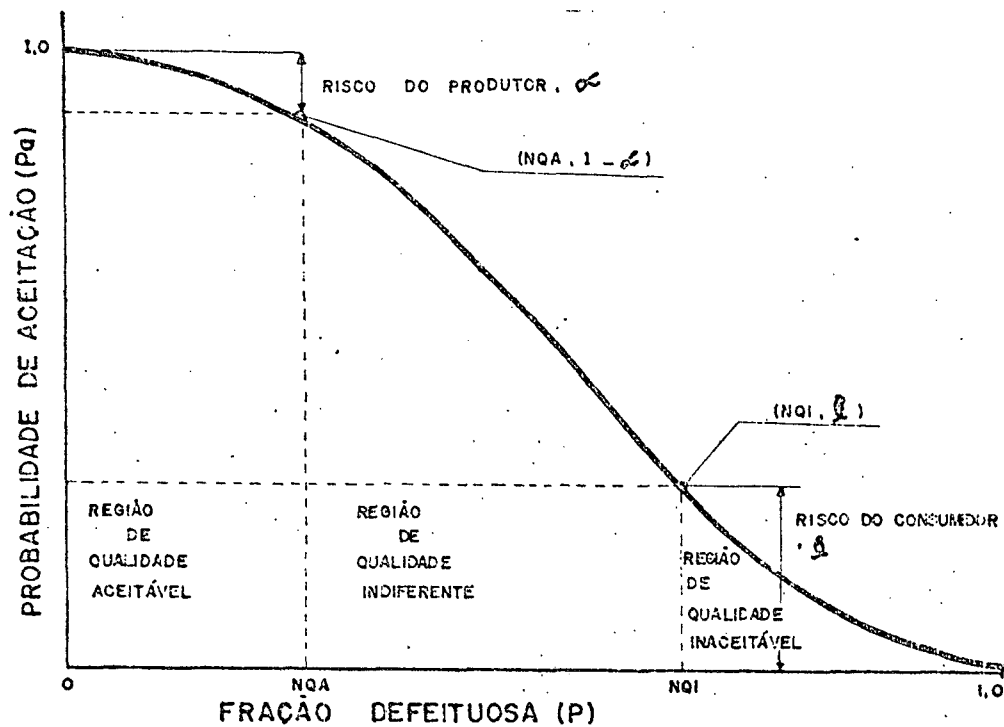


FIG.2.4 - Relação dos Riscos do Produtor e Consumidor com a Curva CCO.

Como a figura 2.4 indica, dois pontos da curva são estabelecidos, especificando  $(NQA, 1 - \alpha)$  e  $(NQI, \beta)$ . A forma da curva que passa através destes dois pontos é uma função do tamanho da amostra,  $n$ , e do número de aceitação,  $c$ . Sem dados tabelados, a maneira de projetar um plano que esteja de acordo com estas condições é essencialmente por ensaio e erro. Assim, os valores de  $n$  e  $c$  são selecionados arbitrariamente, e as probabilidades de aceitar lotes com os  $NQA$  e  $NQI$  dados, são calculadas. Valores calculados são então comparados aos valores desejados  $(1 - \alpha)$  e  $\beta$ . As tentativas repetidas eventualmente revelarão um conjunto de valores  $n$  e  $c$ , que produzem uma curva que se aproxima muito dos

pontos  $(NQA, 1-\alpha)$  e  $(NQI, \beta)$ ; um ajuste perfeito é improvável porque  $n$  e  $c$  devem ser números inteiros. Mas, felizmente existem tabelas como as tabelas de Poisson, de Peach (ver ref.10) que aliviam a tediosa procura dos valores de  $n$  e  $c$ .

Assim que são determinados os valores  $n$  e  $c$ , o esquema do plano de amostragem simples é o seguinte:

- 1) inspecionar a amostra, verificando o número de defeituosos,  $x$ ;
- 2) se  $x$  for menor ou igual ao número de aceitação,  $c$ , aceitar o lote;
- 3) se  $x$  for maior que  $c$ , rejeitar o lote.

O detalhamento teórico do exposto acima, bem como suas aplicações, podem ser encontrados nas referências bibliográficas (03), (06), (10), (12), (16).

### 2.3.2 - Tábuas de Amostragem Simples por Atributos

Como se observa, são bastante significativas as dificuldades e inconveniências da inspeção completa. Daí a justificativa da adoção de planos de amostragem nos quais os riscos de erros cometidos estejam sob controle. Os planos de amostragem não podem, portanto, oferecer completa proteção contra a aceitação de peças defeituosas nos lotes submetidos à inspeção; podem, porém, minimizar o risco dessa aceitação.

Para facilitar a atividade de aceitação e o emprego dos planos de amostragem, diversas tábuas de amostragem têm sido construídas, com base nas propriedades da CCO. De acordo com o caso, a construção da tábua se faz escolhendo um ou mais pontos importantes da CCO, relacionados a valores particulares da probabilidade de aceitação de lotes com a fração defeituosa,  $P$ .

As tábuas mais conhecidas e utilizadas foram construídas a partir dos seguintes pontos:

- 1) fração defeituosa igual a  $NQA$  e probabilidade de aceitação de 95%; esse é o caso das tábuas da Universidade de Colúmbia;
- 2) ponto da CCO, onde a probabilidade de aceitação é de 50%; é o caso da tábua SSS da Philips (Standard Sampling System);
- 3) ponto da CCO, onde a probabilidade de aceitação é de 10% e a fração de defeituosos é de  $NQI$ ; é o caso das tábuas SL e DL de Dodge e Romig.

Conforme foi indicado, as tábuas citadas adotam valores particulares da probabilidade de aceitação de lotes; mas é fácil compreender que para cada CCO é possível construir diversas tábuas, escolhendo-se diversos pontos da CCO, a cada um dos quais corresponderão diferentes valores da fração defeituosa,  $P$ , e da probabilidade de aceitação,  $P_a$ . A escolha dependerá do objetivo a alcançar, e o qual deverá atender o procedimento esquematizado no plano de inspeção.

Dentre as tábuas citadas, a mais utilizada no Ocidente é a tábua da Universidade de Colúmbia. Essa tábua foi desenvolvida por volta da II Guerra Mundial a pedido das forças armadas americanas; tornou-se norma militar, e é chamada MILITARY STANDARD 105 (MIL - STD - 105). Essa norma de inspeção sofreu quatro revisões: A, B, C e D. A revisão D está sendo normalizada por vários países, e no Brasil foi normalizada pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) com os nomes NBR 5424 (Guia para Inspeção por Amostragem no Controle e Certificado de Qualidade), NBR 5426 (Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atri-

butos); NBR 5427 (Guia para Utilização da NBR 5426).

O assunto exposto acima, bem como suas aplicações pode ser encontrado em detalhes nas referências (03), (06), (14).

No anexo 2, deste trabalho, são mostradas duas tabelas para utilização de planos de amostragem simples, por atributos do sistema MIL - STD - 105D.

## 2.4 - Aceitação Baseada em Custos

### 2.4.1 - Modelos que Utilizam Custos

Os sistemas tradicionais de inspeção para aceitação, tais como o MIL-STD-105D e o SSS da Philips, foram desenvolvidos baseando-se, principalmente, em critérios estatísticos. Os planos que compõem esses sistemas são idênticos para itens diferentes, ou seja, os planos independem dos custos associados ao processo de inspeção de qualidade. Na elaboração desses planos, os custos associados ao processo de inspeção foram imputados implicitamente ao risco do produtor,  $\alpha$ , e ao risco do consumidor,  $\beta$ . Entretanto, esses sistemas apresentam pontos bastante positivos e, por isso mesmo, há muito tempo vêm sendo aplicados no meio industrial. O sistema MIL-STD-105D foi o que alcançou maior destaque.

É bem conhecido o fato de que o controle de custos das atividades empresariais é de fundamental importância para o sucesso das mesmas. Sendo a inspeção de qualidade uma dessas atividades, ela não poderia fugir à regra. Pensando nisso é que vários estudiosos têm procurado desenvolver sistemas alternativos de inspeção em que os custos associados ao processo de Inspeção de Qualidade sejam explicitados e, ao mesmo tempo, minimizados.

A idéia começou concretamente com Guthrie e Johns ( 08 ) por volta de 1959, os quais apresentaram um modelo para a inspeção de qualidade baseado nos custos de aceitação e rejeição, bem como na distribuição "a priori" das peças defeituosas nos lotes. Este modelo tem como objetivo principal determinar o tamanho ótimo de amostras para lotes grandes. Em seguida, Hald (09) apresentou um extenso trabalho no qual foi proposto um modelo mais geral para a inspeção levando em consideração o custo de inspeção, o custo de aceitação e as informações "a priori" sobre a qualidade dos lotes. O objetivo foi determinar planos ótimos de inspeção por amostragem. Além disso, o modelo desenvolvido compara, economicamente, as três possibilidades de aceitação de um lote: sem inspeção, com inspeção por amostragem e através de inspeção completa (100%). Na sequência, outros modelos matemáticos para a inspeção de qualidade foram desenvolvidos por diversos autores, tais como J.Pfanzagl (15), J.W. Schmidt, G.K. Bennett e Bernard E. Smith (17), cada um fazendo suas considerações especiais.

Um modelo bem mais abrangente foi apresentado por Moskowitz e Berry (14), os quais desenvolveram um algoritmo que fornece um procedimento generalizado para a determinação de planos de inspeção por amostragem por atributos a custo mínimo. O algoritmo é aplicável a uma gama de problemas de aceitação por amostragem, e supõe-se que as distribuições de qualidade do produto são somente discretas, e que os custos de amostragem são uma função linear ou estritamente convexa do tamanho da amostra.

Nos trabalhos citados, a preocupação básica era apenas com os custos associados ao processo de inspeção e com as informações "a priori" sobre a qualidade dos lotes, e não consideravam

o risco do produtor. Este fato foi levado em consideração por Sell e Rödder (18), que propuseram um modelo de inspeção para aceitação que considera além dos aspectos tratados por Moskowitz e Berry, também o risco do produtor.

O modelo de Sell e Rödder apresenta também uma estrutura de custos melhor especificada e uma função de custos generalizada; as informações "a priori" sobre a qualidade do lote submetida são expressas por uma distribuição Beta, e faz-se uma constante atualização de tais informações após a inspeção de cada lote.

Para que o modelo alcançasse seus objetivos, foi desenvolvido um sistema computacional na UFSC, que opera desde o tratamento dos dados coletados até a determinação de planos ótimos. Esse sistema de inspeção desenvolvido foi comparado com o MIL-STD-105D e os resultados revelaram que o sistema proposto é bem mais econômico em termos globais. Essa vantagem econômica pode ser observada, em termos numéricos, no trabalho realizado por Sell, Rödder & Campos (19), no qual os autores simulam situações reais de recebimento para vários lotes de peças. Deixa-se, aqui, de apresentar os resultados numéricos obtidos da comparação econômica entre os dois sistemas, devido ao grande número de situações simuladas naquele trabalho.

Como foi mencionado anteriormente, além da segurança do produtor e da distribuição "a priori", o modelo de Sell e Rodder consideram uma estrutura de custos bem especificada. Esta estrutura de custo culmina em equações que relacionam os custos associados ao processo de inspeção de qualidade, que são: Custo Fixo (CF), Custo de Inspeção (CI), Custo de Aceita-

ção(CA), Custo de Reposição (CR), Custo de Devolução do lote (CZ) e Custo de Reparação (CQ). Estes custos serão definidos e caracterizados no capítulo seguinte.

Na sequência, apresentam-se as equações para o cálculo do custo total esperado levando em consideração as seguintes alternativas de aceitação do lote: aceitação sem inspeção, aceitação com inspeção completa (100%) e aceitação por amostragem.

a) Custo Esperado sem Inspeção

O custo esperado para aceitação sem inspeção de um lote de tamanho,  $N$ , com certa qualidade,  $P$ , é:  $CF+CA.N.P+CR.N.P$ . Tomando o valor esperado em relação a  $P$ , e supondo que a informação atual sobre este parâmetro é expressa pela  $f(P)$ , tem-se:

$$E(\text{Custo S/Inspeção}) = CF + \int_0^1 (CA+CQ).N.P.f(P).dP \quad (2.1)$$

b) Custo Esperado para Inspeção Completa

Analogamente ao item anterior, o custo esperado para uma certa qualidade  $P$  é:  $CF+CI.N+CR.N.P$ . Tomando o valor esperado com relação a  $P$  nas mesmas condições acima, tem-se:

$$E(\text{Custo de Inspeção Completa}) = CF+CI.N + \int_0^1 CR.N.P.f(P)dP \quad (2.2)$$

c) Custo Esperado para a Inspeção por Amostragem

c.1) Se o lote de qualidade  $P$  for aceito pela inspeção de uma amostra de tamanho  $n$ , tem-se o custo esperado dado por:

$$CA(N-n)P+CR.n.P+CQ.(N-n).P.$$



Considerando que a probabilidade de aceitação de um lote com uma certa qualidade  $P$  é  $\sum_{x=0}^c \binom{n}{x} P^x (1-P)^{n-x}$ , o custo de aceitação resulta em:

$$((CA+CQ) \cdot (N-n) \cdot P + CR \cdot n \cdot P) \cdot \sum_{x=0}^c \binom{n}{x} P^x (1-P)^{n-x} \quad (2.3)$$

Tomando o valor esperado com relação à qualidade  $P$ , tem-se:

$$E(\text{Custo de Aceitação}) = \int_0^1 ((CA+CQ) \cdot (N-n) \cdot P + CR \cdot n \cdot P) \sum_{x=0}^c \binom{n}{x} P^x (1-P)^{n-x} \cdot f(P;n,x) dP \quad (2.4)$$

c.2) Se o lote rejeitado é retificado, após essa rejeição o resultado correspondente será:

$$E(\text{Custo da Rejeição}) = \int_0^1 (CI(N-n) + CR \cdot N \cdot P) \sum_{x=c+1}^n \binom{n}{x} P^x (1-P)^{n-x} \cdot f(P;n,x) dP \quad (2.5)$$

c.3) Dos itens c-1) e c-2) resulta o custo total esperado, com inspeção por amostragem, nos casos com que os lotes rejeitados são retificados. Assim,

$$\begin{aligned} E(\text{Custo de Inspeção por Amostragem C/Retificação}) = \\ CF + CI \cdot n + E(\text{Custo de Aceitação}) + E(\text{Custo de Rejeição}) = \\ CF + CI \cdot n + \int_0^1 ((CA+CQ) \cdot (N-n) \cdot P + CR \cdot n \cdot P) \sum_{x=0}^c \binom{n}{x} P^x (1-P)^{n-x} \cdot f(P;n,x) dP + \\ \int_0^1 (CI(N-n) + CR \cdot N \cdot P) \sum_{x=c+1}^n \binom{n}{x} P^x (1-P)^{n-x} \cdot f(P;n,x) dP \quad (2.6) \end{aligned}$$

Caso, na inspeção por amostragem, o lote rejeitado seja devolvido ao fornecedor, o custo esperado da rejeição será expresso por:

$$\int_0^1 CZ(N) \sum_{x=c+1}^n \binom{n}{x} P^x (1-P)^{n-x} \cdot f(P;n,x) dP \quad (2.7)$$

Baseando-se nessa estrutura de custo e em algumas considerações já citadas anteriormente, é possível tomar a melhor decisão para aceitar um lote. Caso a decisão seja a inspeção por amostragem é possível a determinação de planos ótimos  $(n,c)$  de inspeção.

A partir desse modelo, o Grupo de Controle de Qualidade do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC, se propôs a desenvolver um sistema de inspeção de qualidade, a custos mínimos, com amostragem simples por atributos: o SCQ.

#### 2.4.2 - O Sistema SCQ

"O SCQ é um sistema computacional que comanda a Inspeção de Qualidade no Recebimento de Materiais por atributos, desenvolvido no Depto de Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC. É um sistema autoexplicativo, cujos módulos têm acesso opcional. Sua estrutura está representada no diagrama seguinte (Figura 2.5), e será posteriormente descrita com maiores detalhes.

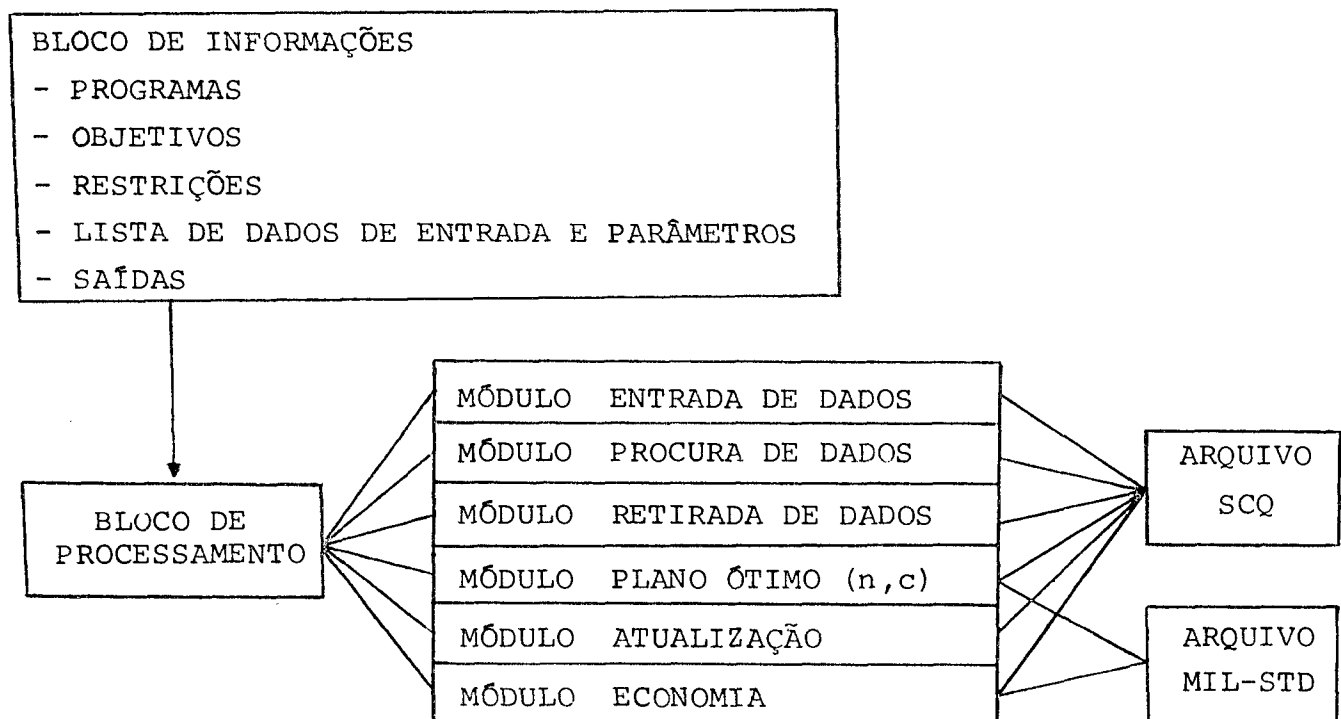


FIG.2.5 - Estrutura Lógica do SCQ.

O usuário carrega o arquivo através do Módulo Entrada de Dados, com informações básicas, como o código do item, os custos associados ao processo de Inspeção de Qualidade, o NQA e o risco do produtor,  $\alpha$ . Este módulo entra em ação na instalação do sistema ou quando um novo item passa a ser adquirido.

O Módulo Procura de Dados, quando ativado pelo código do item, mostra todos os dados gravados no arquivo SCQ para aquele item. Ao usuário oferece-se, então, a oportunidade de fazer alterações, o que é necessário sempre que se desejam modificar algum dado como, por exemplo, os custos.

Retirada de Dados é o módulo que, se ativado, mostra os códigos dos itens no arquivo, permitindo a retirada de um ou mais conjuntos de dados mediante a entrada do código dos itens a retirar.

O Módulo do Plano Ótimo (n,c) contém o programa que calcula o plano ótimo (n,c). O módulo necessita como informação de entrada, o código do item, o tamanho do lote e a escolha de opção (devolução ou retificação, caso o lote seja rejeitado). Após o cálculo do plano ótimo, ele informa ao Módulo Economia da vantagem econômica frente ao plano do sistema MIL-STD-105D, se houver.

O Módulo Atualização é ativado quando a inspeção é terminada. O resultado desta é o par de valores (x,n-x), onde x é o número de peças defeituosas e n-x, o número de peças perfeitas encontradas na amostra. Após a identificação do item pelo seu código, estes valores são enviados ao sistema para que seja feita a atualização sobre a qualidade média do processo de produção do fornecedor.

O Módulo Economia efetua a comparação econômica entre

os sistemas concorrentes. Esta comparação é feita na base dos custos esperados de ambos os planos, isto é, para os sistemas SCQ e MIL - STD - 105D. O cálculo destes valores esperados é baseado na distribuição da fração defeituosa  $P$ , atualizada constantemente através do Teorema de Bayes, a partir das informações das amostras de lotes anteriores.

O Bloco de Processamento possibilita o acesso a todos os demais módulos, e o sistema retorna imediatamente a este, após a execução de qualquer tarefa." (Sell et alli, s.d. 444-6).

Recentemente, o SCQ sofreu algumas modificações, de cunho operacional, no sentido de adaptá-lo às condições usualmente observados nos procedimentos de inspeção de qualidade. A alteração mais significativa em relação à versão inicial foi a inclusão, no sistema, do cálculo de planos ótimos de inspeção para cada característico de qualidade referente a um certo item.

#### 2.4.3 - Os Custos no Sistema SCQ

O sistema SCQ tem-se mostrado vantajoso econômica e operacionalmente. Suas qualidades mais importantes são a reação imediata às alterações da qualidade do processo de produção do produtor, expressa por  $P$ , a consideração explícita do risco do produtor,  $\alpha$ , e a explicitação do risco do consumidor através dos custos que este item tem com o processo de inspeção de qualidade. Contudo, para que o sistema possa ser devidamente utilizado na prática industrial, é necessário uma apuração desses custos. Como o sistema não dispõe de um módulo de apuração de cus-

tos, esse trabalho propõe uma descrição minuciosa dos custos associados à inspeção de qualidade, assim como o desenvolvimento de uma metodologia para apurá-los.

## CAPÍTULO III

### 3. ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA DE CUSTOS ASSOCIADOS À INSPEÇÃO DE QUALIDADE

#### 3.1. Considerações Gerais

No capítulo anterior, foi mencionada a necessidade de apurar os custos associados ao processo de Inspeção de Qualidade no recebimento de materiais para a operacionalização do Sistema de Controle de Qualidade (SCQ).

A apuração de custos tem vários objetivos, tais como a obtenção do custo de um produto e do custo de uma atividade qualquer. A orientação básica do sistema de apuração de custos proposto aqui consiste em verificar e apurar todos os custos relacionados com as atividades ligadas ao processo de Inspeção de Qualidade no recebimento de materiais.

Nesse sentido, no desenrolar do capítulo serão introduzidas, criteriosamente, as definições as atividades e dos custos a elas associados, com o duplo objetivo de:

- 1) Definir de modo exato os custos incorridos espécie por espécie, e
- 2) Constituir uma unidade básica para fins de apropriação desses custos às atividades desenvolvidas.

As definições das espécies de custo associadas às diferentes atividades são apresentadas a seguir, com o objetivo de esclarecer a natureza e a forma na qual os custos ocorrem.

Para definir as espécies de custo e detectar aquelas que se identificam direta ou indiretamente com as atividades re-

lacionadas com a Inspeção de Qualidade, visitaram-se algumas empresas que possuem um Controle de Qualidade organizado.

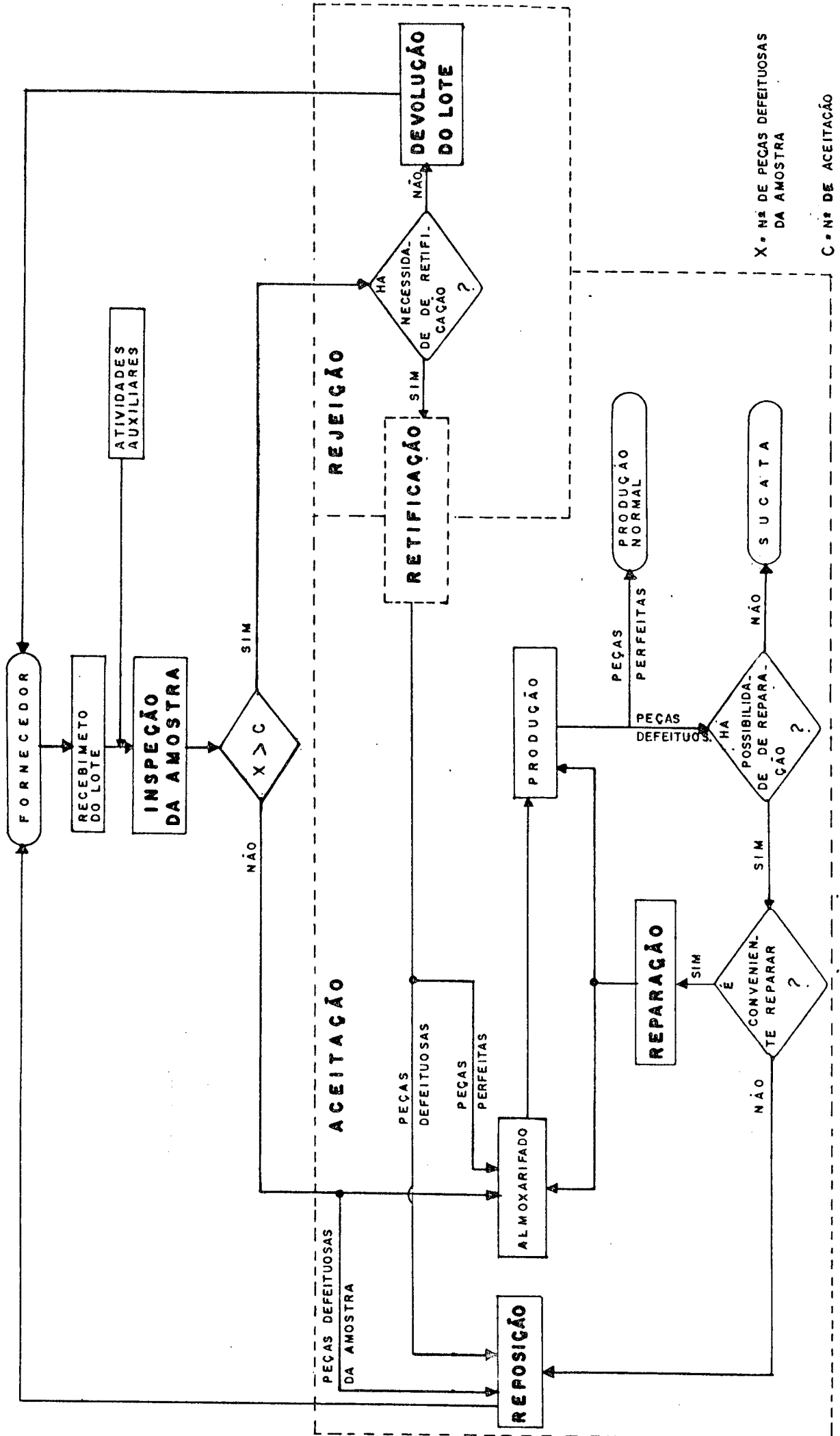
Como pode ser visto pela referência (18), o SCQ já apresenta uma forma de estimar os custos de algumas atividades relacionadas com a Inspeção de Qualidade, através da probabilidade,  $P$ , de ocorrência de uma peça defeituosa no lote. Assim, neste trabalho, não será levada em consideração essa probabilidade. Sendo assim, os custos apurados serão unitários e relativos às atividades de Inspeção de Qualidade propriamente dita. Finalmente, a ponderação desses custos unitários pela probabilidade,  $P$ , de ocorrência de peças defeituosas, fornecida automaticamente pelo SCQ, resultará nos custos reais de Inspeção de Qualidade.

### 3.2 - Atividades Associadas à Inspeção de Qualidade

No processo de recebimento de materiais em que se aplica a inspeção por amostragem simples, visando a aceitação de lotes bons e a rejeição de lotes ruins, as seguintes atividades estão presentes: inspeção, aceitação e rejeição. Decorrentes dessas atividades poder-se-á ter, ainda, devolução, retificação, reposição, reparação de todo lote ou de algumas de suas peças componentes.

Além das atividades ligadas diretamente com o processo de Inspeção de Qualidade, existem as atividades que dão apoio ao processo indiretamente como, por exemplo: administração da Inspeção de Qualidade no recebimento de materiais, laboratórios, conservação-limpeza etc.

A representação esquemática do fluxo das atividades associadas à Inspeção de Qualidade, mostrando as suas inter-re-



X = Nº DE PEÇAS DEFEITUOSAS DA AMOSTRA  
 C = Nº DE ACEITAÇÃO

FIG.3.1 - RELACIONAMENTO DAS ATIVIDADES ASSOCIADAS À INSPEÇÃO DE QUALIDADE



lações, pode ser vista na figura 3.1. A seguir, será feita uma descrição de cada uma dessas atividades.

O material enviado pelo fornecedor, em lotes, entra na empresa e segue para o recebimento, onde é conferido em termos de quantidade, e logo em seguida, liberado para que se faça a inspeção de sua qualidade.

O processo de Inspeção de Qualidade inicia-se com a Inspeção da Amostra e, em decorrência dessa amostragem, surgem outras atividades que serão descritas em seguida.

A) Inspeção da Amostra - é a atividade que permite verificar se cada peça que compõe a amostra atende às especificações estabelecidas.

Uma peça, geralmente, apresenta mais de um característico a ser analisado; portanto, são necessários vários testes para que a mesma seja aceita. Assim, em alguns casos, os recursos utilizados para avaliar uma peça podem ser bastante elevados.

Após a inspeção da amostra, e com base nos seus resultados toma-se a decisão de aceitar ou rejeitar o lote de peças. A aceitação ocorre quando o número de peças defeituosas na amostra,  $x$ , é menor ou igual ao número de aceitação,  $c$ . A rejeição ocorre quando  $x$  é maior que  $c$ .

Há casos em que o tamanho das amostra é igual ao tamanho do lote e, neste caso, avalia-se todas as peças do lote, ou seja, processa-se a inspeção 100%.

B) Aceitação - é uma atividade que decorre da aprovação do lote após a inspeção, ou seja, quando o número de peças defeituosas,  $x$ , da amostra é menor ou igual ao número de aceitação,  $c$ . Após o lote ter sido aceito, ele é encaminhado ao almoxarifado para posterior utilização na produção. O ideal seria que todas as pe-

ças do lote fossem perfeitas. Entretanto, existe sempre a possibilidade de que estejam incluídas no lote peças com um ou mais característicos fora das especificações e, portanto, defeituosas. Observa-se que essas peças defeituosas podem ser utilizadas na produção e ocasionar eventos prejudiciais tais como, quebra no ritmo da produção, substituição da peça defeituosa no conjunto (produto semi-acabado ou acabado), quebra de máquinas e/ou equipamentos, ou até mesmo um produto final defeituoso. A ocorrência destes eventos inesperados e indesejáveis está associada a uma probabilidade de tais eventos virem a ocorrer.

O fluxo apresentado na figura 3.1 mostra que peças defeituosas provenientes de lotes aceitos podem ser encontradas na produção. Existe a possibilidade de reparar estas peças, se isto for conveniente técnica e estrategicamente para a empresa. Caso se decida pela reparação, a peça será reparada e volta novamente para a produção normal ou para o almoxarifado. Caso não haja possibilidade de reparação, as peças defeituosas podem ser sucateadas ou repostas pelo fornecedor. O sucateamento geralmente ocorre quando se constata que a peça já sofreu algum tipo de operação (acabamento) ou foi danificada por manuseios inadequados. Já a reposição é o caso contrário, isto é, a peça não sofreu nem um tipo de operação e é constatado que o defeito é proveniente do fornecedor.

Os critérios que levam a empresa a proceder o sucateamento ou a reposição são variáveis de empresa para empresa.

Enfim, observa-se que, em decorrência da aceitação de peças defeituosas, surgem mais duas atividades: a reparação e a reposição. Como se pode observar pela figura 3.1, a reposição, além das possíveis peças defeituosas da amostra, pode ser ali-

mentada também por peças defeituosas encontradas na produção e na retificação. Esta última atividade será definida posteriormente.

C) Reparação - é uma atividade de conserto de peças defeituosas. Como se viu, esta atividade surge mais em função de uma decisão estratégica da empresa do que da aceitação de peças defeituosas. Portanto, para efeito da Inspeção de Qualidade, consideram-se como recursos aplicados nessa atividade, apenas aqueles relativos ao encaminhamento de peças até o local da reparação.

A reparação poderá ser feita pelo consumidor ou pelo fornecedor, dependendo do contrato firmado entre eles. Aqui, considera-se apenas os recursos gastos pelo consumidor.

D) Reposição - é uma atividade referente à substituição das peças com características defeituosas por outras peças perfeitas. Essas peças defeituosas podem ser provenientes da amostra da retificação do lote e/ou da linha de produção.

A reposição depende, essencialmente, do contrato firmado entre o consumidor e o fornecedor. A prática das empresas mostra contratos de reposição distintos uns dos outros, entre o consumidor e seus diversos fornecedores. Por exemplo, há casos em que o fornecedor simplesmente não repõe peças, no entanto, existem fornecedores que repõem todas as peças defeituosas mesmo que elas tenham passado por processos de acabamento; existe também a situação intermediária, na qual, o fornecedor só repõe peças defeituosas a partir de uma certa quantidade em relação ao total recebido durante um certo período de tempo. Por exemplo, observou-se, nas empresas visitadas,

que essa quantidade varia de 2 a 5% do total recebido.



E) Rejeição - é uma atividade que decorre da reprovação do lote após a inspeção, ou seja, quando o número de peças defeituosas,  $x$ , da amostra é maior que o número de aceitação,  $c$ .

Após a rejeição, pode-se efetuar a devolução pura e simples do lote ou proceder a retificação do mesmo. A retificação, entretanto, é uma atividade que não decorre normalmente do processo de Inspeção de Qualidade. Ela é apenas uma opção eventual que o consumidor tem, dentro do processo de aceitação-rejeição, de se assegurar contra a falta de material de boa qualidade para a produção. A retificação, também, pode ser uma opção no caso em que o consumidor e o produtor são empresas coligadas. Isto porque há uma redução nos custos globais com a não devolução do lote.

As despesas com a retificação podem correr por conta do fornecedor ou do consumidor, conforme contrato firmado entre eles. Aqui considera-se os casos em que as despesas são assumidas apenas pelo consumidor.

Em situações normais (p.ex., sem monopólio), após a retificação, o produtor recebe e repõe as peças defeituosas encontradas. As peças perfeitas são enviadas ao almoxarifado, e daí seguem para a produção.

F) Atividades de Apoio à Inspeção de Qualidade - são atividades que auxiliam o processo de Inspeção de Qualidade no recebimento de materiais, tais como: administração geral do Controle de Qualidade, administração da inspeção no recebimento, estatística, laboratório químico, laboratório de metrologia, conservação-limpeza e outras.

### 3.3. - Custos Associados às Atividades de Inspeção de Qualidade

Como foi visto anteriormente, o processo de Inspeção de Qualidade no recebimento de materiais é dividido em atividades, o que facilita a identificação e a atribuição dos custos.

Segundo a sua variabilidade, os custos podem ser classificados em fixos e variáveis.

- Custos Fixos: são aqueles que, em seu total, permanecem constantes e independem do número de peças inspecionadas. Exemplo: seguros.

- Custos Variáveis: são aqueles que, em seu total, variam com o número de peças inspecionadas. Exemplo: custo do material auxiliar utilizado na inspeção de uma peça.

De acordo com a facilidade de atribuição os custos podem ser classificados em diretos e indiretos.

- Custos Diretos: são aqueles que são facilmente atribuíveis às atividades. Exemplo: custo da mão-de-obra utilizada diretamente na avaliação do característico de uma peça.

- Custos Indiretos: são aqueles que apresentam algum grau de dificuldade para serem atribuídos às atividades. Exemplo: o custo com a administração da Inspeção de Qualidade no recebimento de materiais.

Das duas classificações podem-se obter combinações, tais como as seguintes:

- A) Custos Fixos Diretos: Exemplo: Depreciação dos equipamentos utilizados para avaliar um determinado característico da peça inspecionada;
- B) Custos Fixos Indiretos: Exemplo: Aluguel do local onde vários itens são inspecionados;
- C) Custos Variáveis Diretos : Exemplo: Materiais utilizados para testar um característico da peça inspecionada;
- D) Custos Variáveis Indiretos: Exemplo: Kwh consumidos por um equipamento utilizado para testar diversos itens.

O custo fixo (CF) compõe-se das despesas necessárias à existência da atividade de inspeção, bem como de outras despesas relacionadas com as atividades de aceitação, reparação, reposição e devolução.

Como já foi visto, o SCQ é um sistema que minimiza custos para determinar a melhor forma de aceitação de um lote. No processo de minimização, o custo fixo CF é uma constante, portanto, ele não vai interferir na tomada de decisão do sistema. O custo fixo influi apenas quando se deseja calcular o custo total do plano de inspeção. Com base nisso e na dificuldade de alocar o custo fixo, toma-se a decisão, neste trabalho, de não apresentar os instrumentos necessários para apuração de tal custo.

A apuração será feita em relação aos custos variáveis relacionados com as atividades de inspeção, aceitação, rejeição, reposição e reparação.

Com o objetivo de explicar o processo de ocorrência dos custos e, ao mesmo tempo, definir uma unidade para acumulação, classifica-se os custos em grupos da seguinte forma:

QUADRO 3.1 - Atividades/Unidades de Acumulação.

ATIVIDADES	UNIDADES DE ACUMULAÇÃO
INSPEÇÃO	CUSTO DE INSPEÇÃO (CI)
ACEITAÇÃO:	CUSTO DE ACEITAÇÃO (CA):
- UTILIZAÇÃO	- CUSTO DE UTILIZAÇÃO (CL)
- REPARAÇÃO	- CUSTO DE REPARAÇÃO (CQ)
- REPOSIÇÃO	- CUSTO DE REPOSIÇÃO (CR)
REJEIÇÃO:	CUSTO DE REJEIÇÃO (CJ):
- RETIFICAÇÃO	- CUSTO DE RETIFICAÇÃO (CT)
- DEVOLUÇÃO	- CUSTO DE DEVOLUÇÃO (CZ)

A) Custo de Inspeção (CI) - é o custo resultante da atividade de inspecionar um determinado característico da peça no recebimento de materiais. As espécies de custo envolvidas podem ser: mão-de-obra, energia, insumos (água, ar comprimido, vapor), materiais auxiliares, materiais de segurança, manutenção de equipamentos e/ou de aparelhos de teste. Além destas espécies de custo, deve ser incluído em CI, o custo da peça, caso o teste para o característico da peça seja destrutivo.

É importante salientar que pela definição exposta acima, CI envolve gastos apenas com inspeção no recebimento de materiais. Não inclui, portanto, gastos com inspeção no processo produtivo.

B) Custo de Aceitação (CA) - é o custo que decorre da atividade de aceitação. Essa atividade dá origem à três outras atividades,

que são: utilização da peça defeituosa, reparação e reposição. Portanto, o Custo de Aceitação se compõe do Custo de Utilização (CL), do Custo de Reparação (CQ) e do Custo de Reposição (CR). Assim,

$$CA = CL + CQ + CR \quad (2.1)$$

B.1) Custo de Utilização (CL) - é o custo que pode ocorrer do fato de uma peça com um ou mais característicos defeituosos vir a ser aceita e utilizada, levando à produção de produtos de má qualidade (defeituosos), assim como causando eventos prejudiciais ao processo de produção (p. ex. quebra de máquinas). Este custo está associado com a probabilidade de ocorrência ou não dos referidos eventos; portanto, será obtido um valor esperado e não um valor determinístico. A soma dos valores esperados dos custos referentes aos prejuízos causados pela peça defeituosa utilizada resulta no custo de utilização.

Para uma análise mais ampla desse custo é apresentado na figura 3.2, um fluxo que tem como objetivo mostrar as possíveis etapas do processo produtivo pelas quais passa uma peça aceita (liberada) pela inspeção.

A seguir será feita uma descrição do fluxo apresentado na figura 3.2. O fluxo inicia-se após o lote ser aceito na Inspeção de recebimento. O lote aceito é remetido ao almoxarifado onde é estocado. As peças do lote são solicitadas pelos setores de fabricação/montagem, segundo ordens emitidas pelo setor de planejamento e controle da produção.

Ao utilizar as peças na fabricação e/ou montagem, o operador/montador pode detectar algum defeito no(s) característico(s) da peça, refugando-a. Em outros casos, ele pode não identificar a peça com característico defeituoso e utilizá-la na fabricação ou montagem do produto.



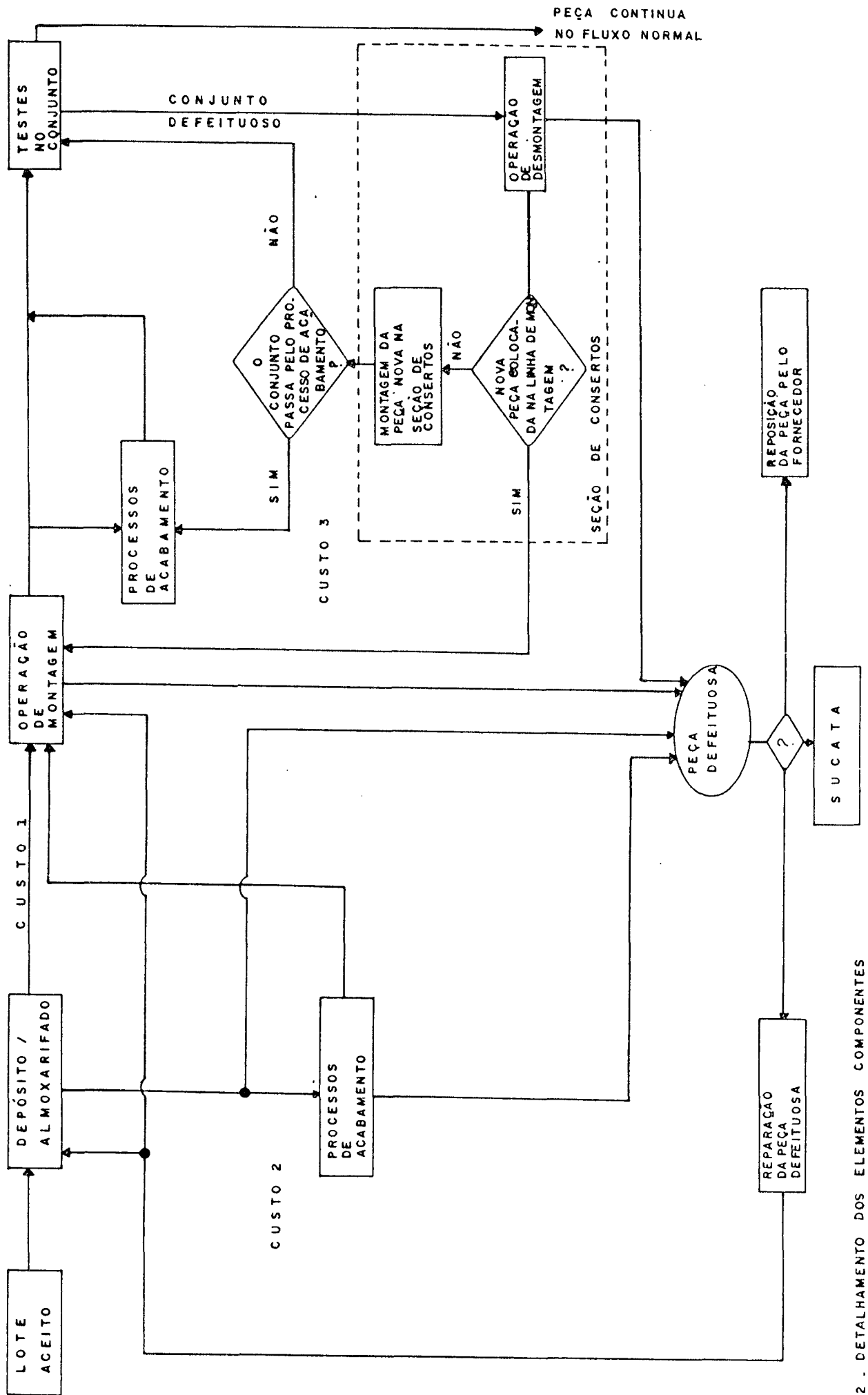


FIG. 3.2 - DETALHAMENTO DOS ELEMENTOS COMPONENTES DO CUSTO DE UTILIZAÇÃO (CL)

Essa peça defeituosa será detectada posteriormente quando alguma irregularidade for verificada, como a quebra de máquinas e/ou equipamentos, ou funcionamento irregular do conjunto (produto pré-montado ou acabado) detectado pelo teste de inspeção. Este funcionamento irregular poderá ocorrer após o conjunto ter sofrido operações, irreversíveis ou dispendiosas, tornando difícil e onerosa a substituição da peça defeituosa.

Existem casos em que as peças referentes a um determinado item necessitam passar por processos de acabamento (usinagem, prensagem) antes da sua utilização na montagem do produto, havendo a possibilidade da peça com característico defeituoso ser refugada nesta etapa.

Como já foi apresentado na seção 3.2 deste capítulo, a peça defeituosa encontrada na linha de produção pode seguir três caminhos, também mostrados na figura 3.2, ou seja, a peça pode ir para recuperação, reposição ou ser simplesmente sucateada.

A recuperação será feita quando valha a pena do ponto de vista técnico e/ou haja necessidade pelo lado estratégico da empresa. Se ocorre a recuperação, a peça retorna ao almoxarifado ou vai direto para a produção. Se não há recuperação e existe acordo com o fornecedor para a reposição, a peça será repostada. Caso não seja conveniente a recuperação e nem possível a reposição, a peça defeituosa será sucateada.

A figura 3.2 mostra o fluxo genérico de itens, que foram comprados, assim como os componentes de custo que incidem sobre a atividade de utilização da peça defeituosa. Esses componentes do custo de utilização são denominados de: Custo1, Custo2 e Custo3. Esta divisão tem o intuito de facilitar uma

maior compreensão do custo de utilização de uma peça defeituosa.

Cada componente de custo é multiplicado por sua frequência de ocorrência, cujo valor pode estar entre 0 e 1, o somatório dessas componentes fornece o valor esperado do custo de utilização. Então, o valor esperado de CL será:

$$E(CL) = (CUSTO1) \cdot p1 + (CUSTO2) \cdot p2 + (CUSTO3) \cdot p3 \quad (3.2)$$

O CUSTO1 se compõe dos gastos com a estocagem da peça defeituosa e com o seu transporte até a linha de montagem.

O CUSTO2 se compõe dos gastos com o transporte da peça até a seção de acabamento, com possíveis danos em máquinas e/ou equipamentos, bem como com o transporte da peça defeituosa até a montagem.

O CUSTO3 é o custo associado a um processo eficiente de montagem. Esse custo, dependendo do processo de troca da peça defeituosa detectada no teste de inspeção, se compõe de:

- 1) gastos com o processo de desmontagem, com a troca da peça no conjunto no próprio local de consertos e com eventuais processos de acabamento no conjunto (p.ex. pinturas); ou
- 2) gastos com o processo de desmontagem, com o processo de montagem da nova peça no conjunto e com eventuais processos de acabamento.

Além dos gastos apresentados em 1 ou 2, devem ser incorporados ao CUSTO3 os gastos de possíveis danos em máquinas e/ou equipamentos devido à não detecção da peça defeituosa

antes da montagem, bem como os gastos com o teste da reinspeção do conjunto.

Como nem sempre os métodos de teste e/ou inspeção são totalmente eficientes, é possível que a peça defeituosa, montada no conjunto (produto) seja detectada depois que a mesma passou pelo posto de inspeção que objetiva esta identificação. Contudo, convém lembrar que, em situações normais, os defeitos devem ser detectados no posto específico, e que detectá-los posteriormente é uma anomalia decorrente de falhas na inspeção ou de imprecisão dos métodos. Por isso, supõe-se, neste trabalho, que os defeitos sejam detectados nos postos de inspeção correspondentes.

Quando o destino da peça encontrada na linha de produção é a sucata, o custo de utilização deverá incorporar o custo relativo ao sucateamento.

B2) Custo de Reparação (CQ) - é o custo associado ao encaminhamento da peça defeituosa encontrada na linha de produção até a seção de reparação. Esse custo pode se compor dos gastos com mão-de-obra, energia e outros gastos envolvidos diretamente na atividade.

B3) Custo de Reposição (CR) - é o custo decorrente da reposição de peças perfeitas pelo fornecedor quando peças defeituosas são encontradas na amostra e/ou na retificação do lote, bem como nos casos em que o fornecedor repõe as peças defeituosas encontradas na linha de produção. Esse custo se compõe das seguintes espécies de custo: comunicação ao fornecedor, remessa das peças defeituosas, aquisição da nova peça, aceitação da peça reposta, bem como o frete (se este ocorrer por conta do consumidor). Além des-

sas espécies de custo, está também associado a este custo, a frequência de ocorrência da reposição. Essa frequência pode variar de 0 até 1. Será 0 quando nunca existe a reposição e 1 quando sempre ocorre a reposição.

C) Custo de Rejeição (CJ) - é o custo decorrente da atividade de rejeição. É composto do Custo de Devolução (CZ) e do Custo de Retificação (CT). Assim,

$$CJ = CZ + CT \quad (3.3)$$

C1) Custo de Devolução (CZ) - é o custo que decorre da atividade de devolver um lote de peças. Esse custo se compõe das espécies de custo que ocorrem quando o consumidor devolve o lote de peças ao fornecedor. Essas espécies de custo podem ser as seguintes: Comunicação ao fornecedor, remessa do lote, aceitação do lote substituto, frete (se este for bancado pelo consumidor).

C2) Custo de Retificação (CT) - é o custo causado pela retificação do lote. As espécies de custo que o compõe são as mesmas que estão associadas ao Custo de Inspeção (CI), ou seja, mão-de-obra, energia, insumos (água, ar comprimido, vapor), materiais auxiliares, materiais de segurança, manutenção de equipamentos e aparelhos de teste.

### 3.4 - Definição das Espécies de Custo

Nas seções 3.2 e 3.3 deste capítulo, foram definidas as atividades relacionadas com a Inspeção de Qualidade, assim como os custos totais associados a estas atividades. O objetivo foi de delimitar e constituir uma unidade básica para acumulação dos gastos referentes às diferentes espécies de custo. Nesta seção, serão definidas as espécies de custo, mostrando-se ainda a forma como elas ocorrem.

A seguir, serão definidas as espécies de custo relacionadas com o custo de inspeção, custo de utilização, custo de reparação, custo de reposição, custo de devolução e custo de retificação.

#### 3.4.1 - Espécies de Custo Associadas ao Custo de Inspeção

.Mão-de-Obra - esta espécie de custo representa os gastos com salários e encargos sociais dos operários perfeitamente identificados com o processo de avaliação do característico da peça.

.Energia - representa os gastos com a energia consumida pelos equipamentos e aparelhos de teste ao avaliar algum característico da peça.

.Insumos - representa os gastos com água, ar comprimido e vapor utilizados nos testes de avaliação de algum característico da peça. Nos casos em que os testes devam ser feitos sob climatização, os gastos referentes a estas condições ambientais, também deverão ser incluídos nessa espécie de custo.

.Materiais Auxiliares - representa os gastos com materiais auxiliares (p.ex. álcool, óleo etc) que são necessários para a

realização do teste de inspeção no característico da peça.

.Materiais de Segurança - representa os gastos com materiais de proteção (luvas, capacetes etc) utilizados pelos inspetores na realização dos testes do característico da peça.

.Manutenção de Equipamentos e Aparelhos de Teste - representa os gastos relativos à manutenção de equipamentos e aparelhos de teste utilizados na avaliação do característico da peça. Estes gastos poderão ser relativos à mão-de-obra e aos materiais (peças, óleo etc) utilizados no serviço de manutenção.

#### 3.4.2 - Espécies de Custo Associados ao Custo de Utilização

Na seção 3.3 foram definidos os componentes do custo de aceitação: CUSTO1, CUSTO2 e CUSTO3. A forma pela qual estes componentes ocorrem será mostrada a partir das espécies de custo.

##### A) Espécies de Custo Associadas ao CUSTO 1

.Relativas ao Estoque da Peça Defeituosa - o lote de peças referentes a um dado item, depois de aceito, segue ao almoxarifado para posterior utilização na produção. Existe sempre a possibilidade de peças com característicos defeituosos serem estocadas juntamente com peças perfeitas. Os recursos utilizados com manuseio, custo do espaço físico etc representam os gastos para manter a peça com característico defeituoso em estoque.

.Relativas ao Transporte da Peça Defeituosa - quando as peças referentes a um certo item forem solicitadas para serem utili-

zadas na produção, elas serão transportadas do almoxarifado até a seção correspondente. Esse transporte pode ser feito para uma seção de acabamento (usinagem, prensagem etc), ou pode ir diretamente para a seção de montagem; isso depende do item. As espécies de custo (mão-de-obra, combustível etc) representam os gastos com o transporte de uma peça com característico defeituoso do almoxarifado até a seção na qual a peça foi solicitada.

#### B) Espécies de Custo Associadas ao CUSTO 2

.Processo de Acabamento - alguns itens passam por processos de acabamento antes de serem montados no conjunto (produtos acabados ou semi-acabados). Entre as peças do lote referente a um item, algumas são defeituosas. Então, os gastos com mão-de-obra, materiais, energia etc, referentes ao processo de acabamento efetuado numa peça defeituosa deverão ser apurados e acumulados no custo de utilização.

.Possíveis Danificações em Máquinas e/ou Equipamentos - é possível que peças defeituosas ao passarem pelo processo de acabamento, causem danificações em máquinas e/ou equipamentos. As despesas com estes danos (paradas na produção, troca de peças, mão-de-obra etc) representam esta espécie de custo.

.Relativas ao Transporte da Peça Defeituosa da Seção de Acabamento à Seção de Montagem - representa os gastos (mão-de-obra, energia etc) para transportar a peça defeituosa da seção de acabamento até a seção de montagem.

#### C) Espécies de Custo Associadas ao CUSTO 3

.Possíveis Danificações em Máquinas e/ou Equipamentos - quando



uma peça defeituosa não é detectada antes da montagem, em alguns casos, ela pode causar despesas ao processo de montagem com a quebra de máquinas e/ou equipamentos. Esta espécie de custo representa os gastos que podem ser com a parada na produção, com a mão-de-obra no reparo de máquinas e/ou equipamentos e com as peças de reposição.

.Processo de Desmontagem - assim que é detectado o defeito, pelo teste de inspeção, no produto pré-montado ou acabado, este é desviado para a seção de consertos na qual é efetuada a desmontagem do conjunto. Essa espécie de custo representa os gastos (mão-de-obra, energia, materiais etc) para executar-se o processo de desmontagem.

.Montagem da Peça Perfeita na Própria Seção de Consertos - após o processo de desmontagem, em alguns casos, pode ser efetuada a montagem da peça nova (perfeita) no conjunto na própria seção de consertos. Esta espécie de custo representa os gastos (mão-de-obra, materiais, energia etc) utilizados no processo.

.Processo de Montagem - como pode ser visto pela figura 3.2, em alguns casos, há necessidade, após a desmontagem, do conjunto retornar à linha de montagem para efetuar a montagem da peça nova (perfeita) no conjunto. Esta espécie de custo representa os gastos (mão-de-obra, materiais, energia etc) utilizados no processo de montagem.

.Eventuais Processos de Acabamento - em decorrência da troca da peça defeituosa, seja na seção de consertos ou na própria linha de montagem, certos tipos de conjuntos terão que passar por algum processo de acabamento para depois continuarem o fluxo

normal da linha de produção. Então, os gastos embutidos nesse processo (mão-de-obra, materiais etc) devem ser apurados e representam esta espécie de custo.

.Teste de Inspeção - após a troca, o desempenho da peça no item deverá ser testada de forma idêntica ao teste normal da linha de produção. Esta espécie de custo representa os gastos (mão-de-obra, materiais etc) para a realização do teste.

.Eventual Sucateamento - esta espécie de custo representa as despesas com o sucateamento de peças defeituosas encontradas na linha de produção, que não foram repostas pelo fornecedor e nem reparadas pelo consumidor, destacando seu possível valor residual.

.Outras Espécies - Exemplo: mão-de-obra gasta para transportar o conjunto da seção de consertos (desmontagem) até a linha de montagem.

É importante salientar que para algumas espécies de custo associadas aos componentes do custo de utilização, é necessário determinar a frequência com que cada uma delas pode ocorrer. A razão para a determinação de frequências de ocorrência dessas espécies de custo, tais como a quebra de máquinas e/ou equipamentos, é que elas se apresentam como eventos inesperados, ou seja, nem sempre ocorrem, mesmo que a peça apresente características fora das especificações. A forma de determinar essa frequência é através dos dados históricos levantados durante um determinado período de tempo (p.ex., 1 ano).

### 3.4.3 - Espécies de Custo Associadas ao Custo de Reparação

Para efeito de Custo de Inspeção de Qualidade, as espécies de custo que compõem o custo de reparação são aquelas referentes ao transporte da peça defeituosa da linha de produção até a seção de reparação; isto é, são os gastos com a mão-de-obra e energia.

### 3.4.4 - Espécies de Custo Associadas ao Custo de Reposição

. Remessa das peças com Característicos Defeituosos - representa os gastos decorrentes da comunicação com o fornecedor (telex, telefone etc) contatos com a transportadora. Caso o consumidor tenha assumido os gastos com o frete, estes deverão ser computados nesta espécie de custo.

. Aquisição e Aceitação de Peças Repostas - representa as despesas que o consumidor tem com a recepção e com a inspeção das peças referentes ao item repostado pelo fornecedor.

### 3.4.5 - Espécies de Custo Associadas ao Custo de Rejeição

A) Se a opção for a Devolução do Lote, tem-se ESPÉCIES DE CUSTO ASSOCIADAS AO CUSTO DE DEVOLUÇÃO.

. Comunicação - antes do lote ser devolvido ao fornecedor uma comunicação deverá ser feita a este. Esta espécie de custo representa os gastos com o meio de comunicação utilizado (telex, telefone etc).

. Remessa do Lote ao Fornecedor - assim que o fornecedor receber a comunicação da devolução do lote rejeitado, é providenciado o despacho do material. Se o contrato de fornecimento prevê

que o frete do material devolvido será pago pelo consumidor, então o fornecedor terá apenas gastos com o despacho do lote, contatos com a transportadora e carregamento. Se o fornecedor não arcar com os gastos de frete, estes também deverão ser incluídos nesta espécie de custo.

.Aquisição e Aceitação do Lote Reposto - representa os gastos com aquisição e aceitação do lote que substituirá o que foi devolvido. Tais gastos decorrem da recepção do material, frete ( se este ocorre por conta do consumidor) e a inspeção no recebimento do lote repostado.

B) Se a opção for a Retificação do Lote, tem-se ESPÉCIES DE CUSTO ASSOCIADAS AO CUSTO DE RETIFICAÇÃO

A retificação é o processo em que se analisa peça por peça para separar as perfeitas das defeituosas. Portanto, para o consumidor, as espécies de custo para proceder a retificação são idênticas às já definidas para o custo de inspeção.

A seguir, o quadro 3.2 mostra, para melhor compreensão, a relação entre ATIVIDADES/UNIDADES DE ACUMULAÇÃO/ESPÉCIES DE CUSTO, definidos anteriormente. Pelo quadro, nota-se que algumas espécies de custo podem ser compostas por sub-espécies.

Para cada atividade, foram apresentadas e definidas várias espécies de custo, que auxiliarão na apuração do custos associados às atividades. De acordo com as características da empresa, algumas dessas espécies podem não existir, como também podem surgir outras que não estejam aqui definidas.

QUADRO 3.2 - ATIVIDADES/UNIDADES DE ACUMULAÇÃO/ESPÉCIES DE CUSTO

ATIVIDADES	UNIDADES DE ACUMULAÇÃO	ESPÉCIE DE CUSTO
INSPEÇÃO	CUSTO DE INSPEÇÃO	MÃO-DE-OBRA (salários + encargos sociais) ENERGIA INSUMOS -Água -Ar comprimido -Etc. MATERIAIS AUXILIARES -Álcool -Óleo -Etc MATERIAIS DE SEGURANÇA -Luvas -Capacetes -Etc. MANUTENÇÃO DE EQUIPA- MENTOS DE TESTE -Mão-de-obra -Peças de reposição -Óleos lubrificantes

QUADRO 3.2 - (Continuação)

ATIVIDADES	UNIDADES DE ACUMULAÇÃO	ESPÉCIES DE CUSTO
UTILIZAÇÃO	CUSTO DE UTILIZAÇÃO	<p>ESTOQUE DA PEÇA DEFEITUOSA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manuseio</li> </ul> <p>TRANSPORTE DA PEÇA DEFEITUOSA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mão-de-obra</li> <li>- Combustível</li> </ul> <p>PROCESSO(S) DE ACABAMENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mão-de-obra</li> <li>- Materiais</li> <li>- Energia</li> <li>- Etc.</li> </ul> <p>EVENTUAIS DANIFICAÇÕES EM MÁQUINAS E/OU EQUIPAMENTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mão-de-obra</li> <li>- Peças para Reposição</li> <li>- Paradas na produção</li> <li>- Etc.</li> </ul> <p>DESMONTAGEM/MONTAGEM DA PEÇA PERFEITA/TESTE DE INSPEÇÃO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mão-de-Obra</li> <li>- Materiais</li> <li>- Energia</li> <li>- Etc.</li> </ul> <p>EVENTUAL SUCATEAMENTO</p>

QUADRO 3.2. - (Continuação)

ATIVIDADES	UNIDADES DE ACUMULAÇÃO	ESPÉCIES DE CUSTO
REPOSIÇÃO	CUSTO DE REPOSIÇÃO	REMESSA DA PEÇA DEFETUOSA - Comunicação - Manuseio - Etc  RECEBIMENTO E ACEITAÇÃO DA PEÇA REPOSTA - Manuseio - Inspeção das Peças Repostas - Etc.
REPARAÇÃO	CUSTO DE REPARAÇÃO	MÃO-DE-OBRA (salário + encargos sociais).  ENERGIA

QUADRO 3.2. - (Continuação)

ATIVIDADES	UNIDADES DE ACUMULAÇÃO	ESPÉCIES DE CUSTO
DEVOLUÇÃO	CUSTO DE DEVOLUÇÃO	COMUNICAÇÃO REMESSA DO LOTE - Manuseio - Frete - Etc.  AQUISIÇÃO E ACEITAÇÃO DO LOTE REPOSTO - Manuseio - Inspeção do Lote Reposto - Etc.
RETIFICAÇÃO	CUSTO DE RETIFICAÇÃO	MÃO-DE-OBRA ENERGIA INSUMOS MATERIAIS AUXILIARES MATERIAIS SE SEGURANÇA MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMEN- TOS DE TESTE



### 3.5 - Metodologia para Apuração dos Custos de Inspeção de Qualidade

Nas seções anteriores foi apresentada a natureza e a forma pelas quais os custos associados ao processo de Inspeção de Qualidade ocorrem. Esta seção se preocupa com o processo de apuração desses custos.

Existem na literatura especializada vários métodos que objetivam a atribuição de custos a uma atividade ou a um produto. Entre os métodos mais utilizados, pode-se citar os seguintes: método das percentagens, método RKW ou das seções homogêneas, método da hora-máquina, método das equivalências e método do custo-padrão. A utilização de cada um desses métodos depende dos objetivos e dos propósitos que se queiram atingir.

Através de uma análise dos métodos existentes, e levando-se em consideração as características das atividades do processo de Inspeção de Qualidade, optou-se por uma sistemática de apuração dos custos semelhante ao custo-padrão. Seguindo esta sistemática, primeiro determina-se o Fator de Uso, que é um valor padrão físico ou técnico em relação a uma atividade particular sob condições normais de operação. Após a determinação do fator de uso relativo a cada espécie de custo, multiplica-se seu valor pelo custo unitário atualizado da respectiva espécie, obtendo assim a parcela de custo em termos monetários.

Um exemplo para ilustrar: suponha-se que um certo característico de uma peça, além de outras operações realizadas para sua avaliação, sofra uma operação num aparelho elétrico. Sob condições normais, o aparelho gas-

ta 0,25 Kwh para realizar a operação; o custo unitário do Kwh é de Cz\$ 1,00. Então, a parcela de custo corresponde à espécie de custo energia a ser acrescentada ao Custo de Inspeção (CI) relativo ao característico avaliado é:  $0,25 \text{ Kwh} \times \text{Cz\$ } 1,00/\text{Kwh}$ , igual a Cz\$ 0,25. Esse procedimento deverá ser repetido para as outras espécies de custo levantadas.

A adoção desse método de apuração de custos para as atividades associadas à Inspeção de Qualidade pode ser justificada pelas seguintes características:

- a) Os fatores de uso, uma vez determinados, permanecem constantes desde que as condições normais de operação permaneçam inalteradas. Isto permite obter os valores dos custos atualizados das atividades a qualquer momento, atendendo, assim, uma necessidade do SCQ.
- b) Uma vez determinados e arquivados os fatores de uso, o método é de fácil utilização, reduzindo, assim, os gastos pertinentes à sua manutenção.

Além das vantagens citadas acima, que justificam a aplicação do método na apuração dos custos para a operacionalização do SCQ, a administração da Inspeção de Qualidade poderá utilizar-se dos custos apurados para fazer o seu planejamento, análise de novos investimentos e até mesmo promover a racionalização de algumas atividades relacionadas com o Controle de Qualidade.

Para objetivar a apuração dos custos associados às atividades do processo de Inspeção de Qualidade, propõe-se uma

metodologia que é constituída de três etapas:

- 1) Acompanhamento do item.
- 2) Determinação do fator de uso.
- 3) Cálculo do custo por atividade.

#### 1) Acompanhamento do Item

Como foi visto, os custos associados ao processo de Inspeção de Qualidade ocorrem nos diversos setores da fábrica. Portanto, verifica-se a necessidade de acompanhar o item com o objetivo de estabelecer o roteiro da seqüência de operações pelas quais ele passa. O roteiro das operações permite levantar, para cada característico especificado no item, as espécies de custo e a frequência com que elas ocorrem, no caso do custo de utilização da peça defeituosa. Feito esse levantamento, a etapa seguinte será a determinação do fator de uso correspondente a cada espécie de custo levantada. No próximo capítulo, esta etapa é mostrada com maiores detalhes.

#### 2) Determinação do Fator de Uso

Os fatores de uso são determinados para cada espécie de custo que possa influenciar os custos associados às atividades do processo de Inspeção de Qualidade nas condições normais de eficiência operacional, tais como ajuste de equipamentos, qualidade da mão-de-obra, qualidade de materiais etc. Essa normalidade significa que os fatores de uso devem ser determinados nas condições mais realísticas possíveis, de forma a atender o objetivo do SCQ. Além disso, esses fatores de uso normais não se modificam, a não ser que se alterem as operações envolvidas com o processo de Inspeção de Qualidade, ou outros componentes básicos importantes. Essa constância dos fatores de uso evita tra-

balhos adicionais, tornando a manutenção do sistema mais simples e econômica.

O acompanhamento do item dentro da empresa propicia o levantamento das espécies de custo; os fatores de uso determinados a partir dessas espécies levantadas podem ser expressos em termos de duas bases: quantidade e tempo. Por exemplo, o número de Kw gasto para avaliar o característico de um item; a quantidade de insumos (água, ar comprimido) e materiais utilizados na inspeção de um característico; o tempo de mão-de-obra gasto para inspecionar um característico etc.

O êxito do sistema de custeio proposto depende da segurança e exatidão na determinação dos fatores de uso (padrões). Recomenda-se, portanto, que esses fatores seja determinados por uma comissão formada por técnicos do departamento de Engenharia Industrial com auxílio de técnicos dos departamentos de Controle de Qualidade, Contabilidade de Custos, além de pessoas alocadas em atividades específicas da Inspeção de Qualidade.

### 3) Cálculo do Custo por Atividade

Esta etapa da metodologia se refere ao cálculo do custo em valores monetários para cada espécie de custo levantada. Os valores das parcelas de custo em unidades monetárias são obtidos multiplicando-se o fator de uso pelo custo unitário de cada espécie de custo. O somatório dos resultados desta multiplicação resulta no custo por atividade.

O fator custo unitário muitas vezes sofre variações fora do controle da empresa. Portanto, os custos associados às atividades num dado momento podem estar defasados e, com isso, tornar irreal os resultados obtidos pelo SCQ. Nesse sentido, recomenda-

se à pessoa responsável pela apuração dos custos ficar atenta às variações do custo unitário das espécies de custo, e proceder as alterações necessárias para que o sistema de custeio mantenha a sua confiabilidade.

A seguir, será mostrado como se processa a apuração dos custos para cada uma das atividades definidas na seção 3.2.

Apurar os custos unitários como, por exemplo, o custo de inspecionar o característico da peça, o custo da utilização da peça com característico defeituoso etc, atende às necessidades do SCQ. Entretanto, a fim de oferecer à gerência do Controle de Qualidade mais informações sobre os custos associados ao processo de Inspeção de Qualidade, apresentar-se-á, também, como se apuram custos totais como, por exemplo, o custo total de inspecionar uma amostra, o custo total de repor um certo número de peças defeituosas etc.

#### A) Apuração do Custo de Inspeção (CI)

Ao custo de inspeção podem estar associadas as seguintes espécies de custo: mão-de-obra, energia, insumos, materiais auxiliares, materiais de segurança, manutenção de aparelhos e dispositivos de testes.

Para as espécies de custo energia, insumos e materiais, os fatores de uso podem ser expressos em termos da quantidade consumida (Kwh/número de peças, Kg/número de peças etc) para avaliar um característico da peça. Para exemplificar, suponha-se que uma das espécies de custo identificada ao avaliar um característico de uma peça seja a energia gasta por um aparelho de teste. O fator de uso para essa espécie pode ser determinado medindo-se a potência

do aparelho em Kw e multiplicando-a pelo tempo de duração da operação em horas, resultando no número de Kwh consumidos.

Já para as espécies de custo mão-de-obra e manutenção de equipamentos e dispositivos de teste, os fatores de uso são expressos pelo tempo por peça necessário para avaliar um determinado característico, assim como o tempo gasto por peça para processar a manutenção. A determinação dos fatores de uso relacionados com o tempo pode ser feita pela utilização de técnicas de tempos e movimentos.

Além dos fatores de uso, devem ser calculados os custos unitários das diferentes espécies de custo, os quais podem ser fornecidos pela Contabilidade de Custos e/ou pelo setor de Compras.

De posse dos fatores de uso e dos custos unitários relativos a cada espécie de custo, basta efetuar-se a multiplicação entre eles para se obter o valor monetário relativo à parcela de custo para cada espécie. Isso, matematicamente, pode ser representado da seguinte forma:

$$P_i = f_i \times C_i \quad (3.4)$$

onde:

$P_i$  = parcela de custo relativa à espécie de custo  $i$

$f_i$  = fator de uso relativo à espécie de custo  $i$

$C_i$  = custo unitário relativo à espécie de custo  $i$

O somatório destas parcelas de custo,  $P_i$ , resulta no Custo de Inspeção para cada característico. Esse somatório é dado pela seguinte expressão:

$$CI_j = \sum_{i=1}^m P_{ij} \quad (3.5)$$

onde:

$CI_j$  = custo total da atividade de inspeção para cada característico  $j$ .

$m$  = número de parcelas de custo relativas às espécies de custo.

O custo decorrente da inspeção global da peça,  $CP$ , é dado pela seguinte expressão:

$$CP = \sum_{j=1}^r CI_j \quad (3.6)$$

onde:

$r$  = número de característicos a serem analisados na peça.

Finalmente, o custo total,  $CTA$ , para inspecionar uma amostra de tamanho,  $n$ , é dado pela seguinte expressão:

$$CTA = n \times CP \quad (3.7)$$

onde:

$n$  = número de peças da amostra

$CP$  = custo global ao inspecionar uma peça.

#### B) Apuração do Custo de Aceitação (CA)

Foi visto na seção 3.3 deste capítulo que o custo de aceitação (CA) se compõe do custo de utilização (CL), do custo de reparação (CQ) e do custo de reposição (CR). De acordo com a equação 3.1, CA é calculado da seguinte forma:

$$CA = CL + CQ + CR$$

Como se nota, apurando-se os custos de utilização, de reparação e de reposição, o custo de aceitação ficará automaticamente apurado.

B1) Apuração do Custo de Utilização (CL)

O custo de utilização da peça defeituosa, pela sua própria característica e para facilitar o seu cálculo, foi dividido em três componentes, que são: CUSTO1, CUSTO2 e CUSTO3, cada qual composto de espécies de custo específicas.

Estas espécies de custo podem ser levantadas pelo acompanhamento do item desde o almoxarifado até a linha de produção. Deve estar presente que o levantamento das espécies de custo é para cada característico da peça.

Para o CUSTO1 devem ser levantadas as espécies de custo relativas ao estoque e ao transporte da peça com um ou mais característicos defeituosos. Para o CUSTO2 devem ser levantadas as espécies de custo relativas ao processo de acabamento (mão-de-obra, energia, materiais etc), e eventuais quebras de máquinas e/ou equipamentos e ao transporte da peça defeituosa da seção de acabamento até à montagem. Para o CUSTO3 devem ser levantadas como espécies de custo as possíveis danificações em máquinas e/ou equipamentos, o processo de desmontagem, a montagem da peça perfeita na própria seção de consertos ou na seção de montagem, além de eventuais processos de acabamento e testes de inspeção.

Ainda para o custo de utilização, deve determinar-se a frequência de ocorrência dos eventos indesejáveis, tais como quebra de máquinas, quebra de ferramentas e quebra de equipamentos, que podem ocorrer quando uma peça com característico defeituoso



é utilizada na produção. Essa frequência pode ser determinada com base em dados históricos coletados durante um período que pode ser de 6 meses ou de 1 ano.

O próximo passo nesta apuração é a determinação dos fatores de uso para as espécies de custo levantadas. Estes devem ser representados por alguma unidade de consumo unitário em termos de quantidade e de tempo. Por exemplo, horas-homem/número de peças, Kwh/número de peças; litros de combustível/número de peças transportadas etc.

O valor monetário esperado para cada espécie de custo levantada será obtido pela multiplicação de três variáveis: fator de uso, custo unitário das espécies de custo e frequência de ocorrência de eventos indesejáveis. Matematicamente, isso pode ser representado da seguinte forma:

$$E(P_i) = f_i \times p_i \times C_i \quad (3.8)$$

onde:

$E(P_i)$  = parcela do custo unitário esperado relativo à espécie de custo  $i$

$f_i$  = fator de uso relativo à espécie de custo  $i$

$C_i$  = custo unitário relativo à espécie de custo  $i$

$p_i$  = frequência do evento relativo à espécie de custo  $i$

O somatório das parcelas do custo esperado relativo à cada espécie de custo,  $E(P_i)$ , resulta no valor esperado do custo de utilização para um determinado característico. Esse somatório pode ser representado pela seguinte expressão:

$$E(CL)_j = \sum_{i=1}^m E(P_{ij}) \quad (3.9)$$

onde:

$E(CL)_j$  = custo esperado quando uma peça com um determinado característico  $j$  defeituoso é utilizada na produção.

$m$  = número de parcelas do custo esperado,  $E(P_i)$ .

O cálculo do custo global esperado para a peça  $E(CLG)$ , engloba a soma das parcelas de custo relativas às espécies de custo levantadas para os  $r$  característicos. Aqui, espécies de custo iguais são aquelas provenientes da mesma operação. Em outras palavras, considera-se as parcelas de custo relativas às espécies de custo iguais, somente uma vez no cálculo de  $E(CLG)$ . Este cálculo é dado pela seguinte expressão:

$$E(CLG) = \sum_{j=1}^r E(CL)_j \quad (3.10)$$

onde:

$E(CL)_j$  = custo esperado quando uma peça com um determinado característico  $j$  defeituoso é utilizada na produção.

$r$  = número de característicos da peça utilizada.

O cálculo do custo total esperado,  $E(CLT)$ , para uma amostra de tamanho  $n$ , é dado pela seguinte expressão:

$$E(CLT) = n \times E(CLG) \quad (3.11)$$

onde:

$n$  = tamanho da amostra

$E(CLG)$  = custo de utilização esperado global da peça defeituosa.

## B2) Apuração do Custo de Reparação (CQ)

O processo de apuração do custo de reparação inicia-se com o levantamento das espécies de custo, entre as quais pode-se citar a mão-de-obra e a energia. O próximo passo é a determinação dos fatores de uso para as espécies de custo levantadas.

Os fatores de uso apropriados poderão ser definidos em termos de homens-hora/número de peças, Kwh/número de peças etc.

O valor monetário da parcela de custo para cada espécie de custo é obtido multiplicando-se o fator de uso pelo custo unitário da espécie de custo. Isso matematicamente pode ser representado da seguinte forma:

$$P_i = f_i \times C_i \quad (3.12)$$

onde:

$P_i$  = parcela de custo referente à espécie de custo  $i$

$f_i$  = fator de uso referente à espécie de custo  $i$

$C_i$  = custo unitário referente à espécie de custo  $i$

O somatório destas parcelas de custo,  $P_i$ , resulta no custo de reparação, CQ. Esse custo pode ser representado pela seguinte expressão:

$$CQ_j = \sum_{i=1}^m P_{ij} \quad (3.13)$$

onde:

$m$  = número de parcelas de custo,  $P_i$

$CQ_j$  = custo de reparação em relação ao característico  $j$ .

O cálculo do custo total de reparação, CQT, para uma quantidade,  $n$ , de peças é dado pela seguinte expressão:

$$CQT = n \times CQ \quad (3.14)$$

onde:

$n$  = quantidade de peças transportadas para a reparação

$CQ$  = custo de reparação global da peça.

### B3) Apuração do Custo de Reposição (CR)

O processo de apuração deste custo se inicia com o levantamento das espécies de custo envolvidas, assim como da frequência com que o número de peças defeituosas encontradas na linha de produção é maior do que a quantidade máxima de defeituosas contratadas entre o fornecedor e o consumidor. As espécies de custo envolvidas podem ser as seguintes: comunicação com o fornecedor (telex, telefone), remessa da peça defeituosa, recepção e aceitação (inspeção) da peça reposta.

Os fatores de uso apropriados poderão ser definidos em termos de ligações telefônicas/número de peças; número de mensagens por telex/número de peças; horas-homem/número de peças; litros de combustível utilizados no manuseio/número de peças etc.

O valor monetário das parcelas de custo correspondente à cada espécie de custo pode ser obtido multiplicando-se o fator de uso pelo custo unitário da espécie de custo. Isso matematicamente pode ser representado da seguinte forma:

$$P_i = f_i \times C_i \quad (3.15)$$

onde:

$P_i$  = parcela de custo relativa à espécie de custo  $i$

$f_i$  = fator de uso relativo à espécie de custo  $i$

$C_i$  = custo unitário relativo à espécie de custo  $i$

O somatório dessas parcelas de custo,  $P_i$ , adicionado ao custo para inspecionar um característico e multiplicado pela frequência com que se realiza a reposição, resulta no custo de reposição, relativo a um determinado característico  $j$ . Isso é representado matematicamente pela seguinte expressão:

$$CR_j = \left( \sum_{i=1}^m P_{ij} \right) + CI_j \cdot p \quad (3.16)$$

onde:

$CR_j$  = custo da atividade de reposição relativo a um determinado característico  $j$ .

$m$  = número de parcelas de custo,  $P_i$

$CI_j$  = custo de inspecionar o característico  $j$ .

$p$  = frequência pela qual é efetuada a reposição de peças defeituosas.

O custo de reposição global da peça,  $CRG$ , é dado pela seguinte expressão:

$$CRG = \sum_{j=1}^r CR_j \quad (3.17)$$

onde:

$r$  = número de característicos da peça repostada.

Finalmente, o custo total, CRT, para repor uma certa quantidade  $n$ , de peças é dado pela seguinte expressão:

$$\text{CRT} = n \times \text{CRG} \quad (3.18)$$

onde:

$n$  = número de peças repostas

CRG= custo global para repor uma peça.

### C) Apuração do Custo de Rejeição (CJ)

Foi apresentado na seção 3.3 deste capítulo que o custo de rejeição, CJ, é composto do custo de retificação, CZ, e do custo de devolução, CZ. De acordo com a equação 3.3, CJ é calculado da seguinte forma:

$$\text{CJ} = \text{CT} + \text{CZ}$$

Uma vez apurados CT e CZ, o custo de rejeição, CJ ficará, então, automaticamente apurado.

É importante salientar que o SCQ exige que os custos de devolução e de retificação devam ser apurados para todo o lote, embora nada impeça que eles sejam calculados inicialmente por característica.

### C1) Apuração do Custo de Retificação (CT)

O custo de retificação se compõe das mesmas espécies de custo que o custo de inspeção, CI. Assim, a forma de apuração do custo de retificação é semelhante àquela já apresentada para o custo de inspeção, ou seja, determinam-se os fatores de uso para as espécies de custo mão-de-obra, energia, insumos, materiais au-

xiliares, materiais de segurança e manutenção de equipamentos e/ou aparelhos de teste. Em seguida, obtêm-se o valor monetário da parcela de custo relativo à cada espécie multiplicando-se o fator de uso pelo custo unitário da espécie. O somatório dessas parcelas de custo resulta no custo da atividade de retificação para o característico  $j$ ,  $CC_j$ .

O somatório dos CCs apurados para retificar os característicos resulta no custo global para retificar a peça, CCG. Matematicamente, isso pode ser representado da seguinte forma:

$$CCG = \sum_{j=1}^r CC_j \quad (3.19)$$

onde:

$r$  = número de característicos da peça retificada.

Finalmente, o custo total,  $CT$ , para retificar um lote de peças é dado pela seguinte expressão:

$$CT = N \times CCG \quad (3.20)$$

onde:

$N$  = número de peças do lote retificado

$CCG$  = custo global para retificar uma peça.

## C2) Apuração do Custo de Devolução (CZ)

Como já foi dito anteriormente, o processo de apuração do custo de devolução aqui apresentado é para todo o lote.

As espécies de custo levantadas para o custo de devolução podem ser as seguintes: comunicação com o fornecedor (telex, telefone), remessa do lote (manuseio), aquisição e aceitação do novo lote reposto.

Os fatores de uso apropriados podem ser definidos em termos do número de mensagens por telex/número de peças do lote; horas-homem/número de peças do lote etc.

O valor monetário das parcelas de custo relativas a cada espécie de custo é obtido multiplicando-se o fator de uso pelo custo unitário da espécie de custo. Isso matematicamente pode ser representado da seguinte forma:

$$P_i = f_i \times C_i \quad (3.21)$$

onde:

$P_i$  = parcela de custo relativa à espécie de custo  $i$

$f_i$  = fator de uso relativo à espécie de custo  $i$

$C_i$  = custo unitário relativo à espécie de custo  $i$

O somatório dessas parcelas de custo mais o custo para inspecionar uma amostra do lote substituto resulta no custo total de devolução do lote. Isso pode ser representado pela seguinte expressão:

$$CZ = \sum_{i=1}^m P_i + n \cdot CP \quad (3.22)$$

onde:

$CZ$  = custo total de devolução do lote

$CP$  = custo de inspecionar uma peça

$n$  = número de peças da amostra inspecionada

$m$  = número de parcelas de custo,  $P_i$

Não se pretende, aqui, apresentar um modelo de formulário para apuração dos custos, deixando a cargo do usuário a con-



fecção do modelo que mais lhe convir. Será apresentado apenas um modelo geral que pode servir de base para a confecção de outros formulários mais específicos. Esse modelo é apresentado na figura 3.3.

ITEM:		CÓDIGO:		DATA:	
ESPÉCIES DE CUSTO	FATOR DE USO ( $f_i$ )		CUSTO UNITÁRIO (Cz\$)	UNIDADES DE ACUMULAÇÃO	
	VALOR	UNIDADE			

FIG.3.3 - Formulário geral para apuração dos custos.

Para o caso especial do custo de utilização, deve-se acrescentar mais uma coluna relativa à frequência,  $p_i$ .

Para finalizar este capítulo, pode-se dizer que aqui foi apresentado o esboço teórico sobre a natureza dos custos do processo de Inspeção de Qualidade, e a forma de como apurá-los. O próximo capítulo é uma aplicação prática do modelo proposto visando verificar a sua validade e tirar conclusões sobre a sua aplicabilidade prática.

## CAPÍTULO IV

### 4. APLICAÇÃO PRÁTICA DO SISTEMA DE CUSTOS

#### 4.1. Considerações Gerais

O sistema de custo desenvolvido foi aplicado numa grande empresa do setor metal-mecânico situada no Estado de Santa Catarina. Esta empresa, para suprir a sua produção, compra de vários fornecedores os itens de que ela necessita. Os itens, ao darem entrada na empresa, passam por um rigoroso processo de inspeção com o objetivo de manter o alto padrão de qualidade dos produtos finais.

O controle de qualidade dos itens que entram na empresa é de responsabilidade da Divisão de Inspeção de Recebimento, a qual é dividida em seções, em função das características dos materiais. A seção escolhida para efetuar a aplicação do trabalho foi a "Seção de Fundidos". Todos os itens que dão entrada nesta seção sofrem uma inspeção por amostragem simples, inspeção normal, Nível II, do MIL-STD-105D, padronizado pela ABNT (NBR 5426/27). O NQA (nível de qualidade aceitável) é definido de comum acordo com o fornecedor.

Nas peças inspecionadas é feito controle dimensional (conforme desenhos e especificações), controle visual e controle estrutural (segundo a composição metalográfica da peça).

Neste trabalho, a aplicação prática do sistema de custo desenvolvido é feita com dados reais coletados nesta empresa. Esse processo de aplicação passa pelas três etapas que foram propostas no Capítulo III, quais sejam:

- acompanhamento do item;
- determinação do fator de uso; e
- cálculo do custo por atividade.

Para a aplicação, foi escolhido um bloco de ferro fundido, que é comprado de vários fornecedores. A função deste componente é dar sustentação e apoio a outros componentes que formam com ele o corpo do produto final (ver anexo 1).

#### 4.2. Acompanhamento do Item

O acompanhamento do item tem por objetivo identificar as operações pelas quais o item passa e através destas discriminar, para o referido item, as espécies de custos envolvidas no processo de Inspeção de Qualidade no recebimento de materiais.

A Figura 4.1 mostra o fluxo de processos pelos quais o item passa, desde sua entrada na fábrica até sua montagem final, assim como os pontos onde as peças defeituosas referentes ao item podem ser detectadas.

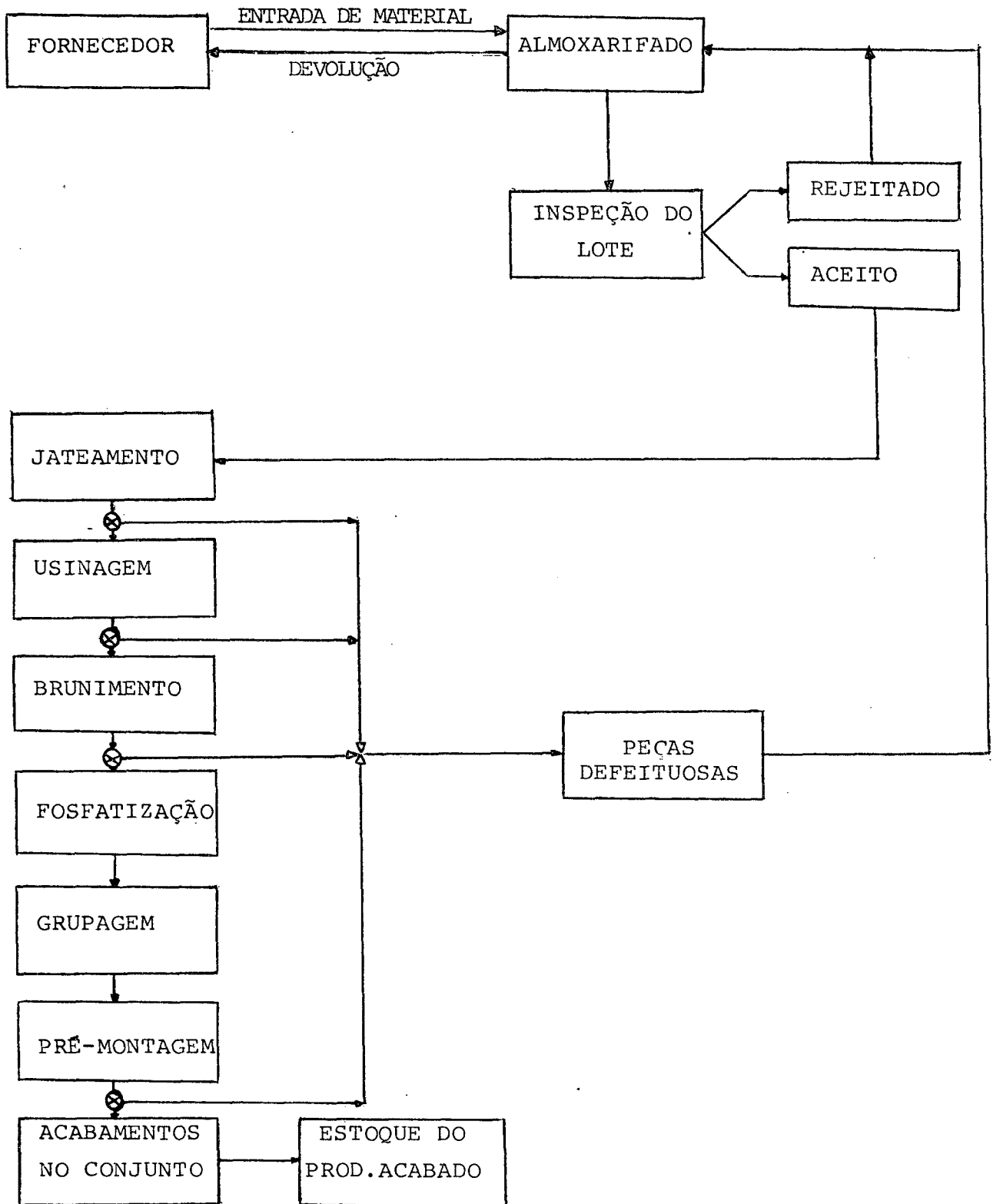


FIG.4.1 - Fluxo dos Processos pelos quais o item passa.

Para simplificar, o símbolo ⊗ que aparece no fluxo, significa pontos de controle onde as peças com características defeituosas podem ser detectadas.

A seguir, serão descritas as atividades do processo de Inspeção de Qualidade observadas "in loco" para o item escolhido.

#### 4.2.1 - Inspeção

##### 4.2.1.1. Considerações Gerais

Tão logo o lote de peças chega ao almoxarifado, o material é conferido em termos de quantidade, e os responsáveis pela inspeção de recebimento são comunicados para proceder a inspeção do lote.

A inspeção do material é regulamentada por um documento chamado "Instrução de Controle" estabelecido no contrato de fornecimento entre a empresa e o fornecedor. Na Instrução de Controle constam os NQAs, os característicos do item com suas respectivas especificações, assim como os dispositivos ou formas de verificação dos mesmos. Com o NQA e o tamanho do lote, o inspetor determina o número de peças que deverão ser inspecionadas (amostra). Cada peça, antes de passar pelos testes de inspeção, sofre uma operação de esmerilhamento nas regiões do ressalto e do cilindro com objetivo de facilitar os testes a que será submetida. O tempo gasto nesta operação é de 45 min. para 100 peças. O aparelho utilizado é o esmeril, cuja potência é de 1,0 KW.

O item escolhido para acompanhamento (bloco) apresenta na Instrução de Controle cerca de vinte característicos (ver anexo 1) a serem analisados. Devido à limitação de tempo, não foi possível realizar o levantamento das espécies de custo para to-

dos os característicos. Portanto, considerou-se apenas seis característicos, sendo eles: dureza, posição dos ressaltos x câmara x mancal, espessura da parede, porosidade, trincas e análise metalográfica.

O critério dessa escolha baseou-se na seleção dos característicos mais críticos. Em outras palavras, foram escolhidos aqueles característicos que, quando fora das especificações, causam prejuízos relevantes à empresa em relação àqueles preteridos. Por exemplo, o característico dureza fora das especificações pode causar quebras de máquinas, ferramentas, além de outros danos; isso não ocorre com o característico "rebarbas".

#### 4.2.1.2 - Testes na Inspeção da Peça

a) Teste de Dureza - este teste visa verificar se a resistência e a estrutura do material estão dentro dos padrões especificados. Após a operação de lixamento, é aplicada uma pressão sobre a peça na região do ressalto e do cilindro (ver figura 4.2) com o intuito de verificar se a resistência à compressão apresenta-se dentro dos limites especificados (de 160 a 260  $\text{kgf/mm}^2$ ). O dispositivo utilizado na operação é o Durômetro.

Na realização deste teste há consumo de energia, material de proteção (luvas) e mão-de-obra. Deve-se levar em consideração, também, a mão-de-obra, energia e manutenção gastas na operação de esmerilhamento.

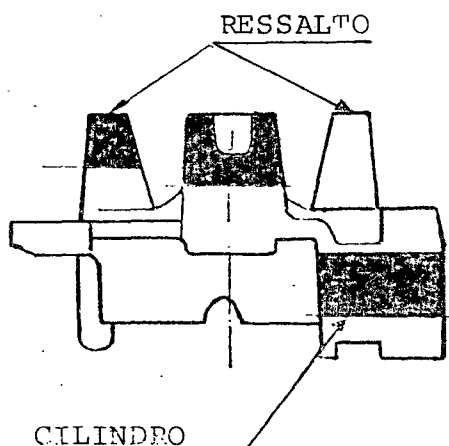


FIG. 4.2 - Áreas do bloco analisadas.

b) Teste da Posição dos Ressaltos x Câmara x Mancal - é um teste dimensional que avalia a posição relativa destas três partes do bloco. A não conformidade provoca desvios (deslocamentos) no momento em que se usina a peça. Na realização do teste há apenas consumo de mão-de-obra.

c) Teste de Espessura da Parede - é um teste dimensional que visa verificar se a medida especificada da parede do bloco ( $12,0 \pm 0,8 \text{ mm}$ ), exigida pela produção, está dentro do especificado. Caso este característico esteja fora do especificado, a peça não conseguirá ser usinada.

Há apenas consumo de mão-de-obra na realização deste teste, e o dispositivo utilizado é do tipo passa-não-passa.

d) Teste de Porosidade - este teste verifica se existem poros na estrutura da peça. A presença de poros provoca vazamentos e desgaste rápido da peça. O seu controle é apenas visual e há apenas consumo de mão-de-obra na realização do teste.

e) Controle de Trincas - trincas são deteriorizações na superfície do material. A presença destas na peça impossibilita a sua utilização no produto final.

Esse controle é visual e, para realizá-lo, há apenas consumo de mão-de-obra.

f) Teste Metalográfico - é um teste que visa detectar o teor de cementita e ferrita no ressalto e no cilindro do bloco. A cementita na peça é indesejável, pois a sua presença no ressalto o torna excessivamente duro, provocando danos no processo de usinagem. O teor de ferrita na peça não deve exceder a 30%, pois uma percentagem maior torna o cilindro maleável, gerando problemas na usinagem da peça.

Esse teste é destrutivo e passa pelas seguintes etapas mostradas na seqüência do fluxo (figura 4.3).

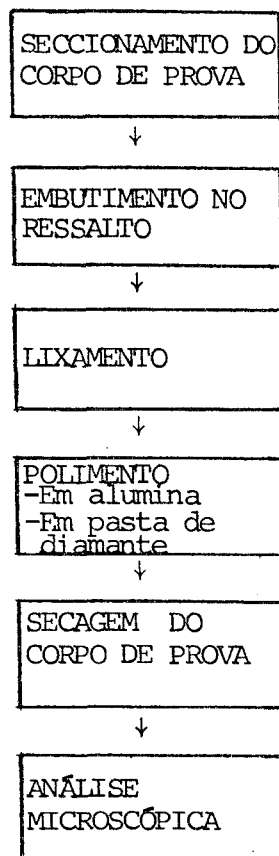


FIG.4.3 - Fluxo das Operações do Teste Metalográfico



A seguir, será feita uma descrição sucinta destas operações com o objetivo de destacar os recursos necessários para realizá-las

1º) Seccionamento do Corpo de Prova - é uma operação de corte que visa obter o corpo de prova para análise. Deve haver uma boa refrigeração durante a operação, a fim de não alterar a estrutura do corpo de prova devido ao aquecimento. O dispositivo de corte utilizado é o CUT-OFF.

Na realização desta operação, há consumo de mão-de-obra, energia, água, óleo solúvel e disco de corte.

2º) Embutimento - é uma operação de polimerização da resina fenólica (baquelite) sobre o corpo de prova, a fim de facilitar as operações posteriores. O dispositivo é o TERMOPRESS.

Na realização da operação, há consumo de mão-de-obra, energia e resina fenólica

3º) Lixamento do Corpo de Prova - esta operação é efetuada utilizando cinco lixadeiras rotativas. Três delas utilizam lixas d'água com granulometria 120, 220 e 320 mesh, respectivamente; as outras duas utilizam lixas auto-adesivas com granulometria de 400 e 600 mesh, respectivamente.

Na realização da operação, há consumo de mão-de-obra, energia, água para refrigeração e lixas.

4º) Polimento - é efetuado após a operação de lixamento, com o objetivo de retirar resíduos e/ou riscos existentes sobre a superfície do corpo de prova. O polimento é feito em duas etapas: primeiro um polimento em alumina, e depois polimento em pasta de

diamante. O dispositivo utilizado é a POLETRIZ.

No polimento em alumina, há consumo de mão-de-obra, energia, pano de feltro e alumina. Já no polimento em pasta de diamante, há consumo de mão-de-obra, energia, álcool e pasta de diamante.

59) Secagem do Corpo de Prova - esta operação tem o objetivo de eliminar a umidade do corpo de prova, o que é exigido pela operação de análise microscópica. O dispositivo utilizado é um secador.

Na realização da operação, há consumo de mão-de-obra, energia e álcool.

60) Análise Metalográfica ou Microscópica - objetiva detectar a presença e o teor de componentes metalográficos na estrutura do corpo de prova. O dispositivo utilizado é o microscópio.

Na realização da operação, há consumo de mão-de-obra e energia.

#### 4.2.2 - Aceitação

##### 4.2.2.1 - Considerações Gerais

Ocorrendo a aceitação do lote, esta pode dar origem à utilização e a reposição de peças defeituosas. A empresa não faz a reparação de peças com defeitos advindos do fornecedor.

Após a aceitação do lote, as peças permanecem no almoxarifado até que seja emitida uma ordem para a utilização delas pela produção. Transportada do almoxarifado até a produção, a peça (bloco bruto) passa por um processo de acabamento para que a mesma possa ser utilizada na montagem do produto final.

O acabamento inicia-se com o processo de jateamento, onde a peça recebe uma limpeza geral na sua superfície externa. Após o jateamento, a peça é encaminhada ao processo de usinagem. Antes de ser colocada na máquina de usinagem, o operador pode detectar defeitos na mesma, tais como trincas e espessura da parede fora do especificado. A peça com espessura da parede fora do especificado é rejeitada pela própria máquina.

Durante o processo de usinagem, a peça sofre uma série de operações, tais como corte e rosqueamento nos ressalto, furos no cilindro e mancal. Nessa etapa do processo, os característicos dureza e posição dos ressalto x câmara x mancal com as medidas dentro das especificações estabelecidas no contrato de fornecimento, são fundamentais para que a peça usinada saia perfeita. Se a dureza do ressalto for excessiva, pode ocorrer quebra de ferramentas e atrasos na produção; já uma dureza abaixo do especificado torna os furos efetuados no cilindro e mancal com diâmetros maiores que os especificados, levando, assim, à rejeição da peça após a usinagem.

Quanto ao característico posição dos ressalto x câmara x mancal, se ele estiver fora das medidas especificadas no contrato de fornecimento, os furos executados na peça saem fora do centro. Isso torna a peça imprópria para ser utilizada na montagem do produto final e, portanto, será rejeitada.

Terminada a usinagem, a peça passa imediatamente pelo processo de brunimento, que é o acabamento da peça usinada. Nesse processo, a peça com percentagem de ferrita na mancal e no cilindro acima de 30% (peça mole) gera furos que não atendem às especificações, estabelecidas pela montagem, e a peça será rejeitada.

É importante ressaltar que, com excessão da porosidade, que os característicos que estão fora do especificado são detectados antes da usinagem ou apòs o brunimento. A peça com porosidade pode ser detectada apòs a mesma ser montada no conjunto através de testes de vazamento. Assim que seja detectado o defeito, o conjunto será encaminhado a uma seção de consertos e desmontado. Apòs a retirada da peça defeituosa, o conjunto retorna novamente à linha de montagem para que seja efetuada a montagem de uma nova peça perfeita.

De acordo com o fluxo apresentado (figura 4.1), existem mais duas operações entre o brunimento e a prê-montagem. Uma é a fosfatização, que é um tratamento aplicado sobre o bloco para evitar que o mesmo se oxide com o tempo; a outra é a grupagem, que visa identificar e reunir modelos de blocos iguais. Nestas operações não ocorre a rejeição de peças com característicos defeituosos, por isso suas descrições foram mais suscintas.

#### 4.2.2.2 - Devolução de Peças Defeituosas

As peças defeituosas rejeitadas na linha de produção apòs os processos de JATEAMENTO, USINAGEM, BRUNIMENTO E MONTAGEM são enviadas diariamente ao Almoxarifado. Este as debita à conta estoque (bloqueado) até o encerramento da quinzena. É emitido um mapa e encaminhado ao Controle de Qualidade (C.Q); se a quantidade de peças estiver abaixo do percentual de devolução (existe na empresa, um percentual de 2% de peças defeituosas em relação ao total de peças recebido no fim da quinzena, abaixo do qual não compensa devolvê-las ao fornecedor) sob responsabilidade da empresa, estas são encaminhadas para sucata interna com conta contábil de sucata creditada em estoque. Estando o número de peças defeituosas acima do percentual referi

do acima, as peças são encaminhadas imediatamente ao fornecedor. Nesse encaminhamento, Compras comunica-se com o fornecedor e Almojarifado Geral faz a remessa do material.

A reposição destas peças podem ser efetuada de duas maneiras: EM NUMERÁRIO ou EM MERCADORIA.

- EM NUMERÁRIO: o fornecedor desconta o material em duplicata;
- EM MERCADORIA: o fornecedor repõe em material. Neste caso, é necessário reabrir o pedido.

#### 4.2.3 - Rejeição

Quando ocorre a rejeição do lote, o próximo passo será devolvê-lo ao fornecedor.

O processo de devolução do lote inicia com o relatório de inspeção (RI) emitido pelo Controle de Qualidade (CQ) à seção de compras, entrando esta em contato com o fornecedor. Uma ordem é enviada ao Almojarifado Geral para que este emita o aviso de devolução (AD) com preço especificado na nota fiscal (NF) de origem. A nota fiscal com base no AD debita ao fornecedor e credita em estoque. Fica a cargo do Almojarifado Geral a preparação e despacho do material. Uma transportadora devidamente credenciada fará o transporte até o fornecedor. Está incluído também neste processo a abertura de pedido para aquisição do lote substituto.

Na figura 4.4 é mostrado um fluxo que ilustra bem este processo.

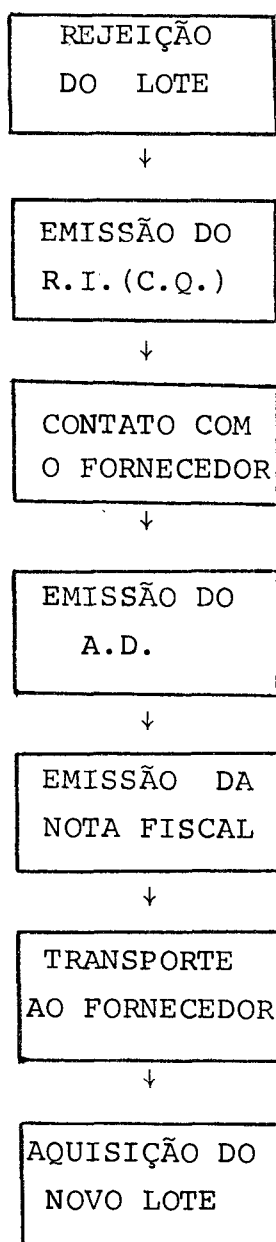


FIG. 4.4 - Fluxo do Processo de Devolução do Lote

A devolução do lote ao fornecedor deve ser rápida, visando a reposição do mesmo para suprir a produção, de maneira a evitar a falta de material em estoque.

#### 4.2.4 - Espécies de Custo Levantadas

O acompanhamento do item desde a sua entrada na empresa até a linha de produção, bem como sua eventual devolução ao fornecedor, foi imprescindível para o levantamento das espécies de custo associadas às atividades do processo de Inspeção de Qualidade no recebimento de materiais. Esse levantamento se deu pela análise de todas as operações envolvidas a cada característica do referido item. Além do levantamento das espécies de custo, foi levantada também a frequência de eventos que originam custos, tais como quebra de ferramentas e paradas na produção, sucateamento e reposição de defeituosas.

Esse levantamento contou com a colaboração do pessoal que atua diretamente nos setores envolvidos, ou seja, Inspeção de Recebimento, Produção, Compras e Almoxarifado.

A seguir será mostrada, para cada característico, uma listagem das espécies de custo levantadas para o item (bloco) em estudo.

##### a) Característico: Dureza

##### a.1 - Custo de Inspeção (CI)

#### Espécies de Custo

Mão-de-obra (salários + encargos sociais)

Energia

Materiais de Segurança

- Luvas

Manutenção

- Mão-de-obra (salários + encargos sociais)
- Pedra de Esmeril

a.2 - Custos de Utilização (CL)

Espécies de Custo

Estoque da Peça Defeituosa

- Manuseio (Mão-de-obra, Combustível, Luvas)

Transporte da Peça Defeituosa à Produção

- Mão-de-Obra (salários + encargos sociais)
- Combustível

Custo do Processo de Jateamento

Custo do Processo de Usinagem

Eventuais quebras de Ferramentas (2 vezes por 1 milhão de peças)

- Brocas
- Rebaixadores
- Troca de Ferramentas (mão-de-obra)
- Parada na Produção

Custo do Processo de Brunimento

Eventual Sucateamento.

b. Característico: Posição dos Ressaltos x Câmara x Mancal

b.1 - Custo de Inspeção (CI)

Espécies de Custo

Mão-de-obra (salários + encargos sociais).



b.2- Custo de Utilização(CL)

Espécies de Custo

Estoque da Peça Defeituosa

- Manuseio (Mão-de-obra, Combustível, Luvas)

Transporte da Peça Defeituosa à Produção

- Mão-de-obra (salários + encargos sociais)

- Combustível

Custo do processo de Jateamento

Custo do Processo de Usinagem

Custo do Processo de Brunimento

Eventual Sucateamento

C - Característico: Espessura da Parede

C.1 - Custo de Inspeção(CI)

Espécies de Custo

Mão-de-Obra (salários + encargos sociais)

C.2- Custo de Utilização(CL)

Espécies de Custo

Estoque da Peça Defeituosa

- Manuseio (Mão-de-Obra, Combustível, Luvas)

Transporte da Peça Defeituosa à Produção

- Mão-de-Obra (salários + encargos sociais)

- Combustível

Custo do Processo de Jateamento

Eventual Sucateamento

d- Característico: trincas

d.1 - Custo de Inspeção (CI)

Espécies de Custo

Mão-de-obra (salários + encargos sociais)

d.2 - Custo de Utilização (CL)

Espécies de Custo

Estoque da Peça Defeituosa

- Manuseio (Mão-de-obra, Combustível, Luvas)

Transporte da Peça Defeituosa à Produção

- Mão-de-obra (salários + encargos sociais)

- Combustível

Custo do Processo de Jateamento

Custo do Processo de Usinagem

Custo do Processo de Brunimento

Eventual Sucateamento

e - Característico: Porosidade

e.1 - Custo de Inspeção (CI)

Espécies de Custo

Mão-de-obra (salários + encargos sociais)

e.2 - Custo de Utilização (CL)

Espécies de Custo

Estoque da Peça Defeituosa

- Manuseio (Mão-de-obra, Combustível, Luvas)

Transporte da Peça Defeituosa à Produção

- Mão-de-Obra (salários + encargos sociais)

- Combustível

Custo do Processo de Jateamento

Custo do Processo de Usinagem

Custo do Processo de Brunimento

Custo do Processo de Fosfatização

Custo do Processo de Grupagem

Custo do Processo de Montagem

Eventual Sucateamento

f. Característico: Análise Metalográfica

f.1 - Custo de Inspeção(CI)

Espécies de Custo

Mão-de-obra (salários + encargos sociais)

Energia

Insumos

- Água

Materiais Auxiliares

- Óleo Solúvel

- Resina Fenólica

- Lixas d'água

- Pano de Feltro

- Pasta de diamante

- Alumina

- Álcool

Manutenção

- Mão-de-Obra (salários + encargos sociais)

- Disco de Corte

Custo Unitário da Peça Defeituosa

## f.2 - Custo de Utilização (CL)

### Espécies de Custo

Estoque da Peça Defeituosa

- Manuseio (Mão-de-Obra, Combustível, Luvas).

Transporte da Peça Defeituosa à Produção

- Mão-de-obra (salários + encargos sociais)

- Combustível

Custo do Processo de Jateamento

Eventuais Quebras de Ferramentas (2 vezes por 1 milhão de peças)

- Brocas
- Rebaixadores
- Mão-de-obra (troca de ferramentas)
- Parada na Produção

Custo do Processo de Usinagem

Custo do Processo de Brunimento

Eventual Sucateamento

## g. Custo de Reposição (CR)

### Espécies de Custo

Manuseio na Remessa da Peça

- Mão-de-obra
- Combustível
- Luvas

Recebimento e Aceitação da Peça Reposta

- Manuseio (Mão-de-obra, Combustível, Luvas)
- Custo de Inspeção dos característicos da peça reposta.

## h - Custo de Devolução do Lote (CZ)

### Espécies de Custo

Manuseio na Remessa do Lote

- Mão-de obra (salários + encargos sociais)
- Combustível
- Luvas

RECEBIMENTO DO LOTE REPOSTO

- Mão-de-obra (salários + encargos sociais)
- Combustível
- Luvas
- Inspeção do lote repostado

A empresa não adota a recuperação de peças com defeitos advindos do fornecedor. Portanto, o custo associado a esta atividade não será apurado nesta aplicação.

### 4.3 - Determinação dos Fatores de Uso

Feito o levantamento das espécies de custo relacionadas ao custo de inspeção, de utilização e de reposição, passa-se à determinação do fator de uso para cada espécie de custo.

Como já foi dito, os fatores de uso são valores padrões, físicos ou técnicos, determinados de acordo com as condições normais de operação, e permanecem constantes desde que as condições de operação, tais como métodos, materiais, equipamentos, etc, não se alterem.

Esses fatores são expressos por um valor  $x$  (expresso em termos de quantidade e tempo) consumidos por um determinado número de peças, que permanece constante para um lote de tamanho  $N$ .

O número de peças é escolhido levando-se em consideração as características das operações e, também, a facilidade de operar os dados.

Para facilitar a compreensão, será descrito o procedimento de como se determinaram os fatores de uso para algumas espécies de custo.

- Mão-de-Obra: O fator de uso é dado pelo tempo utilizado na operação, na qual está envolvido um característico, por um certo número de peças; a forma de expressá-lo pode ser em s, min, h/número de peças. Por exemplo, na inspeção do característico porosidade são gastos 11 min para 30 peças analisadas; assim, o fator de uso ( $f_i$ ) = 11 min/30 peças. Esse tempo é determinado pelos técnicos do departamento de Tempos e Métodos, utilizando-se das técnicas específicas para esse fim.

- Energia: O fator de uso é dado pelo consumo de energia gasta na operação, na qual está envolvido um característico, por um certo número de peças. A forma de expressá-lo é em Kwh/número de peças. Esse consumo de energia é determinado medindo-se a potência do equipamento ou dispositivo, e multiplicando-se pelo tempo (h) de funcionamento do aparelho. Por exemplo, para avaliar o característico dureza é utilizado o aparelho Durômetro, cuja potência medida é de 0,40 Kw; o tempo gasto na avaliação para 100 peças é de 1 hora. Portanto, o fator de uso ( $f_i$ ) = 0,40 Kwh/100 peças.

- Materiais (tais como água, combustível, alumina, óleo solúvel): os seus fatores de uso são dados pelo consumo na operação, na qual está envolvido um característico, por um certo número de peças.

A forma de expressá-los pode ser em: litros, kilogramas por número de peças (l,Kg/número de peças).

- Outros Materiais (tais como pano de feltro, lixas, disco de corte): os seus fatores de uso são determinados pelo consumo unitário por um certo número de peças (p.ex. 1 pano de feltro/ 100 peças).

Os fatores de uso podem ser determinados facilmente com apoio das divisões de Tempos e Métodos e de Engenharia.

#### 4.4 - Cálculo do Custo por Atividade

Os dados obtidos na aplicação prática deste trabalho, relativos aos fatores de uso,  $f_i$ , aos custos unitários atualizados,  $C_i$ , e às frequências,  $p_i$ , de espécies de custo eventuais, são organizados nos Quadros 4.1, 4.2 e 4.3. Essa organização facilita a visualização do cálculo do custo para cada uma das atividades associada ao processo de Inspeção de Qualidade.

O Quadro 4.1 se refere à organização dos dados por característico, no qual:

- o cabeçalho identifica o item e o característico;
- as colunas apresentam as atividades, as espécies de custo, os fatores de uso, os custos unitários e os custos associados às atividades de inspeção e utilização (aceitação).

O Quadro 4.2 se refere à organização dados para cálculo do custo de reposição, CR. Esses dados são relativos aos fatores de uso, aos custos unitários, aos custos de inspeção do característico para a peça reposta e à frequência com que a quantidade de peças defeituosas atinge o número suficiente para que seja

efetivada a reposição. Para facilitar, esse quadro mostra o cálculo do custo de reposição em duas etapas:

- a primeira, apresenta o cálculo das parcelas de custo para cada espécie de custo relacionada com a remessa da peça defeituosa ao fornecedor, bem como com as relacionadas com a recepção da peça substituta. O somatório dessas parcelas resulta no valor representado por  $CR'$ ; e
- a segunda etapa, mostra a soma de  $CR'$  ao custo de inspeção,  $CI$ , relativo a cada característico, cujo resultado multiplicado pela frequência,  $p$ , de ocorrência da reposição, resulta no custo de reposição,  $CR$ , para cada característico.

O Quadro 4.3 se refere à organização dos dados para o cálculo do custo de devolução,  $CZ$ , do lote, no qual:

- O cabeçalho identifica o item e a atividade de devolução;
- As colunas apresentam as espécies de custo, os fatores de uso, os custos unitários e o custo de devolução.



QUADRO 4.1 - Apuração dos Custos de Inspeção e de Utilização

ITEM: BLOCO BRUTO		CÓDIGO: 1.325.185		DATA: JULHO DE 1985.			
CARACTERÍSTICO: DUREZA							
ATIV	ESPÉCIES DE CUSTO	FATOR DE USO (f1)		Ci (Cr\$)	pi	CI	CL
		VALOR	UNIDADE				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(3)x(5)	(3)x(5)x(6)
I N S P E C Ç Ã O	1 - MÃO-DE-OBRA (h)	1,75/100	h/pç	12.146		212	
	2 - ENERGIA (Kwh)	2,45/100	Kwh/pç	650		13	
	3 - MATERIAL DE SEGURANÇA						
	3.1 - Luvas (par)	1/1500	par/pç	20.933		14	
	4 - MANUTENÇÃO						
	4.1 - Mão-de-Obra (h)	0,1/100	h/pç	12.146		12	
	4.2 - Pedra de Esmeril (Unid.)	1/1000	Un./pç	756		0,76	
U T I L I Z A Ç Ã O	5 - ESTOQUE DA PEÇA DEFEITUOSA						
	5.1 - Manuseio						
	5.1.1 - Mão-de-Obra (h)	$1 \times 10^{-4}$	h/pç	9.535	1		0,95
	5.1.2 - Combustível (l)	$4,3 \times 10^{-5}$	l/pç	1.510	1		0,05
	5.1.3 - Luvas (par)	1/60000	par/pç	20.933	1		0,35
	6 - TRANSP. DA PEÇA DEFEIT. P/ PRODUÇÃO						
	6.1 - Mão-de-Obra (h)	$2,8 \times 10^{-5}$	h/pç	9.310	1		0,26
	6.2 - Combustível (l)	$3,5 \times 10^{-5}$	l/pç	1.510	1		0,05
	7 - CUSTO DE PROCESSO DE JATEAMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pç	81	1		81
	8 - CUSTO DE PROCESSO DE USINAGEM (Cr\$)	1	Cr\$/pç	2.667	1		2.667
	9 - EVENTUAIS QUEBRAS DE FERRAMENTAS						
	9.1 - Brocas (Unid.)	2	Un./pç	650.000	$2 \times 10^{-6}$		2,6
	9.2 - Rebaixadores (Unid.)	1	Un./pç	200.000	$2 \times 10^{-6}$		0,40
	9.3 - Troca de Ferramentas						
9.3.1 - Mão-de-Obra (h)	1,5	h/pç	15.600	$2 \times 10^{-6}$		0,05	
9.4 - Parada na Produção (h)	1/300	h/pç	3000.000	$2 \times 10^{-6}$		0,02	
10 - CUSTO DO PROCESSO DE BRINIMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pç	690	1		690	
11 - EVENTUAL SUCATEAMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pç	9.169	0,38		3.483	
T O T A L						252	6.931

QUADRO 4.1 - (Continuação)

ITEM: BLOCO BRUTO		CÓDIGO: 1.325.185		DATA: JULHO DE 1985			
CARACTERÍSTICA: ESPESSURA DA PAREDE							
ATIV	ESPÉCIES DE CUSTO	FATOR DE USO (fi)		C <sub>1</sub> (Cr\$)	p <sub>1</sub>	CI	CL
		VALOR	UNIDADE				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(3)x(5)	(3)x(5)x(6)
I N S P E C Ç Ã O	1 - MÃO-DE-OBRA (h)	0.075/30	h/pç	12.146		30	
	2 - ESTOQUE DA PEÇA DEFEITUOSA						
U T I L I Z A Ç Ã O	2.1 - Manuseio						
	2.1.1 - Mão-de-Obra (h)	$1,0 \times 10^{-4}$	h/pç	9.535	1		0,95
	2.1.2 - Combustível (l)	$4,3 \times 10^{-5}$	l/pç	1.510	1		0,06
	2.1.3 - Luvas (par)	1/60000	par/pç	20.933	1		0,35
	3 - TRANSP. DA PEÇA DEFEIT. P/ PRODUÇÃO						
	3.1 - Mão-de-Obra (h)	$2,8 \times 10^{-5}$	h/pç	9.310	1		0,26
	3.2 - Combustível (l)	$3,5 \times 10^{-5}$	l/pç	1.510	1		0,05
	4 - CUSTO DO PROCESSO DE JATEAMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pc	81	1		81
5 - EVENTUAL SUCATEAMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pc	9.169	0,38		3.488	
T O T A L						30	3.571

QUADRO 4.1 - (Continuação)

ITEM: BLOCO BRUTO		CÓDIGO: 1.325.185		DATA: JULHO DE 1985			
CARACTERÍSTICO: POSIÇÃO DOS RESSALTOS X CÂMARA X MANCAL							
ATIV	ESPÉCIES DE CUSTO	FATOR DE USO (f <sub>1</sub> )		C <sub>1</sub> (Cr\$)	p <sub>1</sub>	CI	CL
		VALOR	UNIDADE				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(3)x(5)	(3)x(5)x(6)
I N S P E C Ç Ã O	1 - MÃO-DE-OBRA (h)	0.20/30	h/pç	12.146		81	
	2 - ESTOQUE DA PEÇA DEFEITUOSA						
U T I L I Z A Ç Ã O	2.1 - Manuseio						
	2.1.1 - Mão-de-Obra (h)	$1,0 \times 10^{-4}$	h/pç	9.535	1		0,95
	2.1.2 - Combustível (l)	$4,3 \times 10^{-5}$	l/pç	1.510	1		0,06
	2.1.3 - Luvas (par)	1/60000	par/pç	20.933	1		0,35
	3 - TRANSP. DA PEÇA DEFEIT.P/PRODUÇÃO						
	3.1 - Mão-de-Obra (h)	$2,8 \times 10^{-5}$	h/pç	9.310	1		0,26
	3.2 - Combustível (l)	$3,5 \times 10^{-5}$	l/pç	1.510	1		0,05
	4 - CUSTO DO PROCESSO DE JATEAMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pç	81	1		81
	5 - CUSTO DO PROCESSO DE USINAGEM (Cr\$)	1	Cr\$/pç	2.667			2.667
	6 - CUSTO DO PROCESSO DE BRUNIMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pç	90	1		690
7 - EVENTUAL SUACREAMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pç	9.179	0,38		3.488	
T O T A L						81	6.928

QUADRO 4.1 - (Continuação)

ITEM: BLOCO BRUTO		CÓDIGO: 1.325.185		DATA: JULHO DE 1985.			
CARACTERÍSTICO: TRINCAS							
ATIV	ESPÉCIES DE CUSTO	VALOR DE USO (f1)		Ci (Cr\$)	pi	CI	CL
		VALOR	UNIDADE				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(3)x(5)	(3)x(5)x(6)
I N S P E C Ç Ã O	1 - MÃO-DE-OBRA (h)	0,15/30	h/pç	12.146		61	
	2 - ESTOQUE DA PEÇA DEFEITUOSA						
U T I L I Z A Ç Ã O	2.1 - Manuseio						
	2.1.1 - Mão-de-Obra (h)	$1,0 \times 10^{-4}$	h/pç	9.535	1		0,95
	2.1.2 - Combustível (g)	$4,3 \times 10^{-5}$	g/pç	1.510	1		0,06
	2.1.3 - Luvas (par)	1/60000	par/pç	20.933	1		0,35
	3 - TRANSP.DA PEÇA DEFEIT. P/ PRODUÇÃO						
	3.1 - Mão-de-Obra (h)	$2,8 \times 10^{-5}$	h/pç	9.310	1		0,26
	3.2 - Combustível (g)	$3,5 \times 10^{-5}$	g/pç	1.510	1		0,05
4 - CUSTO DO PROCESSO DE JATEAMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pç	81	1		81	
5 - CUSTO DE PROCESSO DE USINAGEM (Cr\$)	1	Cr\$/pç	2.667	1		2.667	
6 - CUSTO DE PROCESSO DE BRUNIMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pç	690	1		690	
7 - EVENTUAL SUCATEAMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pç	9.179	0,38		3.488	
T O T A L						61	6.928

QUADRO 4.1 - (Continuação)

ITEM: BLOCO BRUTO		CÓDIGO: 1.325.185		DATA: JULHO DE 1985.			
CARACTERÍSTICO: POROSIDADE							
ATIV	ESPÉCIES DE CUSTO	FATOR DE USO (f <sub>1</sub> )		C <sub>1</sub> (Cr\$)	f <sub>1</sub>	CI	CL
		VALOR	UNIDADE				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(3)x(5)	(3)x(5)x(6)
I N S P E C I A O	1 - MÃO-DE-OBRA (h)	0.18/30	h/pç	12.146		73	
	2 - ESTOQUE DA PEÇA DEFEITUOSA						
U T I L I Z A Ç A O	2.1. - Mão-de-Obra (h)	$1,0 \times 10^{-4}$	h/pç	9.535	1		0,95
	2.1.1 - Combustível (l)	$4,3 \times 10^{-5}$	l/pç	1.510	1		0,06
	2.1.2 - Luvas (par)	1/60000	par/pç	20.933	1		0,35
	3 - TRANSP.DA PEÇA DEFEIT. P/PRODUÇÃO						
	3.1 - Mão-de-Obra (h)	$2,8 \times 10^{-5}$	h/pç	9.310	1		0,26
	3.2 - Combustível (l)	$3,5 \times 10^{-5}$	l/pç	1.510	1		0,05
	4 - CUSTO DO PROCESSO DE JATEAMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pç	81	1		81
	5 - CUSTO DO PROCESSO DE USINAGEM (Cr\$)	1	Cr\$/pç	2.667	1		2.667
	6 - CUSTO DO PROCESSO DE BRUNIMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pç	690	1		690
	7 - CUSTO DO PROCESSO DE FOSFATIZAÇÃO (Cr\$)	1	Cr\$/pç	216	1		216
8 - CUSTO DO PROCESSO DE GRUPAGEM (Cr\$)	1	Cr\$/pç	195	1		195	
9 - CUSTO DO PROCESSO DE PRE-MONTAGEM (Cr\$)	1	Cr\$/pc	65	1		65	
10 - EVENTUAL SUÇATEAMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pç	9.179	0,38		3.488	
T O T A L						73	7.404

QUADRO 4.1 - (Continuação)

ITEM: BLOCO BRUTO		CÓDIGO: 1.325.185		DATA: JULHO DE 1985			
CARACTERÍSTICO: ANÁLISE METALOGRAFICA							
ATIV	ESPÉCIES DE CUSTO	FATOR DE USO (fi)		C <sub>i</sub> (Cr\$)	pi	CI	CL
		VALOR	UNIDADE				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(3)x(5)	(3)x(5)x(6)
	1 - MÃO-DE-OBRA (h)	1,08/2	h/pç	12.146		6.559	
	2 - ENERGIA (Kwh)	0,70/2	Kwh/pç	650		220.5	
	3 - INSUMOS						
I	3.1 - Água (ℓ)	3/2	ℓ/pç	1,2		1,8	
N	4 - MATERIAIS AUXILIARES						
S	4.1 - Óleo Solúvel (ℓ)	1/30	ℓ/pç	16.286		543	
P	4.2 - Resina Fenológica (g)	15/2	g/pç	7,8		58.5	
E	4.3 - Lixa D'água (unid.)	3/30	un./pç	305		30,5	
Ç	4.4 - Lixa auto-adesiva (unid.)	2/30	un./pç	6.732		448.8	
Ã	4.5 - Pano de feltro (unid.)	1/150	un./pç	30.000		200	
O	4.6 - Pasta de diamante (g)	0,03/2	g/pç	24.426		366	
	4.7 - Alumina (ℓ)	0,04/2	ℓ/pç	264.487		529	
	4.8 - Álcool (ℓ)	6/30	ℓ/pç	4.113		823	
	5 - MANUTENÇÃO						
	5.1 - Mão-de-Obra (h)	0.1/100	h/pç	12.146		16	
	5.2 - Disco (unid.)	1/100	un./pç	10.492		105	
	6 - CUSTO UNIT. DO ITEM (Cr\$)	1	Cr\$/pç	9.179		9.179	
	7 - ESTOQUE DA PEÇA DEFEITUOSA						
	7.1 - Manuseio						
	7.1.1 - Mão-de-Obra (h)	$1,0 \times 10^{-4}$	h/pç	9.535	1		0,95
	7.1.2 - Combustível (ℓ)	$4,3 \times 10^{-5}$	ℓ/pç	1.510	1		0,06
	7.1.3 - Luvas (par)	1/60.000	par/pç	20.933	1		0,35
	8 - TRANSP. PEÇA DEFEIT. PARA PRODUÇÃO						
	8.1 - Mão-de-Obra (h)	$2,8 \times 10^{-5}$	h/pç	9.310	1		0,26
	8.2 - Combustível (ℓ)	$4,3 \times 10^{-5}$	ℓ/pç	1.510	1		0,05
Z	9 - CUSTO DO PROCESSO DE JATEAMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pç	81	1		81
A	10 - EVENTUAIS QUEBRAS DE FERRAMENTAS						
Ç	10.1 - Brocas (unid.)	2	un./pç	650.000	$2 \times 10^{-6}$		2,6
Ã	10.2 - Rebaixadores (unid.)	1	un./pç	200.000	$2 \times 10^{-6}$		0,4
O	10.3 - Mão-de-Obra (h)	1,5	h/pç	15.600	$2 \times 10^{-6}$		0,05
	11 - PARADA NA PRODUÇÃO (h)	1/300	h/pç	3.000.000	$2 \times 10^{-6}$		0,02
	12 - CUSTO DO PROCESSO DE USINAGEM (Cr\$)	1	Cr\$/pç	2.667	1		2.667
	13 - CUSTO DO PROCESSO DE BRUNIMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pç	690	1		690
	14 - EVENTUAL SUCATEAMENTO (Cr\$)	1	Cr\$/pç	9.179	0,38		3.488
T O T A L						19.076	6.931

QUADRO 4.2 - Apuração do Custo de Reposição (CR)

ITEM: BLOCO BRUTO		CÓDIGO: 1.325.185		DATA: JULHO DE 1985	
ESPÉCIES DE CUSTO	FATOR DE USO ( $f_1$ )		CI		
	VALOR	UNIDADE	Cr\$		
(1)	(2)	(3)	(4)	(2)x(4)	
1 - MANUSEIO NA REMESSA DA PEÇA					
1.1- Mão-de-Obra (h)	$4,4 \times 10^{-4}$	h/pç	9.535	4,20	
1.2- Combustível (ℓ)	$3,4 \times 10^{-4}$	ℓ/pç	1.510	0,51	
1.3- Luvas (par)	$3,3 \times 10^{-6}$	par/pç	20.933	0,07	
2 - RECEPÇÃO DA PEÇA REPOSTA					
2.1- Mão-de-Obra (h)	$3,8 \times 10^{-4}$	h/pç	9.535	3,65	
2.2- Combustível (ℓ)	$3,6 \times 10^{-4}$	ℓ/pç	1.510	0,54	
2.3- Luvas (par)	$3,3 \times 10^{-6}$	par/pç	20.933	0,07	
			TOTAL	9	
CUSTO DE REPOSIÇÃO (CR) INCLUINDO O CUSTO DE INSPEÇÃO (CI) PARA CADA CARACTERÍSTICO DA PEÇA REPOSTA. $CR = CR' + CI$ .					
CARACTERÍSTICOS	CR'	CI	CI+CR'	p	CR
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(4)x(5)
1 - DUREZA	9	252	261	0,62	162
2 - ESPESSURA DA PAREDE	9	30	39	0,62	24
3 - POS.DOS RESS.x CÂM.x MNCAL	9	81	90	0,62	56
4 - TRINCAS	9	61	70	0,62	43
5 - POROSIDADE	9	73	82	0,62	51
6 - ANÁLISE METALOGRAFICA	9	19.076	19.085	0,62	11.833

QUADRO.4.3 - Apuração do Custo de Devolução do Lote (CZ)

ITEM: BLOCO BRUTO		CÓDIGO: 1.325.185		DATA: JULHO DE 1985	
ESPÉCIES DE CUSTO	FATOR DE USO (fi)		C <sub>i</sub> (Cr\$)	CZ	
	VALOR(1)	UNIDADE			
(1)	(2)	(3)	(4)	(2)x(4)	
1 - MANUSEIO NA REMESSA DO LOTE					
1.1 - Mão-de-Obra (h)	0.25	h	9.535	2383,80	
1.2 - Combustível (ℓ)	0.31	ℓ	1.510	468,10	
1.3 - Luvas (par)	0.013	par	20.933	272	
2 - RECEBIMENTO E ACEITAÇÃO DO LOTE REPOSTO					
2.1 - Mão-de-Obra (h)	0.42	h	9.535	4004,70	
2.2 - Combustível (ℓ)	0.52	ℓ	1.510	785,20	
2.3 - Luvas (par)	0.013	par	20.933	272	
2.4 - Inspeção do Lote Reposto					
2.4.1 - Amostra c/2 peças p/Metalografia	2	pçs	19.076	38.152	
2.4.2 - Amostra c/100 pçs p/os outros característicos.	100	pçs	497	49.700	
T O T A L				96.038	
(1) - Os fatores de uso são calculados para 3.850 peças (O tamanho do lote).					



Para facilitar a análise e a utilização dos dados obtidos como resultado da aplicação prática do sistema de custos, apresenta-se um quadro resumo a seguir:

QUADRO 4.4 - Resumo dos Custos Apurados em Cr\$

ITEM: BLOCO BRUTO      CÓDIGO: 1.325.185      DATA: Julho de 1985.				
CARACTERÍSTICOS	CI	CL	CR	CA
(1)	(2)	(3)	(4)	(3) + (4)
1. Dureza	252	6.931	162	7.093
2. Espessura da Parede	30	3.571	24	3.595
3. Pos.dos Ress. x Câm.x Man.	81	6.928	56	6.984
4. Trincas	61	6.928	43	6.971
5. Porosidade	73	7.704	51	7.455
6. Análise Metalográfica	19.076	6.931	11.833	18.764
CUSTO DE INSPEÇÃO DE UMA PEÇA (CP) = Cr\$ 19.573				
CUSTO DE DEVOLUÇÃO DO LOTE (CZ) = Cr\$ 96.038				

#### 4.5 - Análise da Aplicação do Sistema de Custos

Objetivamente, o sistema para apuração de custos proposto no Capítulo III se resume na identificação de onde e como ocorrem os custos associados ao processo de Inspeção de Qualidade, assim como na forma de como apurá-los.

Como foi visto, na aplicação prática do sistema, a identificação de como e onde ocorrem os custos é feita através do conhecimento do processo produtivo por onde passa o item. Assim, foram identificadas as atividades e as espécies de custo associadas a estas

atividades. As três atividades básicas do processo de Inspeção de Qualidade estão presentes, ou seja, a inspeção, a aceitação e a rejeição. Decorrentes das duas últimas estão a utilização, a reposição e a devolução do lote. Portanto, são apurados os custos de inspeção, de utilização, de reposição e de devolução do lote.

A apuração do custo de inspeção, de utilização e de reposição é feita para cada característico, enquanto o custo de devolução é para o lote inteiro. Essas apurações foram possíveis devido ao auxílio prestado pelo pessoal de Tempos- Métodos e Controle de Qualidade na determinação dos fatores de uso, assim como do pessoal da Contabilidade de Custos na informação dos custos unitários.

Após a apuração dos custos faz sentido analisá-los com base em alguma ação apropriada. O processo de análise consiste em fazer algumas considerações destacando-se as relações mais relevantes entre os diferentes custos apurados, assim como entre eles e os custos de outras atividades. O intuito é apurar, principalmente, a coerência e a oportunidade dos dados obtidos. Segundo esta linha, e baseando-se nos dados finais do Quadro 4.4, as seguintes considerações podem ser destacadas:

- 1) Com relação à atividade de inspeção, o fato mais relevante a ser destacado é o alto custo de avaliação do característico análise metalográfica. Ele representa quase 98% do custo de inspeção da peça. Isto se justifica pelo número relativamente grande de operações e de materiais utilizados na avaliação do característico, além do caráter destrutivo do teste.

2) Com exceção dos característicos espessura da parede e porosidade, todos os outros característicos quando apresentam defeitos na linha de produção são detectados no mesmo posto de inspeção. Isto mostra porque a maioria dos custos de utilização, CL, apresentam valores aproximados. A peça com espessura da parede fora da especificada é rejeitada antes do processo de usinagem, e por isso o seu custo de utilização é relativamente baixo. Já a peça com porosidade só é detectada após ser montada no produto final, e assim o seu custo de utilização é o mais elevado entre os característicos.

3) Em relação aos custos de reposição, observa-se que o custo de reposição para o característico análise metalográfica é 97% maior que a soma dos custos de reposição para os outros característicos. Isto se explica pelo acréscimo elevado da parcela do custo referente à inspeção desse característico quando a peça é repostada.

4) Através do custo de inspeção da peça, pode-se notar que a retificação do lote causa um ônus bastante elevado para a empresa. Isto justifica a política adotada pela empresa de simplesmente devolver o lote de peças rejeitado pela inspeção.

Seria oportuno, também, mostrar aqui as relações mais relevantes dos custos das atividades do processo de Inspeção de Qualidade a outros custos estratégicos da empresa como, por exemplo, o custo de fabricação do produto final do qual faz parte o item. Essas relações permitiriam mostrar para a administração as oportunidades dos valores obtidos. Entretanto, não foi possível obter-se esses dados furtando ao trabalho, a possi-

bilidade de se fazer uma análise mais abrangente dos resultados obtidos.

A implantação do sistema pode apresentar uma carga de trabalho maior numa primeira etapa, na qual as espécies de custo e os fatores de uso são levantados. Nessa etapa é recomendável a colaboração de técnicos mais especializados. Após a determinação dos fatores de uso, estes permanecem constantes e armazenados até que mudem as condições de operação. Isto indica que os gastos com a manutenção do sistema podem ser mínimos.

Após a aplicação prática do modelo proposto e a avaliação dos resultados obtidos, passa-se ao próximo capítulo, para apresentar as conclusões finais e as recomendações para futuros trabalhos.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo final, procura-se sintetizar a idéia principal do trabalho, ressaltando o alcance dos esclarecimentos prestados pela pesquisa, e apresentando sugestões e recomendações para futuros trabalhos.

#### 5.1 - Conclusões

O objetivo principal do trabalho foi desenvolver um sistema para apurar os custos associados ao processo de Inspeção de Qualidade, visando a operacionalização do Sistema de Controle de Qualidade (SCQ).

Na busca desse objetivo, desenvolveu-se um esboço teórico do sistema definindo onde e como ocorrem esses custos, assim como as etapas necessárias para apurá-los. É claro que no desenvolvimento sempre se procurou adaptar as características do sistema ao processo de Inspeção de Qualidade e ao SCQ.

Com o esboço teórico do sistema pronto, passou-se à sua aplicação prática visando obter a confirmação da sua viabilidade como ferramenta para o SCQ, assim como permitir uma melhor visualização de suas limitações.

Os resultados obtidos na aplicação foram analisados, e mostraram que o sistema de custo proposto é coerente e pode perfeitamente ser utilizado, caso se decida operacionalizar o SCQ. Além disso, os custos apurados pelo sistema podem ser úteis à administração em tomadas de decisões, tais como melhoria da mão-de-obra, substituição de materiais, de métodos, de equipa-

mentos etc.

Uma das limitações observadas é a carga elevada de trabalho inicial na determinação dos fatores de uso, principalmente, daqueles relativos a processos, tais como acabamento, montagem, desmontagem etc. Entretanto, graças à flexibilidade do sistema, isso pode ser resolvido em parte utilizando o custo histórico desses processos. Esse tipo de composição foi utilizado na aplicação prática. A outra limitação é o número relativamente grande de dados a serem manipulados. Porém, isso pode ser resolvido com a informatização do sistema.

Neste trabalho, não foi possível concluir sobre a influência da exatidão e da possível variação dos custos apurados na determinação do plano ótimo de inspeção  $(n,c)$ . Esta conclusão poderia ser tirada de uma análise de sensibilidade do tamanho ótimo da amostra no SCQ, em função dos custos básicos (inspeção, aceitação, rejeição) da função objetivo. Essa deficiência é inerente à própria estrutura do SCQ, e sua correção implicaria na modificação de alguns detalhes teóricos deste sistema. A apuração dos custos reais de Inspeção de Qualidade, feita neste trabalho, servirá, então, como parâmetro de comparação para a verificação da aderência do processo de Inspeção de Qualidade.

Para finalizar, acha-se que o assunto pesquisado pode auxiliar à realização de futuros trabalhos, não só na área de Controle de Qualidade, mas também na área de custos industriais.

## 5.2 - Recomendações

O assunto desenvolvido não esgota as possibilidades de futuros trabalhos que busquem o aperfeiçoamento do SCQ.

As sugestões mais imediatas visando a melhoria do sistema desenvolvido são as seguintes:

- Desenvolver um método para apurar os custos fixos associados ao processo de Inspeção de Qualidade, já que isto não foi feito neste trabalho.
- Propor um método de avaliação dos custos de uma peça defeituosa que, não tendo sido identificada nos pontos específicos de inspeção, é montada no produto final e vai até o consumidor final.
- Integrar o sistema desenvolvido ao módulo "Entrada de Dados" do SCQ.
- Realizar um estudo da análise de sensibilidade do tamanho ótimo da amostra em relação aos custos básicos da função objetivo do SCQ. Tal como é feito nos modelos determinísticos de estoques, essa análise pode ser feita de forma a verificar quais as alterações que as variações nos valores de custos provocam no tamanho ótimo da amostra. Desta forma, pretende-se observar se, para determinar o valor ótimo do tamanho da amostra, são suficientes apenas estimativas dos valores dos custos cuja determinação, por razões práticas, são mais simples.

## BIBLIOGRAFIA

- |01| ALLORA, Franz. Engenharia de Custos; técnicos. São Paulo, Pioneira; Blumenau, FURB, 1985. 114p.
- |02| BORBA, Mirna de. Uma metodologia para análise dos custos de qualidade. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia de Produção e Sistema, 1980. 174p.
- |03| BOWKER, Albert H. & LIEBERMANN, Gerald J. Sampling inspection by attributes. In: \_\_\_\_\_. Engineering statistics. 2. ed. New Jersey, Prentice-Hall, C. 1972. Cap.13, p.503-64.
- |04| CLEBSCH, Teodoro & SELI, Domingos Ivanor. Custos numa instituição de ensino superior. Revista Brasileira de Contabilidade, Rio de Janeiro, 14(49):23-31, abr./jun.1984.
- |05| COMISSÃO IMPOSITIVA E DE PESQUISAS DO INSTITUTO DOS CONTADORES CERTIFICADOS DA INGLATERRA E PAÍS DE GALES. Custo-padrão; uma introdução dos seus processos contábeis. Trad. Leonel Sérgio Salvadori. São Paulo, Atlas, 1969. 132p.
- |06| FEIGENBAUN, A.V. Total quality control. New York, McGraw-Hill, 1961.
- |07| FLORENTINO, Américo M. Princípios, cálculo e contabilização. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1965. 244p.

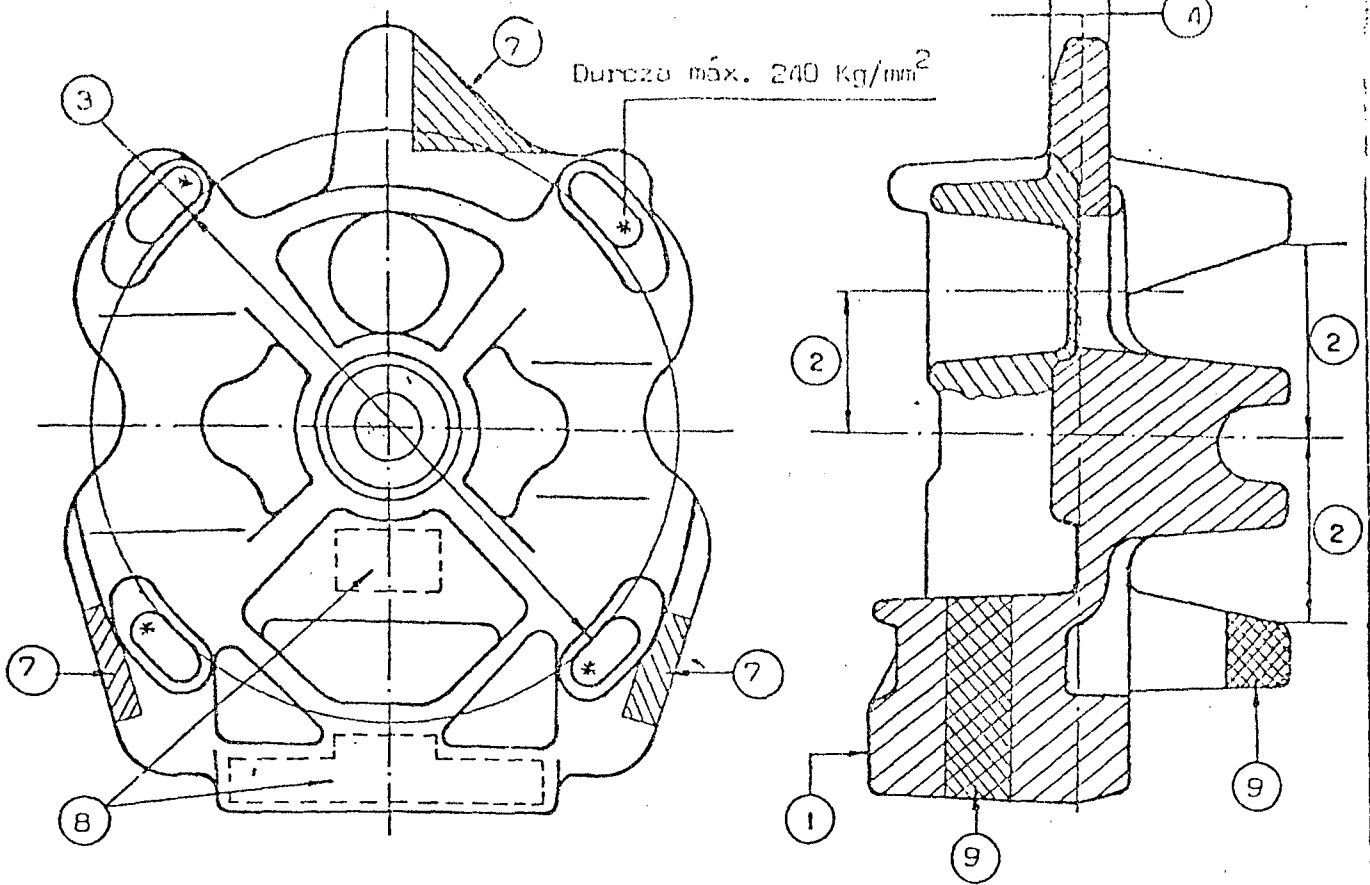


- |08| GUTHRIE, D. & JOHNS, M.V. Bayes acceptance sampling procedures for large lots. Annals of mathematical statistics. n.30. 1959. p.896-925.
- |09| HALD, A. The compound hipergeometric distribution and a system of single sampling inspection plans based on prior distributions and costs. Technometrics. v.2. n.3. ag.1969. p.275-340.
- |10| JURAN, A.M. Quality Control handbook. 3.ed. New York, McGraw-Hill, 1974.
- |11| LEONE, George S.G. Custos; um enfoque administrativo. 7. ed. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1983. 575p.
- |12| LOURENÇO FILHO, Rui de C.B. Controle estatístico de qualidade. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1970. 223p.
- |13| MATZ, Adolph et alii. O processo de controle. In: \_\_\_\_\_. Contabilidade de custos. 2.ed. São Paulo, Atlas. 1978. V.2, parte 5, p.509-627.
- |14| MOSKOWITZ, Herbert & BERRY, William L. A bayesian algorithm for determining optimal simple sample acceptance plan for product attributes. Manegament Science. V.2. n. 11. jul. 1976. p. 1238-1250.
- |15| PFANZAGL, I. Sampling procedures based on prior distribution and costs. Technometrics. V.5. n.1. fev.1963. p.47-61.

- |16| RIGGS, James W. Controle de qualidade. In: \_\_\_\_\_. Administra-  
ção da produção; planejamento, análise e controle, uma  
abordagem sistêmica. São Paulo, Atlas, 1976. v.2: cap.  
14, p.564-610.
- |17| SCHMIDT, J.W.; BENNETT, G.K.; CASE, K.E. The choice of varia-  
bles sampling plans using cost effective criteria.  
AIIE Transactions. V.6. n.3. set. 1974. p.194-199.
- |18| SELL, Ingeborg & RÖDDER, Wilhelm. Sistema adaptativo de  
inspeção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIO-  
NAL, 15, Rio de Janeiro, 8-11 nov. 1982. Anais... Rio  
de Janeiro, SOBRAPO, CNPq, s.d. v.2, p.507-19.
- |19| SELL, Ingeborg; RODDER, Wilhelm; CAMPOS, Edson F.de. Um  
sistema computacional interativo para inspeção de  
qualidade: SCQ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA  
OPERACIONAL, 16, Florianópolis, 26-8 out. 1983. Anais...  
Rio de Janeiro, SOBRAPO, CNPq, s.d. v.2, p.443-7.

A N E X O S

**A N E X O 1****DESENHO E ESPECIFICAÇÕES DO ITEM ESTUDADO**



GRUPO NOA	POS. Nº	FREQUÊNCIA DE CONTROLE	DESCRIÇÃO	DISPOSITIVO OU FORMA DE VERIFICAÇÃO
0,40	01		Dureza HB 2,5/187,5/3= 160 a 260 Kg/mm <sup>2</sup>	DURÔMETRO + DM-1,325.101-3
	02		Posição dos ressaltos x câmara x mancal	DM-1,325.101-2
	03		Diâmetro entre ressaltos= 113,0 0/+ 0,8	PAQUÍMETRO + DM-1,325.101-1
0,65	04	AMOSTRAGEM  PLANO DE CORTE	Espessura da parede 12,0 ± 0,8mm	P-NP-1,25.01
	05		Oxidação	VISUAL
	06		Falhas de fundição: Porosidade excessiva, falha de material, solda fria, rugosidade excessiva, incrustações, penetrações, sujeiras, trincas e rebarbação excessiva ou deficiente	VISUAL/LUPA
	07		Rebarbas na região de apoio	VISUAL
1,5	08		Identificação do molde, data de fabricação e nome do fabricante	VISUAL
	09	(*)	Análise metalográfica	MICROSCÓPIO ÓTICO
	10	TRIMESTRAL	Dimensional completo (1 peça por cavidade)	LAB. METROLOGIA
(*) Sendo 02 peças de maior e menor dureza, quando dentro da tolerância. Para lotes com dureza fora do especificado analisar 05 amostras mais críticas.				

## ANEXO 2

TABELAS COM CÓDIGO DE LETRAS DE TAMANHO  
DE AMOSTRAS E COM PLANOS DE AMOSTRAGEM  
SIMPLES, INSPEÇÃO COMUM DA NORMA  
MIL - STD - 105D.

TABELA 2.1 - LETRAS CÓDIGO (MIL - STD - 105D)

TAMANHO DO LOTE	NÍVEIS ESPECIAIS DE INSPEÇÃO				NÍVEIS GERAIS DE INSPEÇÃO		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
	2	A	A	A	A	A	A
9	A	A	A	A	A	B	C
16	A	A	B	B	B	C	D
26	A	B	B	C	C	D	E
51	B	B	C	C	C	E	F
91	B	B	C	D	D	F	G
151	B	C	D	E	E	G	H
281	B	C	D	E	F	H	J
501	C	C	E	F	G	J	K
1201	C	D	E	G	H	K	L
3201	C	D	F	G	J	L	M
10001	C	D	F	H	K	M	N
35001	D	E	G	J	L	N	P
150001	D	E	G	J	M	P.	Q
500001 e acima	D	E	H	K	N	Q	R

FONTE: BOWKER, Albert H. e LIEBERMAN, Gerald J. Engineering Statistics.

2ª ed. New Jersey, Prentice-Hall, Inc. 1972. p.526.

