

# IDENTIFICAÇÃO DE PROCESSOS CRÍTICOS E IMPLANTAÇÃO DE CEP

**José Luis Duarte Ribeiro**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - UFRGS  
Praça Argentina, No. 9, Porto Alegre - RS, 90040-020

**Fábio Bauermann Leitão**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - UFRGS  
Praça Argentina, No. 9, Porto Alegre - RS, 90040-020

**Márcia Elisa Echeveste**

Departamento de Estatística - UFRGS  
Av. Bento Gonçalves 9500, Porto Alegre – RS, 91540-000

**Carla S. ten Caten**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - UFRGS  
Praça Argentina, No. 9, Porto Alegre - RS, 90040-020

## ABSTRACT

*This paper presents an approach used for implement SQC (Statistical Quality Control) in a leather-footwear industry. The approach utilizes a set of QFD (Quality Function Deployment) matrices, which allows a correct quantification of the costumers' demand. The use of these matrices leads to a deep understanding of the relationship between the important quality characteristics and the processes where they are built. This understanding is crucial to prioritize the improvement efforts, leading them to the critical processes, to be controlled or optimized using the SQC techniques.*

**Key words:** *Statistical Quality Control, QFD, leather-footwear industry.*

**Palavras Chaves:** *Controle Estatístico de Processo, QFD, Couro e Calçados*

## 1. INTRODUÇÃO

O setor coureiro-calçadista do Rio Grande do Sul, responsável por uma importante parcela das exportações nacionais, tem passado nos últimos anos por dificuldades comerciais devidas principalmente à redução das barreiras entre o Brasil e os países asiáticos, estes possuidores de mão de obra de baixíssimo custo.

Devido ao acirramento da competição em nível mundial, o setor coureiro-calçadista tem aumentado sua necessidade pelo domínio e utilização de técnicas de Engenharia da Qualidade, tais como Controle Estatístico de Processos (CEP) ou Projeto de Experimentos. Essas técnicas de controle e otimização, quando corretamente empregadas, podem melhorar efetivamente a qualidade do produto que uma determinada empresa oferece, resgatando a sua competitividade a nível internacional.

Este artigo apresenta um método apropriado para a implantação do Controle Estatístico do Processo, testado com sucesso em empresas do setor coureiro-calçadista, e possível de ser aplicado em outros setores. O método a ser descrito baseia-se no uso de matrizes do QFD (Quality Function Deployment), as quais permitem capturar a voz do cliente e priorizar os processos críticos, a serem monitorados e otimizados.

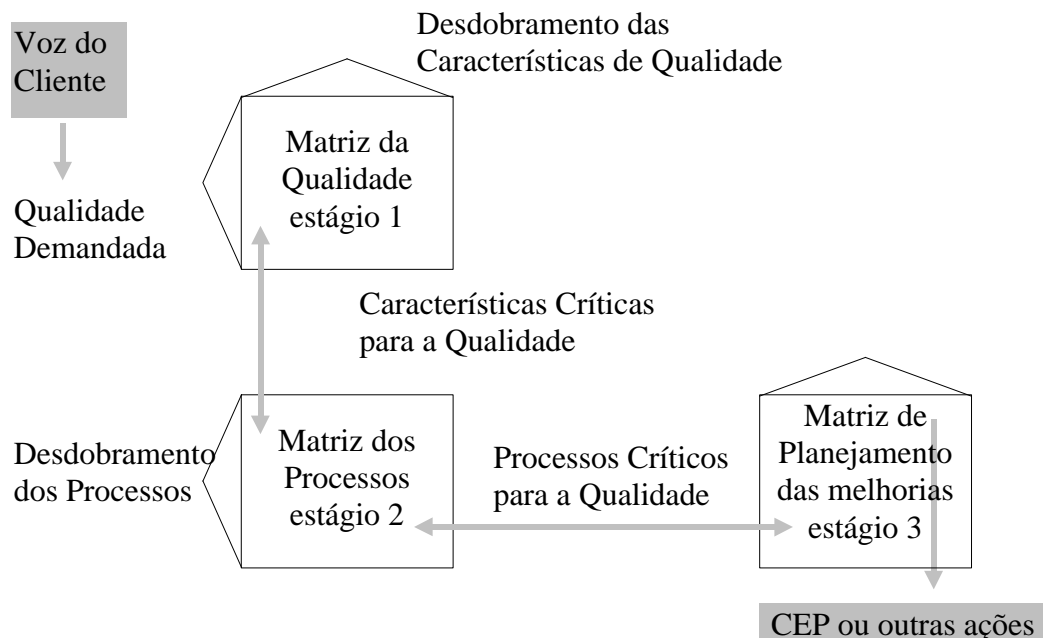
Apresentar-se-á também parte dos resultados da implementação das melhorias propriamente ditas, ilustrando-se a aplicação do método com informações práticas.

## 2. ETAPAS DO MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DE PROCESSOS CRÍTICOS PARA A QUALIDADE

O método proposto, apresentado na Figura 1, possui três estágios: *Desdobramento da qualidade*, *Desdobramento dos processos* e *Implementação das ações de melhoria*. O desdobramento da qualidade refere-se à construção da matriz da qualidade. O objetivo principal desse estágio é o estabelecimento das relações entre a qualidade demandada e as características de qualidade, o que permitirá chegar na identificação das características críticas para a qualidade do produto.

O segundo estágio do método refere-se à construção da matriz de processos. O objetivo principal desse estágio é o estabelecimento das relações entre as características de qualidade e os processos responsáveis pelo atendimento dessas características, de forma a permitir a identificação dos processos críticos para a qualidade, considerando a visão do cliente.

Finalmente, o terceiro estágio é a implementação de melhorias, direcionando as ações para os processos críticos identificados no estágio anterior. A implementação de melhorias será discutida na seção 3 deste artigo.



**Figura 1:** Etapas do método de identificação de processos críticos.

### ***ESTÁGIO 1 - DESDOBRAMENTO DA QUALIDADE***

O desdobramento da qualidade inter-relaciona a qualidade demandada pelo cliente com as características de qualidade identificadas pela equipe técnica, objetivando a priorização destas últimas. As etapas para o desdobramento da qualidade serão descritas a seguir:

#### ***Etapa 1 - Identificação da qualidade demandada***

Nesta etapa são identificados quem são os clientes e quais são as demandas de qualidade que o cliente apresenta em relação ao produto em estudo. Assim, como fonte de dados para a completa identificação dos itens da qualidade demandada, utilizou-se diversos instrumentos: (i) pesquisa, apoiada por relatórios e reuniões, junto aos principais importadores; (ii) conversa informal com a alta gerência e com o setor de marketing; (iii) pesquisas já realizadas sobre esse assunto em revistas especializadas; (iv) conhecimento

prévio de cada integrante da equipe; (v) principais defeitos encontrados nas linhas de produção.

### ***Etapa 2 - Organização dos itens da qualidade demandada em uma árvore lógica***

Com base nos dados levantados na etapa anterior, os itens de qualidade demandada foram organizados em uma árvore lógica. Neste estudo, as demandas primárias identificadas foram: **bom visual, toque, conforto e resistência**.

A Tabela 2.1 apresenta o desdobramento da qualidade demandada no calçado.

### ***Etapa 3 - Priorização dos itens da qualidade demandada***

A importância dos itens primários da qualidade demandada foi definida distribuindo-se 100 pontos através desses itens. A seguir, os pesos atribuídos a cada item primário foram redistribuídos dentro dos respectivos níveis secundários, conforme pode ser visto na Tabela 2.1.

PRIMÁRIA	Peso(%)	SECUNDÁRIA	Peso(%)
Bom visual	40	Estética do couro	13
		Estética do solado	8
		Borda superior	6
		Borda dos cortes	2
		Costuras	5
		Ornamentos	3
		Outros	3
Toque	15	Leveza e estrutura	4
		Toque adequado	4
Conforto	25	Não machucar a frente do pé	7
		Não machucar o calcanhar	5
		Ajustado ao pé	6
		Comodidade ao calçar	3
		Comodidade ao caminhar	4
Resistência e Uso	20	Durabilidade	6
		Não manchar as meias	3
		Apoio correto	4
		Resistência a esforços	5
		Resistência a deformação	2

**Tabela 2.1:** Árvore Lógica da qualidade demandada.

### ***Etapa 4 - Organização das características de qualidade***

As características de qualidade foram definidas pela equipe. A equipe desdobrou o sapato em suas partes constituintes e identificou as características de qualidade pertinentes a cada parte. No total, cerca de uma centena de características foram identificadas. Por exemplo, associado com a parte frontal do sapato (gáspea e bico), tinha-se como características de qualidade *Altura correta, Cortes sem rebarbas, Costura bem feita, Posicionamento correto sobre o solado, Sem defeitos de montagem, Sem defeitos visíveis no couro, Sem resíduos de tinta ou cola, Sentido do couro correto, Uniforme e sem manchas*. A Tabela 2.2 apresenta o desdobramento das características das partes até o nível secundário apenas.

PRIMÁRIO	SECUNDÁRIO
Couro	Acabamento da superfície Caract. dos poros/flor/carnal Caract. Físico-químicas Resistência Outros
Cabedal	Gáspea e Bico Lateral Traseiro Bordas Linhas Ornamento
Interior	Forro Averso Contraforte Fitas Couraça Reforço e dublagem Outros
Solado	Sola Vira Capa de salto Tacão Alma Outros
Geral	Características gerais do sapato

**Tabela 2.2:** Desdobramento das características de qualidade até o nível secundário.

### ***Etapa 5 - Matriz da Qualidade***

A matriz da qualidade foi construída cruzando os itens da qualidade demandada (Tabela 2.1) com as características de qualidade. A qualidade demandada aparece nas linhas e as características de qualidade nas colunas da matriz.

O preenchimento da matriz foi realizado com base no conhecimento técnico da equipe, questionada quanto a intensidade das relações entre as características de qualidade e os itens da qualidade demandada. Para isso foi utilizada uma escala de 1 a 9, onde 1 representa uma relação fraca, 3 uma relação moderada e 9 uma relação forte.

O uso da matriz permitiu identificar quais características de qualidade das partes do sapato podem medir ou avaliar o atendimento da lista de itens da qualidade demandada.

Uma vez que as características de qualidade das partes são muito numerosas, não é possível apresentar a matriz inteira neste artigo. No entanto, a Tabela 2.3, apresenta um resumo contendo somente os níveis primários, agrupando-se as pontuações internas a cada sub matriz. Esse resumo permite perceber que os grandes grupos mais importantes são o *bom visual* e o *conforto do cabedal*, seguidos do *bom visual do couro* e do *solado* e da *resistência e durabilidade do solado*.

Qualidade Demandada	Características de Qualidade				
	Imp	Couro	Cabedal	Solado	Outros
Bom visual	40	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>80</b>	30
Toque	15	30	55	25	5
Conforto	25	25	<b>150</b>	20	30
Resistência e Uso	20	60	40	<b>80</b>	10

**Tabela 2.3:** Matriz da qualidade.

### ***Etapa 6 - Priorização das características de qualidade***

A priorização das características de qualidade foi realizada levando em conta as relações estabelecidas no interior da matriz, e a importância relativa de cada item da qualidade demandada.

As características de qualidade mais importantes são aquelas em que a empresa deve concentrar seus esforços, pois são responsáveis pelo atendimento da maior parte, e dos itens mais importantes, da qualidade demandada.

O próximo passo é localizar quais processos estão relacionados com essas características.

### ***ESTÁGIO 2 - DESDOBRAMENTO DOS PROCESSOS***

O desdobramento dos processos é feito utilizando o conhecimento da equipe técnica. As etapas para o desdobramento dos processos serão descritas a seguir:

### ***Etapa 7 - Organização das etapas dos processos em uma árvore lógica***

O desdobramento dos processos parte de um fluxograma realizado pela equipe da empresa, constituindo-se em uma seqüência de processos, que são desdobrados nas principais operações que os caracterizam. A Tabela 2.4 apresenta o desdobramento dos processos referentes a uma fábrica de calçados. Novamente, em função do número muito grande de processos, a Tabela 2.4 limita-se a apresentar somente os desdobramentos primário e secundário.

Assim, com a matriz de qualidade concluída na fase anterior, o próximo passo é associar as características de qualidade prioritárias com as etapas de cada processo, formando a matriz dos processos.

Primário	Secundário
Aquisição e Estoque	Recebimento Almoxarifado Compras
Curtume	Depósito de Couros Pré-Recurtimento Recurtimento Secagem Acabamento Classificação Inspeção Final
Linha de Montagem	Corte do Couro Chanfração Costura Montagem Acabamento Expedição
Setores Indiretos	Corte da Sola Aplicação do Adesivo Montagem da Sola Corte do Contra-Forte Costura do Contra-Forte ...

**Tabela 2.4:** Desdobramentos dos Processos até o nível secundário.

### Etapa 8 - Matriz dos Processos

A matriz dos processos relaciona as etapas dos processos (linhas da matriz) com as características de qualidade desdobradas na fase anterior (colunas da matriz), como mostrado na Tabela 2.5.

O preenchimento da matriz é realizado pela equipe técnica que é questionada com respeito à intensidade das relações.. A escala utilizada para a intensidade das relações é a mesma utilizada na matriz de qualidade. A partir dessas relações é possível identificar quais os principais processos, responsáveis pelo atendimento das principais características de qualidade.

		Características de Qualidade												
														...
Aquisição e estoque	Recebimento													
	Almoxarifado													
	Compras													
Curtume	Depósito de Couros													
	Pré-Recurtimento													
	Recurtimento													
	Secagem													
	Acabamento													
	Classificação													
	Inspeção Final													
	...													

Tabela 2.5: Matriz dos processos (esboço).

### Etapa 9 - Priorização dos processos

O objetivo principal da matriz de processos é localizar em quais processos são construídas as características de qualidade consideradas importante para o cliente. Com o preenchimento da matriz é possível priorizar os processos tomando como base as relações estabelecidas no interior da matriz, que serão ponderadas pela importância relativa das características de qualidade, conforme definida na etapa 6.

Para priorização dos processos foi usado o seguinte formulário:

$$Q_i = \sum_j (W_j \times R_{ij}) \quad (2.1)$$

onde:  $Q_i$  importância relativa da etapa de processo  $i$   
 $W_j$  importância relativa da características de qualidade  $j$   
 $R_{ij}$  intensidade do relacionamento entre a etapa de processo  $i$  e a característica de qualidade  $j$

Nesta etapa pode-se perceber quais processos são críticos para a qualidade. Os resultados (parciais, em função de espaço) aparecem na Tabela 2.6. A priorização final dos processos é feita considerando outros dois aspectos, que se referem à existência de controles atuais e à frequência de falhas.

Assim sendo, foi utilizada a seguinte escala para avaliação dos controles atuais: **0,5** para um controle fraco; **1,0** para um controle moderado; e **2,0** para um controle forte.

Similarmente, a frequência de falhas foi avaliada pela seguinte escala: **0,5** para

freqüência de falhas muito baixa; **1,0** para freqüência baixa; **1,5** para freqüência média e **2,0** para freqüência alta.

O índice de priorização foi definido como:

$$P_i = Q_i \times \sqrt{\frac{1}{C_i} \times F_i} \quad (2.2)$$

onde:  $Q_i$  *importância para a qualidade da etapa de processo i*  
 $C_i$  *intensidade dos controles atuais existentes na etapa do processo i*  
 $F_i$  *freqüência de ocorrência de falhas na etapa do processo i*

A importância de uma etapa de processo que não apresenta nenhum controle e apresenta alta freqüência de falhas pode ser duplicada, e, da mesma forma, essa importância pode ser reduzida pela metade no caso de uma etapa de processo que apresente forte controle atual e freqüência de falhas muito baixa.

	Priorização				Ações recomendadas							
	Importância	Controles Atuais	Freqüência de Ocorrência	Índice de Priorização	Treinamento	CEP	Desenv. de Fornecedores	Setup e Ajustes Op.	Estudos Ergonômicos	Definição de Procedimentos	Definição de Especificação	Padronização
Desenvolvimento do Couro	147	2	2	147	◆		◆			◆	◆	◆
Recurtimento	137	1	1	137			◆			◆	◆	
Tingimento	95	1	2	133	◆	◆	◆				◆	
Engraxe	130	1	1	130			◆			◆	◆	
Teste de laboratório e liberação	124	1	1	124	◆						◆	
Inspeção Visual e Classificação	106	1	1	106	◆						◆	
Matização	71	1	2	100	◆	◆					◆	
Pintura em Túnel	86	1	1	86	◆			◆				
Classificação	56	1	2	79	◆		◆		◆	◆	◆	
Matização	46	1	2	65	◆							
Vácuo seco	49	2	1	35	◆	◆		◆			◆	
...												

**Tabela 2.6:** Priorização dos processos (resultados parciais).

### 3. IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS

Esse é o *terceiro estágio* do método. Uma vez definidos os processos críticos, foram identificadas as ações de melhoria que melhor se adequavam a cada processo. Esses resultados também aparecem na Tabela 2.6. Uma dessas ações, a implantação do Controle Estatístico de Processos – CEP - na linha de montagem do calçado, será descrita a seguir como uma exemplificação.

Baseado nos resultados da matriz de processos, que indicava os processos críticos para a qualidade, foram estabelecidos quatro postos de controle ao longo da linha de montagem. Nesses postos de controle, é feito o monitoramento de todas as características de qualidade destacadas como importantes na matriz da qualidade.

A cada intervalo de 1 (uma) hora, é coletada uma amostra de alguns pares de sapato, os quais são analisados, e se registra os defeitos encontrados (tipo e quantidade). Essas informações seguem imediatamente para um banco de dados. Através de um software desenvolvido especialmente para essa aplicação, dois gráficos são disponibilizados: o primeiro deles é uma *carta de controle estatístico* que contém o total de defeitos observados a cada hora. O segundo gráfico é um *Pareto*, que contém os tipos de defeitos que apresentam as maiores ocorrências.

As cartas de controle permite identificar quando o processo sai fora do controle, indicando a presença de causas especiais e a necessidade de ação. O gráfico de pareto indica quais os tipos de defeitos que estão contribuindo de forma mais acentuada para o sinal estatístico. Assim, o supervisor da linha tem a orientação correta referente a onde atuar.

#### 4. CONCLUSÃO

O método descrito neste artigo apresenta resultados consistentes, representando sem dúvida, uma alternativa para as empresas que buscam a melhoria da qualidade de seus produtos e processos. Abaixo, são listadas algumas constatações que endossam esta afirmativa:

- O método parte da voz do cliente, assegurando que os pontos de controle vão contemplar aquelas características que o cliente valoriza;
- O método privilegia o trabalho em equipe, assegurando o comprometimento dos gerentes e supervisores, desde o início. Eles participam ativamente na definição dos processos críticos e dos pontos de controle, ganhando maior entendimento e maior envolvimento com as questões centrais associadas à qualidade do produto;
- Aspectos práticos como a intensidade dos controles atuais e a frequência de ocorrência de falhas nos processos também são considerados, tornando mais realista a análise;
- A estratégia de utilizar uma carta de controle em conjunto com um gráfico de Pareto mostrou-se simples e eficaz na identificação das causas especiais;
- Com a implementação do controle estatístico do processo, foi reduzida a metade o tempo necessário para estabilizar o processo após a entrada de um novo modelo em produção;
- O índice de qualidade que historicamente andava em torno de 0,94 (6% de retrabalho) passou para aproximadamente 0,97 (3% de retrabalho) e continua subindo desde da operacionalização completa do CEP na linha de montagem;
- A implantação do CEP, que iniciou em uma linha de montagem piloto, logo foi também realizada em outras quatro linhas, e agora o CEP está sendo ampliado para o controle de todas as linhas.

#### BIBLIOGRAFIA

- Montgomery, D. Introduction to Statistical Process Control. 2<sup>nd</sup> ed. John Wiley and Sons, New York, 1993.
- Ribeiro, J.L. & Echeveste, M. Desdobramento da qualidade em uma empresa do setor coureiro-calçadista. Relatório Técnico 03/96, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, RS, julho de 1996.
- Ribeiro, J.L. & Caten, C.S. Desdobramento dos processos em uma empresa do setor coureiro-calçadista. Relatório Técnico 04/96, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, RS, agosto de 1996.
- Ribeiro, J.L., Caten, C.S. & Fritsch, C., Implantação do cep na linha de montagem de uma empresa do setor coureiro-calçadista. Relatório Técnico 05/96, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, RS, outubro de 1996.