

**CONTROLE ESTATÍSTICO EM PROCESSOS INDUSTRIAIS*****Sandro Mikio Kakuda***Mestre em Engenharia de Produção/SOCIESC  
sandrokauda@yahoo.com***Pedro Paulo Andrade Junior***Doutor em Engenharia de Produção/UFSC  
pedropaulo@utfpr.edu.br

Recebido: 20 de abril de 2012. Revisado: 14 de novembro de 2012. Aceito: 08 de março de 2013.

Publicado online: 23 de março de 2013.

**RESUMO**

O presente artigo tem como objetivo examinar o impacto no processo produtivo de embalagem metálica para pescado com a aplicação do Controle Estatístico de Processo. A metodologia privilegia o enfoque quantitativo. A pesquisa caracteriza por ser do tipo descritivo-exploratório, realizado sob forma de estudo de caso. Descreve-se o processo produtivo analisado, levantam-se as causas da baixa produtividade e perdas no sistema com a utilização de ferramentas básicas do controle estatístico de processo tais como Fluxograma, Gráficos de Pareto, Gráficos do Controle e Teste de Hipóteses. Resultados comparados com os dados coletados em períodos distintos, um com o processo fora de controle e outro com o processo sob controle após a aplicação do CEP, apresentaram redução de perdas de 2,69% no processo e um aumento de produtividade de 37% com a redução do tempo de parada de máquina em 68,54%.

**Palavras-chave:** Controle Estatístico de Processo; Produtividade; Ferramentas de Qualidade; Processos Industriais.

**ABSTRACT**

The present article has as objective examines the impact in the productive process of metallic packing for fish with the application of the Statistical Control of Process. The methodology privileges the quantitative focus. The research characterizes for being of the descriptive-exploratory type, accomplished under form of case study. The analyzed productive process is described, they get up the causes of the low productivity and losses in the system with the use of basic tools of the statistical control of process such an as Flowchart, Graphs of Pareto, Graphs of the Control and Test of Hypotheses. Results compared with the data collected in different periods, one with the process out of control and other with the process under control after the application of SPC, they presented reduction of losses of 2.69% in the process and an increase of productivity of 37% with the reduction of the time of machine stop in 68.54%.

**Key-words:** Statistical Process Control; Reduction of Losses; Productivity; Tools of Quality, Industrial processes.

## 1 INTRODUÇÃO

Atividade pesqueira consiste de uma cadeia de processos inter-relacionados que incluem a captura, o processamento, o comércio e a demanda do consumidor pelo pescado. Neste sentido, tornar-se necessários que as indústrias de processamento de pescado estejam preparadas para tal crescimento, melhorando seus processos de forma a dar sustentabilidade ao aumento de produtividade. A aplicação de metodologias que indiquem os principais focos de processos produtivos, maximização da produtividade pela eliminação de perdas, tem sido umas das atividades das empresas modernas. O Controle Estatístico de Processo (CEP) é uma ferramenta eficaz para alcançar a estabilidade e aumentar a capacidade de processos produtivos, através da redução da variabilidade presente nesses processos (OAKLAND, 2008).

O processo de fechamento de embalagens metálicas foi objeto de várias recomendações técnicas relativas às propriedades mecânicas dos materiais, formatos, tolerâncias, desempenho, parâmetros operacionais e requisitos. Com a grande perspectiva de crescimento do setor pesqueiro, as linhas de produção irão aumentar, porém a qualidade do fechamento deverá continuar, portanto, o controle estatístico de processo e o conhecimento são fatores de suma importância nos produtos enlatados. (DANTAS, 2002).

Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo examinar o impacto no processo produtivo de embalagem metálica para pescado com a aplicação do Controle Estatístico de Processo. Neste aspecto, a pesquisa ocorreu em numa empresa cuja atividade é a fabricação de embalagem metálica para pescado localizado em Itajaí – SC. Sua capacidade fabril é em torno de 500 milhões de componentes/ano, entre tampas e latas de forma retangulares ou circulares especificamente para sardinha e atum. A falta de controle do processo de fabricação e a identificação de melhorias de processo não eram percebidas de forma clara, assim como não era claro a importância de manter as características dimensionais da embalagem.

Foi observado que os problemas ocasionados pela não conformidade eram de aspectos dimensionais que muitas vezes retornavam lotes inteiros para retrabalhar, ocasionando perdas, insatisfação, alto custo de retrabalho. A baixa produtividade gerava insatisfação por parte do cliente, pois não se conseguia atingir as metas de produção para suprir a demanda do mercado. Em consequência da baixa produtividade e alto índice de perdas, foi sugerida a implantação do Controle Estatístico de Processo para medição, controle e melhoria dos processos industriais da empresa. Os resultados comparativos do momento das dificuldades de produção (2007) com o momento em que se consegue estabelecer um processo sob controle (2009) demonstrou o impacto no processo produtivo da empresa com a aplicação do CEP.

## 2 BASE TEÓRICA

### 2.1 Funções dimensionais da embalagem

Um das grandes vantagens de se utilizar embalagem metálica para alimentos é a alta resistência de armazenamento que ela proporciona e a segurança de acondicionamento do alimento, mas para isto seja possível, é necessário que a embalagem esteja hermeticamente bem fechada para que não haja riscos de contaminação ou vazamento.

A operação de fechamento da embalagem, chamada de *recravação*, é definida como a junção hermética formada pela interligação das extremidades da tampa e o corpo de uma lata, esta perfeita junção depende das características dimensionais da embalagem metálica.

No exame de recravação deve ser feita a verificação das dimensões básicas como e espessura da recravação, espessura das folhas da tampa e do corpo, profundidade do rebaixo, comprimento dos ganchos do corpo e da tampa, sobreposição e embutimento do gancho do corpo, assim como a verificação das condições de aperto e enrugamento e a ocorrência de defeitos visuais.

Existem quatro requisitos básicos essenciais para uma recravação adequada, ou seja, a correta sobreposição entre os ganchos do corpo e tampa, o gancho do corpo corretamente envolvido pelo vedante, o aperto correto e a ausência de defeitos óbvios, sendo que os três primeiros são considerados críticos (CANADIAN FOOD INSPECTION AGENCY, 2002).

Conforme tabela 1, para que uma recravação seja adequada, o parâmetro de sobreposição relativa (SR) do gancho da tampa com o gancho do corpo deve ser de no mínimo 45%.

TABELA 1 – Parâmetros de recravação e faixas de variação

Parâmetros	Recravação normal	Micro recravação
Profundidade de rebaixo (PR) (mm)	3,0 - 3,30	-
Altura da recravação (HT) (mm)	2,70 - 3,10	1,40 - 1,55
Espessura da recravação (ER) (mm)	0,93 - 1,05	0,90 - 1,10
Gancho do corpo (GC) (mm)	1,78 - 2,11	0,90 - 1,10
Gancho da tampa (GT) (mm)	1,78 - 2,11	0,85 - 1,10
Sobreposição relativa (SR) (%)	≥ 45	≥ 60
Sobreposição linear (SL) (mm)	≥ 1,00	≥ 0,64
Enganchamento do gancho do corpo (EGC) (%)	≥ 70	≥ 75
Aperto (A) (%)		
Latas redondas	≥ 70	≥ 70
Latas retangulares (regiões curvas)	≥ 50	-
Compactação (C) (%)	≥ 75	75 - 85

Fonte: Canadian Food Inspection Agency, 2002

## 2.2. Ferramentas de controle de qualidade

No que se refere ao Diagrama de Pareto, as perdas constituem a grande preocupação de quem procura proporcionar a qualidade. A experiência tem mostrado que a maioria das perdas são explicadas por umas poucas causas. Então o primeiro passo, é identificar as causas que determinam a maioria das perdas. O segundo passo é sanar essas causas. Dessa forma, diminui-se substancialmente o desperdício.

O diagrama de Pareto estabelece prioridades, isto é, mostra em que ordem os problemas devem ser resolvidos (KUME, 1993). Usualmente se ganha mais trabalhando nas barras mais altas, e não nas mais baixas. Algumas recomendações que ajudam a bem usar essa ferramenta, tais como: verificar e testar diversas classificações, antes de fazer o diagrama definitivo, estudar o problema medindo-o em várias escalas e diluir grandes problemas ou grandes causas em problemas ou causas específicas.

Para Galuch (2002), os gráficos de controle são as ferramentas mais recomendadas para o controle de qualidade na fabricação de materiais, itens de montagem, pois permitem avaliar se uma produção está sob controle ao longo do tempo. Eles também podem ter um papel importante na aceitação do produto, pois o controle estatístico verifica a estabilidade e a homogeneidade do produto. Segundo Woodall (2000), gráficos de controles são usados para verificar a estabilidade do processo, neste contexto, a distribuição de probabilidade da característica da qualidade é constante ao longo do tempo.

Soares (2000) reforça que os gráficos por variáveis fornecem informações mais precisas a respeito da característica que estão representando, permitindo identificar a magnitude e o sentido do defeito, além de se poder trabalhar com amostras menores. Entretanto, a sua utilização pode ser limitada pela dificuldade, demora e custo da medição. Os gráficos por atributos são obtidos mais rapidamente, porém podem apresentar controles menos preciso. Os gráficos mais utilizados em processos de produção contínua são os *Gráficos  $\bar{X}$  e R* (média e amplitude); *Gráfico  $\bar{X}$  e s* (média e desvio-padrão); *Gráfico  $X_{med}$  e R* (mediana e amplitude); e *Gráfico  $X_i$  e R* (valor individual e amplitude).

Salienta-se ainda que os limites de controle (LSC e LIC) são calculados com dados do próprio processo e, portanto não tem nenhuma relação com os limites de especificação do produto. Logo o processo pode estar sob controle, de acordo com os limites estatísticos, o que não indica, necessariamente que ele atenda as especificações do produto (BONATO, 2004).

Para esta pesquisa, será utilizado um gráfico do tipo  $\bar{X}$  e R (média e amplitude) para controlar e analisar os valores contínuos da altura da aba da tampa, onde são registradas as médias amostrais e a variabilidade do processo é avaliada através da amplitude. Costuma-se trabalhar com esse tipo de gráfico para casos em que o tamanho do subgrupo da amostra seja menor que seis ( $n < 6$ ).

Os coeficientes de Shewhart  $A_2$ ,  $D_4$  e  $D_3$  variam com o tamanho da amostra para o cálculo dos limites de controle. Para este caso, o tamanho do subgrupo é  $n = 5$  tampas,  $A_2 = 0,577$ ;  $D_4 = 2,115$  e  $D_3 = 0$  quando  $n$  for menor que 6, conforme tabela 2.

TABELA 2 – Lista de coeficientes para Gráfico  $\bar{X}$  e R

Tamanho do Subgrupo n	Gráfico $\bar{X}$	Gráfico R		
	A <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	d <sub>2</sub>
2	1,880	-	3,267	1,128
3	1,023	-	2,575	1,693
4	0,729	-	2,282	2,059
5	0,577	-	2,115	2,326
6	0,483	-	2,004	2,534

FONTE: Ryan, 2000

Para Montgomery e Runger (2009), a causa da qualidade de um produto fabricado por um processo está, inevitavelmente, sujeita a variação. Existem várias causas de tal variação. Elas podem ser classificadas nos dois seguintes tipos: a) Causa Casual: A variação devida à causa natural e inerente ao processo, mesmo que a operação seja executada com o uso de matérias-primas e métodos padronizados. b) Causa Atribuída: A variação devida à causa não inerente ao processo significa que existem fatores relevantes a serem investigados. É evitável e não pode ser esquecidos: existem casos gerados pelo não cumprimento de certos padrões ou pela aplicação de padrões inadequados.

Já os testes de hipóteses são um teste estatístico, é uma regra de decisão que possibilita avaliar a razoabilidade das hipóteses relativas a parâmetros ou distribuições populacionais e aceitá-las (ou rejeitá-las) como provavelmente verdadeiras (ou provavelmente falsas), tomando por base a evidência amostral (MILONE, 2004).

Neste sentido, a partir de um teste de hipóteses, realizado com os dados amostrais, pode-se inferir sobre a população. Para isso, designa-se por  $H_0$ , chamada hipótese nula, a hipótese estatística a ser testada e por  $H_a$  a hipótese alternativa. A hipótese nula expressa uma igualdade, enquanto a hipótese alternativa é dada por uma desigualdade.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A abordagem da pesquisa privilegia o método quantitativo que é muito utilizado no desenvolvimento das pesquisas descritivas, na qual se procura descobrir e classificar a relação entre variáveis, assim como a investigação da relação de causalidade entre os fenômenos: causa e efeito.

Como o presente estudo tem o propósito de quantificar dados, na forma de coleta de informações, assim como utilizar recursos e técnicas estatísticas, a escolha da abordagem quantitativa é a mais adequada (DENZIN; LINCOLN, 2005), pois se espera que a utilização dos gráficos de controle possa monitorar o processo de fabricação de tampas para embalagem metálica para pescado.

Para Montgomery e Runger (2009), planejar um gráfico de controle, é preciso estabelecer o tamanho da amostra e a frequência da amostragem. A prática corrente nas indústrias tende a favorecer amostras menores e mais frequentes, particularmente em processos de fabricação de alta produção, como a empresa em estudo tem uma produção média mensal de tampas de 18 milhões de unidades, a estratégia tomada pela empresa foi de tomar amostras menores e mais frequentes.

O estudo de caso tendo uma produção média diária de tampas por ferramenta de 250.000 unidades, que equivale a 10.416 unidades por hora, então a amostragem equivale a 0,02% da população. Aplicando os métodos estatísticos de estimativa do tamanho da amostra, sua utilização pode ser limitada pela dificuldade, demora e custo da medição.

Como a proporção é muito pequena em relação à população, nesta pesquisa será aplicado o método de Amostragem por Conveniência, que por sua vez, nenhum procedimento estatisticamente justificável possibilita uma análise de probabilidade e inferência sobre a qualidade dos resultados da amostra (ANDERSON; SWEENEY; WILLIAMS, 2007).

Nesta pesquisa, a amostragem foi de  $n=5$  tampas, pois na utilização do gráfico de média e amplitude, o tamanho do subgrupo da amostra geralmente é menor que seis ( $n < 6$ ).

Utilizando o diagrama de Pareto, foram levantadas as causas de paradas da prensa de conversão, priorizando em que ordem os problemas deverão ser resolvidos, conforme tabela 3 e demonstrado na figura 1.

TABELA 3: Levantamento de causas de parada da prensa – 2007

Descrição das Causas	Minutos de Parada	Minutos de Parada Acumulado
Problemas no alimentador da prensa	5.453	5.453
Rompimento da cinta transportadora	3.554	9.007
Alarme falta de tampa	3.361	12.368
Retiradas de tampas ruins da linha	315	12.683
Alarme de tampa dupla	185	12.858

FONTE: Dados da empresa

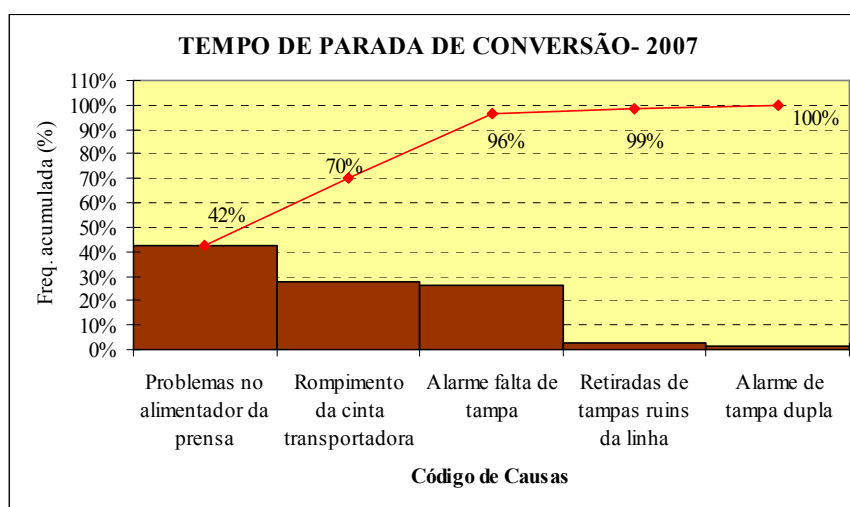


FIGURA 1 – Diagrama de Pareto para tempo de parada de conversão

Pode-se observar que a maior causa de parada é o problema no alimentador da prensa, isto pelo motivo da não conformidade dimensional da tampa que o equipamento trava todo momento que a tampa encaixa uma na outra na linha de alimentação. No problema de rompimento da cinta transportadora também ocorre pelo fato da tampa não ter o perfil adequado para encaixar na cinta, e no momento que a tampa se solta da cinta, ocorre o rompimento. Para substituição da cinta rompida, exige um esforço muito grande do operador, pois é necessário desmontar uma parte do equipamento.

No que se refere ao processo de fabricação de tampas, uma amostragem de cinco tampas foram tiradas da produção da prensa de tampas, especificamente da ferramenta 01 de estampagem numa frequência de três horas, das quais serão feitas as medições da altura da aba da tampa (dimensão C da figura 2).

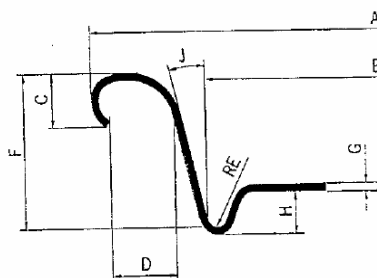


FIGURA 2 – Secção transversal da tampa

No âmbito da coleta de dados foi realizada uma pesquisa documental referente a relatórios técnicos de rotina na qual o setor de Controle de Qualidade faz os levantamentos dimensionais das tampas. Os períodos de análise dos primeiros dados coletados são referentes ao ano de 2007, momento na qual a empresa ainda encontrava muitas dificuldades de qualidade e produtividade.

Numa segunda análise, os dados coletados são referentes ao ano de 2009, na qual neste período, após várias melhorias de processos desenvolvidas, juntamente com o acompanhamento e análise dos controles dimensionais, o processo se encontra sob controle estatístico.

#### 4 RESULTADO DA PESQUISA

##### 4.1 Aplicação do gráfico de controle da primeira análise

Os resultados apresentados nesta primeira análise são obtidos do período na qual o processo produtivo se encontrava fora de controle em 2007. Na figura 3 das médias, que existem vários pontos fora dos limites de controle, evidenciando que alguma causa atribuída está afetando o processo.

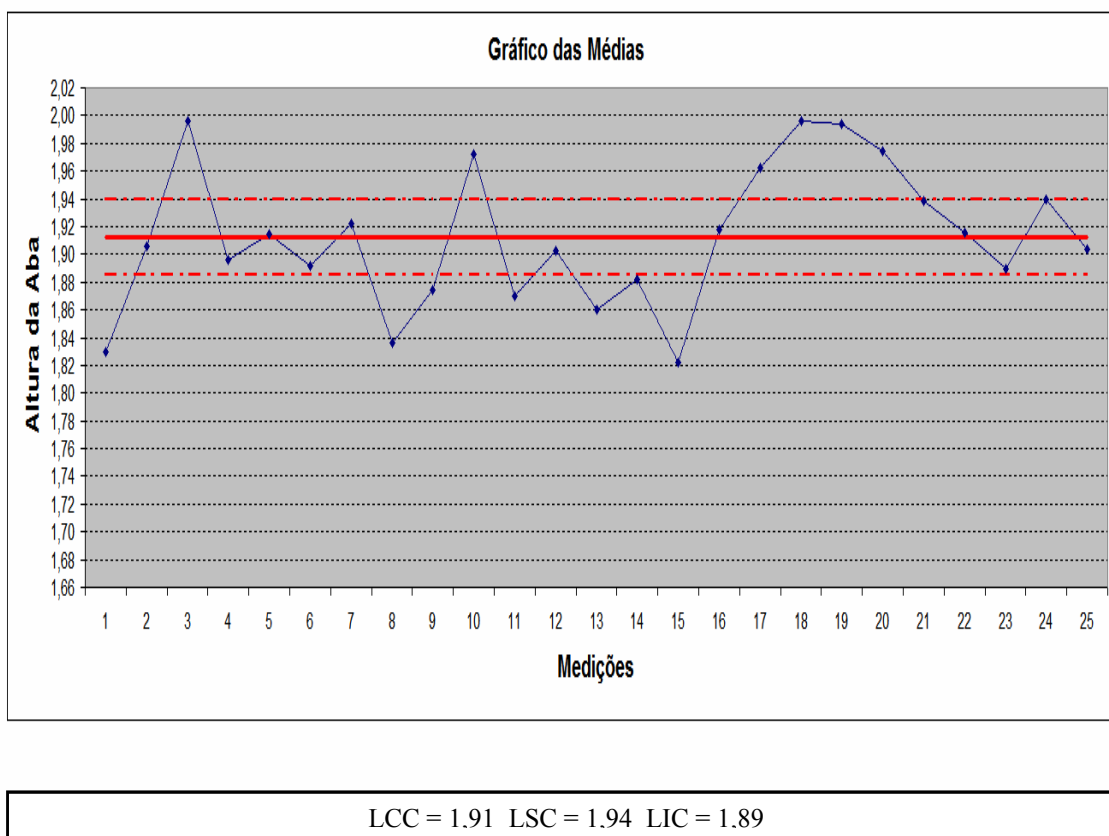


FIGURA 3 – Gráfico das médias – primeira análise

Os pontos estão na sua maioria fora ou muito próximos dos limites de controle. Na especificação da engenharia, a altura média da aba da tampa deveria ser de 1,80mm, enquanto que se encontra na figura 4 uma média geral um pouco elevada de 1,91mm, deslocando a distribuição acima do desejado.

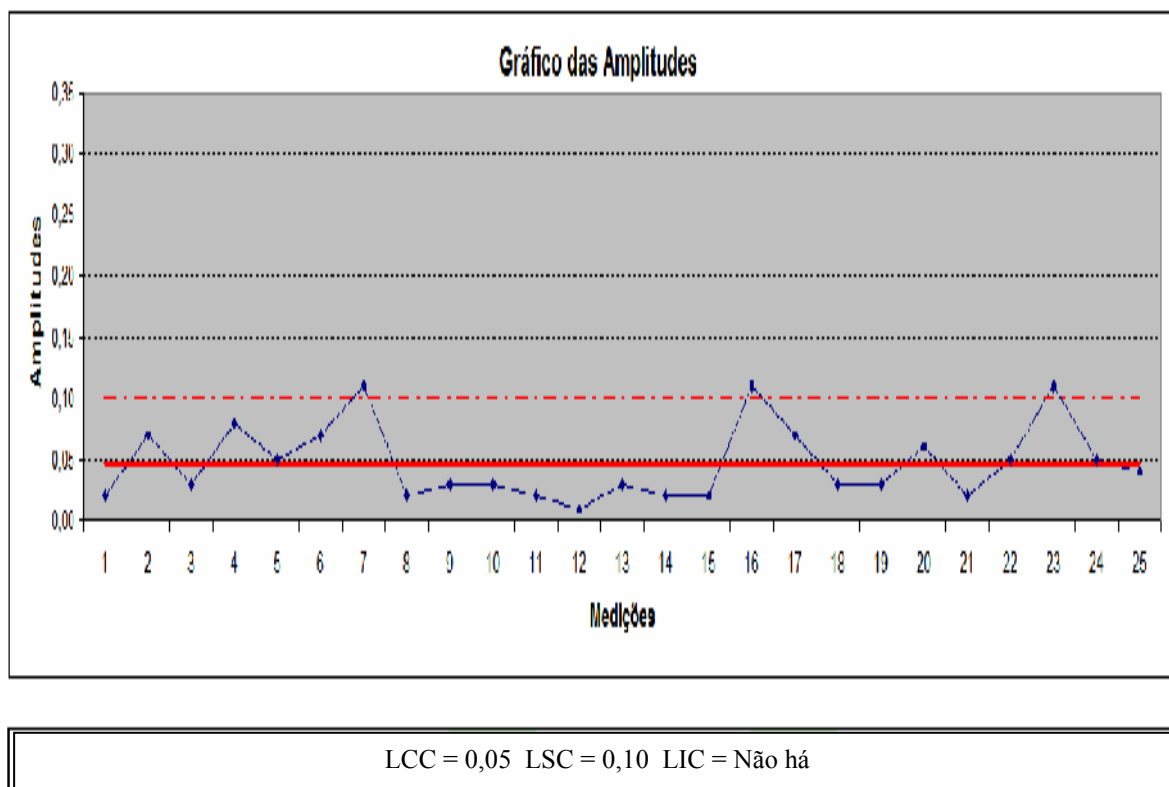


FIGURA 4– Gráfico das amplitudes – primeira análise

Na figura 5 mostra que a média de produção de tampas no período de 2007 foi de 12,3 milhões de tampas, média da qual não supria as necessidades do cliente.

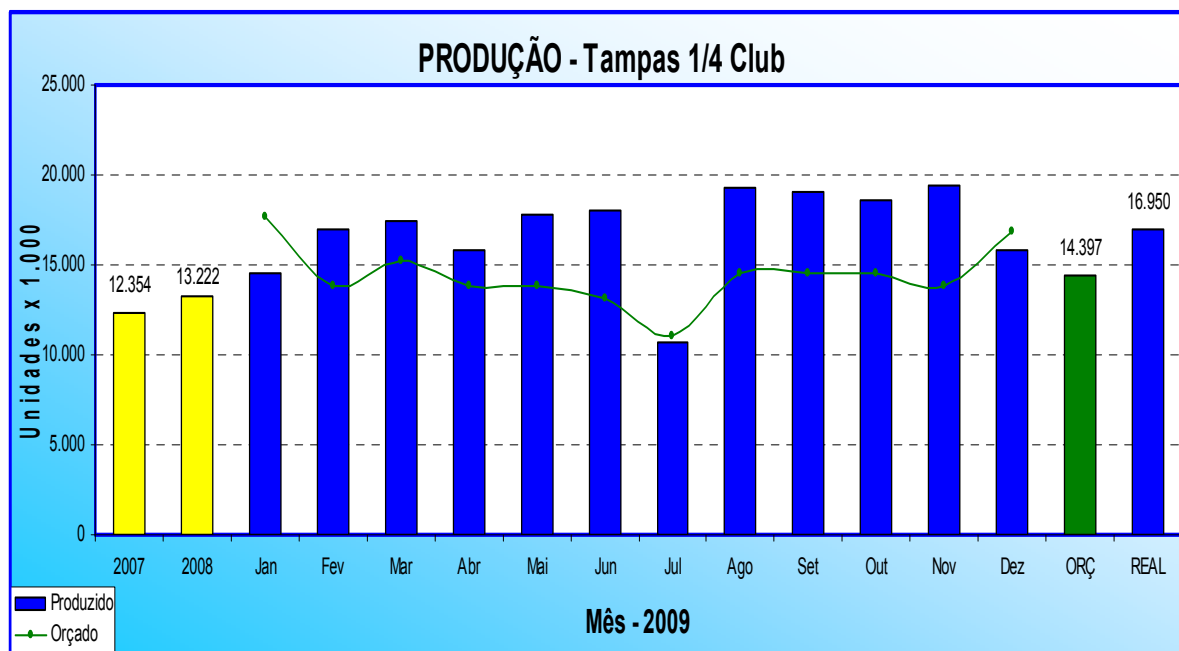


FIGURA 5 – Controle de produtividade no período de 2007 - 2009

Na figura 6 mostra que o percentual de perdas de tampas no período de 2007 foi de 3,53% do total produzido. Devido a média da altura da aba estar um pouco elevada (1,91mm), isto ocasionava várias paradas da prensa de conversão devido a não conformidade dimensional da tampa, ocasionando rompimento

da cinta de transporte e paradas por alarmes de seguranças (Alarme de falta de tampa ou alarme de tampa dupla, conforme tabela 3).

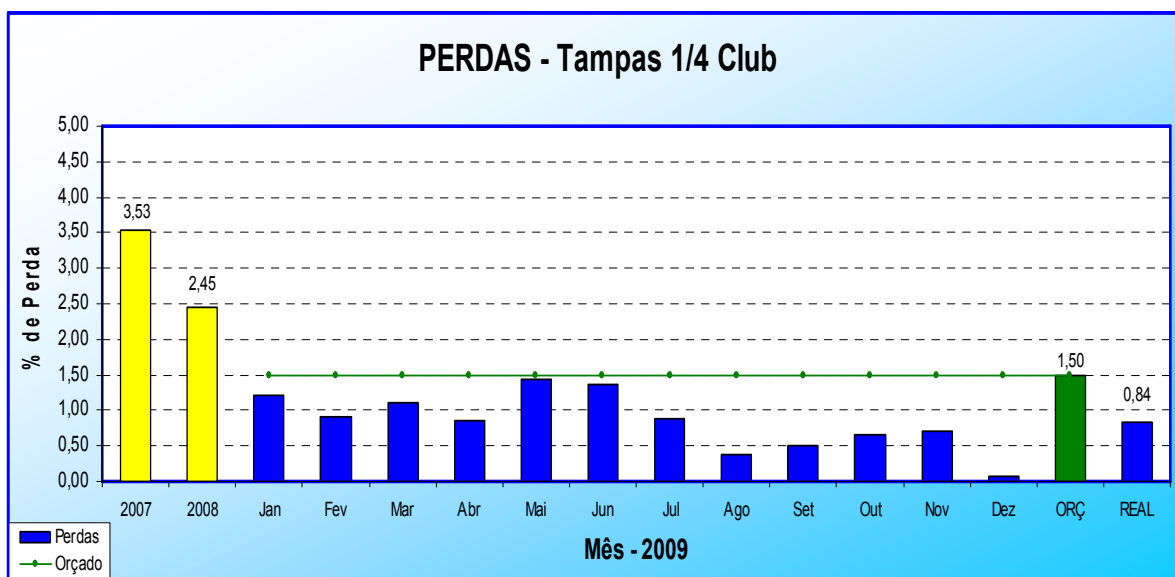


FIGURA 6 – Controle de perdas no período de 2007 - 2009

A não conformidade dimensional resultava uma baixa produtividade da prensa de conversão, fazendo com que nessa fase do processo se tornasse um gargalo. O perfil da tampa possui muitas rugas, interferindo no dimensional da aba da tampa, e conseqüentemente causando paradas na prensa de conversão conforme tabela 3.

Aplicação do gráfico de controle da segunda análise

Os resultados apresentados nesta segunda análise são obtidos do período na qual o processo produtivo se encontrava sob controle em 2009. Na figura 7 das médias, que o processo produtivo se encontra sob controle. Todos os pontos estão dentro dos limites de controle, havendo somente variações de causa casual, que é natural e inerente ao processo. Na especificação da engenharia, a altura média da aba da tampa deveria ser de 1,80mm, enquanto que encontramos no gráfico 3 uma média geral de 1,79mm, aproximando-se mais do desejado.

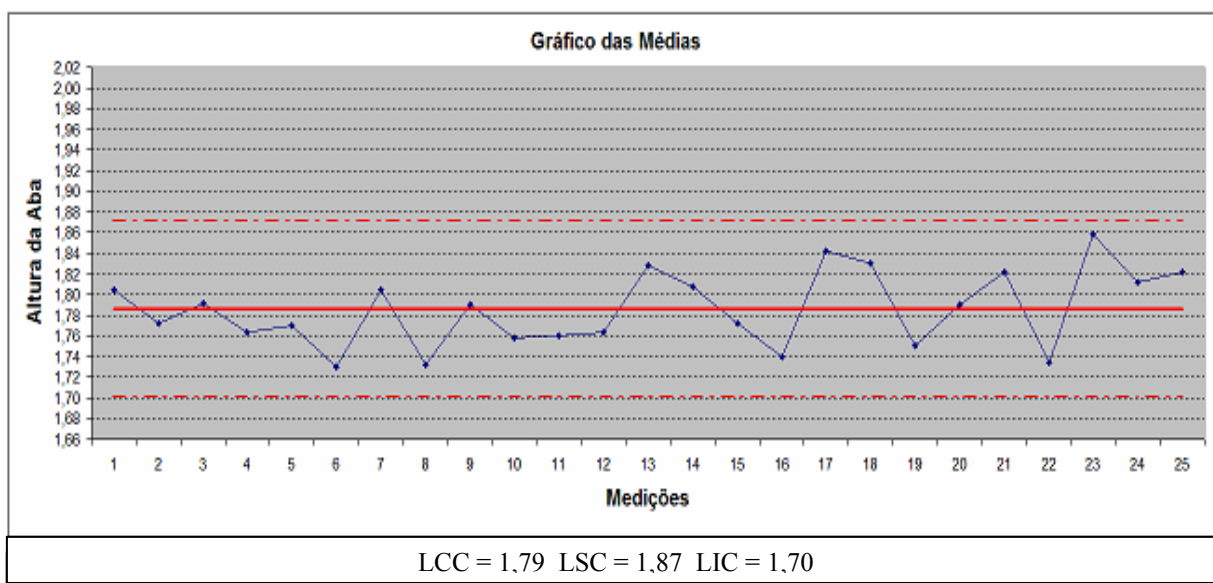


FIGURA 7 - Gráfico das médias - segunda análise



Na Figura 8 da amplitude também se pode observar que todos os pontos estão dentro do limite de controle.

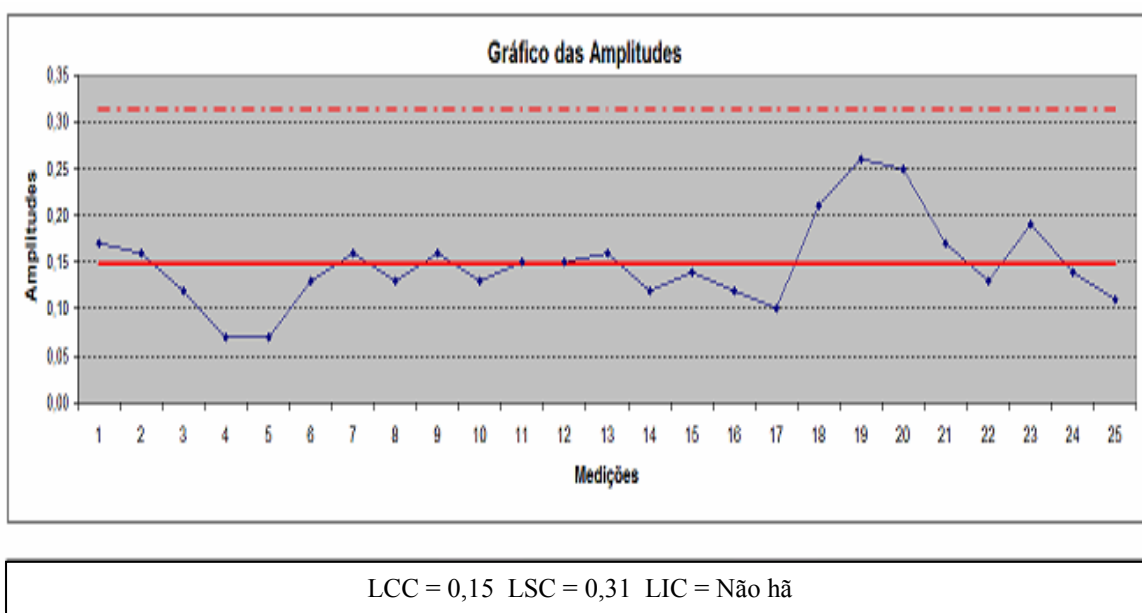


FIGURA 8 - Gráfico das amplitudes - segunda análise

Na figura 9 pode-se observar uma pequena melhora na produtividade em 2008 e em seguida uma melhora significativa no período de 2009, comparando a média de produção orçada de 14,3 milhões de tampas com uma média real de 16,9 milhões.

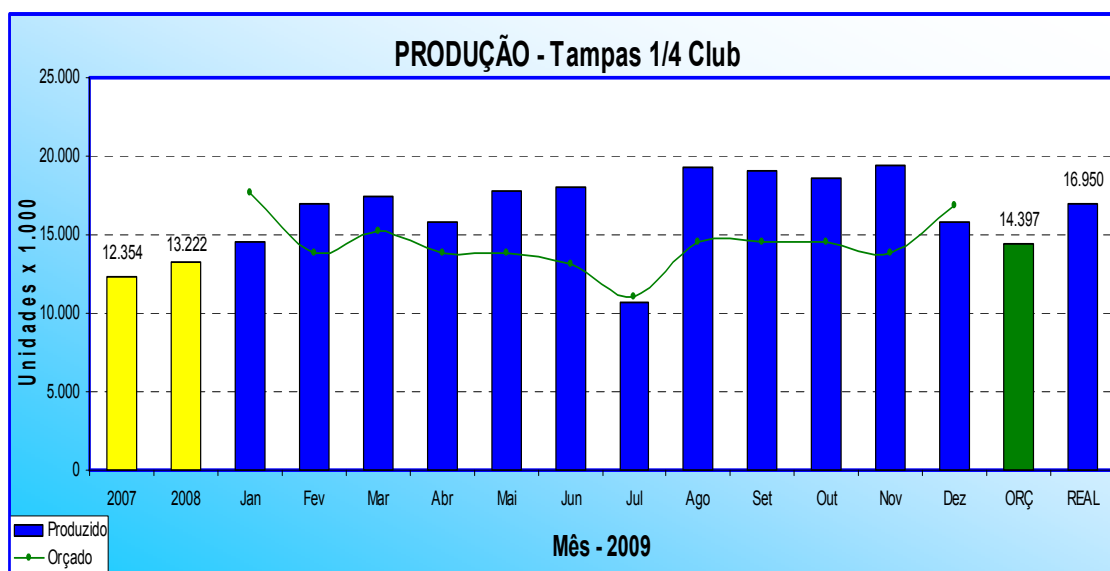


FIGURA 9 – Controle de produtividade no período de 2007 - 2009

Com esse ganho na produtividade, conseguiu-se suprir todas as necessidades do cliente e também gerar estoques de segurança em torno de 2,5 milhões de tampas para os rótulos mais tradicionais.

Na figura 10 pode-se observar uma pequena redução de perdas de tampas em 2008 e em seguida uma redução significativa no período de 2009, em que temos como previsão de perda em torno de 1,50% como orçamento e obtendo uma média real de perda de 0,84%.

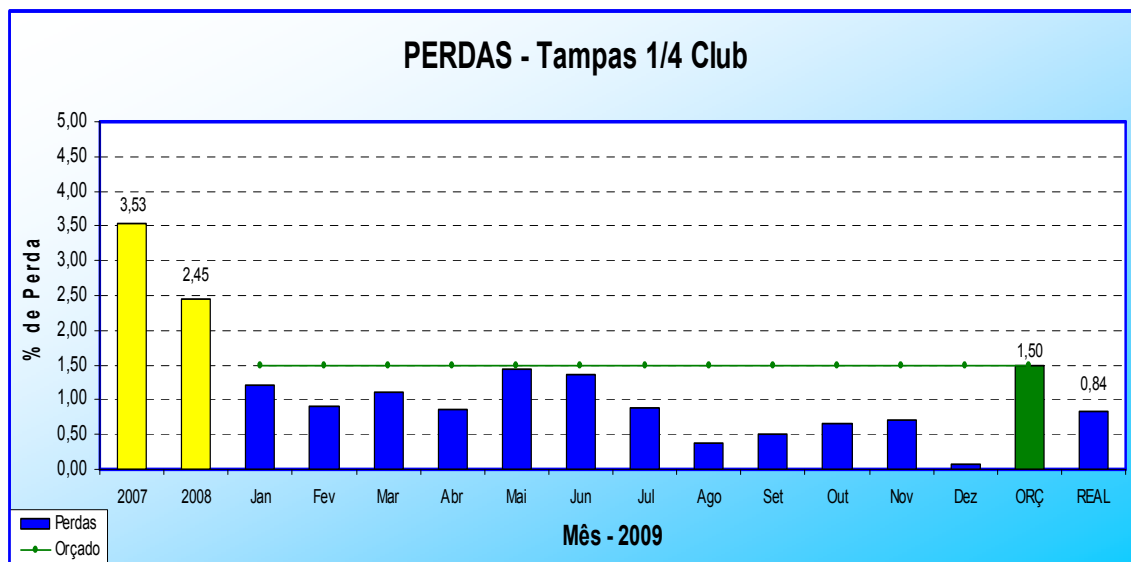


FIGURA 10 – Controle de perdas no período de 2007 - 2009

Depois de desenvolvidas algumas melhorias no ferramental conseguem-se eliminar as rugas do perfil da tampa, aumentado à produtividade em consequência da diminuição das causas de parada da prensa de conversão.

### 4.3 Melhorias de processo

Como foi identificada na figura 3, a média geral da altura da tampa estava acima do desejado em consequência de causas atribuídas, que não são inerentes ao processo. Como o processo estava fora de controle estatístico à qualidade dimensional estava comprometida, ocasionando baixa produtividade, pelas paradas induzidas na prensa de conversão. Através de uma análise detalhada do comportamento dos gráficos de controle, foram identificados os pontos a serem melhorados para evitar o mal encaixe da tampa no equipamento de conversão a fim de evitar o rompimento da cinta transportadora, de evitar as paradas por alarmes de segurança e os riscos indesejáveis que poderiam gerar metal exposto na tampa. Toda melhoria de processo se deu em torno de aprimorar as ferramentas de estampagem e conversão da tampa, responsáveis pela conformidade dimensional a fim de aumentar a produtividade e reduzir as perdas.

Após as melhorias desenvolvidas, consegue-se diminuir consideravelmente o tempo de parada da prensa de conversão e também inverter algumas prioridades como mostra a tabela 4.

TABELA 4 - Levantamento de causas de parada da prensa

Descrição das Causas	Minutos de Parada	Minutos de Parada Acumulado
Rompimento da cinta transportadora	2.051	2.051
Alarme falta de tampa	1.700	3.751
Problemas no alimentador da prensa	245	3.996
Alarme tampa dupla	50	4.046
Retiradas de tampas ruins da linha	0	4.046

FONTE: Dados da empresa

### 4.4 Análise comparativa

Como foi observado na figura 3, vários pontos se encontravam fora dos limites de controle, evidenciando que alguma causa atribuída estava afetando o processo. Com base nesta análise, foram desenvolvidas algumas melhorias de processo.

Depois de efetuado as melhorias e aperfeiçoamento do processo ao longo do tempo conseguiram-se atingir resultados demonstrados na figura 7, onde todos os pontos se encontraram dentro do limite de controle, em que as variações são somente inerentes ao processo. Observa-se que na figura 4 apesar do

processo estar fora de controle, a média da amplitude ( $\bar{R}$ ) foi de 0,05mm, implicando nos valores dos limites de controle que são diretamente proporcionais à média da amplitude conforme fórmula de cálculo de limites:

$$LSC_x = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \quad \text{e} \quad LSC_x = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

Na figura 8, apesar do controle estar sob controle, a média da amplitude foi de 0,15mm, portanto os limites de controle são maiores. Também se pode observar que após o desenvolvimento das melhorias, o valor da média geral da altura da aba da tampa se aproximou do valor especificado de 1,80mm, que antes era de 1,91mm e passou para 1,79mm.

#### 4.5 Verificação da hipótese

Para se testar a hipótese nula  $H_0$ , de que a implantação do controle estatístico de processo na empresa estudada não gerou resultados significantes no sentido de identificar melhorias no processo, considera-se o seguinte: a) na primeira avaliação, a média geral da altura da aba da tampa foi de  $\bar{\bar{X}}=1,91\text{mm}$ ; b) na segunda avaliação, a média geral da altura da tampa foi de  $\bar{\bar{X}}=1,79\text{mm}$ ; e c) a média de especificação da altura da aba da tampa é  $\bar{\bar{X}}=1,80\text{mm}$ . Portanto, o melhor resultado é o que o valor mais se aproxima do valor especificado.

Nesse caso, a hipótese de pesquisa é que o controle estatístico de processo resultará valores mais próximos do valor especificado de  $\bar{\bar{X}}=1,80\text{mm}$ . Portanto, as hipóteses nulas e alternativas relativas ao estudo são:

$$H_0: \mu = 1,91\text{mm} \text{ (processo produtivo de 2007)}$$

$$H_a: \mu \neq 1,91\text{mm} \text{ (processo produtivo de 2009)}$$

Se a hipótese nula  $H_0$  for rejeitada, podemos inferir que a hipótese alternativa é verdadeira,  $H_a: \mu \neq 1,91\text{mm}$ , isto é, o processo produtivo de 2009 é verdadeiro. Utilizando os dados coletados na amostra, obtemos um desvio padrão  $s = 0,05$ . Utilizando o teste t de *Student* para uma média simples temos:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \qquad t = -4,92$$

Para  $n = 5$  e grau de liberdade 4 com nível de significância de  $\alpha = 0,05$  temos:  $t_{\text{crítico}} = 2,132$  conforme distribuição t de *Student*. Portanto, com um nível de confiança de 95% rejeita-se  $H_0$  conforme figura 11, pois teste <  $t_{\text{crítico}}$ .

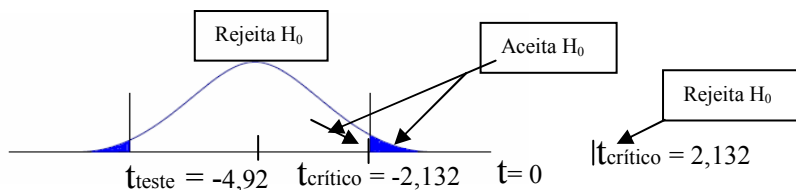


FIGURA 11 – Teste de hipótese nula  $H_0$

Com a rejeição da hipótese nula, pode-se afirmar que a média populacional da altura da aba da tampa é diferente de 1,91mm e, portanto o processo produtivo de 2009 é verdadeiro.

Para estimação da média temos:  $\bar{x} \pm$  erro amostral, ou seja:

$$\bar{x} \pm t \cdot s \quad \text{Para } n = 5 \text{ e grau de liberdade 4 com índice de significância de } \alpha = 0,05 \text{ temos: } t = 2,776 \text{ conforme distribuição t de } Student, \text{ então:}$$

$$1,80 \pm \frac{2,776}{\sqrt{5}} \cdot 0,05 \Rightarrow 1,80 \pm 0,06$$

Estima-se com 95% de confiança que a média da altura da aba da tampa será entre 1,74mm e 1,86mm, conforme encontrado no gráfico de controle a média de 1,79mm.

## 5 CONCLUSÃO

Este artigo procurou demonstrar que a aplicação do Controle Estatístico de Processo gera impacto na qualidade, eficiência e redução de perdas no processo de fabricação de embalagem metálica para pescado, o processo de recravação também poderia ser comprometido com as variações dimensionais da altura da aba da tampa, podendo causar perdas em caso do processo estiver fora de controle. Ficou evidente que causas atribuídas como problemas no alimentador da prensa, rompimento da cinta transportadora e alarme falta de tampa estavam afetando consideravelmente o processo, com isso gerando baixa produtividade e altos índices de perdas. Após as melhorias desenvolvidas, o processo ficou sob controle, monitorando somente as variações inerentes ao processo. A média geral da altura da aba da tampa ficou mais próxima do valor esperado, garantindo sua qualidade dimensional e conseqüentemente aumentando a produtividade, conseguindo suprir as necessidades do cliente.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, David R.; SWEENEY, Dennis J.; WILLIAMS, Thomas A. *Estatística Aplicada à Administração e Economia*. Cengage Learning 2007.
- BONATO, R. G. *Qualidade operacional da fenação: análise do processo de produção*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.
- CANADIAN INSPECTION AGENCY, *Metal Can Defects Manual*, Chapter 7, [www.inspection.gc.ca](http://www.inspection.gc.ca), 2002.
- DANTAS, Sílvia Tondella. *Fechamento de Embalagens Metálicas: Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagens - CETEA*. Campinas, 2002.
- DENZIN, Norman; LINCOLN, Ivona. *Planejamento da Pesquisa Qualitativa: Teorias e Abordagens*. Ed. Artmed Bookman, 2005.
- GALUCH, L. *Modelo para Implementação das Ferramentas Básicas do Controle de Processo*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.
- KUME, Hitoshi. *Métodos estatísticos para melhoria da qualidade*. São Paulo: Editora Gente, 1993.
- MONTGOMERY, Douglas; RUNGER, George. *Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros*. 4 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2009.
- MILONE, Giuseppe. *Estatística Geral e Aplicada*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- OAKLAND, John S. *Statistical Process Control*. Burlington, Elsevier Linacre House, 6 Ed, 2008.
- RYAN, Thomas P. *Statistical Methods for Quality Improvement*. New York, Wiley, 2 Ed, 2000.
- SOARES, G. M. V. P. P. *Aplicação de Controle Estatístico de Processo em Indústria de Bebidas: um estudo de caso*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- WOODALL, William H. Controversies and Contradictions in Statistical Process Control, *Journal of Quality Technology*, Blacksburg, v.32, n. 4, October, 2000.