

Análise do serviço de logística através de cartas de controle para dados individuais

Maria Emilia Camargo (ULBRA) kamargo@terra.com.br
Walter Priesnitz Filho (ULBRA) walter@ulbrasm.com.br
Gilda Bertagnolli Sortica (ULBRA) gildasortica@yahoo.com.br
Ângela Isabel dos Santos (UFSM) dr_angel@terra.com.br
Suzana Leitão Russo (URI) jss@urisan.tche.br

Resumo

No controle de qualidade encontramos técnicas que provêm de diferentes campos, pois sendo o objetivo a redução da variabilidade nas características de qualidade, estas são de controle e ajuste de processos. Neste trabalho, foram utilizadas as cartas de controle individual (X_{ind} e R_m), para o monitoramento do tempo de carregamento de um caminhão medido durante 60 dias consecutivos de uma empresa transportadora de carga do Rio Grande do Sul. Os resultados mostraram que o processo está fora de controle tanto na média como na variabilidade, necessitando de uma monitoração sistemática, com o objetivo de manter a qualidade dos serviços.

Palavras-chave: Cartas de controle; Variabilidade; Tempo de carregamento.

1. Introdução

Numa época de acirramento da competitividade entre as empresas, em todos os setores, as transportadoras estão passando por um processo de modernização que implica adoção de medidas de monitoramento de suas atividades, procurando sempre um melhor desempenho do serviço aos seus clientes (Gomes & Ribeiro, 2004).

A partir de 1990, com a abertura comercial desde 1993, as empresas brasileiras de transporte começaram a se modernizar, atendendo às demandas das grandes firmas industriais e comerciais (Gomes & Ribeiro, 2004). De acordo com NBR ISO 8402/1994, “Os serviços são resultados gerados por atividades na interface entre o fornecedor e o cliente e, pelas atividades internas do fornecedor, para atender às necessidades do cliente”.

As atividades e tendências da qualidade nas últimas décadas passaram por grandes transformações. Existe uma revolução da qualidade orientada para o mercado e agora começa-se a sentir seu impacto tanto no setor industrial quanto no de serviços. Além de produtos de alta qualidade os consumidores esperam excelência nos serviços.

Conforme Denton (1990) para se conseguir serviços realmente com qualidade é necessário uma mudança cultural e de percepção dentro da organizações. Várias ferramentas estatísticas podem ser utilizadas para se monitorar o desempenho dos serviços. Neste trabalho, deteve-se nas cartas de controle introduzidas por Shewhart em 1931, simples e eficazes de monitoramento do desempenho de processos de manufatura e, por este motivo, muito utilizadas na prática.

Segundo Montgomery, 2000, existem pelo menos cinco razões para a utilização das cartas de controle: (i) são técnicas comprovadas de melhoria da produtividade, (ii) são eficazes na prevenção de defeitos, (iii) evitam ajustes desnecessários em processos, (iv) fornecem

informações confiáveis para diagnóstico do desempenho de processos e (v) fornecem informações sobre a capacidade de processos, bem como permitem avaliar se o comportamento do processo, em termos de variação, é previsível.

A variabilidade é uma característica intrínseca de qualquer serviço e, em particular, do serviço logístico. Um processo é um conjunto de causas articuladas que produzem um ou mais efeitos (Figueiredo & Wanke, 2000). Neste caso o processo considerado é o tempo de carregamento de um caminhão.

Em qualquer processo é impossível resultados sem variabilidade. Tal impossibilidade deve-se as causas de variação inerentes aos processos. Dois tipos de variações podem estar presentes em um processo, ou seja, causas comuns e/ou causas especiais.

As causas comuns (ou aleatórias) de variação são causas intrínsecas ao processo (Deming, 1990), possuindo distribuição estável. A identificação individual dessas causas é geralmente uma tarefa difícil. Tentativas pontuais de ações sobre causas comuns geralmente reduzem pouco a variação, e a redução significativa dessas causas exige uma reavaliação de todo sistema, acarretando altos custos para o mantenedor do processo. As causas especiais (ou identificáveis) de variação são causas que, atuando sobre o processo, causam grandes variações nesse. Essas causas possuem distribuição instável e geralmente são de fácil identificação. Ações sobre causas especiais, se existirem, devem ser preferidas, pois são de custo baixo e reduzem bastante a variação do processo.

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma análise de desempenho das cartas de controle (X_{ind} e R_m) aplicadas no monitoramento do tempo de carregamento de um caminhão medido durante 60 dias consecutivos de uma empresa transportadora de carga de pequeno porte do Rio Grande do Sul.

Pode-se dizer que transportar significa conduzir ou levar de um lugar para outro algum bem. Na ótica empresarial, o transporte faz parte do sistema logístico ou de distribuição das empresas que atuam no mercado. O transporte rodoviário de carga é uma atividade essencial à economia do país. Sem o transporte (seja qual for o modo) de nada adiantaria a produção dos demais setores econômicos, uma vez que os bens produzidos não teriam como chegar a seus consumidores finais. De certa forma, todos os agentes econômicos dependem direta ou indiretamente do transporte para a satisfação das suas necessidades, sendo este um elo de ligação socio-econômico (Bastidas, Nery & Carvalho, 2001).

Para Parreiras (1990) a missão do transporte de carga é “a solução dos problemas de transporte dos clientes, tornando-os satisfeitos e lucrativos. A empresa de transporte de carga vende tranquilidade”.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: na segunda seção apresenta-se a fundamentação teórica, na terceira seção os resultados e a discussão são apresentadas. O artigo é encerrado por uma seção de considerações finais.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Cartas de controle (X_{ind} e R_m)

Quando somente medidas individuais estiverem disponíveis, torna-se necessário o emprego das cartas de controle X_{ind} e R_m . A carta X_{ind} tem como objetivo controlar as medidas individuais do processo e amplitude móvel (R_m) é definida como sendo a diferença (em

módulo) entre duas amostras individuais consecutivos, que serve para o controle da variabilidade do processo (Buchaim & Barbosa Neto, 1999; Montgomery, 2000).

Segundo Montgomery (2000), supondo-se um processo onde a característica de qualidade de interesse X_i a ser controlada tenha distribuição normal com média μ e desvio padrão σ .

Se $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ são amostras resultantes das observações individuais, ou seja, amostras de tamanho $n=1$ de distribuição com média μ e desvio padrão $\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \sigma$ pois $n=1$, ou seja

$\bar{X} \sim N\left(\mu, \sigma_{\bar{X}}\right) = N(\mu, \sigma)$. De acordo com as propriedades da distribuição normal, conclui-se que há uma probabilidade igual a $(1-\alpha)$ de que a média do processo esteja entre $\mu - Z_{\frac{\alpha}{2}}\sigma$ e

$\mu + Z_{\frac{\alpha}{2}}\sigma$, ou seja $P\left(\mu - Z_{\frac{\alpha}{2}}\sigma < \bar{X} < \mu + Z_{\frac{\alpha}{2}}\sigma\right) = 1 - \alpha$.

Utilizando-se o sistema 3σ , que consiste em fazer $Z_{\frac{\alpha}{2}} = 3$. Neste caso, quando $k=3$, indica que

99,73% das observações do gráfico de controle estão no intervalo $\mu \pm 3\sigma$, ou seja,

$P\left(\mu - 3\sigma < \bar{X} < \mu + 3\sigma\right) = 0,9973$ que é a probabilidade de ocorrência das observações dentro desse

intervalo. Através do sistema 3σ , podemos concluir que a probabilidade do gráfico emitir um falso alarme é igual a $1 - \alpha = 1 - 0,9973 = 0,0027$ que é a probabilidade de ocorrência de valores fora do intervalo $(\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma)$ considerado.

Usando $\hat{\mu} = \bar{X}$ e $\hat{\sigma} = \frac{R_m}{d_2}$ como estimadores de μ e σ respectivamente, o modelo matemático da carta de controle para medidas individuais x_i fica definido com os seguintes parâmetros:

Limite Superior de Controle

$$LSC_x = \bar{x} + \frac{3}{d_2} \bar{R}_m \quad (1)$$

Linha Média

$$LM_x = \bar{x} \quad (2)$$

que representa o valor médio da característica de qualidade em estudo correspondente ao estado sob controle.

Limite Inferior de Controle

$$LIC_x = \bar{x} - \frac{3}{d_2} \bar{R}_m \quad (3)$$

onde:

$$\text{A média do processo: } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (4)$$

A amplitude média do processo:

$$\bar{R}_m = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} R_{mi}}{n-1} \quad (5)$$

Conforme Montgomery (2000), para avaliar o desempenho de uma carta de controle e comparar vários procedimentos, podemos levar em conta os valores dos erros Tipo I (risco de um ponto cair fora dos limites de controle, indicando uma condição fora de controle quando nenhuma causa assinalável está presente) e Tipo II (é o risco de um ponto cair entre os limites, quando o processo está realmente fora de controle) associados às tomadas de decisão e as conseqüências econômicas deles resultante, isto é, custo associado à procura do problema inexistente e o custo associado a fraca qualidade que se obtém no produto final desde que a mudança ocorre até que seja detectada.

O desempenho de uma carta de controle, pode ser avaliado em parte, em termos de sensibilidade para detectar desvios na estatística que está sendo monitorada. Esta sensibilidade pode ser medida pelo número de amostras coletadas até que o gráfico sinalize a ocorrência de um desvio, ou através do Desvio Quadrático Médio (Montgomery et al., 1994)

2.2 Medida de desempenho

A medida de desempenho utilizada, com o objetivo de avaliar a efetividade das cartas de controle, é a recomendada por (Montgomery et al., 1994), isto é, o Desvio Quadrático Médio (DQM), dado por:

$$DMQ = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - T_i)^2}{n}} \quad (6)$$

onde:

n = número de observações ;

T = valor padrão estabelecido.

3. Resultados e Discussão

3.1 Análise descritiva dos dados

Os valores referentes a medição dos tempos de carregamento de um caminhão de uma empresa de transporte do Estado do Rio Grande do Sul, obtidas durante 60 dias, ou seja, de 01 de março a 13 de maio de 2004 estão apresentados na Figura 1.

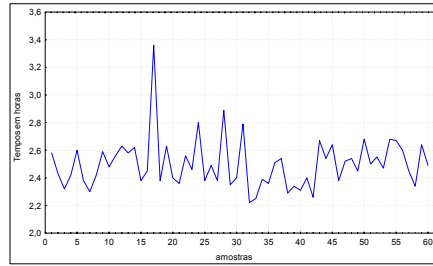


Figura 1 - Série representativa do tempo de carregamento

Observa-se que houve um *outlier* na amostra $t=17$, ou seja, no instante ($t=16$) o tempo de carregamento foi de 2 horas e 45 minutos, passando para 3 horas e 36 minutos no instante $t=17$, havendo um acréscimo de 37,14%. Em seguida no instante 18 houve uma redução de 41,48% passando para 2 horas e 38 minutos. Esta variação sugere que possa ter ocorrido uma causa assinalável, podendo significar uma anormalidade, que poderá ser investigada e confirmada através das cartas de controle.

Para verificar-se a normalidade dos dados foi aplicado o teste de normalidade de Lilliefors (Conover, 1971) podendo-se assim garantir que os dados se ajustam a uma distribuição normal, ao nível de significância de 5%. Para testar a independência foram calculados os coeficientes de autocorrelação que estão apresentados na Figura 2, confirmando-se que os dados são independentes, pois todos os coeficientes da função de autocorrelação estão dentro dos limites de controle, ou seja, de ± 2 erros padrões.

Assim as suposições necessárias de normalidade e independência das medidas estão garantidas, podendo-se construir as cartas de controle tradicionais.

Para comparar a média das medições (2,50083) com o valor padrão estabelecido pela empresa que é de 2 horas e cinquenta minutos, aplicou-se o teste *t de student* unilateral, concluindo que as médias são iguais ao nível de significância de 5%.

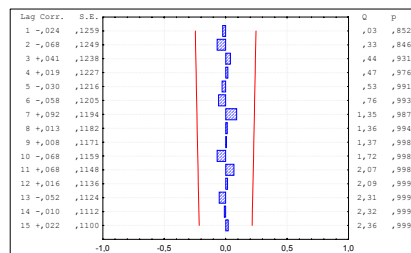


Figura 2 - Coeficientes de autocorrelação

3.2 Construção das cartas de controle

Na Figura 3, apresenta-se a carta (X_{ind}) para monitorar o comportamento da média dos valores individuais do tempo de carregamento.

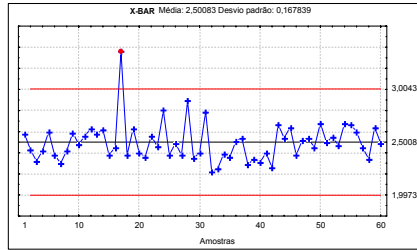


Figura 3 - Carta de controle para a média do tempo de carregamento

A carta para monitorar a dispersão do processo está apresentada na Figura 4. A carta X_{ind} (medidas individuais) apresenta uma causa especial. No instante $t=17$, como se pode notar, ocorreu uma elevação no tempo de carregamento (3 horas 36 minutos), desequilibrando o processo. Neste dia houve a falta de um funcionário.

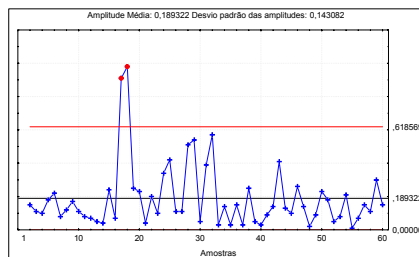


Figura 4 - Carta de controle para amplitude do tempo de carregamento

Na carta R_m , a presença de causas especiais atuando no processo, ou seja nos instantes 17 e 18. O tempo de carregamento que passou de 2 horas e 45 minutos no instante 16 para 3 horas 36 minutos no instante 17, acréscimo de 91 minutos. No dia 18 quando retornou o funcionário que havia faltado no dia anterior o tempo retornou para 2 horas 38 minutos no instante $t=18$, acarretando um decréscimo no tempo de 98 minutos. Estas variações estão demonstradas na Figura 4.

4. Considerações finais

O presente trabalho encontrou base nos procedimentos das cartas de controle para medidas individuais de Shewhart (X_{ind} e R_m), utilizadas para dados independentes e normalmente distribuídos, as quais tem como objetivo, detectar mudanças no processo, tanto na média como na variabilidade.

Concluindo pode-se afirmar que realmente as cartas de controle são ferramentas que podem servir para acompanhar o comportamento de variáveis no serviço de logística, auxiliando os profissionais da área monitorarem os seus processos com o objetivo de manterem serviços de qualidade para os seus clientes.

As cartas construídas neste trabalho para monitorar o tempo de carregamento apresentaram desempenho satisfatório, com um desvio médio quadrático de 0,18 demonstrando que a elevação do tempo no dia 17 acarretou um acréscimo de 29% na variabilidade do processo.

Assim, as cartas de controle como toda e qualquer ferramenta de controle, pode auxiliar quem controla o processo e deve ser usada adequadamente. Conforme (Figueiredo & Wanke, 2000) “seu objetivo é mostrar a todos que trabalham no processo como ele está se desenvolvendo e lhes informar rapidamente a ocorrência de alguma anomalia. Isto cria no grupo uma consciência de alerta e o interesse em resolver o problema tendo ele sido ocasionado por uma falha de equipamento, um erro humano ou até por algum fator externo ao sistema. Também sensibiliza a direção da empresa para proporcionar toda a assistência necessária de modo a manter o processo sob controle”.

5. Referências Bibliográficas

- BASTIDAS, G. , NERY, R. & CARVALHO, M.M. *Uso do QFD no Setor de Serviços: Avaliação de uma Transportadora Rodoviária de Carga*. Salvador: Anais do XXI ENEGEP, 2001.
- BUCHAIM, J. G.; BARBOSA NETO, P. R. *Controle estatístico do processo fundamental*. São Paulo: QPB .Consultoria e Treinamento, 1994.
- CONOVER, W. J.. *Practical nonparametric statistics*. New York: John Wiley, 1971.
- DEMING, W. E. *Qualidade: a revolução da administração*. Rio de Janeiro: Saraiva, 1990.
- DENTON, D. K. *Qualidade em Serviços*. São Paulo: Mac Graw-Hill, 1990.
- FIGUEIREDO, K.; WANKE, P. *Ferramentas da Qualidade Total Aplicadas no Aperfeiçoamento do Serviço Logístico*, 2000. Disponível em www.cel.coppead.ufrj.br/fs-public-htm. Acessado em 20/05/04.
- GOMES, C. F. S. & RIBEIRO, P.C.C. *Gestão da Cadeia de Suprimentos Integrada à Tecnologia da Informação*. São Paulo: Thomson, 2004.
- MONTGOMERY, D. C. *Introduction to Statistical Quality Control*, 4th ed. New York: John Wiley, 2000.
- MONTGOMERY, D.C., KEATS, J.B., RUNGER, G.C.; MESSINA, W.S. Integrating Statistical Process Control and Engineering Process Control, *Journal of Quality Technology*, Vol. 26, N° 2 , p. 79-87, 1994.
- PARREIRAS, R. *Marketing de Transporte de Cargas*. São Paulo: MacGraw-Hill, 1990.
- SHEWART, W. A . *Economic Control of quality of Manufactured product*. New York, D. Van Nostrand Company, INC.,1931.

