

# ANÁLISE DOS VALORES DO INTERVALO DE DECISÃO PADRONIZADO DO GRÁFICO CUSUM TABULAR

Rodrigo L. P. Lara<sup>1</sup>, José I. R. Júnior<sup>1</sup>, Mariane A G. da Silva<sup>1</sup>,

## RESUMO

### Introdução

Dentro do contexto da qualidade total, o controle estatístico se refere a um conjunto de ferramentas usadas com o objetivo de possibilitar a intervenção racional num sistema de produção a fim de conferir-lhe qualidade [6]. Reconhecido como instrumento de pesquisa de ampla análise [2], o gráfico de controle das somas acumuladas (CUSUM, *Cumulative Sum*) possui a vantagem de ser relativamente sensível a pequenas mudanças no processo. A fim de conferir precisão e confiabilidade nos resultados obtidos pelos gráficos de controle Cusum, o presente trabalho visou simular um conjunto de dados para cada um dos valores de  $h^*$  e  $k^*$  recomendados pela literatura de modo a observar o poder do gráfico em cada uma das combinações testadas.

Atualmente, a melhoria e o monitoramento da qualidade têm se tornado preocupações e necessidades para muitas organizações [3]. Dentre as ferramentas que compõem o controle estatístico da qualidade, os gráficos de controle são simples e eficientes no monitoramento da média e da variabilidade de diversas características de qualidade. Esses gráficos atuam com base em amostras retiradas em intervalos de tempo regulares, estratificadas ou não por fatores conhecidos. Como existem diferentes tipos de gráficos de controle com o mesmo objetivo, é importante conhecer a eficiência e a rapidez com que cada um deles detecta alterações reais no processo. A análise da relação entre os custos de amostragem e de interferências no processo deve nortear a escolha do tamanho das amostras, do intervalo de tempo entre elas, do tipo e das constantes

utilizadas nas construções dos gráficos de controle, como também no posicionamento dos limites de controle. Avaliando cuidadosamente a escolha dos valores dessas constantes no momento da construção de um gráfico de controle, outros fatores também estarão sendo considerados, como a minimização do número de alarmes falsos e a maximização da capacidade de detecção de causas especiais no processo.

### Objetivos

Reconhecido como instrumento de pesquisa de ampla análise, o gráfico de controle das somas acumuladas (CUSUM, *Cumulative Sum*) possui a vantagem de ser relativamente sensível a pequenas mudanças no processo. Inicialmente proposto por (Page, [5]) o gráfico incorpora informação de uma seqüência de observações amostrais plotando as somas acumuladas dos desvios das observações em relação a um valor alvo [5]. As constantes requeridas para sua construção são: valor de referência ( $k^*$ ) e intervalo de decisão ( $h^*$ ) padronizados. Desse modo presente trabalho visou estudar os gráficos de controle CUSUM com o objetivo de conhecer a relação entre os valores das constantes  $k^*$  e  $h^*$  com a ocorrência dos alarmes falso e verdadeiro.

### Metodologia

Os efeitos das constantes sobre os riscos  $\alpha$  e  $\beta$  e do NMA associados ao gráfico de controle CUSUM tabular foram estudados por meio da simulação de dados no programa em C++ conforme pode ser visualizado na Figura 1. A partir da simulação de uma amostra de 1000

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Estatística,  
rodrigo.lara@ufv.br, jivo@ufv.br, mariane.alves@ufv.br

elementos de média  $\mu = 1000$  e desvio-padrão  $\sigma = 100$  pode-se verificar a viabilidade em trabalhar com valores de  $h^*$  entre 3 a 6 analisando o  $k$ -ésimo valor da amostra onde a soma acumulada ultrapassa o valor de  $H$  estabelecido.

```

Dev-C++ 4.9.9.2
Arquivo Editar Localizar Exibir Projeto Executar Debug Ferramentas CVS Janela Ajuda
Novo Inserir Clear Ir para
Projeto Classes Debug
Main.cpp | GerarValores.cpp | GerarPoder.cpp | ImprimeValores.cpp | Tamanho.h
#include <cstdlib>
#include <ctime>
#include <iomanip>
#include <cstdlib>
using namespace std;
#include "Tamanho.h"
/* ONDE HOOPER array_dX[1000], entende-se array dos valores para delta
igual a X
double array_d0[MAX+1], array_d05[MAX+1], array_d1[MAX+1], array_d2[MAX+1],
array_d3[MAX+1];
void geraValores(double*, double*, double*, double*, double*);
void imprimeValores(double*, double*, double*, double*, double*);
double geraPoder (double*, double, double);
int main () {
    cout << "\n-----\n\n";
    << "PROJETO GRÁFICOS DE CONTROLE \n\n";
    geraValores(array_d0, array_d05, array_d1, array_d2, array_d3);
    // imprimeValores(array_d0, array_d05, array_d1, array_d2, array_d3);
    geraPoder(array_d05, 0.5, 3);
    geraPoder(array_d05, 0.5, 4);
    geraPoder(array_d05, 0.5, 5);
    geraPoder(array_d05, 0.5, 6);
    geraPoder(array_d05, 0.5, 20);
    geraPoder(array_d05, 0.5, 60);
}

```

Figura 1: Parte do código-fonte utilizado na implementação do programa.

## Conclusões

Pode-se verificar a eficiência dos valores atualmente recomendados de  $k^*$  e  $h^*$ . Os valores do poder do gráfico de controle Cusum informaram a confiabilidade do gráfico em acusar falta de controle no processo.

## Referências

[1] AGUIAR, S., Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa Seis Sigma, Editora de Desenvolvimento Gerencial, Belo Horizonte, 2002.

[2] COLQUHOUN, P. H. D., CUSUM analysis of j-pouch surgery reflects no learning curve after board certification., London Health Sciences Centre, University Hospital, London, 2008.

[3] HINES, W. W. ET AL., Probabilidade e estatística na engenharia, 4 ed, LTC, Rio de Janeiro, 2006.

[4] MONTGOMERY, D. C., Introdução ao controle estatístico da qualidade, 4 ed, LTC, Rio de Janeiro, 2004.

[5] PAGE, E. S., Continuous Inspection Schemes. Biometrika, v. 41, 1954.

[6] WEKERMA, M. C. C., Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. Fundação Cristiano Ottoni, UFMG, Belo Horizonte, 1995.

[7] WILLIAMS, S. M.; PARRY, M. M., Quality control: na application of the Cusum. University of Otago Medical School, Dunedin, 1992.