

R COMMANDER COMO SUPORTE NO ENSINO DE CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE

Olga Maria Formigoni Carvalho Walter¹ – olgaformigoni@gmail.com

¹Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Depto. de Engenharia de Produção (DEPS)
Caixa Postal 476, Campus Trindade
88040-900 – Florianópolis – Santa Catarina

Elisa Henning² – dma2eh@joinville.udesc.br

²Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Depto. de Matemática (DMAT)
Rua Paulo Malchiski s/n
89219-710 – Joinville – Santa Catarina

Robert Wayne Samohyl¹ – samohyl@deps.ufsc.br

1 INTRODUÇÃO

A dinâmica na renovação do conhecimento é de tamanha velocidade que a atividade de ensino vem empregando a tecnologia da informação como ferramenta auxiliar na promoção da aprendizagem de maior qualidade (BENFATTI & STANO, 2010). No âmbito do ensino do Controle Estatístico da Qualidade (CEQ) a utilização de *softwares* para auxiliar o processo de aprendizagem não é diferente e tem se difundido cada vez mais.

A grande maioria dos *softwares* com aplicações para CEQ de fácil utilização e *interface* amigável é comercial, e seus custos de aquisição e licença geralmente inviabilizam sua adoção por profissionais liberais, micro, pequenas empresas e estudantes. Como alternativa livre, está o ambiente GNU R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011). O R é uma linguagem e um ambiente para computação estatística e como é um projeto GNU, baseado no conceito de *software* livre, pode ser usado sem custos de licença contendo versões para Windows, MacOS, GNU/Linux e Unix. Pode ser baixado diretamente da Internet através do *site* do CRAN (*Comprehensive R Archive Network*) - Rede Completa de Arquivos do R - no endereço: <http://www.r-project.org>.

Atualmente o R é o resultado de um esforço colaborativo mundial de vários pesquisadores (estatísticos, engenheiros de *software*, dentre outros profissionais) os quais constituem o *Core Team*, equipe responsável pela avaliação e atualizações semestrais de novos pacotes (KATAOKA *et al.*, 2008). O R possui pacotes específicos, como por exemplo, o *qcc* exclusivo para Controle Estatístico do Processo (SCRUCCA, 2004), que permite gerar gráficos de controle Shewhart para variáveis discretas e contínuas e por atributos, além de gráficos CUSUM para variáveis contínuas (HENNING *et al.*, 2008).

Vários estudos foram desenvolvidos no sentido de auxiliar os estudantes no aprendizado do CEQ através de ferramentas computacionais (REIS, 2001; REIS *et al.*, 2001; SANTOS & REIS, 2005; BALAKRISHNAN & OH, 2005; REIS *et al.*, 2006; CONCEIÇÃO *et al.*, 2006; GOMES *et al.*, 2007), inclusive em ambiente R (HENNING *et al.*, 2007; KATAOKA *et al.*, 2008; TANDEL, 2008; HENNING *et al.*, 2009).

Henning *et al.* (2007) apresentam o R como uma ferramenta para auxiliar na aprendizagem do monitoramento e CEQ, através do pacote *qcc*, via exemplos comentados dos gráficos de controle Shewhart, gráfico de soma acumulada (*Cumulative Sum* - CUSUM) e gráfico de Média Móvel Exponencialmente Ponderada (*Exponentially Weighted Moving Average* - EWMA) no ambiente R Console. Kataoka *et al.* (2008) utilizam os pacotes

animation e TeachingDemos como ferramenta de apoio no ensino de teoria da probabilidades na educação básica. O trabalho de Tandel (2008) visa promover mudanças nas práticas em sala de aula, através da criação de um *site* para auxiliar as aulas em laboratório em ambiente R, o que possibilita atualizar e revitalizar as disciplinas no campo da estatística e engenharia. Henning *et al.* (2009) apresentam uma breve visão sobre os pacotes voltados para CEQ e para métodos de Previsão em Engenharia, abordando também outros pacotes úteis para acadêmicos dos cursos de engenharia.

É importante frisar que a introdução de novas tecnologias no meio educacional nem sempre tem correspondido às expectativas criadas (BENFATTI & STANO, 2010). Neste sentido, é observada certa resistência por parte dos estudantes na utilização do R talvez devido ao fato de que ao contrário dos *softwares* comerciais, o R não incorpora uma interface gráfica (*Graphical User Interface - GUI*), o que o torna muitas vezes uma ferramenta de utilização pouco amigável. Para contornar esta limitação, têm surgido alguns ambientes gráficos que permitem a utilização do R de uma forma mais intuitiva. Uma delas é o ambiente *R Commander*, também livre e sem custo de aquisição, disponível através do pacote *Rcmdr*, o qual funciona através de uma *interface* gráfica orientada por menus (FOX, 2005).

Uma interface gráfica para *software* de estatística não exige que o usuário lembre-se dos nomes e dos argumentos de comandos e diminui as chances de erros de digitação. Estas características tornam o ambiente GUI particularmente atraente principalmente para uso introdutório ou quando se utiliza com pouca frequência este tipo de *software* (FOX, 2005), além de ser um instrumento útil como ferramenta de ensino (FOX, 2007).

Neste sentido, como parte do principal artigo disponível na literatura sobre o *R Commander* serve como um guia introdutório para estudantes que irão utilizá-lo (FOX, 2005), este artigo tem como objetivo apresentar a aplicação de gráficos de controle do tipo Shewhart, CUSUM e EWMA, utilizando o pacote *RcmdrPlugin.qual*, o qual fornece um *plugin* para o ensino de CEQ no ambiente *R Commander* (HODGESS, 2011). Vale ressaltar também, que um dos fatores que motivou esta pesquisa foi a escassez de material disponível a respeito de pacotes *plugin* em CEQ para o ambiente *R Commander*, até mesmo em inglês.

Este artigo está estruturado da seguinte maneira: partindo da introdução e objetivos aqui apresentados, na seção 2 é realizada uma breve fundamentação teórica sobre gráficos de controle, abordando sua importância para o futuro engenheiro. A seção 3 destina-se a apresentação do ambiente *R Commander*. Na seção 4 são realizadas as aplicações via ambiente *R Commander* através do pacote *RcmdrPlugin.qual*. Este trabalho é finalizado na seção 5, onde são apresentadas as conclusões e considerações finais, abordando, sobretudo as principais limitações do pacote *plugin* estudado.

2 CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE

A qualidade é inversamente proporcional a variabilidade (MONTGOMERY, 2004). Portanto, a melhoria da qualidade implica em redução da variabilidade. Como a variabilidade só pode ser expressa em termos estatísticos, métodos estatísticos têm um papel importante para a melhoria da qualidade (SMETI *et al.*, 2007) utilizando medidas, monitoramento e controle. O CEQ é um conjunto de ferramentas, que são essenciais para a melhoria da qualidade, auxiliam a encontrar a estabilidade em um processo e melhorar a sua capacidade a partir da redução da variabilidade. É um campo relativamente novo, datando dos anos 20, com o trabalho de Walter Shewhart, dos laboratórios da Companhia Telefônica Bell.

As ferramentas mais importantes do CEQ são: o histograma, gráfico de Pareto, diagrama de causa e efeito, diagrama de defeito e concentração, gráfico de controle, diagrama de dispersão e folha de verificação (MONTGOMERY, 2004). A utilização de gráficos de

controle no CEP é de extrema importância. São elementos visuais para o monitoramento de produtos e processos onde através deles podem se identificar rapidamente alterações desproporcionais, causas especiais, alertando sobre a necessidade de agir no processo (SAMOHYL, 2009).

Os gráficos de controle, para variáveis e atributos, mais conhecidos e amplamente aplicados são ainda os tradicionais gráficos do tipo Shewhart. A simplicidade da regra de decisão condicionada apenas à análise do último ponto assinalado no gráfico facilita avaliar se este ponto está interferindo no processo. Nestes gráficos, uma grande desvantagem é utilizar apenas a informação sobre o processo contido no último ponto, e ignorar qualquer informação dada pela sequência inteira de pontos. Esta característica faz com que esses gráficos de controle sejam insensíveis a pequenas mudanças no processo, da ordem de $1,5 \sigma$ (desvios-padrão) ou menos (MONTGOMERY, 2004).

Apesar de extremamente eficazes, esses gráficos não são as únicas ferramentas disponíveis para a análise estatística de processos. Em alguns casos, outros tipos de gráficos de controle podem complementar ou substituir com vantagens as tradicionais metodologias dos gráficos de Shewhart. É o caso dos gráficos de controle com memória CUSUM (Soma Acumulada) e EWMA (Média Móvel Exponencialmente Ponderada), desenvolvidos para corrigir essa lacuna. Estes gráficos são recomendados para detectar mais rapidamente pequenas alterações nos processos e errar menos quando os processos são realmente estáveis (SAMOHYL, 2009). É, portanto, essencial, que engenheiros tenham profundo entendimento dessas ferramentas estatísticas, que são considerados métodos eficientes para desenvolver e melhorar os processos de produção.

3 VISÃO GERAL DO R COMMANDER

Esta seção tem como objetivo apresentar uma visão geral do R *Commander*, abrangendo alguns aspectos operacionais como: sua instalação, acesso e instalação de pacotes e *plugins*. O R *Commander* GUI não está disponível na instalação padrão do R, dessa forma é preciso fazer o *download* e instalar um pacote específico. Este processo pode ser feito diretamente pelo R através do menu Pacotes/Instalar pacote(s). Depois é necessário escolher o local de onde será realizado o *download* e selecionar o pacote Rcmdr. Automaticamente é realizado o *download* e a instalação. Para acessar o R *Commander*, o pacote Rcmdr deve ser carregado digitando `library(Rcmdr)` ou `require(Rcmdr)`¹ no *prompt* do Console (tela principal do R). Na Figura 1 é apresentada a tela principal do R *Commander* GUI.

¹ O *software* R é *case sensitive*, ou seja, diferencia maiúsculas de minúsculas.

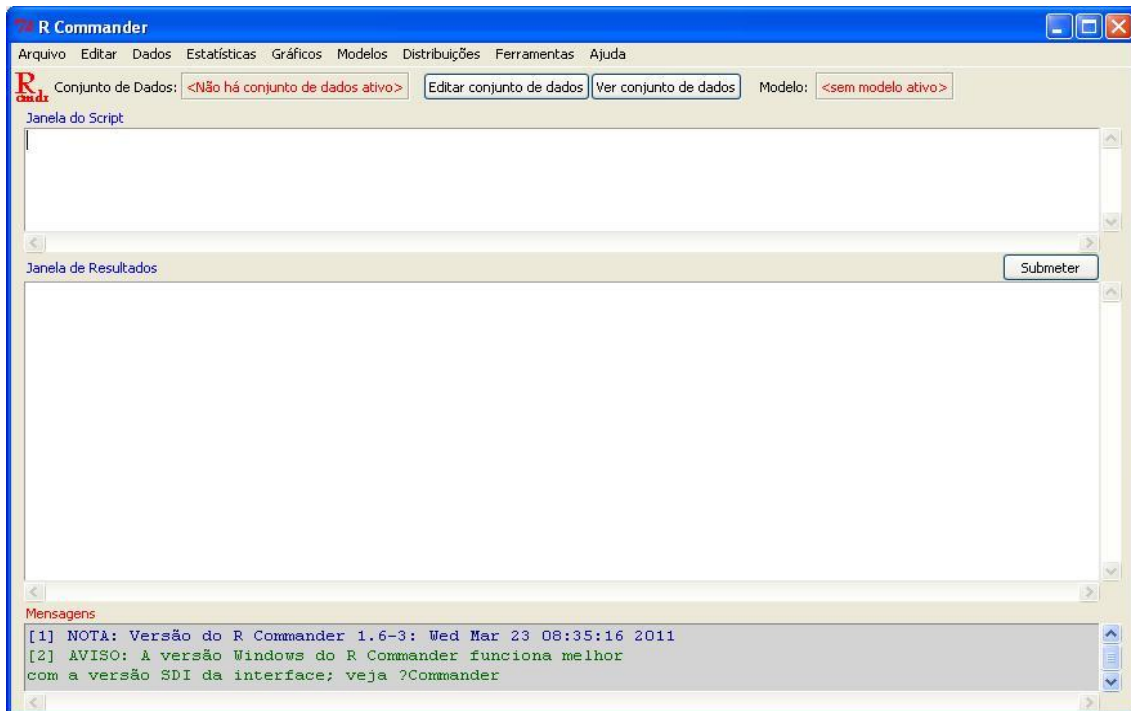


Figura 1- Tela principal do R *Commander* GUI.

Na parte superior da tela da Figura 1 estão os menus: Arquivo, Editar, Dados, Estatísticas, e assim por diante. Abaixo dos menus há uma barra de ferramentas, com botões de seleção, edição e visualização do conjunto de dados ativo. Abaixo da barra de ferramentas estão dispostas três janelas: janela do *script*, janela de resultados e janela de mensagens. Os comandos gerados pelo R *Commander* GUI, resultantes das ações realizadas aparecem na janela do *script*. Estes comandos podem ser editados e reexecutados, podendo também ser salvos e carregados posteriormente como arquivos. Ao pressionar o botão Submeter (ou a combinação de teclas CTRL-R) a linha em que o cursor está posicionado (ou a seleção de várias linhas) é executada (FOX, 2005).

A saída é impressa e exibida na janela de resultados, enquanto que as mensagens de erro, avisos e as informações que são exibidas nas cores vermelho, verde e azul respectivamente, aparecem na janela de mensagens. Gráficos são exibidos em uma janela separada denominada *Graphics Device*, fora da janela principal do R *Commander* GUI (FOX, 2005, 2007).

O processo para instalação de pacotes e *plugins* que são utilizados pelo R *Commander* é o mesmo executado pelo R Console, descrito previamente. Neste artigo será utilizado o pacote de CEQ RcmdrPlugin.qual. Para carregá-lo, na tela principal do R *Commander* (Figura 1) acesse Ferramentas/Carregar plug-in(s) do Rcmdr. Selecione então o pacote RcmdrPlugin.qual.

A partir do momento que o pacote é carregado é apresentado na tela principal do R *Commander* um novo menu “Quality Control” na barra de ferramentas, conforme Figura 2.

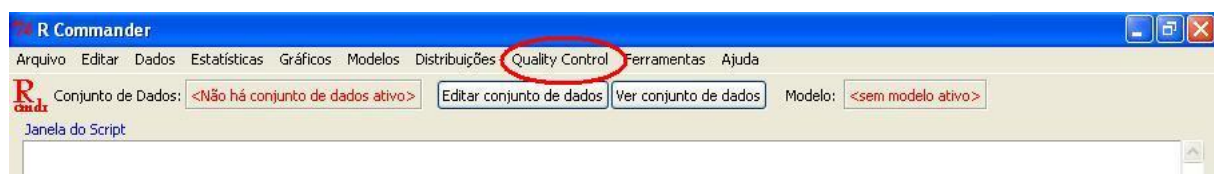


Figura 2 - Tela principal do R *Commander* GUI com menu do *plugin* do CEQ ativo.

A partir desse momento deve-se carregar um conjunto de dados para utilização completa de todas as opções do pacote. O R *Commander* permite utilizar um conjunto de dados disponível no próprio R, criar um conjunto de dados, mesclar conjuntos de dados existentes e importar dados de um arquivo texto, Excel, Access ou dBase. Permite também importar um conjunto de dados a partir da internet e de outros *softwares* estatísticos como SPSS, Minitab e Stata. Estas funcionalidades estão disponíveis no menu Dados, da tela principal do R *Commander* (Figura 1). Os dados podem ser editados no próprio R ou importados dados externos, das mais diversas formas. Na Figura 3 é apresentado o carregamento de dados a partir de uma planilha do Excel.

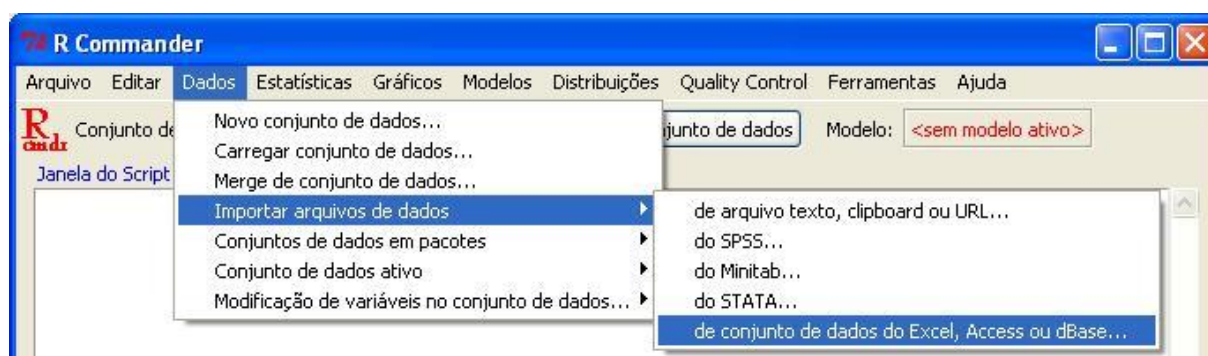


Figura 3 - Menu de acesso para importar arquivo de dados.

4 APLICAÇÕES COM O PACOTE *RCMDRPLUGIN.QUAL*

O pacote *RcmdrPlugin.qual* que fornece um *plugin* para o ambiente R *Commander*, foi criado pela professora Erin Hodgess do departamento de Computação e Matemática da Universidade de Houston, diante da necessidade de uma ferramenta que auxiliasse no ensino de CEQ (HODGESS, 2011). Através dele é possível criar gráficos de controle para variáveis (Média (X), Amplitude (R) e Desvio-Padrão (S)), para atributos (n, np, c e u) e gráficos de controle avançados CUSUM e EWMA. Para os gráficos do tipo Shewhart é possível gerar gráficos tanto para dados individuais quanto para subgrupos. Já para os gráficos CUSUM e EWMA é possível gerar apenas gráficos para dados individuais. Também é possível gerar histogramas e calcular medidas descritivas como média, mediana, quartis e desvio-padrão.

Para acessar determinado conjunto de dados do próprio R, na tela principal do R *Commander* acesse o menu Dados/Conjunto de Dados em pacotes/Ler dados de pacote “atachado”, conforme Figura 4. É apresentada uma tela para escolha do pacote e do conjunto de dados disponível no pacote selecionado. Nesta tela ainda é possível definir um nome diferente para o conjunto de dados através do campo “Defina o nome do conjunto de dados”. Também permite obter informações mais detalhadas sobre o conjunto de dados através do botão “Ajuda no conjunto de dados selecionado”. Nesta aplicação, foi selecionado o pacote *qcc* (SCRUCCA, 2004) e conjunto de dados *pistonrings*.

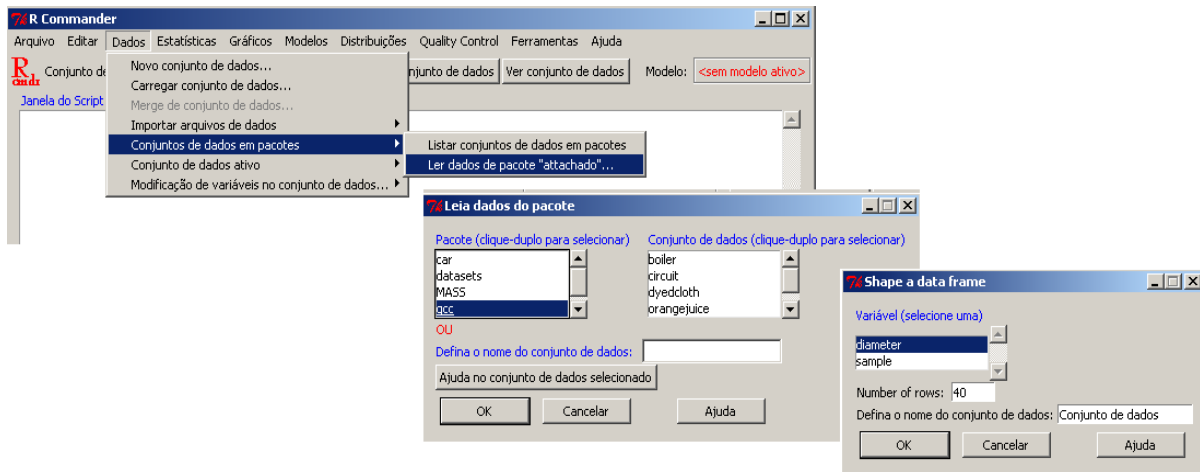


Figura 4 - Menu de acesso a um conjunto de dados de pacotes do R.

Este conjunto de dados disponível em MONTGOMERY (2004, p. 133) trata-se do diâmetro interno (em mm) dos anéis de pistão do motor de determinado automóvel. O conjunto de dados é composto de 40 amostras, cada uma de tamanho $n=5$. A organização das amostras em subgrupos apresentada na Figura 4 é realizada através do menu Quality Control/reshape data frame, onde se deve selecionar a variável do conjunto de dados, informar o número de amostras do subgrupo e um nome para o conjunto de dados alterado.

A partir da organização do conjunto de dados em subgrupos, parte-se para a construção dos gráficos de controle. Os comandos apresentados até a penúltima linha da Figura 5 são resultantes da operação executada a partir do menu Quality Control/xbar chart. Porém, o pacote não permite que se realize de modo direto, as fases I de diagnóstico (obtenção de uma amostra representativa dos dados para determinação dos limites de controle) e fase II (monitoramento do processo através dos limites de controle especificados na fase anterior), procedimentos clássicos do correto planejamento e construção de gráficos de controle (VINING, 2009).

Esta situação pode ser corrigida alterando a última linha de comando que é apresentada na janela do *script*. Como resultado da execução da última linha de comando da Janela do *Script* (Figura 5) é apresentado o gráfico de controle da Figura 6.

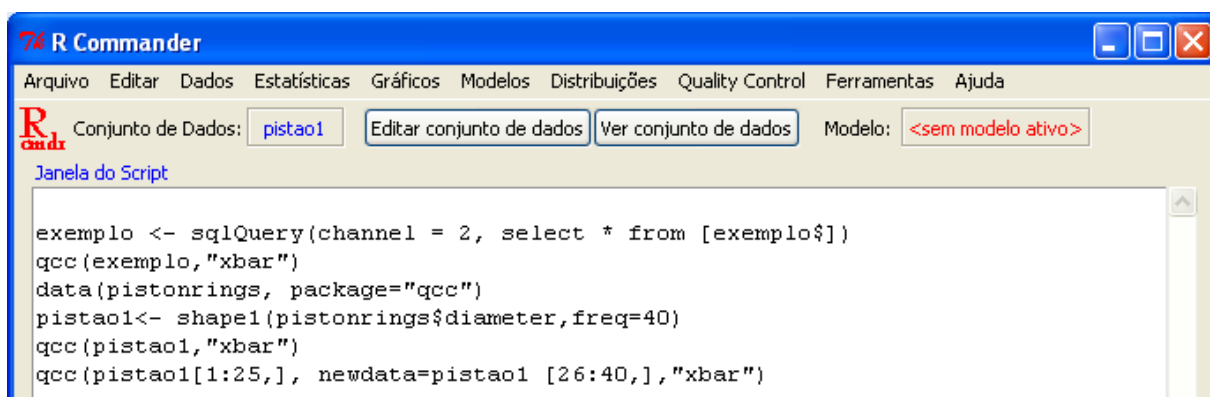


Figura 5 - Comandos resultantes da construção do gráfico de controle para média.

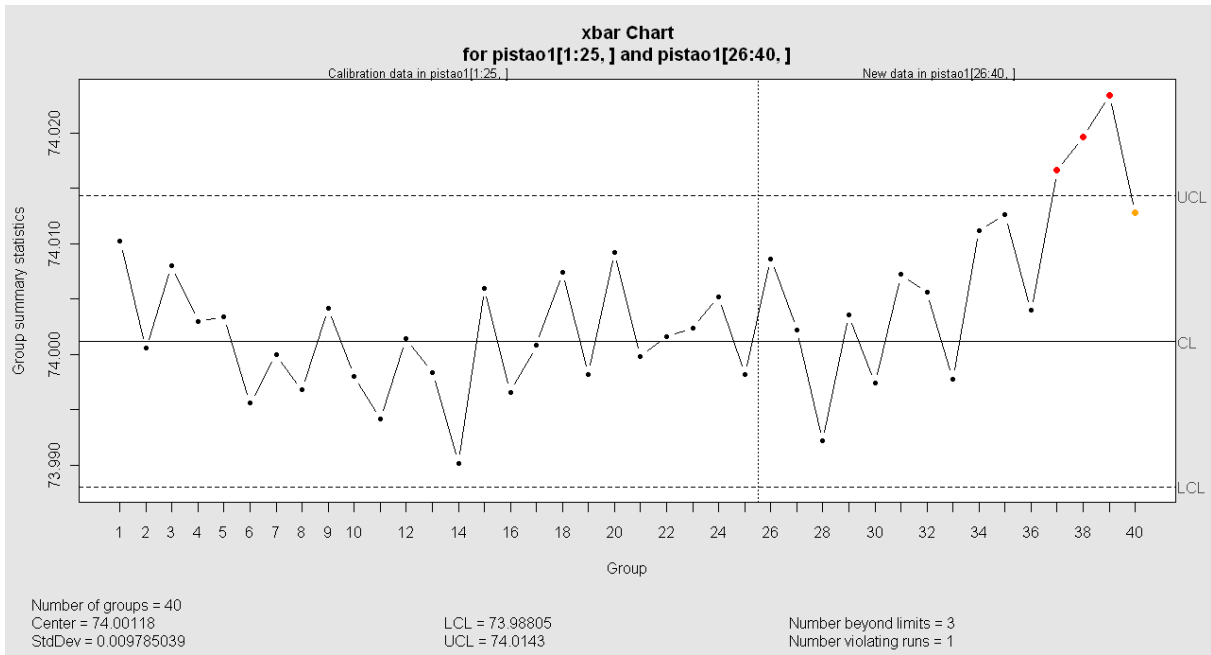


Figura 6 - Fase de diagnóstico e monitoramento do gráfico de controle para a média.

Na Fase II da Figura 6, que se inicia a partir do 25º grupo, é possível verificar três pontos (37º, 38º e 39º), além do limite de controle superior, o que caracteriza o processo como fora de controle.

Na Figura 7 estão os gráficos de controle CUSUM e EWMA. Nesta aplicação, os dados utilizados tratam-se de medidas individuais da temperatura em graus Celsius de uma composição química disponível em SAMOHYL (2009, p. 125). A Figura 7.a apresenta o gráfico de controle CUSUM e a Figura 7.b apresenta o gráfico de controle EWMA, ambos para medidas individuais, executados através do menu Quality Control/CUSUM Chart e Quality Control/EWMA Chart, respectivamente.

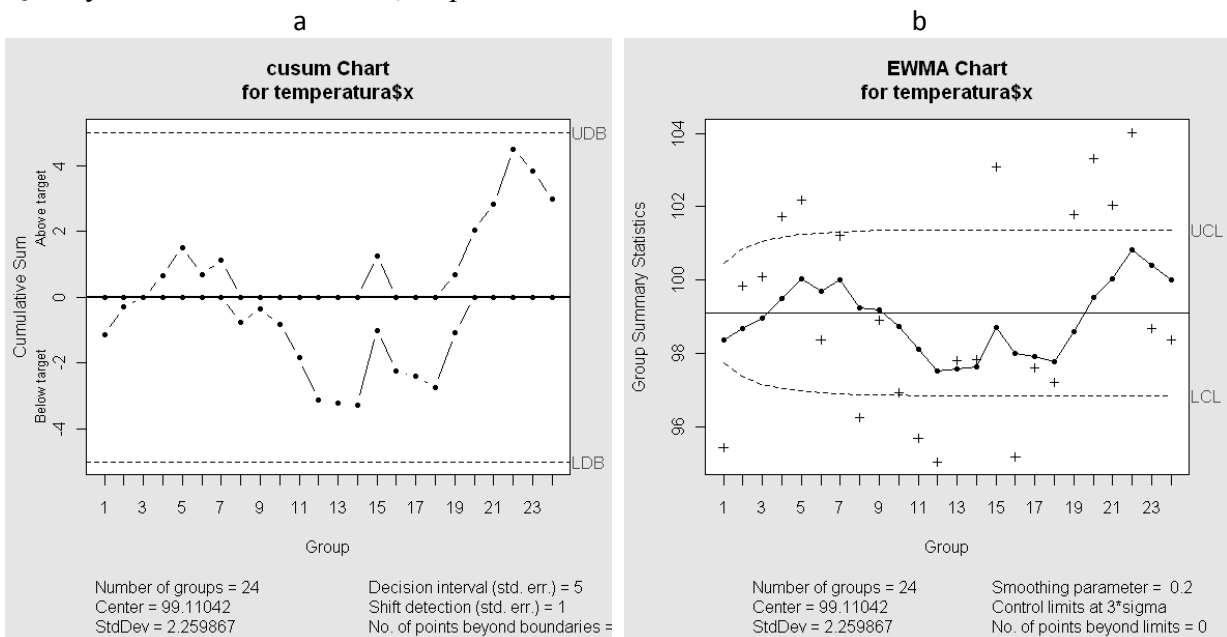


Figura 7 - Gráfico de controle CUSUM (a) e gráfico de controle EWMA (b).

Nos dados da Figura 7 em ambos os gráficos, o processo é considerado sob controle estatístico, pois nenhum dos pontos excedeu os limites de controle.

Além dos gráficos anteriormente apresentados, o pacote ainda permite construir gráficos para a amplitude (R), para a variabilidade (S) e para atributos, do tipo p, np, c e u.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto ao pacote de CEQ utilizado, verifica-se que possui algumas limitações como: não realizar a fase I e II automaticamente, ou seja, requer que sejam digitados comandos na tela de janela do *script*; não permite a avaliação de capacidade do processo; não avalia se os dados são autocorrelacionados. Eventuais alterações nos gráficos, como por exemplo, título e legenda não são diretas, e implica em digitar os comandos específicos. É possível gerar relatórios somente em LaTeX, um editor não usual para os acadêmicos de engenharia.

Como sugestões para futuros trabalhos sugere-se ampliar o escopo desta pesquisa incluindo outros pacotes de CEQ como o *RcmdrPlugin.qcc* (CORTES, 2011), um pacote que também fornece um *plugin* para o ambiente R *Commander* GUI, baseado no pacote *qcc* (SCRUCCA, 2004). Assim, posteriormente avaliando-se os aspectos positivos e limitações de cada pacote, propor um material mais efetivo para aplicação em ensino. Ressalta-se que como o R (e seus pacotes) tem código aberto, é possível realizar adaptações das funções quando for o caso.

6 REFERÊNCIAS

- BALAKRISHNAN, J.; OH, S. L. An Interactive VBA Tool for Teaching SPC and Process Management Issues. **Inform Transactions on Education**, v. 5, n. 3, p. 19-32, 2005.
- BENFATTI, E. F. S. S.; STANO, R. C. M. T. Utilização da tecnologia em educação a distância na formação de engenheiros de produção da Universidade Federal de Itajubá: uma avaliação educacional. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 2, p. 433-446, 2010.
- CORTES, R. **Install the Demos Rcmdr Plug-In**. Disponível em: <<http://127.0.0.1:20580/library/RcmdrPlugin.qcc/html/RcmdrPlugin.qcc-package.html>>. Acesso em: 23 mar. 2011.
- CONCEIÇÃO, W. A. S.; PARAÍSO, P. R.; COUTINHO, M. R.; ANDRADE, C. M. G. Utilização de Software Livre no Controle Estatístico de Processo. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13, 2006. Bauru (SP). **Anais...** Bauru, 2006.
- FOX, J. The R Commander: A Basic-Statistics Graphical User Interface to R. **Journal of Statistical Software**, v. 14, n. 9, p. 1-42, 2005.
- FOX, J. Extending the R Commander by “Plug-In” Packages. **R News**, v. 7, n. 3, p. 46-52, 2007.
- GOMES, R. G. S.; MORAES, R. M.; MACHADO, L. S. Implementação de um módulo para ensino de Controle Estatístico de Qualidade no sistema calculadora estatística. In: THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND COMPUTER EDUCATION, 5, 2007, Santos (SP). **Anais...** Santos, 2007.

HENNING, E.; ALVES, C. C.; VIEIRA, V. O ambiente R como uma proposta de renovação para aprendizagem e monitoramento de processos em Controle Estatístico da Qualidade. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14, 2007, Bauru (SP). **Anais...** Bauru: UNESP, 2007.

HENNING, E.; ALVES, C. C.; KONRATH, A. C.; SAMOHYL, R. W. Uma breve visão sobre aplicações em ambiente R para o ensino de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 37, 2009, Recife (PE). **Anais...** Recife, 2009.

HENNING, E.; ALVES, C. C.; SAMOHYL, R. W. Gráficos de controle multivariados MEWMA e MCUSUM em ambiente R. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 18, 2008. Estância de S. Pedro (SP). **Anais...** Estância de S. Pedro, 2008.

HODGESS, E. **Package 'RcmdrPlugin.qual**. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/web/packages/RcmdrPlugin.qual/RcmdrPlugin.qual.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2011.

KATAOKA, V. Y; CAZORLA, I. M.; SILVA, C. B.; OLIVEIRA, M. S. O uso do R no ensino de probabilidade na educação básica: animation e TeachingDemos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 18, 2008. Estância de S. Pedro (SP). **Anais...** Estância de S. Pedro, 2008.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico de Qualidade**. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2011. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 02 abr. 2011.

REIS, M. M.; PALADINI, E. P.; EPPRECHT, E.; KHATOR, S.; SOMMER, W. A. Artificial intelligence approach to support statistical quality control teaching. **Computers and Education**, v. 47, n.4, p. 448-464, 2006.

REIS, M. M. **Um modelo para o ensino de Controle Estatístico da Qualidade**. 2001. 380f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

REIS, M. M.; PALADINI, E. P.; EPPRECHT, E. STCEQ - Um Sistema Tutorial Inteligente para Controle Estatístico da Qualidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 33, 2001. Campos do Jordão (SP). **Anais...** Campos do Jordão, 2001.

SAMOHYL, R. W. **Controle Estatístico da Qualidade**. Rio de Janeiro: Campus, 2009.

SANTOS, A. V.; REIS, M. M. Ambiente virtual inteligente para o ensino de Controle Estatístico da Qualidade - STCEQ.Net. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 25, 2005. São Leopoldo (RS). **Anais...** São Leopoldo, 2005.

SCRUCCA, L. Qcc: An R package for quality control charting and statistical process control. **R News**, v. 4, n. 1, p. 11-17, 2004.

SMETI, E. M.; THANASOULIAS, N. C.; KOUSOURIS, L. P.; TZOUMERKAS, P. C. An approach for the application of statistical process control techniques for quality improvement of treated water. **Desalination**, v. 213, p. 273-281, 2007.

TANDEL, M. C. F. F. Avanços obtidos no ensino da estatística básica com a implantação de ambiente computacional livre, R. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 18, 2008. Estância de São Pedro (SP). **Anais...** Estância de São Pedro, 2008.

VINING, G. Technical Advice: Phase I and phase II control charts. **Quality Engineering**, v. 21, n. 4, p. 478-479, 2009.

R COMMANDER AS A SUPPORT TOOL IN STATISCITAL QUALITY CONTROL EDUCATION

Abstract: *Quality improvement, whether in goods or services, is related to reduced variability. The statistical methods widely used for this purpose are the tools of Statistical Quality Control (SQC). Among these tools, statistical control charts play an important role in the analysis of process variability. Thus, it is essential that engineers be familiar with those tools and softwares that facilitate the process of constructing control charts. This article describes the Rcmdr as an auxiliary tool for teaching SQC. The purpose of this article is to present applications of control charts for variables such as Shewhart, CUSUM and EWMA, using the package RcmdrPlugin.qual, which provides a plugin for teaching SQC. The results show that among the many positive benefits, there is the fact that the software is open source and multi-platform. However, there are also weaknesses, which generally open new research opportunities, especially in the education field.*

Key-words: *Statistical Quality Control, GNU R, Free software, Rcmdr.*