



UMA VISÃO GERAL DO RSTUDIO APLICADO AO ENSINO DE CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO

Olga Maria Formigoni Carvalho Walter – olgaformigoni@gmail.com

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas
Campus Universitário Trindade. Caixa Postal 476
CEP 88040-900 - Florianópolis, SC, Brasil.

Elisa Henning – elisa.henning@udesc.br

Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Matemática
Rua Paulo Malschitzki, s/n. Campus Universitário Prof. Avelino Marcante. Zona Industrial.
CEP 89219-710 - Joinville, SC, Brasil.

Andréa Cristina Konrath – andreack@inf.ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Informática e Estatística
Campus Universitário Trindade. Caixa Postal 476
CEP 88040-900 - Florianópolis, SC, Brasil.

Custódio da Cunha Alves – custodio.alves@gmail.com

Universidade da Região de Joinville, Departamento de Engenharia de Produção Mecânica.
Rua Paulo Malschitzki, 10. Campus Universitário. Zona Industrial. Caixa Postal 246
CEP 89219-710 - Joinville, SC, Brasil.

Robert Wayne Samohyl – samohyl@yahoo.com

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas
Campus Universitário Trindade. Caixa Postal 476
CEP 88040-900 - Florianópolis, SC, Brasil.

Resumo: Na engenharia, os gráficos de controle estatístico de processos são ferramentas estatísticas utilizadas para auxiliar na detecção de problemas, visando diminuir desperdícios, melhorar a qualidade e conseqüentemente aumentar a produtividade. Isso é conseguido mediante a minimização da variabilidade conduzindo um processo estável. Nesse sentido, a estatística que está presente em praticamente todos os currículos de engenharia, contribui na formação do futuro engenheiro, apresentando técnicas de coleta e análise de dados aliadas a softwares para monitorar os processos, controlando-os de forma que a variabilidade ao redor do alvo desejado seja a menor possível. Este artigo trata de um estudo exploratório que tem como objetivo investigar demonstrando por meio de aplicações de gráficos de controle avançados CUSUM e EWMA univariados e multivariados, como o RStudio, uma interface do software estatístico R, pode ser utilizada no ensino de engenharia, com foco no controle estatístico da qualidade. Os resultados revelam que o RStudio mostrou-se uma ferramenta amigável e de fácil utilização, em função principalmente de sua interface que é mais intuitiva do que as demais apresentadas pelo R, levando o aluno a explorar seus recursos mais facilmente, como é o caso da instalação e ativação de pacotes. Algumas características do RStudio como o auto completar comandos e a diferenciação destes por cores no Console, evitam erros de digitação e facilita na procura e organização dos scripts criados.

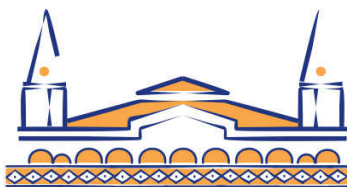
Realização:

 **ABENGE**

Organização:



**o ENGENHEIRO
PROFESSOR E O
DESAFIO 卐 EDUCAR**



Palavras-chave: Controle Estatístico do Processo, RStudio, CUSUM, EWMA, Gráficos de controle multivariados

1. INTRODUÇÃO

O ensino de estatística vem se ampliando nos cursos de graduação, estando presente em praticamente todos os currículos dos cursos de engenharia. A disciplina de estatística tem interagido com a maioria das disciplinas dos currículos acadêmicos. Sendo o ensino desta ciência, atualmente obrigatório em quase todos os cursos de graduação das mais diversas áreas (LOUZADA *et al.*, 2010).

Já existe um consenso entre os educadores, de que disciplinas de estatísticas devem ser acompanhadas por algum tipo de tecnologia para diminuir a necessidade de realização de cálculos manuais e permitir aos alunos o acesso a conjuntos de dados de casos práticos e situações reais (BECKER, 1996; MALTBY, 2001; SCHUYTEN & THAS, 2007; VERZANI, 2008; GOULD, 2010).

O que, no entanto, ainda não há consenso é sobre o *software* estatístico apropriado para este fim (VERZANI, 2008). Assim, uma possibilidade é o uso de *softwares* acessíveis e sem custo como, por exemplo, o R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011). Mas por que utilizar o R? O R é uma linguagem e um ambiente para computação estatística. É um projeto *open source*, baseado no conceito de *software* livre e pode ser usado sem custos de licença, tanto para estudantes quanto para universidades e além de possuir versões para Windows, MacOS, GNU/Linux e Unix, têm uma extensa coleção de pacotes adicionais, também gratuitos. É também usado por muitos estatísticos, e está em constante evolução (VERZANI, 2008) devido a sua atualização permanente.

Apesar de todas as vantagens apresentadas, pelo fato do R se tratar de uma linguagem de programação, alguns autores mencionam que é relativamente difícil de aprender a utilizá-lo, principalmente a nível introdutório (BAIER & NEUWIRTH, 2007; FOX, 2007; VERZANI, 2008). E sua flexibilidade de utilização para uma ampla gama de aplicações, infelizmente, leva a um nível de complexidade que é difícil de lidar para novos usuários que não tem familiaridade, por exemplo, com as linhas de comando. De acordo com Racine (2012) queixas frequentes se manifestam sobre o R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011) devido a sua *interface* não muito amigável, e mesmo usuários experientes do R, reconhecem que há espaço para melhorias neste sentido.

Há várias *interfaces* que são disponibilizadas pela comunidade que desenvolve o R, como por exemplo, o Rcmdr (FOX, 2005), RExcel (BAIER & NEUWIRTH, 2007) e RStudio (RSTUDIO, 2012). De acordo com Racine (2012) os estudantes podem sentir-se mais confortáveis com o RStudio do que com as demais *interfaces* do R, o que faz com que ele se torne uma boa opção para utilização no ensino em sala de aula. Neste sentido, este artigo tem como objetivo explorar o RStudio demonstrando por meio de aplicações de gráficos de controle avançados, como esta *interface* pode ser utilizada no ensino de engenharia, com foco no controle estatístico da qualidade.

Para as aplicações realizadas foi utilizada o RStudio versão 2.14.1 de 22 de dezembro de 2011, disponível gratuitamente em <http://rstudio.org/>. Neste trabalho é apresentada somente a visão geral da versão *desktop*, não sendo abordada sua versão *online*, o RStudio *Server*. Os gráficos de controle são aplicados a dados da literatura, sendo que alguns deles também estão disponíveis no próprio R, como é o caso de Devore (2006).



A estrutura deste trabalho está organizada da seguinte forma: a seção 2 é destinada ao embasamento teórico sobre controle estatístico da qualidade, voltado aos gráficos de controle avançados como CUSUM e EWMA, abrangendo tanto os modelos univariados quanto os multivariados. A seção 3 apresenta uma visão dos principais aspectos de operacionalização do RStudio. Na quarta seção, é realizada a aplicação dos gráficos de controle previamente mencionados com dados da literatura disponíveis no R e com um conjunto de dados externo ao R. Finalmente, na sexta seção são apresentadas as conclusões finais, seguidas das referências bibliográficas.

2. CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE

A qualidade tem desempenhado um papel fundamental no mundo industrial e empresarial, sendo um tema central nas estratégias de negócios num cenário cada vez mais competitivo. A qualidade também tem sido um fator básico de decisão na escolha de produtos e serviços pelo consumidor..

Desta forma, para que haja uma melhoria na qualidade de produtos, processos e serviços, as técnicas de controle estatístico de processo (CEP) têm sido amplamente usadas.

O CEP trata do uso de métodos estatísticos em todos os estágios considerados críticos ou de muita importância no desenvolvimento de um projeto e/ou da produção. Nos dias atuais, não há fábrica no mundo que não aplica pelo menos algumas ferramentas simples de CEP para a melhoria dos processos industriais (SAMOHYL, 2009). Segundo Samohyl (2009) a ideia principal do CEP é que, processos melhores com menos variabilidade propiciam níveis melhores de qualidade nos resultados da produção. E se tratando na melhoria dos processos isso significa não somente qualidade melhor, mas também custos menores. Destacam-se dentre as ferramentas do CEP, os gráficos de controle, que se constituem em poderosos instrumentos para visualizar e compreender os diferentes tipos de variação de um processo. Por meio deles, pode-se detectar quando um processo sai de uma condição de controle ou previsibilidade e passa a se comportar de forma não previsível, influenciado pelas denominadas “causas especiais ou atribuíveis”.

2.1. Gráfico de Controles CUSUM e EWMA

Segundo Samohyl (2009), os modelos de gráficos de controle com memória, também denominados de gráficos de controle avançados tais como os gráficos CUSUM (*Cumulative Sum*) e o EWMA (*Exponentially Weighted Moving Average*) são aperfeiçoamentos dos gráficos do tipo Shewhart, desenvolvidos para em situações específicas, minimizar simultaneamente a ocorrência de alarmes falsos e alarmes não dados.

O gráfico de controle CUSUM foi introduzido por Page (1954), é uma alternativa ao gráfico de controle de Shewhart para detectar pequenas mudanças na distribuição característica da qualidade, manter um controle apertado sobre o processo e dar uma estimativa do novo nível do processo ou da nova média. Este tipo de gráfico com memória incorpora, diretamente, toda a sequência de informações demarcando as somas acumuladas dos desvios dos valores da amostra de um valor objetivo (ALVES, 2009).

O gráfico de controle da EWMA introduzido por Roberts (1959) e estudado para o caso de observações normalmente distribuídas, é uma boa alternativa ao gráfico de controle do tipo Shewhart, para detectar pequenas mudanças, da ordem de 1,5 desvios padrão, ou menos, na distribuição característica da qualidade e fornecer uma estimativa do novo nível do processo ou da nova média.



Conforme Samohyl (2009) existe uma grande discussão sobre os benefícios e desvantagens dos gráficos de CUSUM e de EWMA. Esses dois gráficos servem aos mesmos propósitos, pois são caracterizados por mais eficiência para a detecção de pequenas mudanças no processo do que os de Shewhart. Os gráficos CUSUM e EWMA de maneiras diferentes utilizam toda a série de dados para calcular os limites de controle e os pontos no gráfico. No entanto, entre os dois não há consenso sobre os méritos relativos.

Optou-se por estes gráficos em virtude de sua crescente aplicação em outras áreas da engenharia, além do processo produtivo industrial, como por exemplo, em avaliação de serviços e monitoramento ambiental. É, portanto recomendável que o futuro engenheiro tenha acesso a estas ferramentas.

2.2. Gráfico de Controles MCUSUM e MEWMA

A extensão do desenvolvimento dos gráficos de controle CUSUM e EWMA para o caso multivariado (MEWMA e MCUSUM) se constitui como alternativa ao gráfico de controle Multivariado T^2 de Hotelling para detectar com maior rapidez mudanças de pequena magnitude no vetor de médias de um processo. Sullivan & Woodall (1998) recomendam a utilização destes gráficos de controle para a análise preliminar de observações multivariadas.

Para o caso multivariado ($p > 1$) do gráfico multivariado MEWMA o interesse está no monitoramento simultâneo de p variáveis correlacionadas entre si. Neste caso, X_1, X_2, \dots são vetores de dimensão p que representam as médias amostrais tomadas do processo. Suponhamos que os vetores aleatórios X_i são independentes e estão identicamente distribuídos segundo uma normal p -variante de vetor de média μ e matriz de covariâncias Σ . O processo estará sob controle se $\mu = \mu_0$ e fora de controle se $\mu \neq \mu_0$.

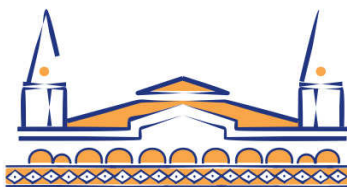
O gráfico de controle multivariado MCUSUM é um procedimento que utiliza a soma acumulada dos desvios de cada vetor aleatório previamente observado em relação ao valor nominal, para monitorar o vetor de médias de um processo multivariado (ALVES, 2009). Este gráfico de controle foi proposto por Crosier (1988) a partir de dois procedimentos de controle. O primeiro baseado na raiz quadrada da estatística T^2 de Hotelling (gráfico de controle CUSUM COT - *CUSUM of T*) consiste em reduzir as observações multivariadas a escalares. O segundo procedimento denominado MCUSUM (CUSUM de vetores) se constitui numa extensão multivariada do gráfico de controle CUSUM univariado, onde as quantidades escalares são substituídas por vetores.

3. VISÃO GERAL DO RSTUDIO

Esta seção destina-se a uma explanação geral do RStudio, incluindo como proceder com seu *download* e instalação, além de uma breve descrição das principais particularidades que a *interface* do RStudio apresenta em cada uma de suas quatro janelas da Figura 1.

3.1. Instalação

O RStudio exige a versão 2.11.0 ou superior previamente instalada. A instalação do R está disponível em <http://cran.r-project.org/> e o RStudio em <http://rstudio.org/>. O *download* do RStudio está disponível para vários sistemas operacionais dentre eles Windows, Mac OS X, Debian 6+, Fedora 13+ e Linux (tanto em 32 quanto 64 bits). Com relação a *download* e instalação de pacotes adicionais, o procedimento para obtê-los é o mesmo realizado no R, que



no RStudio encontra-se em *Tools/Install Packages* ou diretamente pela aba *Packages* da tela inferior a direita do RStudio, na qual é possível instalar, carregar e desinstalar pacotes.

3.2. Interface do RStudio

A tela principal do RStudio, diferentemente do R, é disposta em 4 janelas. A apresentação padrão é a da Figura 1. No canto superior a esquerda é apresentada a janela *Source*, na qual são disponibilizados os *scripts* (códigos de programação previamente redigidos e salvos em arquivo com extensão .R), arquivos de texto, documentos Sweave, documentação do R e documentos TeX.

Na janela superior a direita, a primeira aba é disponibilizada para gerenciar diferentes áreas de trabalho. Já na segunda aba desta janela fica registrado o histórico de todos os *scripts*, funções e ações executadas.

Na parte inferior a esquerda, localiza-se a janela do *Console*, a mesma janela padrão disponibilizada no R. E finalmente, na janela inferior a direita, são agrupadas em uma janela outras 4 abas: a primeira delas é um gerenciador de arquivos (aba *File*), na segunda são exibidos os gráficos gerados pelo RStudio (aba *Plots*). Na terceira aba são apresentados os pacotes já instalados (aba *Packages*). E finalmente, a quarta aba trata-se da Ajuda (aba *Help*) do R/RStudio.

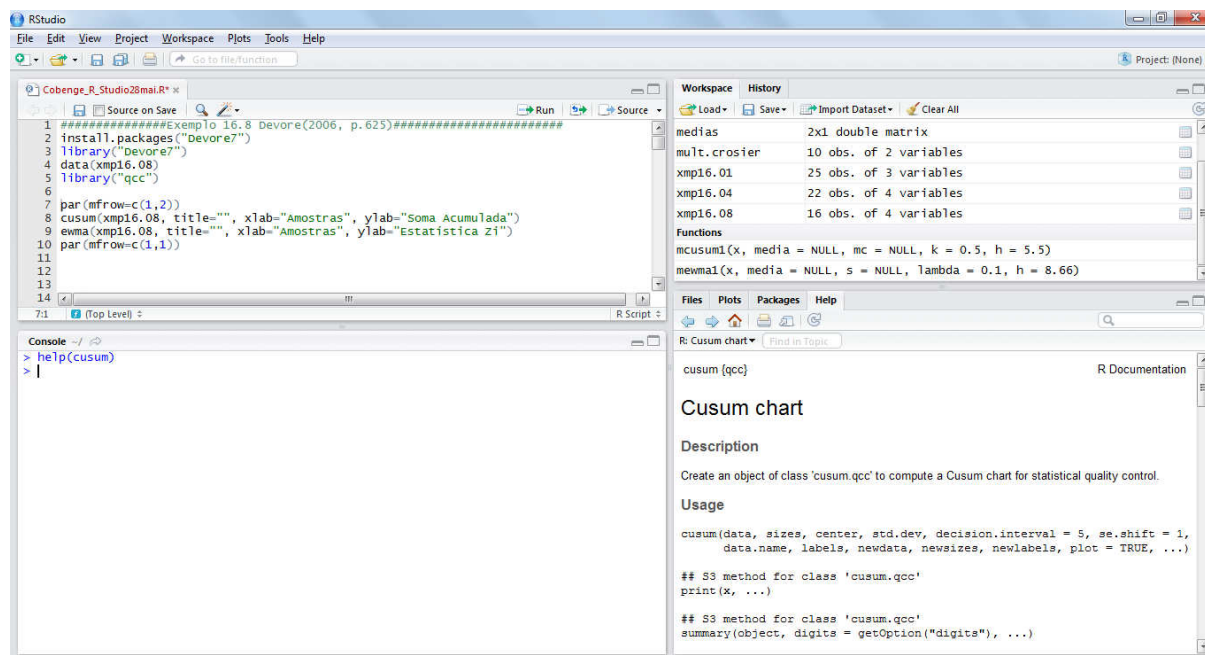
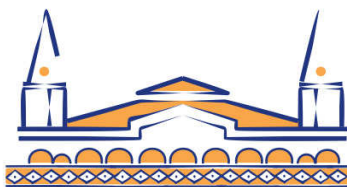


Figura 1- Interface RStudio

Na janela *Source* ao editar o *script* é possível comentar ou não automaticamente (sem necessidade de digitação) determinada parte do código utilizando a opção *Edit/Comment/Uncomment Lines*, mantendo o cursor na linha a ser executada ou selecionar o conjunto de linhas desejado. Nesta tela, também é possível indentar automaticamente comandos, uma prática comum na organização de *scripts* na ciência da computação.

Os *scripts* podem ser executados por meio do botão *Run*, não havendo mais necessidade de clicar com o botão direito do *mouse* linha a linha do *script* como é feito no R padrão.



Também é possível executar várias linhas de comando, selecionando as linhas desejadas e executando-as por meio do botão *Run* ou pelas teclas *Ctrl+Enter*.

O *Console* do RStudio inclui uma variedade de recursos destinados a facilitar o trabalho no R, de maneira a torná-lo mais produtivo e simples. Um dos recursos em destaque na tela do *Console* do RStudio é a conclusão automática de código usando a tecla *Tab*. O recurso auto-completar código também funciona para os argumentos de funções.

Tal como acontece com o *Console* padrão do R, o *Console* do RStudio permite executar comandos usados anteriormente por meio das teclas *Up* (\uparrow) e *Down* (\downarrow). Além disso, apresenta uma lista de comandos usados recentemente, por meio das teclas *Ctrl+Up* (\uparrow) ou *Ctrl+Down* (\downarrow).

Na aba *Workspace* da tela superior a direita do RStudio é apresentada a área de trabalho onde seus dados são apresentados em forma de conjunto de dados (vetores, matrizes, etc.) disponíveis na área de trabalho e variáveis, que podem ser alterados por meio de duplo clique. Nesta aba também é possível carregar um conjunto de dados e carregar uma nova área de trabalho, alternando-se facilmente entre elas.

Na aba *Plots* da tela inferior a direita do RStudio onde são apresentados os gráficos gerados, é possível salvar as imagens em formato PDF e figuras de diferentes formatos (JPG, BMP, TIFF, PNG, *metalife*, etc.)

Na sequência serão apresentadas aplicações de gráficos de controle CUSUM, EWMA, MCUSUM e MEWMA, procurando demonstrar as principais particularidades apresentadas nesta seção, que tem como intuito aproximar o RStudio como ferramenta no ensino de Controle Estatístico da Qualidade para os cursos de graduação em engenharia.

4. APLICAÇÕES NO CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE

Para as aplicações dos gráficos de controle CUSUM e EWMA para a média, que são apresentados na Figura 2, foram utilizados dados de Devore (2006, p. 626) que também estão disponíveis no R no pacote *Devore7*.

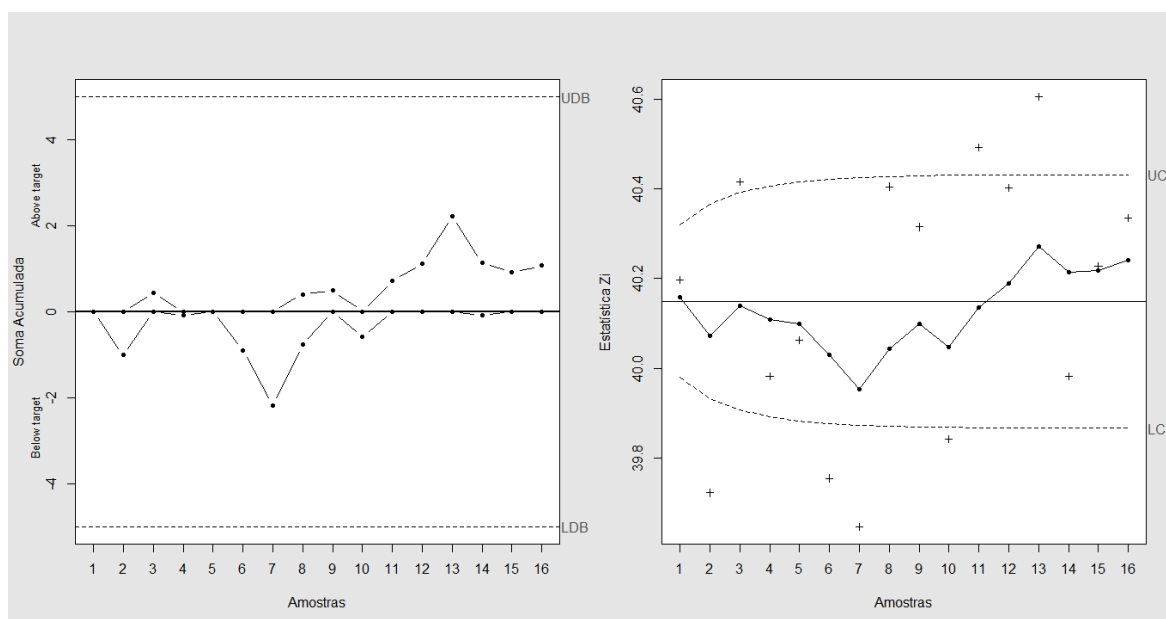


Figura 2 - Gráficos de controle CUSUM (esquerda) e EWMA (direita) - peso do carvão.



Os dados tratam-se do peso de carvão vegetal para churrasqueiras. O carvão é empacotado em sacos de vários tamanhos, o maior dos quais se supõe que contenha aproximadamente 40 libras ($1 \text{ lb} \approx 0,4536 \text{ kg}$). Os dados são organizados em 16 amostras de tamanho $n=4$. Os dez primeiros pesos foram obtidos de uma distribuição normal $N(\mu = 40, \sigma = 0,5)$. Iniciando com a amostra de número 11, a média foi deslocada para cima com $\mu = 40,3$.

O gráfico de controle CUSUM da Figura 2 possui como valor de referência $k = 0,5$ (parâmetro que está relacionado com a magnitude da mudança), limite de controle $h = 5$. Já o gráfico EWMA foi configurado com $\lambda = 0,2$ (constante de suavização que define o peso dado as observações mais antigas) e, $L=3$ (a largura dos limites de controle). Estes valores são o *default* das funções *cusum()* e *ewma()* do pacote *qcc*, utilizadas neste trabalho.

Todos os pontos em ambos os gráficos de controle CUSUM e EWMA estão entre os limites de controle, indicando o comportamento estável da média do processo.

Os comandos utilizados para a construção dos gráficos de controle CUSUM e EWMA são apresentados na tela superior esquerda da Figura 1. Na linha 2 consta o comando para a instalação do pacote *Devore7* que contém os dados da aplicação da Figura 2. Nas linhas 3 e 5 é a ativação dos pacotes *Devore7* e *qcc* (SCRUCCA, 2004), respectivamente. As linhas de comando 8 e 9 representam a construção dos gráficos de controle CUSUM e EWMA, respectivamente, sendo que a 7ª. linha é utilizada configurar a saída dos gráficos lado a lado da aba *Plots* na janela inferior a direita do RStudio.

A instalação de pacotes também pode ser feita diretamente pelo botão *Install Packages* da aba *Packages*, conforme Figura 3.

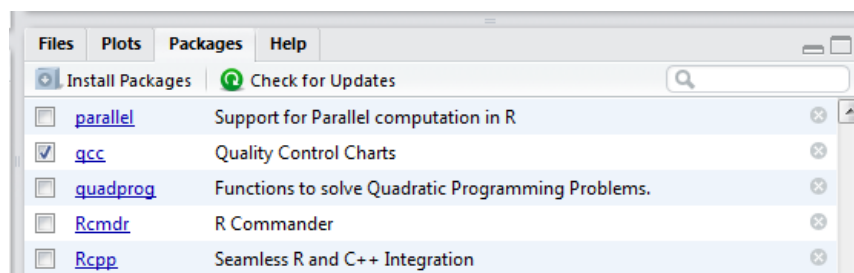


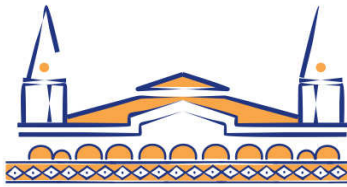
Figura 3 - Tela da interface RStudio para instalação e ativação de pacotes.

Os pacotes também podem ser ativados selecionando-os () , conforme é o caso do pacote *qcc* na Figura 3.

Para os gráficos de controle MCUSUM e MEWMA, foram utilizados dados de Crosier (1988) e Lowry *et al.* (1992), apresentados na Figura 4. Estes dados foram extraídos aleatoriamente de uma distribuição normal bivariada com variância unitária e coeficiente de correlação igual a 0,5. A média do processo é (0,0) para as primeiras observações, e (1,2) para as cinco últimas (HENNING *et al.*, 2008).

Como estes dados não estão em nenhum pacote do R, foi necessário digitá-los em uma planilha de dados e importá-los para o RStudio por meio do botão *Import Data Set, From Text File*, disponível na janela superior direita do RStudio. Neste processo é necessário selecionar no computador os dados salvos previamente em planilha que devem estar no formato *csv*.

No momento da importação devem-se ajustar os seguintes parâmetros: *Heading=Yes*, que significa considerar os cabeçalhos existentes na planilha a ser importada; *Separator=Semicolon*, informar que o separador entre colunas é o ponto e vírgula;



Decimal=Comma, alterar casas decimais para ponto; e clicar em *Import*. Será apresentada na tela superior esquerda do RStudio os dados importados, conforme Figura 4.

	x1	x2
1	-1.19	0.59
2	0.12	0.90
3	-1.69	0.40
4	0.30	0.46
5	0.89	-0.75
6	0.82	0.98
7	-0.30	2.28
8	0.63	1.75
9	1.56	1.58
10	1.46	3.05

Figura 4 - Dados importados de planilha de dados Excel. Fonte: Crosier (1988).

Para elaboração dos gráficos de controle MCUSUM e MEWMA foram utilizados os scripts desenvolvidos por Henning *et al.* (2008). Para o gráfico MCUSUM (a esquerda da Figura 5), a função desenvolvida por estes autores permite informar o conjunto de dados, a matriz de covariância, o vetor de médias, os valores de k (valor de referência) e de h (limite de controle). A função considera como *default* o valor de $k=0,5$ e o valor de $h=5,5$ considerando duas variáveis (x_1 e x_2) e $ARL=200$.

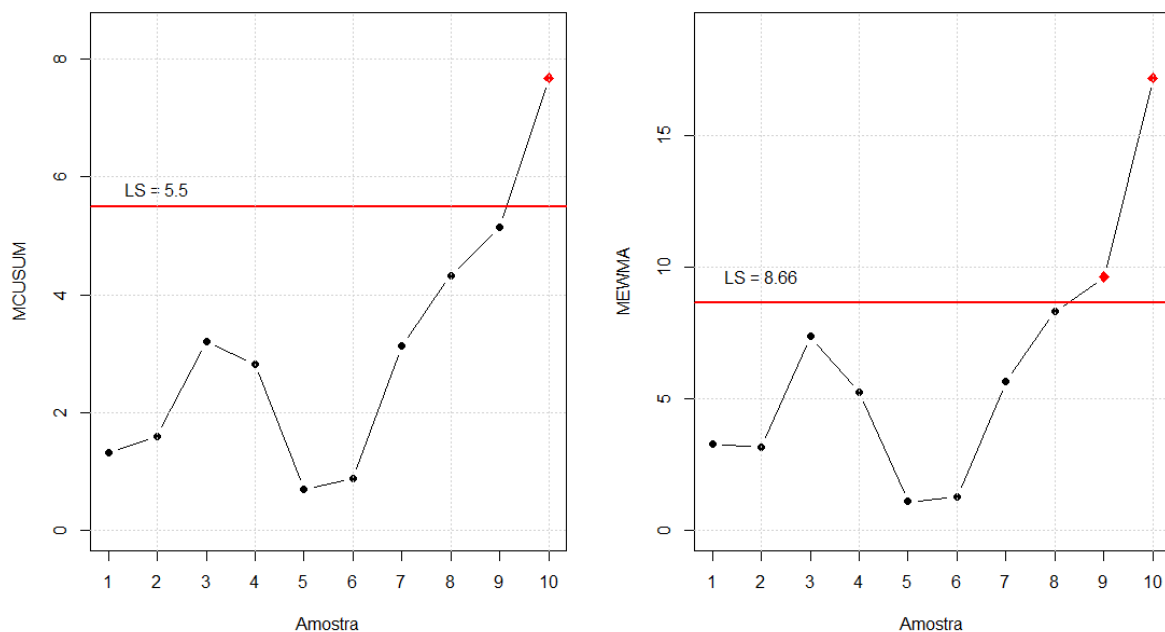
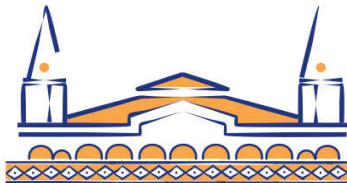


Figura 5 - Gráfico de controle MCUSUM (a esquerda) e MEWMA (a direita).



Para o caso do gráfico de controle MEWMA (a direita da Figura 5), do mesmo modo, a função desenvolvida por Henning *et al.* (2008) permite informar o conjunto de dados, a matriz de covariância, o vetor de médias alvo, o valor de λ e de h . O *default* considera o valor de $\lambda=0,1$ e o valor de $h=8,66$, também considerando duas variáveis (x_1 e x_2) e $ARL=200$. Para ambas as funções, caso a matriz de covariâncias e o vetor de médias não forem informados, estes são calculados automaticamente com os dados fornecidos.

Para o caso do exemplo da Figura 5, foram informados apenas o conjunto de dados, deixando que os demais cálculos fossem realizados automaticamente pelas funções.

Ressalta-se que este é um dos pontos positivos do R, como é um ambiente de programação, permite a criação de funções novas, como é o caso destes gráficos. Parte-se do princípio que cada usuário pode ser um programador. Assim, o acadêmico de engenharia pode ir muito além de apenas “selecionar e clicar”.

No gráfico de controle MCUSUM o processo sai fora controle na amostra 10, já no MEWMA, isso ocorre antes, ou seja, na amostra 9, mantendo-se também fora de controle estatístico na amostra 10.

5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo explorou algumas das características do RStudio demonstrando por meio de aplicações de gráficos de controle avançados, como esta *interface* pode ser utilizada no ensino de controle estatístico da qualidade. As demonstrações aqui exploradas não se restringem apenas aos cursos de engenharia, mas a qualquer área interessada no controle estatístico da qualidade e controle estatístico do processo.

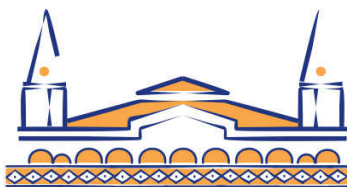
A *interface* RStudio mostrou-se muito mais amigável de ser utilizada quando comparada a versão do R padrão. A divisão em quatro janelas tem um apelo mais intuitivo para o aluno, facilitando descobrir como explorar seus recursos. É o caso, por exemplo, das rotinas de instalação e ativação de pacotes, disponíveis na aba *Packages* da tela inferior direita.

O recurso de auto-completar do *Console* (tela superior esquerda do RStudio) auxilia na digitação de comandos, evitando erros de digitação. A diferenciação dos comandos por cores auxilia na organização e facilita a procura de determinado comando ao longo do *script*.

Uma crítica se dá a edição de conjunto de dados (matrizes, vetores) que não é possível ser realizada pela aba *Workspace*, permitindo apenas sua visualização. Assim estas alterações devem ser realizadas por meio de comandos na tela do *Console*. Alterações por meio da aba *Workspace* são possíveis somente em dados do tipo numérico e funções.

Conclui-se que a *interface* RStudio é considerada uma ferramenta apropriada para o ensino de controle estatístico da qualidade, objeto de estudo deste trabalho. Mas, como um ambiente de computação estatística, pode ser utilizado como apoio em disciplinas básicas como Probabilidade e Estatística, Planejamento de Experimentos entre outras.

Para continuidade deste trabalho, sugere-se uma abordagem maior a partir de um estudo comparativo das várias *interfaces* do R, tais como R, o Rcmdr, o RExcel e o RStudio, a fim de verificar suas potencialidades e fragilidades para obter-se um melhor aproveitamento no ensino de controle estatístico da qualidade.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, C. C. **O método de Equação Integral com Quadratura Gaussiana para otimizar os parâmetros do gráfico de controle multivariado de Somas Acumuladas.** 2009. 196f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BAIER, T.; NEUWIRTH, E. Excel :: COM :: R. **Computational Statistics**, v. 22, n. 1, p. 91-108, 2007.

BECKER, B. J. A look at the literature (and other resources) on teaching Statistics. **Journal of Educational and Behavioral Statistics**, v. 21, p. 71-90, 1996.

CROSIER, R. B. Multivariate Generalizations of Cumulative Sum Quality-control Schemes. **Technometrics**, v. 30, n. 3, p. 291-303, 1988.

DEVORE, J. L. **Probabilidade e Estatística para Engenharia e Ciências.** São Paulo: Cengage Learning, 2006.

FOX, J. Extending the R Commander by “Plug-In” Packages. **R News**, v. 7, n. 3, p. 46-52, 2007.

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.

GOULD, R. Statistics and the Modern Student. **International Statistical Review**, v. 78, n. 2, p. 297-315, 2010.

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

LOWRY, C. A.; WOODALL, W. H.; CHAMP, C. W.; RIGDON, S. E. A Multivariate Exponentially Weighted Moving Average Control Chart. **Technometrics**, v. 34, n. 1, p. 46-53, 1992.

LOUZADA, F.; ARA, A.; OLIVEIRA, C. Z.; GONÇALVES, C. V. Diagnóstico do ensino de estatística nas universidades públicas brasileiras: uma descrição de algumas das dimensões que compõem o perfil de seu corpo docente. **Revista Brasileira de Estatística**, v. 71, n. 234, p. 7-42, 2010.

MALTBY, J. Learning statistics by computer software is cheating. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 17, n. 3, p. 329-330, 2001.

PAGE, E. S. Continuous Inspection Schemes. **Biometrika**, v. 41, n. 1/2, p. 100-114, 1954.



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: 28 mai. 2012.

RACINE, J. S. Rstudio: A Platform-Independent IDE for R and Sweave. **Journal of Applied Econometrics**, v. 27, p. 167-172, 2012.

RSTUDIO. Disponível em: <<http://rstudio.org>>. Acesso em: 10 mai. 2012.

ROBERTS, S. W. Control Charts Tests Based on Geometric Moving Averages. **Technometrics**, v. 1, n. 3, p. 239-250, 1959.

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

SCHUYTEN, G.; THAS, O. Statistical thinking in computer-based learning environments. **International Statistical Review**, v. 75, n. 3, p. 365-371, 2007.

SULLIVAN, J. H.; WOODALL, W. H. **An Adapting control charts for the preliminary an analysis of multivariate observations**. Communications in Statistics: Simulation, 27, n. 4, p. 953-979, 1998.

VERZANI, J. Using R in Introductory Statistics Courses with the pmg Graphical User Interface. **Journal of Statistics Education**, v. 16, n. 1, p. 01-17, 2008.

AN OVERVIEW OF RSTUDIO APPLIED TO THE TEACHING OF STATISTICAL PROCESS CONTROL

Abstract: *In engineering, statistical process control charts are statistical tools used to assist in detecting problems in order to reduce waste, improve quality, and thereby increase productivity. This is accomplished by minimizing the variability leading to a stable process. In this sense, the statistic, which is present in virtually all engineering curricula, contributes to the formation of the future engineer, presenting techniques for collecting and analyzing data combined with software to monitor the processes controlling them so that the variability around the desired target is the lowest possible. This article is an exploratory study that aims to investigate, by demonstrating through applications of univariate and multivariate CUSUM and EWMA advanced control charts, how RStudio, an interface of the statistical software R, can be used in engineering education, focusing on statistical quality control. The results show that RStudio proved to be a user-friendly tool, mainly due to the fact that its interface is more intuitive than the others present in R, leading students to explore its resources more easily, as is the case of package installation and activation. Some features of RStudio like autocomplete for commands and differentiation of these commands by color on the console, avoid typing errors and facilitate the search and organization of scripts created.*

Key-words: *Statistical Process Control, RStudio, CUSUM, EWMA, multivariate control charts.*