



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.
ISBN 85-7515-371-4

METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DE UM LABORATÓRIO DE MINITAB, POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE DADOS REAIS OBTIDOS EM LEITURA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS.

Raquel Cymrot – raquelc@mackenzie.com.br
Iara Jorge Manin – iaramanin@mackenzista.com.br
Leonardo Sgarbi Lara – leoslara@mackenzista.com.br
Universidade Presbiteriana Mackenzie, Escola de Engenharia.
Endereço: Rua da Consolação, nº 896, prédio 6.
01302-907 – São Paulo – SP

***Resumo:** O ensino atual faz com que muitas vezes o mundo acadêmico e o mercado de trabalho tenham poucos pontos em comum. É de nosso conhecimento que as novas diretrizes de ensino em Engenharia apontam para a necessidade de uma ampla aproximação de estudo e prática. Sabemos também que a indústria precisa melhorar continuamente a qualidade de seus produtos e serviços para se manter competitiva nos mercados interno e externo. A utilização de métodos estatísticos se constitui em uma importante ferramenta para atingir tais objetivos. Um curso de Engenharia deve fornecer aos seus alunos, por meio de disciplinas oferecidas na área de estatística, conhecimento suficiente para que estes possam atuar no mercado de trabalho em diversos segmentos, tais como: desenvolvimento de novos produtos, controle e melhora da qualidade, escolha de modelos apropriados, tomada de decisões baseado em modelos probabilísticos, etc. Em todo mundo o programa estatístico MINITAB é amplamente utilizado nos cursos de Engenharia e é referenciado em diversos livros texto. Ele é muito útil na administração dos negócios, sendo especialmente usado na aplicação da metodologia “Seis Sigma”. A implementação do laboratório de MINITAB foi realizada utilizando-se artigos publicados em revistas da área de Engenharia. Isto proporcionou ao aluno, além da familiarização com artigos científicos, a necessidade de determinar qual recurso do MINITAB deveria ser utilizado para chegar aos resultados apresentados, bem como, que outros métodos poderiam também ser aplicados, proporcionando então um aprendizado mais completo.*

***Palavras-chave:** Aprendizado, Ferramentas estatísticas, MINITAB, Artigos científicos.*

1. INTRODUÇÃO

RABELLO (1973) já comentava há décadas atrás que havia um consenso entre os professores de que relacionar o estudo e o trabalho como parte da vida acadêmica em termos

objetivos e concretos, trazia possibilidades muito enriquecedoras tanto para o aluno como para a escola.

BIREAUD (1995) sugeriu que a motivação dos alunos fosse estimulada por atividades propostas baseadas em problemas reais, o que poderia levá-los a um processo de integração trabalho pessoal / curso. Este tipo de atividade visava desenvolver ao mesmo tempo a motivação dos estudantes e fazer-lhes adquirir todo um saber-fazer metodológico.

A utilização de dados reais obtidos também por meio da realização de pesquisa em artigos técnico científicos levaria o aluno a desenvolver uma leitura crítica dos mesmos e os colocaria em contato com uma grande fonte de conhecimentos.

O programa estatístico MINITAB teve seu início em 1972 idealizado por uma equipe de professores da Universidade da Pensilvânia para utilização no ensino da estatística. Atualmente este programa é usado por mais de 4000 faculdades e universidades em todo o mundo e é referenciado por aproximadamente 450 livros texto. Em 1983 foi fundada a MINITAB Inc. para atuação em companhias privadas. O programa é hoje utilizado no mundo dos negócios em 80 países do mundo e em várias empresas brasileiras de destaque.

Muitos dos treinamentos, consultorias e cursos sobre “Seis Sigma” ou para a formação de *Green Belts* e *Black Belts*, ministram um módulo sobre o MINITAB e recomendam o MINITAB como ferramenta de trabalho, dada a sua capacidade de realizar diversas análises, bem como devido à facilidade de sua utilização.

Por estas qualidades do programa estatístico MINITAB, o conhecimento deste torna os alunos aptos a melhor aproveitá-lo dentro do mercado de trabalho.

O objetivo deste trabalho é relatar o resultado de um projeto de iniciação científica desenvolvido com alunos do curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Por meio deste projeto foi implementado um laboratório de MINITAB no qual, após os alunos terem aprendido a utilizar rotinas do programa, buscaram e analisaram dados contidos em artigos na área de Engenharia de Produção. Estes artigos foram selecionados levando-se em conta o fato de que deveriam conter dados com suas respectivas análises estatísticas. Os alunos repetiram por meio da utilização do programa MINITAB, as análises realizadas no artigo e acrescentaram outras análises pertinentes.

2. OBJETIVO DO USO DESTA METODOLOGIA

Muitos autores apresentam as vantagens da integração estágio-escola onde os conhecimentos adquiridos no curso seriam aplicados no ambiente de trabalho. Segundo SILVA (1999) a escola deve valorizar o conceito dinâmico do aprender-fazendo, em atenção à natureza do nosso tempo, dominado pela experimentação científica e por exigências de qualidade que tornem impositiva a capacitação do jovem em treinamento direto na própria empresa. O caminho de volta também pode ser feito, trazendo a realidade da prática para dentro da sala de aula. KYNZ (1999) indicou que o estudo de casos reais pode propiciar a discussão, readequação e reestruturação da ementa ou programa das disciplinas bem como material de apoio, sendo considerado este um importante tópico para a qualidade do ensino universitário.

No que se refere ao ensino da engenharia, CARVALHO (1999) diz ser necessário uma aproximação da universidade e das empresas, estabelecendo uma parceria e trazendo cada vez mais a realidade técnica, econômica e social para dentro dos currículos dos cursos.

Com relação ao ensino de estatística PONTE e FONSECA (2002) relatam que diversos autores concordam que o ensino deve seguir uma lógica de resolução de problemas ou investigações baseada em situações reais. Eles afirmam ser recomendável a coleta de dados pelos próprios alunos, uma vez que o desenvolvimento da capacidade de formular e conduzir investigações, recorrendo a dados de cunho quantitativo é o objetivo fundamental da educação

estatística. Os autores também sustentam que o ensino e a aprendizagem da estatística devem se processar em um contexto “de resolução de problemas reais” nos quais os alunos tenham oportunidade para “colocar as mãos na experiência”.

Na Conferência Mundial sobre Educação Superior, realizada pela UNESCO, em Paris, no ano de 1998, foi elaborada a “Declaração Mundial sobre Educação Superior no Século XXI: Visão e Ação”, cujo 7º artigo recomenda reforçar a cooperação com o mundo do trabalho, analisar e prevenir as necessidades da sociedade. É citado dentre outros meios que podem ser fortalecidos vínculos com o mundo do trabalho através da revisão curricular, visando uma aproximação maior com as práticas de trabalho.

O INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais, único órgão encarregado das avaliações, pesquisas e levantamentos estatísticos educacionais no âmbito do governo federal, apontou no relatório do Exame Nacional de Cursos de 2003 competências e habilidades gerais exigidas de um formando em engenharia. Entre estas foram citadas o raciocínio crítico na identificação e solução de problemas, observação e análise de dados e informações, utilização dos recursos de informática necessários para o exercício profissional, a utilização de procedimentos de metodologia científica e a leitura crítica de artigos técnico-científicos. O relatório também afirma que faz parte das competências e habilidades específicas distinguir entre modelo e realidade, desenvolver e aplicar modelos para descrever a realidade, selecionar técnicas e instrumentos de medição, de análise e de controle.

O MINITAB é utilizado em diversas universidades brasileiras. Nosso objetivo foi utilizar o programa MINITAB, usando dados reais que foram obtidos por meio de leitura de artigos publicados em revistas da área. O objetivo do laboratório, além de capacitar o aluno no uso do programa estatístico MINITAB, é torná-lo apto a discernir qual ferramenta estatística deve ser utilizada em cada situação, enfrentando situações reais onde as suposições para o modelo escolhido deverão ser testadas. No caso destas não estarem satisfeitas o aluno deve ser capaz de decidir quais outras ferramentas devem ser utilizadas, visando à realização da análise mais apropriada.

3. IMPLEMENTAÇÃO DO LABORATÓRIO DE MINITAB

O laboratório desenvolveu-se em duas fases:

Na primeira fase os alunos aprenderam o que as rotinas do programa MINITAB podem oferecer através de material fornecido pela MINITAB BRASIL. Esta fase consumiu ao redor de 20 horas aula. Vale ressaltar que os alunos já tinham bons conhecimentos a respeito das ferramentas estatísticas, necessitando pouco tempo para explicações adicionais.

As metodologias estatísticas estudadas foram:

- Análise de atributos
- Análise de capacidade
- Análise de variância.
- Avaliação do sistema de medição e inspeção.
- Cartas de controle.
- Correlação, regressão linear e regressão múltipla.
- Estatística descritiva.
- Estimativa por intervalos e testes de hipótese para média, proporção, variância e testes de aderência.
- Planejamento de experimentos (experimentos fatoriais completos e experimentos fatoriais fracionários).

Na segunda fase os alunos efetuaram uma busca de dados reais em literatura técnico-científica em meio tradicional ou eletrônico orientados pelo professor.

É importante salientar que todo artigo científico escolhido para estudo deve conter em sua metodologia alguma análise estatística a fim de solucionar os problemas descritos, utilizando-se para tanto os dados apresentados.

Esta fase colocou o aluno em contato com revistas técnico científicas, dissertações, anais de congressos etc.

É recomendável que, dependendo do número de alunos participantes, os diversos tópicos a serem abordados devam ser divididos entre estes alunos, de modo que cada aluno realize algumas buscas de dados, os quais serão compartilhados com os demais colegas. Estes dados devem ser apresentados antecipadamente ao professor para a confirmação de que serão adequados ao tema abordado. Algumas vezes é necessário que o professor crie um conjunto de dados compatível com as análises realizadas, uma vez que frequentemente, embora a análise dos dados esteja apresentada, os dados originais são omitidos.

Os resultados encontrados pelos autores foram confirmados através da aplicação das técnicas estatísticas utilizando o programa MINITAB. Os alunos foram incentivados a procurar e utilizar outras ferramentas estatísticas que também fossem pertinentes à análise dos dados apresentados.

Cabe realçar que o verdadeiro entendimento do funcionamento e benefícios que um *software* com ferramentas estatísticas pode oferecer só acontece quando o aluno se vê frente a uma situação em que ele deve escolher o melhor caminho para analisar os dados. Sendo estes provenientes de experimentos reais relatados de forma completa nos artigos lidos, o aluno adquire uma percepção do problema a ser solucionado e há uma motivação adicional para a realização da análise dos dados.

Esta fase consumiu ao redor de 10 horas aula.

Os alunos compararam os resultados obtidos com o uso das ferramentas estatísticas através do *software* Excel, utilizado nas disciplinas de Introdução a Teoria das Probabilidades, Estatística para Engenharia I e Estatística para Engenharia II do curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, com os resultados obtidos utilizando as mesmas ferramentas através do programa MINITAB. Foi constatada uma maior possibilidade de análises, incluindo as análises gráficas, fundamentais para a verificação das suposições dos modelos utilizados.

4. ARTIGOS ESTUDADOS E RESULTADOS OBTIDOS NA IMPLEMENTAÇÃO DO LABORATÓRIO DE MINITAB

4.1 Fábrica de subprodutos de origem animal: a importância do balanceamento das cargas dos digestores de vísceras de FERROLI et al. (2002).

Neste artigo foram utilizadas as ferramentas *Graph / Time Series Plot* e *Graph / Pie Chart* para construção de gráficos de linha e de setor existentes no artigo publicado. Para análise estatística utilizou-se a ferramenta *Stat / Control Charts / Variables Charts for Subgroups / Xbar-R* que nos forneceu as cartas de controle permitindo verificar o controle do processo dos Digestores de vísceras. Na Figura 1 é apresentada uma saída da análise de capacidade do processo através da utilização das ferramentas *Stat / Quality Tools / Capability Analysis / Normal*, análise esta não realizada no artigo. Por falta de dados fornecidos no artigo não foi possível construir alguns dos gráficos apresentados o mesmo.

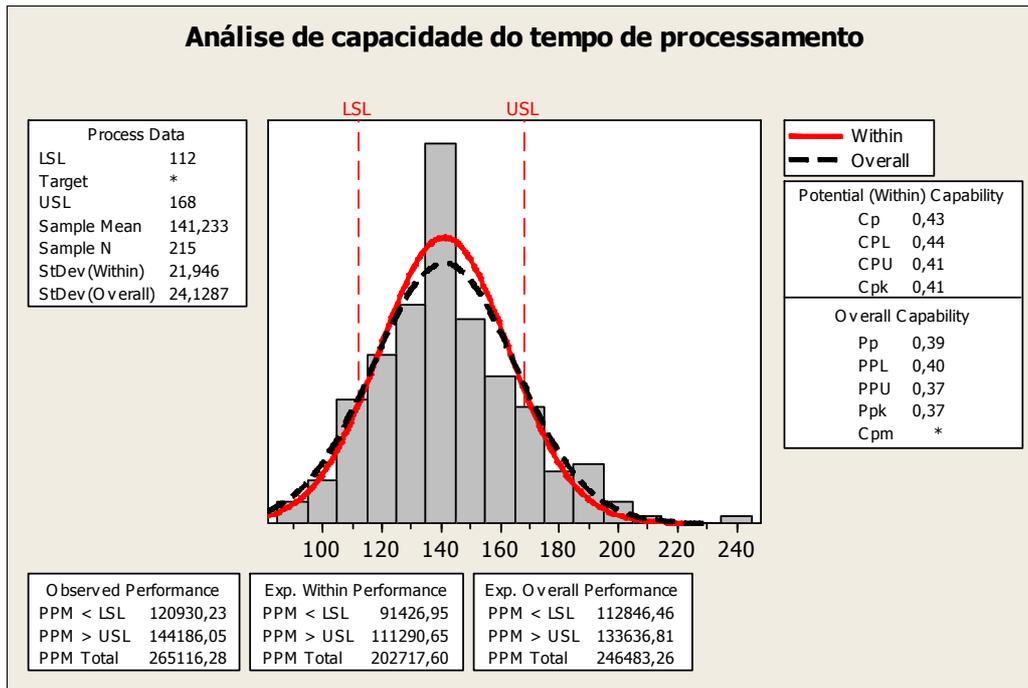


Figura 1 – análise de capacidade do tempo de processamento de vísceras

4.2 Uma avaliação da lei de informática e de seus resultados como instrumento indutor de desenvolvimento tecnológico e industrial de GARCIA e ROSELINO (2004).

Neste artigo foi utilizada a ferramenta *Graph* para construção de gráficos de setor e de barras apresentados no artigo, por meio das ferramentas *Graph / Pie Chart* e *Graph / Bar Chart*. Para a construção da Figura 2 foi utilizada a ferramenta *Graph / Time Series Plot / Multiple*. O artigo apresenta os dados em forma de tabela. O gráfico de linhas, realizado pelos alunos, ajuda na interpretação destes dados.

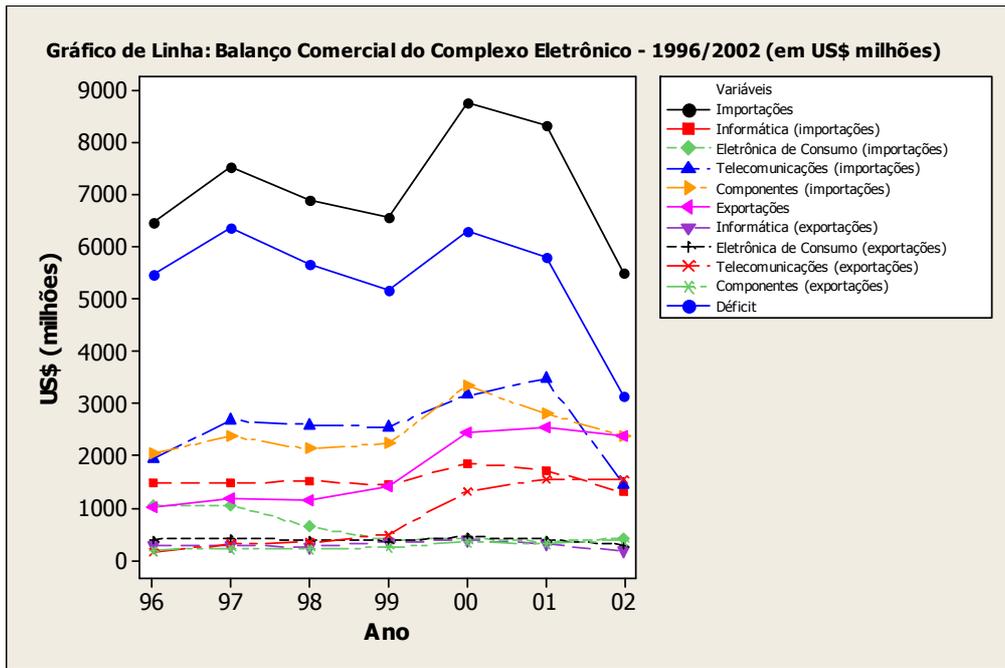


Figura 2 – Balanço Comercial do Complexo Eletrônico

4.3 Tempo de implementação de sistemas ERP: análise da influência de fatores e aplicação de técnicas de gerenciamento de projetos de PADILHA et al. (2004).

Neste artigo utilizou-se a ferramenta *Stat / ANOVA / Two-way* para obter uma análise de variância dos dados apresentados pelo artigo. A adequabilidade do modelo foi apresentada no final da análise de variância, por meio do valor de R^2 , cuja saída é mostrada na Figura 3.

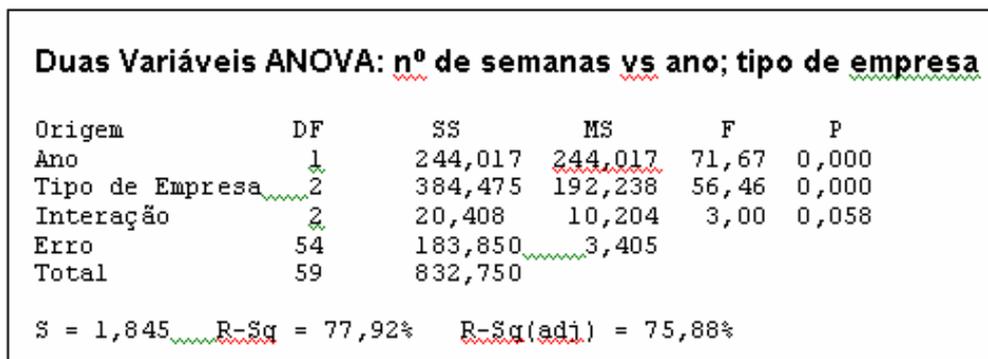


Figura 3 – Saída do programa MINITAB para a análise de variância realizada

4.4 Avaliação de sistemas de medição utilizando Quadrados Latinos de REGO e COSTA NETO (1995).

Neste artigo utilizou-se a ferramenta *Stat / Quality Tools / Gage Study / Gage R&R (Crossed)* para efeito do estudo de repetibilidade e reprodutibilidade, verificando a qualidade das medições para dois casos: no primeiro contendo três operadores e três repetições (Figura 4), e no segundo contendo dois operadores e duas repetições (Figura 5).

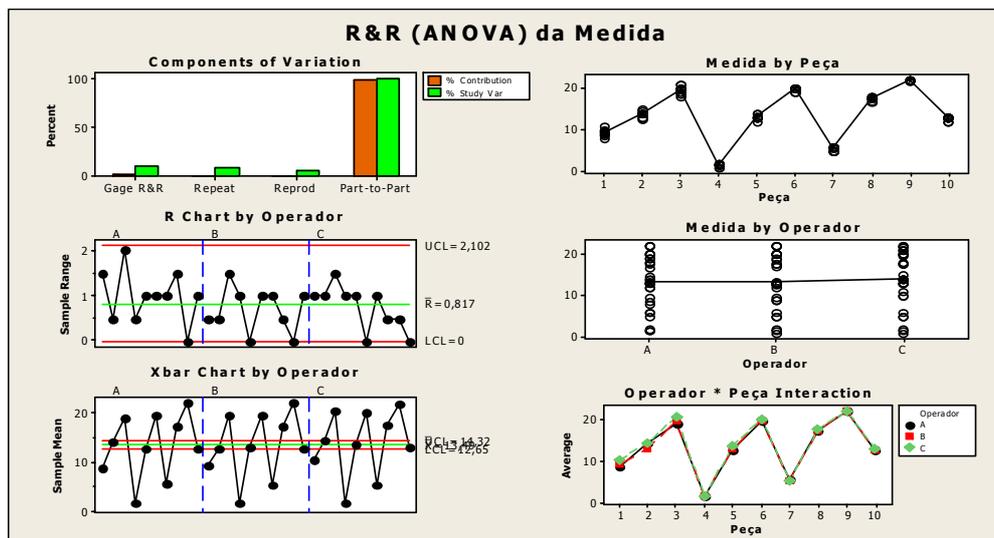


Figura 4 – Três operadores e três repetições pelo método da ANOVA

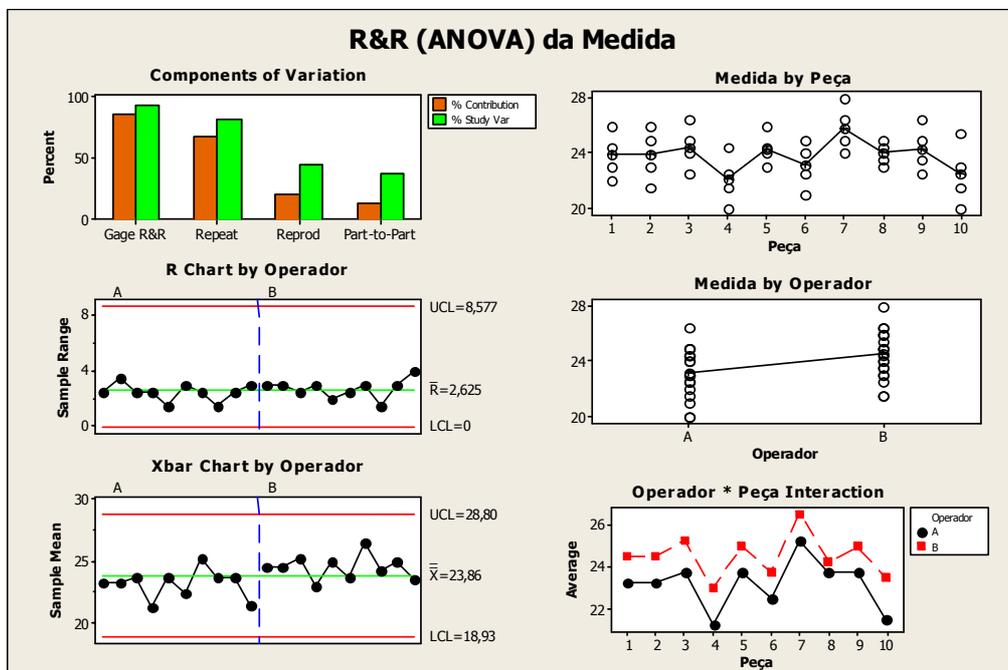


Figura 5 – Dois operadores e duas repetições pelo método da ANOVA

A Figura 6 mostra a análise do exemplo numérico por meio do método dos Quadrados Latinos na qual foi utilizada a ferramenta *Stat / ANOVA / General Linear Model* com *Response* : Torque ; *Model*: Avaliador Peça Ordem e *Random Factors*: Peça.

Analysis of Variance for Torque, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Avaliador	2	3,333	3,333	1,667	1,04	0,368
Peça	14	1011,667	1011,667	72,262	45,09	0,000
Ordem	2	300,833	300,833	150,417	93,86	0,000
Error	26		41,667	41,667	1,603	
		Total	44	1357,500		

S = 1,26592 R-Sq = 96,93% R-Sq(adj) = 94,81%

Figura 6 – Saída do programa MINITAB para a análise de variância do quadrado latino

Como o fator Avaliador foi não significante, repetiu-se a análise colocando no *Model*: Peça Ordem. A Figura 7 mostra o resultado desta análise.

Analysis of Variance for Torque, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Peça	14	1011,667	1011,667	72,262	44,96	0,000
Ordem	2	300,833	300,833	150,417	93,59	0,000
Error	28		45,000	45,000	1,607	
		Total	44	1357,500		

S = 1,26773 R-Sq = 96,69% R-Sq(adj) = 94,79%

Figura 7 – Saída do programa MINITAB para a análise de variância final do quadrado latino

A Figura 8 mostra a análise dos resíduos deste modelo, confirmando as suposições de normalidade, média zero, variância constante e independência dos resíduos. Esta análise não foi apresentada no artigo em estudo e é facilmente realizada com o uso do MINITAB.

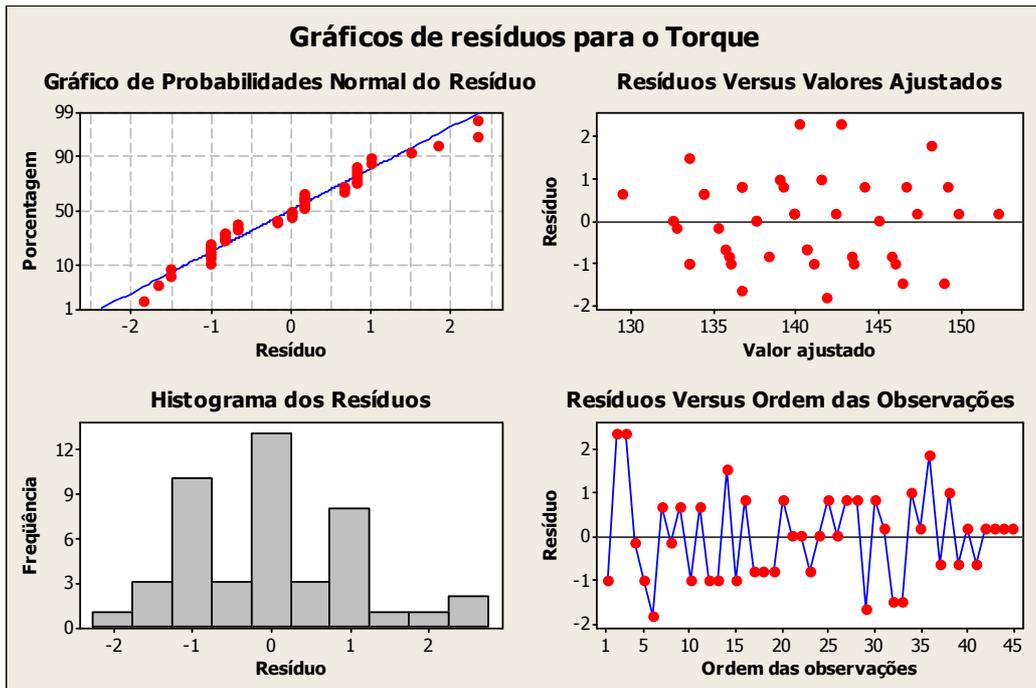


Figura 8 – Gráficos dos resíduos para o modelo de Quadrado Latino.

Como no artigo, foi realizado um gráfico dos resíduos em função das peças medidas. Para tanto, dentro do *General Linear Models* foi selecionado *Graphs* e dentro dele em *Residuals versus the variables* foi pedido Peça. O gráfico é apresentado na Figura 9.

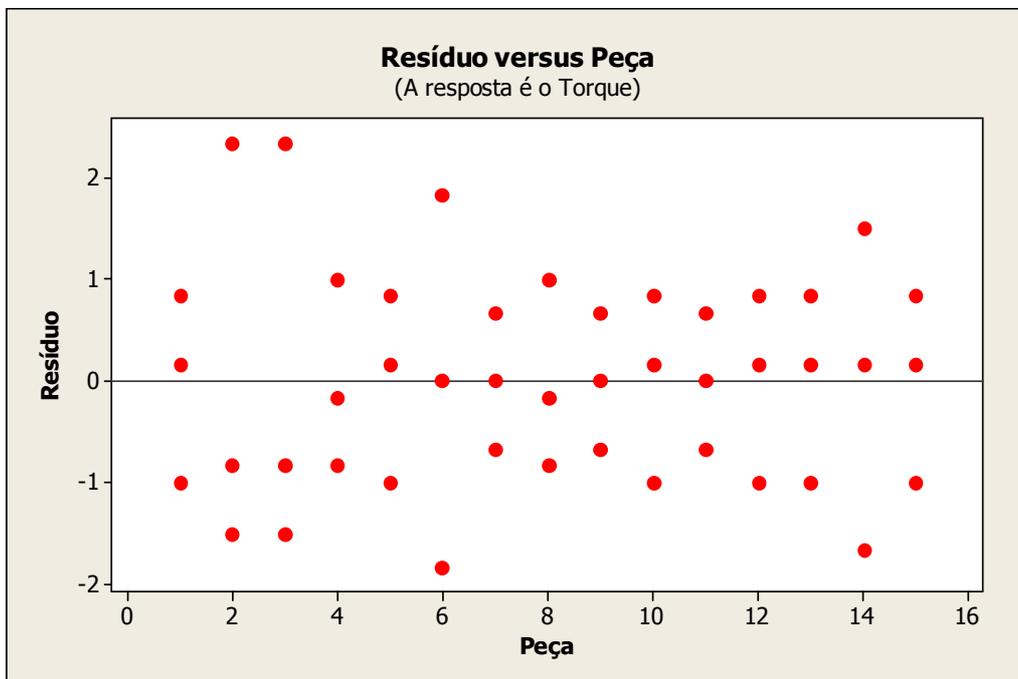


Figura 9 – Gráfico dos resíduos versus peças medidas.

4.5 A Contribuição da Análise Ergonômica ao Projeto do Produto Voltado para a Reciclagem de LIMA e ROMEIRO FILHO (2003).

Neste artigo realizou-se uma análise regressão utilizando a ferramenta *Stat / Regression / Fitted Line Plot* (opção “quadrático” e “for in one”) para verificar a adequabilidade do modelo quadrático. O gráfico desta regressão é apresentado na Figura 10. Conforme observado na Figura 11, os resíduos parecem não se comportar de forma aleatória. Deve se considerar, entretanto, que foram coletados dados em apenas oito pontos. Como não houve medidas repetidas em um mesmo ponto, não foi possível testar o ajuste do modelo.

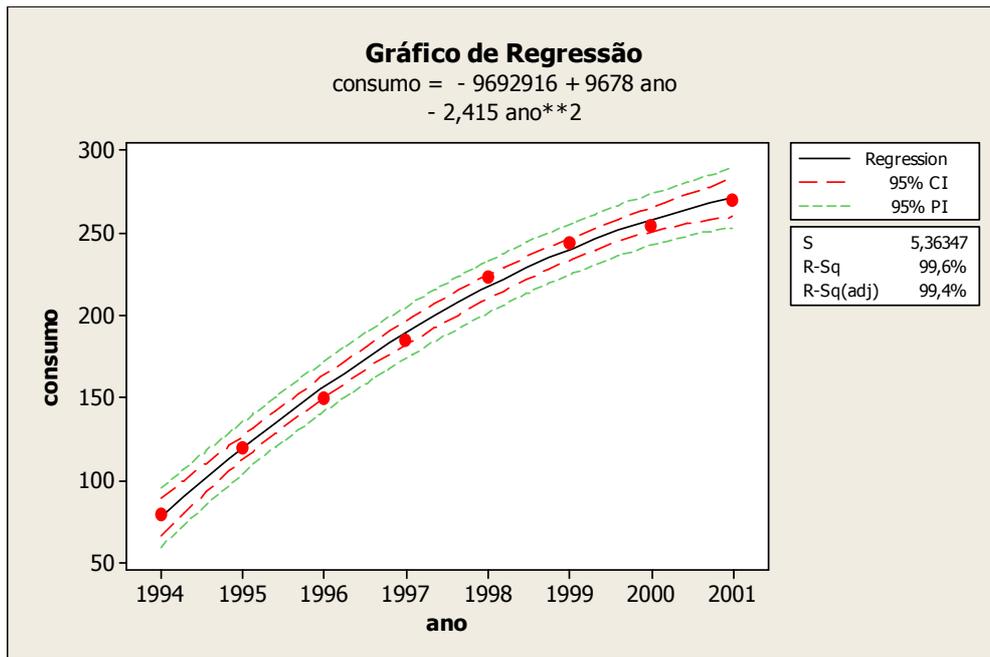


Figura 10 – Gráfico do modelo de regressão com intervalos de confiança para a resposta média e para a previsão de novas observações.

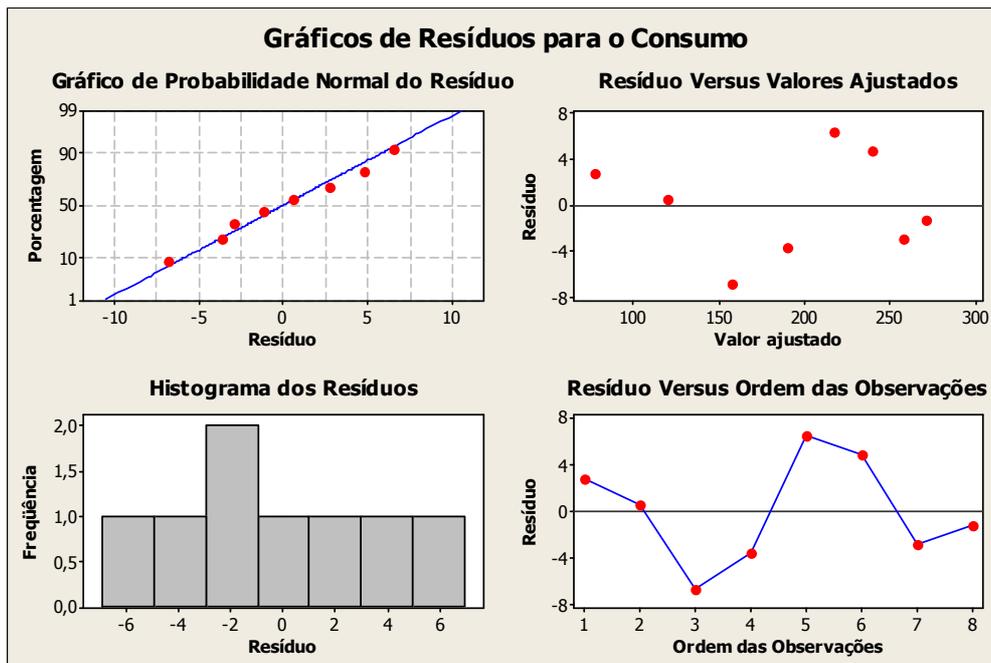


Figura 11 – Gráfico dos resíduos para a regressão.

4.6 Fatores Críticos para Implementação de Gerenciamento por Projetos: o Caos de uma Organização de Pesquisa de RABECHINI JR. et al. (2002).

Neste artigo foram utilizadas as ferramentas *Graph / Pie Chart*, *Graph / Bar Chart* e *Graph / Times Series Plot* para construção de gráficos de setor, barra e linha existentes no artigo publicado.

5. CONCLUSÕES

O laboratório de MINITAB propiciou aos alunos a familiarização com as rotinas de ferramentas estatísticas oferecidas pelo programa MINITAB e a verificação da relevância do uso destas ferramentas através de suas aplicações na análise estatística dos dados coletados nos artigos estudados.

Comparando o uso das ferramentas estatísticas do programa Excel, com as quais o aluno já estava familiarizado, com o uso do programa MINITAB, os alunos concluíram que o segundo possibilita análises mais completas, incluindo entre elas as análises gráficas das suposições dos modelos utilizados.

Através deste laboratório de MINITAB obteve-se a integração entre o mundo acadêmico e o mercado de trabalho, motivando o aluno para o aprendizado de estatística bem como fornecendo ao mercado um profissional mais apto a atender suas necessidades.

6. REFERÊNCIAS

- BIREAUD, A. **Os métodos pedagógicos no ensino superior**. Lisboa: Porto Ed. LDA, 1995.
- CARVALHO, H. G.; LIMA, I. A. O estágio de engenharia: ferramenta para a qualidade na universidade e na empresa. In: **Monografias premiadas no 1º Concurso de Monografias sobre a Relação Universidade/Empresa**, Curitiba: IPARDES: IEL-PR, p. 81-98, 1999.
- CONFERÊNCIA MUNDIAL DO ENSINO SUPERIOR (1998 : Paris) **Tendências da educação superior para o século XXI**. Brasília: UNESCO, 1999.
- FERROLI, P. C. M.; FIOD NETO, M.; CASAROTTO, N.; CASTRO, J. E. Fábrica de subprodutos de origem animal: a importância do balanceamento das cargas dos digestores de vísceras. **Revista Produção**. v.10, n. 2, p. 5-9, 2002.
- GARCIA, R.; ROSELINO, J. E. Uma avaliação da lei de informática e de seus resultados como instrumento indutor de desenvolvimento tecnológico e industrial. **Revista Gestão&Produção**. v. 11, n. 2, p.177-185, 2004.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Sistema de avaliação da educação superior, ENC, Exame Nacional de Cursos 2003**: relatório síntese 2003. Disponível em:
<<http://www.inep.gov.br/superior/provao/sintese/sintese2003.htm>>. Acesso em: 18 jan. 2005.
- KYNZ, I. Modalidades distintas na relação universidade/empresa e suas características específicas no Brasil. In: **Monografias premiadas no 1º Concurso de Monografias sobre a Relação Universidade/Empresa**. Curitiba: IPARDES: IEL-PR, p. 45-61, 1999.
- LIMA, R. M. R.; ROMEIRO FILHO, E. A contribuição da análise ergonômica ao projeto do produto voltado para a reciclagem. **Revista Produção**. v. 13, n. 2, p. 82-87, 2003.
- MINITAB. [Apostilas versando sobre temas relacionados à análise estatística com o uso do Programa MINITAB]. Belo Horizonte: Global Tech, 2005.
- PONTE, J. P.; FONSECA, H. **Orientações curriculares para o ensino da estatística: análise comparativa de três países**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2002. Disponível em:
<<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/01-Ponte-Fonseca.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2005.
- PADILHA, T. C. C.; COSTA, A. F. B.; CONTADOR, J. L.; MARINS, F. A. S. Tempo de implementação de Sistemas ERP: análise da influência de fatores e aplicação de técnicas de gerenciamento de projetos. **Revista Gestão&Produção**, v. 11, n. 1, p. 65-74, 2004.
- RABECHINI JR., R.; CARVALHO, M. M.; LAURINDO, F. J. B. Fatores críticos para implementação de gerenciamento por projetos: o caos de uma organização de pesquisa. **Revista Produção**. v. 12, n. 2, p. 28-41, 2002.
- RABELLO, O. **Universidade e trabalho**: perspectivas. Campinas: UNICAMP: INEP, 1973.

REGO, J. R.; COSTA NETO, P. L. O. Avaliação de sistemas de medição utilizando quadrados latinos. **Revista Gestão & Produção**. v. 2, n. 1, p. 70-86, 1995.

SILVA, P. C. T. Encontro pragmático entre o saber e o fazer. In: **Monografias premiadas no 1º Concurso de Monografias sobre a Relação Universidade/Empresa**. Curitiba: IPARDES: IEL-PR, p. 19-43, 1999.

***Abstract:** The present teaching usually results in few common points between the academic world and the work market. We are aware that the new guidelines for engineering teaching indicate the need of an ample interaction between study and practice. We also know that the industry needs to improve on a continuous basis the quality of its products and services to keep being competitive both in the domestic and foreign markets. The use of statistics methods is an important tool to achieve such objectives. An Engineering course should provide the students, through the subjects given in the statistics area, with sufficient knowledge enabling them to act in several segments of the work market such as development of new products, quality control and improvement, election of adequate models, taking decisions based on probabilistic models, etc. The MINITAB statistics program is fully used worldwide in the Engineering courses and referred to in several textbooks. Such program is very useful in the business world, and is specially used in the application of the Seis Sigma methodology. The MINITAB laboratory was implemented by using articles published in Engineering magazines, which besides familiarizing the student with scientific articles, resulted in the student's need to determine which MINITAB resource should be used to achieve the results submitted, and other methods could be also applied, thus providing a more ample learning.*

***Key words:** Learning, Statistics tools, MINITAB, Scientific articles.*