



Jaime Mamani Ticona

**Avaliação de impacto econômico decorrente do processo
de certificação de produtos: um instrumento metrológico
de competitividade industrial**

Um estudo de caso para cimento, aço, pneus e carroceria de ônibus

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Metrologia da PUC-Rio

Orientador: Mauricio Nogueira Frota, Ph.D.

Rio de Janeiro

25 de Julho 2003



Jaime Mamani Ticona

**Avaliação de impacto econômico decorrente do processo
de certificação de produtos: um instrumento metrológico
de competitividade industrial:**

**Um estudo de caso para cimento, aço,
pneus e carroceria de ônibus**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Metrologia do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Mauricio Nogueira Frota

Orientador

Programa de Pós-Graduação em

Metrologia

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio

Prof. Tara Keshar Nanda Baidya

Departamento de Engenharia Industria

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio

Profa. Paula Medeiros Proença de Gouvêa

Programa de Pós-Graduação em Metrologia

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio

Profa. Fabiana Rodrigues Leta

Departamento de Engenharia Mecânica

Universidade Federal Fluminense - UFF

Profa. Elisabeth Costa Monteiro

Programa de Pós-Graduação em Metrologia – PUC-Rio

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio

Prof. Ney Augusto Dumont

Coordenador Setorial do

Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 25 de Julho de 2003.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Jaime Mamani Ticona

Graduou-se em Engenharia Econômica no ano 1997 pela Escola de Engenharia Econômica da Universidade Nacional do Altiplano Puno, Peru.

Ficha Catalográfica

Mamani Ticona, Jaime.

Avaliação de impacto econômico decorrente do processo de certificação de produto: um instrumento metrológico de competitividade industrial: um estudo de caso para cimento, aço, pneus e carroceria de ônibus / Jaime Mamani Ticona; orientador: Mauricio Nogueira Frota. – Rio de Janeiro: PUC, Programa de Pós Graduação em Metrologia, 2003.

145f. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Metrologia.

1. Metrologia – Dissertação. 2. Certificação de produto. 3. Qualidade. 4. Produção. 5. Regressão. 6. Assimetria da Informação. 7. Impacto econômico. I. Frota, Mauricio Nogueira II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Metrologia: Área de Concentração: Metrologia para Qualidade Industrial. III Título.

CDD:389.1

A Deus, pela vida.

Para meus pais, Bartolomé e Simona,
pelo imenso apoio e confiança, minha gratidão é infinita.

Para meus irmãos Epifanio, Wilfredo e Patrícia,
pelo permanente estímulo.

Agradecimentos

A meu orientador Professor Mauricio Nogueira Frota, pela orientação, dedicação, motivação e estímulo na realização deste trabalho.

À CAPES e à PUC-Rio pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

Aos meus pais, pela educação, atenção e carinho de todas as horas.

Aos meus irmãos.

A todos os professores e funcionários do programa de Pós-Graduação em Metrologia da PUC-Rio, especialmente à Eliane Albernaz, pelo eficiente apoio durante o curso de mestrado.

Aos meus colegas e amigos da PósMQI pela torcida.

Aos meus colegas da PUC-Rio.

Ao Sr. Sérgio Mações do Sindicato Nacional do Cimento (SNIC), pelo relatório estatístico do setor cimento.

Aos professores que participaram da Comissão Examinadora.

A todos os professores e funcionários da PUC-Rio com os quais tive a oportunidade de interagir.

A todos os amigos e familiares que de uma ou de outra forma me estimularam e ajudaram.

Resumo

Ticona, Jaime Mamani; Frota, Mauricio Nogueira. **“Avaliação de impacto econômico decorrente do processo de certificação de produtos: um instrumento metrológico de competitividade industrial”**. Um estudo de caso para: cimento, aço, pneus e carroceria de ônibus. Rio de Janeiro, de 2003. 145p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação em Metrologia. Área de concentração: Metrologia para a Qualidade Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Com base na regressão numérica de séries históricas associadas à produção de quatro produtos destacados no ranking mundial de produção (cimento, aço, pneus e carroceria de ônibus), a presente pesquisa de mestrado avalia os impactos econômicos decorrentes do processo da certificação. Considerada instrumento econômico de mercado que permite diferenciar produtos e fornecer incentivos para consumidores e produtores, o processo de certificação é um mecanismo formal que assegura qualidade e conformidade do produto a especificações técnicas previamente estabelecidas, permitindo disponibilizar um certificado que efetivamente denota conformidade do produto e sua adequação ao uso, criando condições mercadológicas favoráveis para facilitar sua comercialização em mercados externos mais competitivos.

Como contribuição do trabalho são também analisadas as interfaces da certificação com a metrologia, com a normalização e com a avaliação da conformidade, entendidas como funções complementares da tecnologia industrial, a serviço do desenvolvimento da competitividade e da melhoria contínua de serviços e produtos, da redução do desperdício, da agregação de maior eficácia técnica e econômica e da redução de barreiras técnicas ao comércio, assim preconizando a máxima “um único ensaio, baseado numa única norma, documentada por um único certificado, de credibilidade e aceitação mundial”.

Tendo em vista a abundante evidência teórica que considera a certificação uma ferramenta de competitividade e de intercâmbio tecnológico no nível macroeconômico da produção, o estudo empírico conduzido, beneficiando-se de um método estatístico de regressão processado pelo clássico programa econométrico *EViews*, inclui a certificação como uma *variável dummy* no processo de regressão, permitindo a mensuração dos impactos econômicos desejados.

Foi demonstrado que a certificação possui influência positiva na produção, permitindo-se assegurar, com um nível de significância de 0,05, ou seja, com uma probabilidade de 95%, que **o processo de certificação no Brasil impactou: (i) 41,6% na produção de cimento** (de 1970 a 2002, tendo a certificação sido implementada em junho/1994), **(ii) 15,2% na produção de aço** (de 1980 a 2002, tendo a certificação sido implementada em janeiro/1997); **(iii) 20,8% na produção de pneus** (de 1970 a 2002, tendo a certificação sido implementada em maio/1996); **(iv) 31,4% na produção de carrocerias de ônibus** (de 1980 a 2002, tendo a certificação sido implementada em janeiro/1993); e assim ficando demonstrado o impacto da certificação avaliada pelo método estatístico de regressão, que também caracteriza o desempenho dos produtos investigados.

Palavras-chave

Certificação de produto, qualidade, produção, regressão, séries históricas, assimetria da informação, impacto econômico.

Abstract

Jaime, Ticoná; Mauricio, Frota; “**Evaluation of the economic impact induced by the process of product certification: a metrological instrument for industrial competitiveness**”; a study case on cement, steel, tires, and bus shell. Rio de Janeiro, 2003. M.Sc. Dissertation – Graduate Metrology. Metrology for Industrial Quality. MQI. Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro de Janeiro, Brazil.

Based on a numerical regression of time series associated to the production of four products highly ranked in the production world market (steel, cement, bus shell and tires), the present Master research evaluates the economic impacts associated with the process of certification. Considered an effective economic instrument, useful to differentiate products and to provide incentives to consumers and producers, the certification process is a formal instrument that assures quality and conformity of the product to technical specifications previously established, making available a certificate that effectively denote conformity of the product and its adequacy to the use, creating favorable marketing conditions and facilitating its commercialization in more competitive external markets.

As an indirect contribution, the thesis also analyze the interfaces of the certification with metrology, documentary standarization and with conformity assessment, understood as complementary functions of the basic industrial technology, serving the development of the competitiveness and the continuous improvement of services and products, the reduction of wastefulness, the aggregation of greater technical and economic effectiveness and of the reduction of technical barriers to trade, thus underpinning the well accepted principle “a single test, based on a single documentary standard, documented in a single certificate, internationally accepted”.

In view of the abundant theoretical evidence that considers the certification a tool of competitiveness and technological interchange in the macroeconomic level of the production, the lead empirical study, benefiting itself of a statistical method of regression processed for the classic econometrical program EViews, it includes the certification as an variable dummy in the regression process, allowing the quantitative evaluation of the desired economic impacts.

It was demonstrated that the certification possess positive influence in the production, allowing itself to assure with a level of significance of 0,05, that is, with a 95% probability, that **the process of certification in Brazil has impacted: (i) 15.2% in the steel production** (since 1980 to 2002, having the certification been implemented in January/1997); **(ii) 20.8% in the production of tires** (since 1970 to 2002, having the certification been implemented in May/1996); **(iii) 31.4% in the production of bus shells** (since 1980 to 2002, having the certification been implemented in January/1993); e **(iv) 41.6% in the cement production** (since 1970 to 2002, having the certification been implemented in June/1994), thus being demonstrated the impact of the certification evaluated by the regression method used, characterizing the performance of the investigated products.

Keywords

Product certification, quality, production, regression, time series, asymmetric information, economic impact.

Sumário

1 . Introdução	18
1.1. Objetivo	19
1.2. Metrologia insumo para a qualidade	19
1.3. Qualidade como estratégia para a competitividade	20
1.4. Normas técnicas: insumo para a qualidade	21
1.5. Certificação de produtos	22
1.6. Assimetria da informação e o processo de certificação	22
1.7. Produção: fator a ser avaliado	23
2 . Fundamentos da Produção e impactos da Certificação	24
2.1. Metrologia da qualidade	24
2.2. Produção e comércio exterior na teoria econômica clássica	26
2.2.1. Adam Smith e as “vantagens absolutas”	26
2.2.2. David Ricardo e os “benefícios comparativos”	26
2.2.3. John Stuart Mill e a “teoria dos valores internacionais”	27
2.3. A produção e postulados da teoria econômica clássica	27
2.4. Considerações sobre o impacto da qualidade na produção	28
2.5. Métodos e modelos de avaliação de séries temporais	34
2.5.1. Modelo e métodos de estimação dos parâmetros da regressão	35
2.5.2. Método dos mínimos quadrados (LS)	35
2.5.3. Mínimos quadrados não lineares (Two-Stage, Nonlinear, TSLS)	35
2.5.4. Modelo auto regressivo de média móbil (ARMA)	36
2.5.5. Modelo linear generalizado (GMM)	36
2.5.6. Modelo auto-regressivo condicional a heteroscedasticidade	37
2.5.7. Modelos auto-regressivos (TAR)	37
2.5.8. Regressão dinâmica	38
2.6. Seleção do modelo	38
3 Certificação: fator de redução da Assimetria da Informação	39
3.1. Pressupostos básicos da assimetria da informação	40
3.2. Formas de se reduzir a assimetria da informação	41
3.2.1. Garantias ou contratos	41

3.2.2. Investimento do produtor	41
3.2.3. Certificação de produtos	42
3.3. Reconsiderações sobre a informação assimétrica	43
3.4. Certificação: o problema de qualidade em alimentos no Brasil	44
4 Fundamentos da Normalização e a Experiência Brasileira na Certificação de Produtos	47
4.1. Normalização Técnica no Brasil	47
4.2. Objetivos da Normalização	47
4.2.1. Comitês técnicos de normalização (ABNT/CB)	48
4.2.2. Comitês Brasileiros de normalização	48
4.2.3. Organismos de normalização setorial	49
4.2.4. Evolução do sistema brasileiro de normalização	49
4.3. Normalização e comércio internacional	52
4.3.1. Norma técnica	53
4.3.2. Importância das normas internacionais	53
4.4. Organismos internacionais e normalização	54
4.5. Normas no âmbito de barreiras comerciais	54
4.6. A experiência brasileira na certificação de produtos	57
4.6.1. O sistema brasileiro de certificação	58
4.6.2. A certificação de produto no contexto do SINMETRO	59
4.7. Benefícios da certificação de produtos	62
4.7.1. Classificação da importância da certificação	62
4.8. Modelos de certificação	63
4.9. Tipos de certificação compulsória e voluntária no Brasil	64
4.10. Garantia da qualidade de um produto	66
5 Caracterização do Estudo de Caso: definição dos produtos e evolução de produção	67
5.1. Justificativa e critério da seleção dos Produtos <i>objeto da análise</i>	67
5.2. Produção brasileira de cimento	68
5.2.1. Produção de cimento no cenário mundial	70
5.2.2. Comércio internacional de cimento	71
5.2.3. Consumo aparente de cimento	71
5.3. Produção brasileira de aço	71
5.3.1. A indústria de aço na última década	73
5.3.2. O aço na visão do Fórum da Competitividade	75

5.3.3. Barreiras à exportação de aço	77
5.4. Produção brasileira de pneus	78
5.4.1. Pneus: Aspectos históricos no cenário mundial	79
5.4.2. Pneus: aspectos históricos no cenário brasileiro	80
5.5. Produção brasileira de carroceria de ônibus	82
5.5.1. Aspectos históricos da produção de ônibus no cenário brasileiro	82
5.5.2. A Indústria atual de carrocerias de ônibus	83
 6 Benefícios da Certificação de Produtos: Avaliação de Impacto Econômico	 85
6.1. Descrição do modelo proposto	86
6.2. Variáveis não-numéricas (DUMMY)	89
6.3. Impactos da certificação na produção: Regressão preliminar	90
6.4. Validação do modelo	92
6.4.1. Hipótese básica de normalidade	93
6.4.2. Teste da hipótese básica de homoscedasticidade	95
6.4.3. Teste da hipótese básica de linearidade	95
6.4.4. Teste da hipótese básica de independência (não auto-correlação)	95
6.5. Impacto da certificação: Regressão Conclusiva	96
6.5.1. Estudo de caso do cimento: análise de impacto da certificação	97
6.5.2. Estudo de caso do aço: análise do impacto da certificação	98
6.5.3. Estudo de caso da borracha: análise do impacto de certificação	100
6.5.4. Estudo de caso da carroceria de ônibus: análise do impacto de certificação	101
6.6. Análise global da regressão estatística	103
6.7. Diagnóstico conclusivo da estabilidade dos parâmetros da regressão (Estructural Breaks)	105
6.7.1. Contraste gráfico via resíduos recursivos	107
6.7.2. Contraste de soma acumulada de quadrados (Test CUSUM2)	107
6.8. Regressão dinâmica	109
 7 Conclusões e Recomendações	 110
 8 . Referências bibliográficas	 115
 9 . Glossário de termos	 119
 10 . Anexos	 124

Lista de tabelas

Tabela 1 - Dados macroeconômicos do setor siderúrgico. Fonte: BNDES, Fórum de Competitividade Setor Siderúrgico (2003).	76
Tabela 2 - Componentes da matriz de regressão.	88
Tabela 3 - Resultados Preliminares da Regressão (para os quatro produtos), incluindo-se a variável (Cert) <u>Certificação</u> , como regressor da produção.	91
Tabela 4 - Resultados da regressão para cimento incluindo a variável “lag1” da série de produção de cimento como regressor do modelo.	98
Tabela 5 - Resultados da regressão para aço incluindo a variável “lag6” da série de produção de aço como regressor do modelo.	99
Tabela 6 - Resultados da regressão para borracha incluindo a variável “lag1” da série de produção de borracha como regressor do modelo.	101
Tabela 7 - Resultados da regressão para carroceria de ônibus incluindo a variável “lag1” da série de produção de carroceria de ônibus como regressor do modelo.	102
Tabela 8 - Regressões incluindo como regressor a variável produção, diferenciada no tempo(t-1) para o cimento, (t-6) para aço, (t-1) para borracha e (t-1) para o caso de carroceria de ônibus.	104
Tabela 9 - Regressão preliminar para aço incluindo a variável <u>barreiras comerciais</u> .	138
Tabela 10 - Regressão para aço incluindo barreiras no modelo geral.	139
Tabela 11 - Regressão para aço incluindo as variáveis barreiras, PIB e Inflação no modelo.	139

Lista de figuras

Figura 1- Pirâmide de unidades de medida na concepção de M. Juran “A Qualidade desde o Projeto”, p 123. Editora Pioneira 1997.	25
Figura 2- ISOQUANTAS na Produção., R.S. & Rubinfeld, D. L, p. 217, Makron Books 1991. Fonte: “Microeconômica”, Pindyck.	28
Figura 3 - Estudo de caso na Espanha relacionado aos níveis de satisfação com a certificação ISO 9000. Fonte: C. Escanciano, 2001.	33
Figura 4 - Benefícios em cadeia da implantação de um sistema de Qualidade (Fonte: “Despertar no Japão”, Deming (1948)).	34
Figura 5 - Acervo de NBR que incorporam em seu título e/ou escopo denominações afetas ao tema “metrologia”, elaboradas por ABNT/CB, ONS e ABNT/CEET. Fonte: SILVA, 2003.	49
Figura 6 - Acervo de normas brasileiras (NBR) em vigor (ABNT, de 1940 a janeiro de 2003), produzidas pelos órgãos técnicos da ABNT (CB, ONS e CEET, 1 ao 25).Fonte: SILVA, 2003.	50
Figura 7 - Acervo de normas brasileiras (NBR) em vigor (ABNT, de 1940 a janeiro de 2003), produzidas pelos órgãos técnicos da ABNT (CB, ONS e CEET, 25 ao 54). Fonte: SILVA, 2003.	51
Figura 8 - Estrutura organizacional do Sistema Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO).	59
Figura 9 - Estrutura Funcional do SINMETRO, livre adaptação de “avaliação da conformidade” (INMETRO 2001).	62
Figura 10 - Evolução da produção de cimento no Brasil (1970-2002), expressa em milhares de toneladas.	69
Figura 11 - Ranking mundial de produção de cimento fonte: Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC).	70
Figura 12 - Ranking mundial de produção de Aço. Fonte: Infomet IISI/ILAFA/IBS.	74
Figura 13 - Evolução da produção de aço no Brasil (1980-2003), expressa em milhares de toneladas.	75
Figura 14 - Distribuição espacial representativa da cadeia produtiva da indústria siderúrgica. Fonte: Fórum da Competitividade da Siderurgia (MDICT 2003).	76
Figura 15 - Destino das exportações brasileiras de Aço. Fonte: Reporte	

Infomet.	78
Figura 16 - Composição de pneus. Fonte: Montenegro, R., Pan, S.S.K. Panorama do Setor de Borrachas. BNDES Setorial nº6. Set. 1997.	79
Figura 17-a - Produção brasileira de borracha no período 1975 a 2002. (Valores de produção expressos pelo adimensional “Índice Média”, que considera o ano de 1991 como referência com o valor 100. Fonte: IPEADATA. Fonte: IPEADATA.	81
Figura 17- b- Importação brasileira de borracha no período 1975 a 2002. (Valores de importação expressos pelo adimensional “Índice Média”, que considera o ano de 1996 como referência com o valor 100. Fonte: IPEADATA.	82
Figura 18 - Ranking mundial de Produção de Carrocerias de Ônibus. Fonte: FABUS.	84
Figura 19 - Evolução da produção de ônibus no Brasil, expressa em unidades produzidas no período 1980-2003. Fonte: IPEADATA.	84
Figura 20 - Teste de normalidade “quantile plot” para as quatro séries históricas.	94
Figura 21 - Séries históricas da produção dos quatro produtos selecionados.	97
Figura 22 - Distribuição dos resíduos (círculos); série histórica referente à produção de cimento (triângulos), e regressão de ajuste do modelo (quadrados).	97
Figura 23 - Gráfico da distribuição dos resíduos (redondos), a serie de produção de aço (triângulos), e o ajuste do modelo (quadrados).	99
Figura 24- Distribuição dos resíduos (círculos), a série de produção de borracha (triângulos), e o ajuste do modelo (redondos).	100
Figura 25 - Distribuição dos resíduos (redondos), a serie de produção de carroceria de ônibus (triângulos), e o ajuste do modelo (quadrados).	102
Figura 26 - Teste de estabilidade dos parâmetros (Estructural Breaks).	108

Lista de símbolos

β_0	Constante não explicada pelo modelo
β	Coeficiente angular do parâmetro regressor
$\hat{\beta}$	Coeficiente estimado
Y	Produção
\bar{Y}	Média estimada da produção
X	Certificação
\bar{X}	Media estimada da certificação
Y_t	Produção no tempo t
X_t	Certificação no tempo t
u	Erro de estimação
t	tempo

Lista de siglas utilizadas

ABIARB – Associação Brasileira da Indústria de Artefatos de Borracha

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABNT/CB – Associação Brasileira de Normas Técnicas / Comitê Brasileiro

ABNT/ONS – Associação Brasileira de Normas Técnicas / Organismo de Normalização Setorial

ALCA – Área de Livre Comércio das Américas

AMN – Associação Mercosul de Normalização

ARMA – Autoregressive Moving Average

ARCH – Autoregressive Conditional Heteroskedasticity

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CB – Comitê Brasileiro

CBCON – Comitê Brasileiro do Consumidor

CBAC – Comitê Brasileiro de Avaliação da Conformidade

CBN – Comitê Brasileiro de Normalização

CBM – Comitê Brasileiro de Metrologia

CBTC – Comitê de Coordenação de Barreiras Técnicas ao Comércio

CBAC – Comitê Brasileiro de Avaliação da Conformidade

CCAB – Comitê Codex Alimentarius do Brasil

CMN – Comitê Mercosul de Normalização

CNI – Confederação Nacional da Indústria

CONMETRO – Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

CSN – Companhia Siderúrgica Nacional

CT – Comitê Técnico

GATT – General Agreement on Tariffs and Trade

GMM – Generalized Method of Moments

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IDEC – Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor

IMEKO – International Measurement Confederation

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial

INT – Instituto Nacional de Tecnologia

IPEA – Instituto de Pesquisas Econômica Aplicada

ISO – International Organization for Standardization

LS – Least Squares

MERCOSUL – Mercado Comum do Sul

MIC – Ministério da Indústria e do Comércio, (atualmente MIDC)

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

NBR – Norma Brasileira Registrada

NTB – Normas Técnicas Brasileiras

OLS – Ordinary Least Squares

OCC – Organismo de Certificação Credenciado

OCP – Organismo de Certificação de Produtos

OMC – Organização Mundial do Comércio

PIB – Produto Interno Bruto

SINMETRO – Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

SNIC – Sindicato Nacional da Indústria do Cimento

TAR – Threshold Autoregressive Models

TIB – Tecnologia Industrial Básica

TSLS – Weighted, Two-Stage, Least Squares

TBT – Technical Barriers to Trade Agreement

No hay nada repartido más equitativamente en el mundo que la razón:
todos están convencidos de tener suficiente.
René Descartes.