

Modelagem dos certificados ISO 14001 emitidos para organizações dos países nas Américas

Suzana Eda Hikichi ^{1 3}

Luiz Alberto Beijo ²

Eduardo Gomes Salgado ²

1 Introdução

O impacto ambiental dos processos produtivos tem se tornando uma importante questão nas organizações em vista da pressão de fornecedores, investidores e consumidores. Neste mercado competitivo, a minimização desse efeito destaca-se também como uma estratégia de negócios. Uma das ferramentas mais utilizadas mundialmente pelos gestores é o sistema ISO 14001.

O número de companhias que tem adotado esse padrão e sendo certificadas vem crescendo a cada ano. Neste cenário verifica-se a importância de conhecer quais fatores podem estar influenciando nessa evolução. Na análise do comportamento das certificações ISO 14001 pelas organizações, poderiam ser aplicados variados métodos estatísticos. Modelos de regressão múltipla podem ser ajustados para prever a relação entre diferentes fatores e o número certificados ISO 14001 emitidos para os países.

No presente trabalho foram ajustados modelos de Regressão Múltipla para avaliar a influência de diversos fatores na evolução dos certificados ISO 14001 emitidos para organizações de alguns países do continente americano nos últimos anos, buscando caracterizar esse comportamento.

2 Material e Métodos

A variável resposta (Y) utilizada foi o número de certificações ISO 14001 emitidos para os países da América entre os anos de 1999 e 2012. As covariáveis investigadas, que poderiam influenciar nesse evolução foram:

- 1) número de patentes concedidas (NP);
- 2) Produto Interno Bruto (PIB);
- 3) número de ISO 9001 emitidas (NISO9001);

¹ICEX - UNIFAL-MG. e-mail: suzanaeda@hotmail.com

³Agradecimento à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

²ICEX - UNIFAL-MG

- 4) Y_{t-1} (nº de certificações no ano - nº de certificações no ano anterior);
- 5) Y_{t-2} (nº de certificações no ano - nº de certificações dois anos atrás).

Essas informações foram obtidas em <http://www.iso.org/iso/home/standards/certification.html>, <http://www.wipo.int/pct/pt/> e em http://www.wipo.int/ipstats/es/statistics/country_profile/countries/br.html.

Em vista da finalidade de sondagem sobre a possível influência desses fatores na evolução da ISO 14001, selecionou-se quatro países: Estados Unidos, Canadá, México e Brasil, avaliando a representatividade do país no total de certificações no continente, a localização geográfica e características sócio econômicas. O Canadá e os Estados Unidos foram agrupados no grupo América do Norte, devido a suas semelhanças.

Para a realização do ajuste do Modelo de Regressão Múltipla, foi utilizada a função *lm* do Sistema Computacional Estatístico R, conforme R Development Core Team (2014). Foram ajustados modelos gerais para cada agrupamento e país, contendo todas as covariáveis. Para a seleção dos fatores que seriam incluídos ou retirados do modelo foi utilizada a técnica de seleção *stepwise* baseada no critério AIC. As significâncias dos ajustes foram obtidas por meio da análise de variância- ANOVA. Foram avaliadas as pressuposições do modelo através dos testes de Shapiro-Wilk e Box-Pierce. Todas as análises foram realizadas considerando o nível de 5% de significância, sendo utilizado o mesmo software.

3 Resultados e discussões

3.1 Ajuste dos modelos

Primeiramente, foram avaliadas as cinco covariáveis (NISO9001, PIB, NP, Y_{t-1} e Y_{t-2}) em relação ao nº de ISO 14001 em um modelo geral apresentado a seguir, para cada um dos agrupamentos. Utilizando o critério AIC para seleção de covariáveis, foram então ajustados modelos de regressão múltipla para cada agrupamento.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 NISO9001 + \beta_2 PIB + \beta_3 NP + \beta_4 Y_{t-1} + \beta_5 Y_{t-2} \quad (1)$$

- 1) América do Norte

$$Y = \beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 NP + \beta_3 Y_{t-2} \quad (2)$$

O modelo de regressão linear múltiplo ajustado para o agrupamento América do Norte, constituído pelos Estados Unidos e Canadá foi $Y = 1465,0000 - 0,9370PIB + 0,0374NP + 0,5940Y_{t-2}$. Na Tabela 1, observa-se que, PIB e NP foram significativas, indicando efeito das covariáveis no número de ISO 14001 emitidos na região. O aumento no NP exerceria um efeito positivo no número de certificados ISO 14001, enquanto o crescimento no PIB ocasionaria um efeito negativo na evolução dos certificados emitidos. Verifica-se

Tabela 1: Estimativas para o modelo América do Norte

Covariável	Estimativa	Erro-padrão	valor p
Intercepto	1465,0000	0,0185	<0,0001
PIB	-0,9370	0,2161	0,0005
NP	0,0374	0,0065	<0,0001
Y_{t-1}	0,3762	0,3171	0,3256
Y_{t-2}	0,5940	0,2730	0,0439

também que a covariável Y_{t-2} foi significativa, e sua presença ajudou a introduzir o efeito do tempo no modelo.

2) México

$$Y = \beta_0 + \beta_N ISO9001 + \beta_2 NP + \beta_3 Y_{t-2} \quad (3)$$

Tabela 2: Estimativas para o modelo México

Covariável	Estimativa	Erro-padrão	valor p
Intercepto	-205,1270	115,6648	0,1194
NISO9001	0,0556	0,0373	0,1796
NP	0,4551	0,1273	0,009
Y_{t-2}	0,5331	0,2143	0,0417

O modelo de regressão múltiplo ajustado para o México foi $Y = -205,1270 + 0,0556N - ISO9001 + 0,4551NP + 0,5331Y_{t-2}$. Conclui-se a partir da Tabela 2, que o NP foi significativo, ou seja, ele influenciou no total de certificações ISO 14001 no país. O crescimento NP emitidas aumentaria o número de ISO 14001. Por sua vez, o NISO9001 não apresentou efeito, sendo não-significativo no modelo. A covariável Y_{t-2} foi significativa.

3) Brasil

$$Y = \beta_0 + \beta_1 NP + \beta_2 Y_{t-1} + \beta_3 Y_{t-2} \quad (4)$$

Tabela 3: Estimativas para o modelo Brasil

Covariável	Estimativa	Erro-padrão	valor p
Intercepto	-3193,3958	766,2420	0,0042
NP	0,9313	0,1534	0,0005
Y_{t-1}	0,2323	0,1927	0,2672
Y_{t-2}	0,4059	0,1493	0,0299

O modelo de regressão linear múltipla que foi ajustado para o Brasil foi $Y = -3193,3958 + 0,9313NP + 0,2323Y_{t-1} + 0,4059Y_{t-2}$. As estimativas da Tabela 4 mostram que o NP emitidas no período foi significativo, exercendo efeito positivo na evolução da ISO 14001. O aumento no NP ocasionaria uma maior emissão de certificados ISO 14001. As covariáveis Y_{t-1} e Y_{t-2} foram significativas.

Os modelos foram validados atendendo os seguintes critérios: Análise de Variância (teste F) e pressuposições (Teste de Shapiro-Wilk, que avalia se os resíduos seguem uma distribuição normal e Box-Pierce, que avalia se os resíduos são independentes). Também foram verificados os valores de R^2 ajustado para cada modelo. Na Tabela 4 está apresentada a validação dos modelos ajustados.

Tabela 4: Valores do teste F, R^2 ajustado, testes de Shapiro-Wilk e de Box-Pierce para os modelos

Estatística	América do Norte	México	Brasil
Teste F (valor p)	<0,0001	0,0014	0,0003
R^2 ajustado	0,9273	0,8267	0,8877
Shapiro-Wilk (valor p)	0,9463	0,7739	0,1457
Box-Pierce (valor p)	0,0928	0,9691 6	0,1594

Pode-se observar (Tabela 5), que as pressuposições da ANAVA não foram violadas ($p > 0,05$) e que todos os modelos ajustados foram significativos ($p < 0,05$) apresentando coeficientes de determinação superiores a 82%, assim as conclusões obtidas a partir dos modelos ajustados são válidas.

Analisando os resultados apresentados para os agrupamentos, é possível concluir que a covariável NP apresentou efeito na evolução da ISO 14001 para todos os agrupamentos. O fator Y_{t-2} foi significativo para todos eles, indicando efeito do número de ISO 14001 emitidos nos dois anos anteriores ao ano em estudo. É possível verificar também que o número dessas certificações foi influenciado pelo produto interno bruto nos Estados Unidos e no Canadá.

O NP é um indicador utilizado para determinar o grau aproximado da inovação tecnológica de um país. Ele reflete as tendências das mudanças técnicas ao longo do tempo e avalia os resultados dos recursos investidos em atividades de pesquisa e desenvolvimento (MACIAS-CHAPULA, 1998).

O aumento no NP pode demonstrar um maior desenvolvimento tecnológico do país, que por sua vez pode estimular a adesão às certificações ambientais como a ISO 14001, na busca por uma série de benefícios, como atrativo para as organizações que almejam atingir o mercado internacional e assim proporcionar qualidade e adequação ambiental de seus processos e produtos às necessidades do mercado, viabilizar e suportar as inovações tecnológicas e garantir maior competitividade e conseqüente lucratividade (OLIVEIRA; PINHEIRO, 2010).

Países desenvolvidos como o Canadá e os Estados Unidos, que apresentam altos níveis de PIB são sedes das matrizes de grandes empresas, concentrando assim grande quantidade de certificados ISO 14001 (GUTIERRES, 2013). Logo, o crescimento do PIB deveria ser relacionado positivamente com o aumento das certificações ISO 14001. O efeito negativo do PIB, mostrado na Tabela 2 poderia ser relacionado ao fato de que os EUA, com o maior PIB do mundo com US\$ 13225,90 trilhões em 2011 (ISO, 2013), poderia estar influenciando nesse comportamento, ou seja, a evolução no número de organizações certificadas não estaria acompanhando o crescimento da economia do país.

4 Conclusões

A análise de regressão múltipla mostrou-se uma técnica eficiente para modelar o comportamento do número certificados ISO 14001 nos países das Américas.

A evolução dos certificados ISO 14001 nesses países das Américas é influenciada positivamente pelo NP e pelo número de certificações emitidas dois anos anteriores ao ano em análise.

No Canadá e nos Estados Unidos, o fator PIB exerceu um efeito negativo na evolução da ISO 14001.

Referências

- [1] GUTIERRES, H. E. P. As Escalas Geográficas da Certificação ISO 14001:um panorama da gestão ambiental empresarial. , v. 27, 2013.
- [2] ISO. Certification ISO management system standards. ISO Central Secretariat, Geneva. 2013. Disponível em <http://www.iso.org/iso/home/standards/certification.htm>. Acesso em 14 nov. 2013.
- [3] MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. Ci. Inf. , v.27, n.2, 1998.
- [4] OLIVEIRA, O. J. de; PINHEIRO, C. R. M. S. Implantação de sistemas de gestão ambiental ISO 14001: uma contribuição da área de gestão de pessoas. **Gest. Prod.**, vol.17, n.1, 2010.
- [5] R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <http://www.r-project.org>. Acesso em 20 de jan. de 2014.