

©Copyright, 2006. Todos os direitos são reservados. Será permitida a reprodução integral ou parcial dos artigos, ocasião em que deverá ser observada a obrigatoriedade de indicação da propriedade dos seus direitos autorais pela INTERFACEHS, com a citação completa da fonte. Em caso de dúvidas, consulte a secretaria: [interfacehs@interfacehs.com.br](mailto:interfacehs@interfacehs.com.br)

## **UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA ESTUDAR COMPORTAMENTO DE INDICADOR DE DESEMPENHO DO SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL DE UMA ORGANIZAÇÃO COM A APLICAÇÃO DA ECONOMETRIA.**

Débora Lemes Tavares<sup>1</sup>; Emília Satoshi Miyamaru Seo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestre em Sistema de Gestão Integrada em Saúde e Meio Ambiente pelo Centro Universitário Senac

<sup>2</sup> Professora e pesquisadora do Centro Universitário Senac e do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CNEN/SP

### **RESUMO**

Num mundo em que a competitividade aumenta a cada hora, e que as organizações têm que apresentarem-se eficazes, responsáveis, comprometidas e lucrativas, principalmente falando-se em controle de aspectos e impactos ambientais, um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) torna-se presente e imperativo. Visando o controle deste sistema e a garantia da melhoria contínua adota-se a prática de avaliar o desempenho deste SGA e, assim, permitir que gestores alinhem medidas estratégicas com uma política organizacional que seja capaz de assegurar a adequada integração dos fatores de sucesso do negócio das organizações, baseado no desenvolvimento sustentável. E é neste contexto que o trabalho foi desenvolvido visando sugerir uma metodologia, a partir da aplicação de ferramentas estatísticas, dentro da econometria, em um dos indicadores de desempenho do SGA de uma organização buscando estudar esse indicador e verificando seu comportamento por meio da análise de tendência, com o objetivo de contribuir para a avaliação de desempenho deste sistema. Outro intuito foi avaliar se é possível usar uma ferramenta da econometria, de simples aplicação, para analisar o comportamento de indicadores de SG e analisar os pontos específicos de vulnerabilidades e/ou limitações da metodologia proposta.

Palavras-chave: SGA, desempenho, análise de tendência.

## **ABSTRACT**

In a world where competitiveness increases every hour, and that organizations have to submit to be effective, responsible, committed and profitable, especially speaking in controlling environmental aspects and impacts, an Environmental Management System (EMS) becomes and this is imperative. To control this system and ensuring continuous improvement is adopted the practice of assessing the performance of the EMS and, thus, allow managers to align strategic measures with an organizational policy that is capable of ensuring proper integration of success factors of business organizations, based on sustainable development. And it is here that the work was made to suggest a methodology, based on the application of statistical tools in econometrics, in a performance indicator of the EMS of an organization seeking to study this indicator and noting their behavior through the analysis of trend, with the objective of contributing to the performance evaluation of this system. Another aim was to evaluate whether you can use a tool of econometrics, simple application, to analyze the behavior of indicators of SG and analyze the specific points of vulnerability and / or limitations of the proposed methodology. Keywords: EMS, performance, trend analysis.

Keywords: Environmental Management System, performance, trend analysis

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Abad *et al.* (2001), num mundo em que o dia seguinte é mais competitivo que o dia anterior, parece evidente enfatizar que as organizações precisam gerenciar todas as suas diferentes atividades de um modo eficaz, embora esta ação não seja tão fácil.

A busca e a promoção do desenvolvimento causam desequilíbrios de natureza ambiental, social, com implicações econômicas. Um mundo globalizado torna as fronteiras cada vez mais abstratas, fazendo com que a nação-estado perca cada vez mais o poder para lidar com as questões ambientais, sociais e econômicas. Assim, aumenta a responsabilidade das organizações, mediante a esses desafios como oportunidades de sobrevivência, crescimento e de perpetuação, visto que a vida média das organizações, de mais ou menos quarenta anos, está sujeita a diminuir ainda mais, diante dos crescentes desequilíbrios (CARVALHO, 1999).

Dessa forma, a sobrevivência e o sucesso das organizações, também, dependerão de um Sistema de Gestão (SG) implementado e eficaz, que permita aos gestores alinhar medidas estratégicas com uma política organizacional voltada para o modelo de gestão transdisciplinar capaz de assegurar a adequada integração dos fatores de sucesso do negócio das organizações, baseado no desenvolvimento sustentável.

Assim, o SG vem se tornando um grande aliado das organizações, que buscam manter seus processos, aspectos e impactos ambientais e sociais sob controle. Primeiramente, são capazes de identificar os impactos mais significativos, para, em seguida, definirem a melhor forma de controlar e minimizar tais impactos. Dentro da sistemática de suas operações existe preocupação não somente com o controle dos impactos gerados por suas atividades, mas, também, com o desempenho do seu SG, buscando garantir que suas metas e objetivos estratégicos do negócio sejam alcançados.

É importante frisar que a avaliação de desempenho do SG, etapa crucial para entender e acompanhar o andamento desse sistema deve ser realizada por meio de uma metodologia que permita traduzir a informação para a organização sem que se perca a confiabilidade dos dados. Indicadores definidos e devidamente alinhados às estratégias, objetivos e metas da organização podem ser utilizados dentro da avaliação de desempenho do SG.

Somente a partir do conhecimento e do entendimento de cada fenômeno intrínseco a um sistema é que se torna possível perceber limites e limitações, potencialidades e oportunidades, incongruências e distorções dentro deste sistema.

Então, a avaliação de desempenho ambiental pode ser considerada como um processo e ferramenta do Sistema de Gestão Ambiental (SGA), planejada para prover uma gestão com informações confiáveis e verificáveis, em base contínua, para determinar se o desempenho do sistema de uma organização está adequado aos critérios estabelecidos pela administração da organização, e ainda, para avaliar o princípio da melhoria contínua.

Esta determinação deve ser composta por um conjunto de indicadores (medidas) previamente estabelecidos, que irão verificar o atendimento (ou não) de determinados objetivos organizacionais. Para tanto, esse sistema requer o conhecimento das inter-relações entre os objetivos da organização e suas formas de medição, de forma que ele possa ser administrado e validado (KANJI *et al.*, 2002).

Para definição dos indicadores, que tenham como objetivo a avaliação de desempenho do sistema, é importante ser extremamente cuidadoso na escolha de critérios. Estes devem ser reais, objetivos e possuírem capacidade de mensuração. Também é relevante que sejam de baixa complexidade quanto ao seu entendimento e utilização, para que se tornem úteis e eficazes como ferramentas de gestão.

Cada organização deve escolher indicadores únicos, próprios, que estejam alinhados com a missão, operação e estratégia de negócio, usando indicadores que todos possam compreender. Entretanto, a simples opção por indicadores eficientes não é suficiente para avaliar o desempenho de um SGA, é fundamental que se demonstre como esses indicadores se comportam dentro do processo do sistema, e uma das formas mais prática e objetiva é a análise da tendência desses indicadores.

Existem algumas metodologias para tratar dados, como os indicadores, buscando o entendimento de seu comportamento. Ciências como a economia, a matemática e a estatística podem ser utilizadas, num contexto multidisciplinar, como fornecedores de modelos quantitativos, que permitam o tratamento e análise de dados dentro de um SGA.

Neste contexto, a Estatística é uma ciência, cujo campo de aplicação estende-se a muitas áreas do conhecimento humano. Em sua essência, a Estatística é a ciência que apresenta processos próprios para coletar, apresentar e interpretar adequadamente conjuntos de dados sejam eles numéricos ou não. Pode-se definir que seu objetivo é o de apresentar informações sobre dados em análise para que se tenha maior compreensão dos fatos que os mesmos representam. Segundo Ara (2003), as técnicas estatísticas podem ser usadas, em pesquisas de todas as áreas do conhecimento (exatas, humanas e biológicas) que envolvam coleta e análise de dados.

A fundamentação básica para fazer estudo de dados por meio de relação de variáveis é a estatística, porém existem alguns métodos estatísticos mais funcionais que possibilitam que sejam desagregados efeitos de casualidade dentro desta relação e, ainda, permitem que seja previsto o comportamento dos dados envolvidos. Estes modelos estatísticos são baseados em funções matemáticas que servem de recurso para estudar o fenômeno.

## **1.1. EXPOSIÇÃO DO PROBLEMA E OBJETIVOS**

O gerenciamento ambiental das organizações exige ações que vão além do uso e aplicação de normas e modelos de gestão. A ocorrência de impactos positivamente significativos, seja para a organização envolvida, seja para a sociedade, exige que a primeira inclua em suas decisões estratégicas, entendidas como definição de objetivos a serem alcançados, a idéia de um SG com reais preocupações

ambientais. É imperativo que haja a medição e acompanhamento do desempenho desta gestão como forma de garantir o cumprimento dos objetivos propostos.

Desta forma a previsão do comportamento de um indicador, como parte do processo de avaliações de desempenho do SGA, objetivando seu monitoramento e a melhoria contínua, é etapa crucial, uma vez que são propostas ações e tomadas decisões com base no resultado desta avaliação. Em sendo assim, ferramentas precisas, que demonstrem essa previsão, por meio de suas tendências, são bons mecanismos de apoio.

Por suas características e escopo, a econometria, apresenta uma abordagem suficientemente alinhada com as necessidades atuais de tratamento e representação de dados dentro do processo de mensuração de indicadores do SGA, de forma a garantir, inclusive, uma maior consistência do ponto de vista estratégico.

Assim, o objetivo do trabalho é sugerir uma metodologia, a partir da aplicação de ferramentas estatísticas, dentro da econometria, em um dos indicadores de desempenho do SGA de uma organização buscando estudar esse indicador e verificando seu comportamento por meio da análise de tendência; desta forma visando contribuir para a avaliação de desempenho deste sistema. Procurar-se-á, ainda, avaliar se é possível usar uma ferramenta da econometria, de simples aplicação, para analisar o comportamento de indicadores de SG e analisar os pontos específicos de vulnerabilidades e/ou limitações da metodologia proposta.

## 2. ECONOMETRIA

A econometria é uma área mista da estatística, matemática e economia e, dentro desta área são usadas ferramentas para solução de problemas práticos como o estudo de um determinado evento.

Para Gujarati (2000), a Econometria significa literalmente medida econômica. Somam-se a estas definições que, “a econometria se ocupa da determinação empírica das leis econômicas (THEIL, 1971), ou econometria pode ser definida como análise quantitativa de fenômenos econômicos concretos, baseada no desenvolvimento simultâneo de teoria e observação, relacionadas por métodos de inferência adequados (SAMUELSON *et al.*, 1954).

Desta maneira pode-se dizer que, a econometria estuda o mundo real por meio de uma simplificação, isto é, cria-se um modelo, para dentro de um suporte teórico tirar conclusões sobre o mundo real. Um modelo é uma representação esquemática, formado por um sistema de equações com determinado número de variáveis. Sabe-se, de antemão, que a econometria foi um grande progresso da teoria econômica e que com ela a economia pode alcançar um patamar nunca visto, tendo em vista o poder de precisão e objetividade que a econometria oferece.

Os objetivos da econometria podem ser expostos como a produção de afirmação econômica quantitativa que permite explicar comportamento de variáveis observados ou ainda prever comportamentos ainda não observados. Desta forma torna-se possível sugerir a aplicação da econometria em situações onde variáveis componentes de indicadores representem informação da tendência de um determinado evento, ou seja, preveja, desde que possível, o futuro deste evento.

### **3. METODOLOGIA ADOTADA**

Para o desenvolvimento do trabalho foi usada a metodologia de pesquisa exploratória, com delineamento de pesquisa documental. Para tornar possível a demonstração da aplicação da metodologia usou-se, adicionalmente, a pesquisa baseada em estudo de caso.

A Empresa A, na qual foi desenvolvida a pesquisa baseada em um estudo de caso faz parte de um grupo que é líder mundial no fornecimento de tecnologia e serviços. Tem em torno de 550 (quinhentos e cinquenta) funcionários na produção, 130 (cento e trinta) na área administrativa e 200 (duzentos) terceiros. Os principais produtos fabricados são: fogões, refrigeradores, freezers, lava-louças e lava-roupas (linhas de produções sejam as mesmas para todos os produtos). Volume de produtos produzidos em torno de 500.000 (quinhentos mil) por mês.

A Empresa A forneceu dados dos indicadores que fazem parte do seu SGA. Todos os indicadores foram analisados criticamente buscando-se identificar qual deles teria o maior grau de confiabilidade, maior período de medição, acompanhamento e relevância para o SGA da organização. Escolheu-se um indicador específico em um período de 5 (cinco) anos.

Uma vez estabelecido o indicador do SGA a ser usado e definido o período do seu acompanhamento, foi feita a tabulação das variáveis componentes deste indicador buscando-se adequar esses dados para melhor entender a relação entre elas. Desta maneira usou-se a estatística descritiva na forma de análise univariada dos dados relativos ao indicador eleito.

Utilizando-se os dados tabulados construiu-se um gráfico das médias, para o período de 5 (cinco) anos, buscando sentir o panorama longitudinal, ou seja, ter uma visão ao longo do tempo sobre o indicador e seu comportamento.

Em seguida constatou-se a existência da correlação das variáveis por meio de um diagrama de dispersão para verificar a associação entre variáveis quantitativas.

No intuito de estudar-se o indicador realizou-se o ajuste de equações matemáticas por meio de regressão linear dos dados avaliados, sempre se utilizando 95% (noventa e cinco) para cálculos de intervalo de confiança. Por fim, foram gerados os gráficos de tendência do indicador para cada período.

No desenvolvimento desta etapa foi utilizado o software estatístico MINITAB *Release 14.13* (MINITAB) que foi escolhido por considerar-se que a sua técnica é a que permita melhor interpretação dos resultados no caso deste trabalho.

Após os ajustes e geração dos modelos de regressão, foi realizada a validação desses modelos com o intuito de observar se os resultados seriam equivalentes em toda a área de estudo. Neste caso específico foram utilizadas 5 (cinco) amostras previamente selecionadas que consiste na medição das variáveis que compõem o indicador do SGA da Empresa A “Consumo de energia por produto” dos anos 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007.

É importante ressaltar que uma das principais vulnerabilidades do uso deste método de regressão linear é o fato de não ser aplicável a casos de previsões de séries temporais longas. Outro aspecto é a qualidade do ajuste refletida pelo valor do coeficiente de determinação  $R^2$ , o qual, no caso de valores abaixo de 0,70 pode incorrer em predições com margens de erro maiores e, conseqüentemente, maior imprecisão nas estimativas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O indicador escolhido considerado um indicador chave dentro do sistema da empresa, é obtido pela razão entre o consumo de energia elétrica (KWh) absoluto de toda Unidade Industrial e o número de produtos produzidos na unidade em questão no mesmo período de tempo. É medido e acompanhado mensalmente pela área de Meio Ambiente, Saúde e Segurança (MASS) da empresa.

No ano de 2002, a Empresa A iniciou a implantação de seu SGA, elegendo objetivos dentro do sistema e construindo indicadores para possibilitar o acompanhamento e avaliação do desempenho deste sistema. No ano de 2003 obteve a certificação da ABNT NBR ISO 14001 versão 2004 (ISO 14001) e, assim, consolidou seus indicadores e variáveis de acompanhamento e medição de seu SGA.

Com o monitoramento e acompanhamento do indicador, foi possível a identificação e conhecimento do valor real de consumo de energia elétrica pela unidade, o que, ao longo dos anos seguintes a obtenção da ISO 14001, provocou investimentos por parte da empresa A em: inovações tecnológicas, otimização de processos e produtos, substituição de máquinas e equipamentos e projetos de conscientização dos funcionários, todas essas ações no sentido de reduzir o consumo de energia elétrica sem prejuízo a produção da unidade.

Com os dados fornecidos foi construído um Gráfico 1 que fornece o detalhamento dos dados de KWh/produto referentes ao período de 2002 a 2007. Nota-se que de janeiro de 2002 até meados de 2004 houve significativa oscilação dos dados, refletindo instabilidade e baixa capacidade de alcance de metas de desempenho fixadas.

A linha da média trimestral que também aparece no Gráfico 1 foi calculada para descrever o comportamento do indicador ao longo do período. Os pontos assinalados foram obtidos de forma

progressiva, considerando os dados de consumo dos últimos três meses incluindo o mês de referência. Por exemplo, a média assinalada, para janeiro/2004, foi calculada com base nos dados de novembro/2003, dezembro/2003 e janeiro/2004. O valor resultante é uma estimativa pontual do consumo recente que auxilia na predição do consumo para o mês de fevereiro/2004. Observa-se no Gráfico 1 que a linha da média trimestral segue a tendência do consumo real ao longo do histórico como um todo, mostrando a capacidade preditiva desta estimativa.

Para compreender-se melhor as variações no consumo por produto, desenvolveu-se uma análise preliminar do consumo absoluto de energia elétrica e do número de produtos produzidos.

Da Tabela 1 constam as estatísticas descritivas sobre o histórico de consumo absoluto de energia elétrica. Os resultados sugerem que os anos 2002 e 2003 foram os de maiores dispersões com relação ao consumo absoluto, com sensível melhora em 2004.

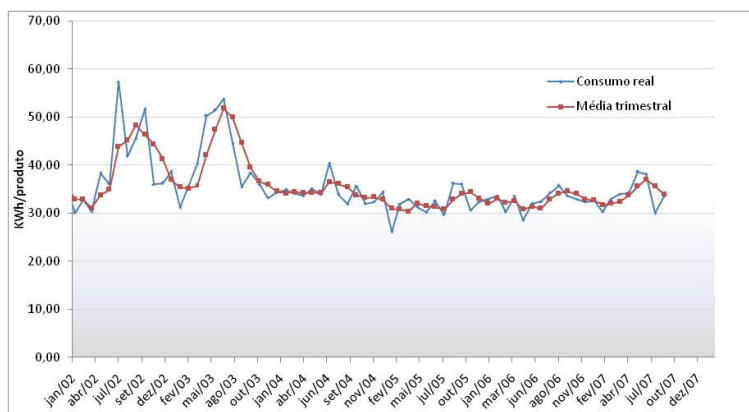


Gráfico 1 - Histórico mensal de consumo de energia por produto e média trimestral relativos ao período de 2002 a 2007.

Fonte: Tavares, D.L. 2008.

Observando o consumo de energia deste período a empresa investiu em mudanças significativas, que ocorreram a partir de setembro de 2004, quando começaram a trabalhar com uma nova linha de gás refrigerante que, teoricamente, pode gerar até 3% (três) de economia de energia no processo de fabricação, devido a menor quantidade de injeção do equipamento.

Ainda na Tabela 1, observa-se o aumento da instabilidade em 2005 e 2007. O qual pode ser verificado observando-se os valores de desvio padrão e amplitude, que constam da tabela, significando que os valores mais altos refletem maior dispersão e valores mais baixos indicando que houve maior controle do indicador ao longo do ano. Os cálculos de estatísticas descritivas relativas ao consumo total de energia elétrica em cada ano permitem inferir que de 2005 a 2007 a redução na variabilidade é mais evidente, dando provas de que ações corretivas foram implantadas, com o objetivo de conter-se a dispersão e manter-se o foco na meta de desempenho a ser atingida para este índice.

Apesar da localização geográfica da empresa e da infra-estrutura não requisitar muitos gastos adicionais com energia nas atividades externas a unidade, percebeu-se que os meses de junho e julho são



os de consumo mínimo na maioria dos anos, os quais correspondem à estação de inverno. Esse fato pode ser explicado com a economia gerada pelo desuso dos aparelhos de ar condicionado, uma vez que o indicador tem como componente o consumo global da unidade, o que inclui parte fabril e administrativa.

Como se pode verificar pelos valores de média e mediana expostos na Tabela 1, de 2004 para 2005 houve um aumento do consumo médio e mediano, bem como do desvio padrão. Um dos aspectos que contribuiu para este fato foi o acréscimo de novas injetoras e também de uma *Vaccum* formadora, visto serem máquinas altamente consumidoras de energia elétrica. Uma informação relevante é que o setor de maior consumo de energia é a área de injetoras.

É importante destacar que ao longo dos anos vêm ocorrendo crescimento do consumo de energia elétrica da unidade e esse incremento é decorrente do aumento da produção, lembrando-se que esta variável é interdependente da variável produção. Os valores extremos, mínimo e máximo, fornecem evidências sobre esta evolução.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas relativas ao consumo total de energia elétrica por ano em (KWh).

<b>Estatística</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>Geral</b>
<b>Nº meses</b>	12	12	12	12	12	09	69
<b>Média</b>	1.284.246,42	1.300.733,83	1.449.773,42	1.425.217,75	1.609.977,54	1.561.603,44	1.433.243,75
<b>Mediana</b>	1.298.065,50	1.325.209,00	1.457.147,50	1.516.846,00	1.570.727,50	1.582.842,00	1.465.519,00
<b>Desvio padrão</b>	205.479,44	190.304,04	101.334,74	188.263,95	101.868,76	190.411,35	201.979,56
<b>Mínimo</b>	807.084,00	813.356,00	1.244.555,00	1.001.605,00	1.465.287,00	1.265.690,00	807.084,00
<b>Máximo</b>	1.572.880,00	1.553.494,00	1.581.181,00	1.634.503,00	1.834.377,51	1.856.147,00	1.856.147,00
<b>Amplitude</b>	765.796,00	740.138,00	336.626,00	632.898,00	369.090,51	590.457,00	1.049.063,00

Fonte: Tavares, D.L. 2008.

Observa-se que houve um crescimento, tanto na média como na mediana, da quantidade de produtos produzidos, sendo os anos de 2004 e 2006 os de menor desvio padrão, coincidindo com o que ocorreu com o consumo absoluto em destaque na Tabela 1. Além disso, com as novas aquisições e modificações no maquinário houve um aumento da capacidade produtiva e, conseqüentemente, aumento

de consumo de energia elétrica. Esse aspecto pode ser visualizado no Gráfico 2, especialmente pela tendência de crescimento, tanto na linha do número de produtos como na linha da média trimestral, após o início do ano de 2004. Oscilações de queda neste comportamento são registradas no último trimestre de 2005 e segundo trimestre de 2007.

A Tabela 2 apresenta resultados relativos ao número de produtos produzidos pela unidade, em cada ano, dentro do período de estudo. As estatísticas ajudam a compreender as variações no indicador estudado, uma vez que existe uma interdependência entre o consumo global de energia elétrica e o número de produtos produzidos dentro da Empresa A.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas relativas ao número de produtos produzidos por ano.

Estatística	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Geral
Nº meses	12	12	12	12	12	09	69
Média	34122,92	33253,42	42397,50	44678,25	49379,92	46797,00	41553,00
Mediana	33903,50	38354,00	44043,50	46387,50	48112,50	47163,00	43416,00
Desvio padrão	8669,41	8534,18	4453,50	6608,14	4301,44	8927,62	9207,59
Mínimo	14056,00	15806,00	30728,00	32587,00	43703,00	33151,00	14056,00
Máximo	43491,00	41839,00	46427,00	52158,00	56839,00 </td <td>58444,00</td> <td>58444,00</td>	58444,00	58444,00
Amplitude	29435,00	26033,00	15699,00	19571,00	13136,00	25293,00	44388,00

Fonte: Tavares, D.L. 2008.

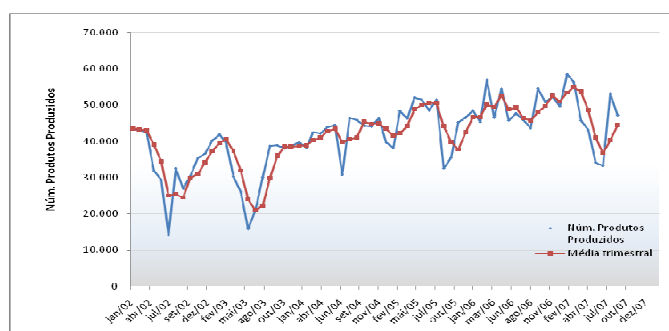


Gráfico 2 - Histórico mensal de produtos produzidos e média trimestral relativos ao período de 2002 a 2007.

Fonte: Tavares, D.L. 2008.

De acordo com os dados disponibilizados pela Empresa A, fica evidente que há uma relação de interdependência entre o consumo absoluto de energia elétrica e o número de produtos produzidos na unidade, bem como que esta relação varia de um ano para outro. O número de produtos produzidos foi

identificado como o principal fator de influência para explicar as variações no indicador ao longo do histórico em análise.

O indicador de consumo de energia é formado pelas variáveis produtos produzidos e consumo absoluto de energia elétrica. Sabe-se que o consumo absoluto de energia elétrica é composto pelo consumo de energia da área fabril (durante a produção dos itens) e pelo consumo de energia das demais áreas da unidade (principalmente da área administrativa), porém, pelas representações das componentes estatísticas, fica claro que, salvo a parte fabril, os demais setores da unidade não têm influência significativa no consumo de energia absoluto, o que a Empresa A já adotava como verdade, mesmo antes de existir a análise estatística dos dados.

Para expressar a evidência encontrada, foram adotadas expressões matemáticas, por método de regressão linear. O ajuste das equações de regressão foi feito com o auxílio do software estatístico MINITAB, cujos resultados propiciaram a construção da Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados do ajuste de equação de regressão linear para estabelecer a relação entre consumo e produção por período.

Período	Nº meses	Equação *	R <sup>2</sup>
<b>2004 a 2007</b>	45	Y=495185 + 22,1 *X	77,1%
<b>2004</b>	12	Y=609859 + 19,8 *X	75,8%
<b>2005</b>	12	Y=31,8 *X	99,5%
<b>2006</b>	12	Y=748077 + 17,5 *X	54,3%
<b>2007</b>	09	Y=599098 + 20,6*X	93,0%
*Y: representa o Consumo absoluto de energia elétrica e X o número de produtos produzidos.			

Fonte: Tavares, D.L. 2008.

Os resultados que constam na Tabela 3 descrevem a relação entre consumo e produção por período de forma que, quanto maior o valor da estatística R<sup>2</sup>, melhor será a qualidade do ajuste, ou seja, melhor a expressão que representa a associação entre X e Y. Sobre estes resultados, vale observar, que a equação obtida para os dados do ano de 2005 revela uma implicação direta do volume produzido com o consumo. O Gráfico 5 ilustra este aspecto e destaca a ocorrência de uma anormalidade de padrão, no mês de fevereiro, pois para produzir 38.222 produtos foram consumidos 1.001.605 (KWh). Tal circunstância não foi verificada nos anos de 2004 (Gráfico 4), 2006 (Gráfico 6) e 2007 (Gráfico 7), cuja a tendência linear é visível e mais acentuada, ainda, no ano de 2007.

No Gráfico 3, também, é possível verificar o mês destacado de 2005, uma vez que um ponto aparece isolado em relação aos demais que seguem a tendência linear.

Esses resultados sugerem que o método de regressão pode ser eficiente para estabelecer tendências para o indicador, com possibilidade de predições de curto prazo (um ou dois meses, no máximo).

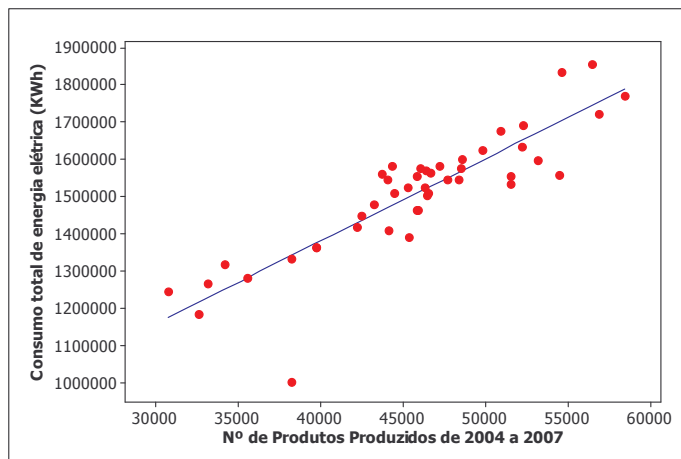


Gráfico 3 – Gráfico de dispersão e reta de regressão ajustada para dados do período de 2004 a 2007.

Fonte: Tavares, D.L. 2008.

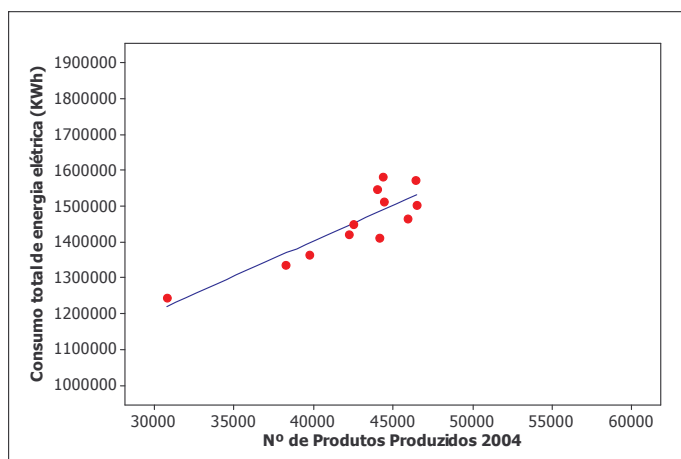


Gráfico 4 – Gráfico de

regressão ajustada para dados do ano de 2004.

dispersão e reta de

Fonte: Tavares, D.L. 2008.

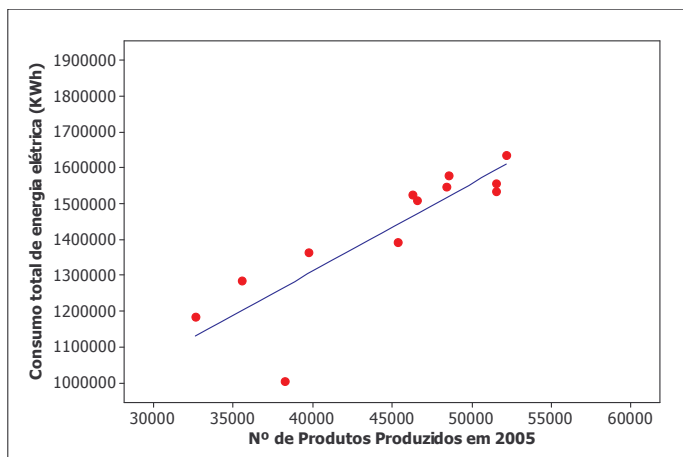


Gráfico 5 - Gráfico de dispersão e reta de regressão ajustada para dados do ano de 2005.

Fonte: Tavares, D.L. 2008.

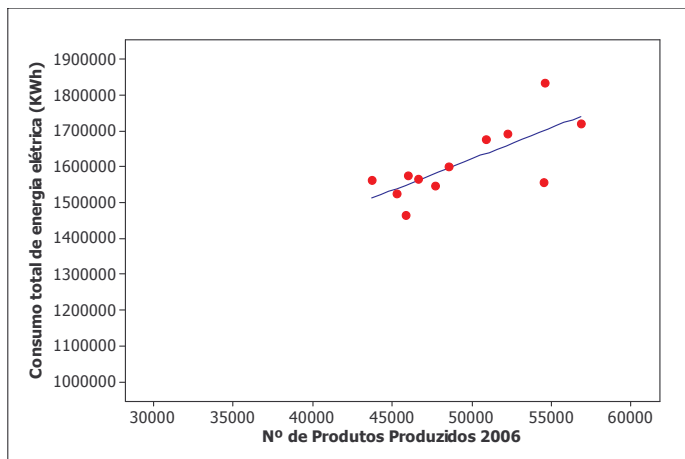


Gráfico 6 – Gráfico de dispersão e reta de regressão ajustada para dados do ano de 2006.

Fonte: Tavares, D.L. 2008.

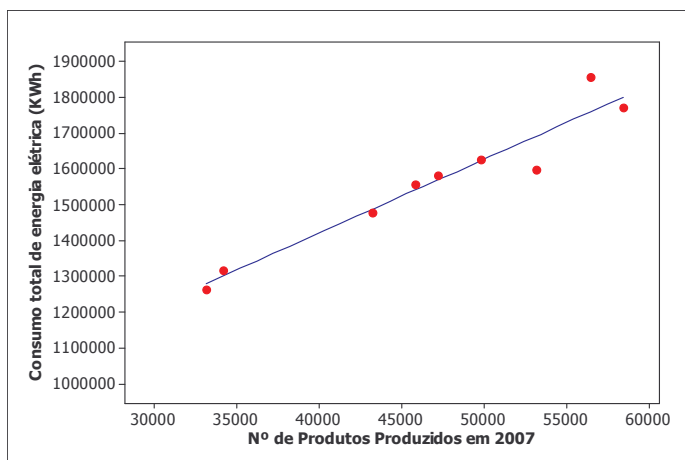


Gráfico 7 – Gráfico de dispersão e reta de regressão ajustada para dados do ano de 2007.

Fonte: Tavares, D.L. 2008.

Sobre os resultados expostos acima, é importante verificar que o ano de 2006 incorpora reflexos de algumas ações e investimentos feitos para melhoria de infra-estrutura operacional. Esta é uma possível razão para o fato de que, em 2006 a relação entre consumo de energia e número de produtos produzidos não estar tão evidente e linear como nos outros anos. Este aspecto está expresso na dispersão em torno da reta de regressão que aparece no Gráfico 6, bem como no valor de  $R^2=54,3\%$  (o mais baixo do histórico).

Como mencionado anteriormente, o consumo de energia por produto é o indicador de acompanhamento de desempenho do SGA utilizado pela Empresa A, e é por meio de seus resultados que

é feita a análise crítica do indicador e a verificação do percentual de distanciamento da meta estabelecida de 32 (KWh/produto/mês).

Com o auxílio das equações de regressão obtidas acima é possível fazer estimativas do indicador a partir do planejamento prévio da produção do mês. Esta estimativa serve para avaliação da perspectiva de conformidade em relação à meta, considerando uma margem de erro.

Por exemplo, se for tomado o ajuste de regressão apresentado na Tabela 3, ( $Y=599098 + 20,6 \cdot X$ ) e for projetada uma produção de 50.000 produtos para o mês de outubro, o consumo absoluto estimado (Y) com 95% de confiança será de 1.627.482 (KWh), para uma margem de erro de 45438,5 (KWh). Nesse caso os limites de confiança variaram de 1.582.043 a 1.672.920.

Referidos cálculos são obtidos pela determinação do intervalo de confiança da estimativa Y, supondo ser de 95% a probabilidade de o intervalo conter o verdadeiro valor do consumo, para o mês de outubro.

Ainda, considerando a predição do mês seguinte (outubro/2007), este raciocínio pode ser empregado para outros planos de produção com o mesmo grau de confiança, conforme simulado na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados simulados para predição do consumo por produto considerando alguns valores de produção prevista para o mês.

<b>Produção Prevista para o mês (número de produtos)</b>	<b>Estimativa de consumo em KWh</b>	<b>Intervalo de Confiança (95%)</b>	<b>Estimativa de Consumo (KWh)/Produto</b>
40000	1421805	(1367219 ; 1476391)	35,5
45000	1524643	(1481219 ; 1568068)	33,8
50000	1627482	(1582043 ; 1672920)	32,5
55000	1730320	(1671020 ; 1789620)	31,5

Fonte: Tavares, D.L. 2008.

A empresa A realiza a análise crítica dos indicadores e do próprio SGA, periodicamente, com o objetivo de acompanhar o desempenho do sistema e dos indicadores. Quando as metas propostas não são alcançadas ou há algum desvio dentro do SGA é gerado um Programa de Gerenciamento de MASS, onde são estipuladas ações corretivas e preventivas, dentro de prazos estabelecidos, visando atingir as

metas estabelecidas e, ainda, verificar se aquelas existentes são factíveis e traduzem a realidade da organização.

Ao longo do histórico estudado, algumas ações foram empreendidas para conter e controlar o consumo de energia elétrica, outras para melhorar o processo produtivo, reduzir custos e acrescentar novas máquinas à infra-estrutura da unidade. Programas de conscientização buscando a redução do desperdício de energia elétrica feita por iniciativa interna; implantação de software de gerenciamento de consumo de energia e capacitação da equipe ambiental, no sentido de utilização desse recurso para ajuda do acompanhamento e controle; criação de indicadores de consumo de energia elétrica por setor (somente possível de se realizar a partir de 2007 com o Software de gerenciamento de consumo de energia); criação de comitê de energia para melhor monitoramento desse recurso na unidade e implantação de estudos técnicos em busca de avanços tecnológicos e melhoria do indicador.

## **5. CONCLUSÃO**

De acordo com os resultados encontrados, verifica-se que a econometria apresenta-se bastante eficiente no estudo do indicador da Empresa A, uma vez que oferece modelos estatísticos, os quais podem ser construídos e ajustados de acordo com os dados existentes e, desta forma, tem grande potencial de uso para prever o comportamento, em curto prazo, do indicador usado na pesquisa, por meio de gráficos de tendência.

O método aplicado reconheceu de forma coerente as oscilações dos movimentos de alta e de baixa do indicador, demonstrando-se uma ferramenta de simples aplicação e bastante útil na análise crítica deste indicador. Os modelos aplicados, por serem passíveis de ajustes, podem ser usados em muitos tipos de indicadores, desde que estes sejam numéricos e, ainda, tenham algum tipo de inter-relação entre si.

Observou-se que o desempenho da metodologia aplicada pode ser melhorado se o indicador utilizado tiver pouca oscilação em relação ao seu comportamento, ou, ainda, se a cada oscilação for feita uma investigação, a fundo, das situações de causa raiz. Isto permitirá uma maior diversidade nas amostras e maior grau de confiabilidade da análise dentro do estudo.

A utilização deste mesmo modelo com uma massa de dados maior ou, ainda, com um número maior de indicadores é possível. Uma extensão interessante, considerando este tipo de trabalho, seria a implementação de modelos de econometria para a análise de tendências com predição em prazos mais longos, que, também, poderia vir a contribuir largamente para o direcionamento de estratégias no gerenciamento do SGA.

Por fim o objetivo deste trabalho será plenamente atingido se a metodologia tratada por ele começar a ser aplicada em outros indicadores do SGA, da Empresa A, e de outras organizações, bem como proporcionar opção de contribuição na avaliação de desempenho do SGA.

## 6. REFERÊNCIAS

ABAD, J., LLIMONA, J., MONDELO P. R., ARIS, I. *Implementation of occupational safety and health management systems: in need of an international Standard*. Maui, 2001.

ARA, A. B., MUSETTI, A. V., SCHNEIDERMAN, B. *Introdução a estatística*. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistema de Gestão Ambiental – NBR ISO 14001*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

CARVALHO, A. B. M. A verdadeira essência da integração de sistemas de gestão. **Meio Ambiente Industrial**, São Paulo, n.21, Nov./dez. 1999.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica**. São Paulo: Makron Books, 2000.

KANJI, GOPAL K., MOURA E SÁ, P. Kanji's business scorecard. *Total Quality Management*, v.13, n.1, p.13-27. 2002.

MINITAB, Inc. *Minitab statistical software™*, Release 14.13, Copyright©2004.

SAMUELSON, P. A. *The Pure Theory of Public Expenditure*. REStat, 1954.

THEIL, H. *An Economic Theory of the Second Moments of Disturbances of Behavioral Equations*. 1971.