



## 15° Congresso de Iniciação Científica

### MÉTODOS DE IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORES PRÁTICAS DE PRODUÇÃO EM EMPRESAS DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA PARA A REGIÃO DE PIRACICABA

#### Autor(es)

FLORA PINHEIRO DE FREITAS SOARES

#### Orientador(es)

Felipe Araújo Calarge

#### Apoio Financeiro

PIBIC

#### 1. Introdução

A aplicação de técnicas e metodologias que possibilitam melhorias de desempenho nos sistemas de produção tem sido amplamente implementadas e divulgadas em vários segmentos industriais, sendo que, no entanto, verificam-se em muitos casos dificuldades em relação à sua implantação e operacionalização no ambiente fabril, tendo sido citadas várias causas destas dificuldades, as quais estendem-se desde a falta de capacitação e treinamento da força de trabalho até a falta de recursos financeiros e linhas de fomento dedicadas às empresas. Para a indústria automobilística, particularmente no que se refere ao setor de autopeças isto não tem sido diferente, já que as montadoras vêm implementando controles mais completos e efetivos de sistemas da qualidade aplicáveis aos seus fornecedores, baseado em normas e manuais de apoio que descrevem e disciplinam os requisitos e as metodologias a serem aplicadas.

Por meio da adequação ao que se denomina de Sistema Lean Production ou Produção Enxuta, que teve como origem o Sistema Toyota de Produção, desenvolveu-se um modelo de gestão de sistema de produção que se tornou uma referência de eficácia e competitividade na indústria automobilística (SATOLO et al, 2006).

O Sistema Lean Production emprega a identificação e minimização ou eliminação progressiva das fontes de desperdícios, baseando-se em cinco princípios fundamentais: a definição de (i) valor, a partir da visão do cliente e de suas necessidades, sendo então determinadas às atividades necessárias para ofertar o produto ao cliente com o menor nível de desperdício por meio da definição da (ii) cadeia de valor. Busca-se então à fabricação do produto usando de um (iii) fluxo contínuo; que é disparado apenas quando o cliente efetua o pedido, ou seja, quando se utiliza de uma (iv) produção puxada. A partir destes quatro princípios e da utilização de melhorias contínuas (“kaizen”) ou melhorias radicais (“kaikaku”) busca-se alcançar o quinto (v)

princípio fundamental que é a perfeição do sistema (SATOLO et al, 2006).

Neste sentido, este artigo busca analisar os resultados provenientes de um estudo do tipo survey, realizado em um projeto de iniciação científica – PIBIC/CNPq/UNIMEP (período de 08/2005 a 07/2006) intitulado “Métodos e técnicas de programas de melhorias em empresas da indústria automobilística: uma análise exploratória para a região de Piracicaba” (o qual está sendo continuado no projeto que deu origem a este artigo). Conduzido com empresas do setor automobilístico, enfatizando-se o principal sistema de gestão empregado neste segmento, ou seja o Lean Production. Através dos resultados obtidos, foi conduzida uma análise de correlação entre os mesmos, através do cálculo do coeficiente de correlação linear.

A correlação é uma técnica estatística baseada no conceito de amostragem (uma parte da totalidade de itens sob consideração selecionada para análise), que permite saber se e como duas ou mais variáveis estão relacionadas entre si, tendo como função básica medir o grau (ou qualidade) desta relação. Porém, é importante observar que, a correlação não tem como constatar, se há ou não relação de causa e efeito entre as variáveis consideradas (ANGELINI e MILONI, 1995).

O coeficiente de correlação linear apresenta facilidade de interpretação, pois seu intervalo compreende valores em uma escala reduzida, -1 a 1. Quando este for maior que zero a correlação será positiva, se for menor que zero será negativa e igual a zero será nula (FONSECA, MARTINS e TOLEDO, 1985). Junto à quantificação da correlação, Bussab e Morettin (2003), afirmam que o gráfico de dispersão é um dispositivo muito útil para verificar a correlação linear.

Uma vez obtido o coeficiente de correlação, é importante verificar se este valor é confiável. Para ter este conhecimento pode-se fazer um teste de hipótese para verificar se o valor obtido poderia ser zero, ou seja, relativo a uma associação nula. Este teste gera um p-valor que indica a confiabilidade do valor obtido para este coeficiente. Quanto menor o p-valor, mais confiável será o valor do coeficiente de correlação (OKANO, PAES e PEREIRA, 2000). Agradecimentos: Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica concedida para a realização da pesquisa e a CAPES pelo apoio na concessão de bolsa para estágio pós doutoral (Processo BEX 0756/05-9) no Projeto de Cooperação Internacional CAPES MEC-DGU nº093/05.

## 2. Objetivos

---

O objetivo geral deste trabalho foi a realização de uma análise da utilização de métodos e técnicas de programas de melhorias utilizados por empresas da indústria automotiva situadas na região de Piracicaba, bem como relacionar os fatores determinantes para o sucesso na sua utilização destes programas de melhorias como um diferencial competitivo.

Deve-se também ressaltar que este trabalho além de ser continuidade de um projeto de iniciação científica, estava vinculado a um projeto de cooperação internacional intitulado Análise de competências competitivas das indústrias automobilísticas do Brasil e da Espanha, sendo tal projeto relacionado a projetos conjuntos da Coordenação Geral de Cooperação Internacional da CAPES - CGCL (Projeto CAPES MEC-DGU nº 093/05).

## 3. Desenvolvimento

---

Este trabalho foi resultante do desenvolvimento de um projeto de Iniciação Científica que em seu princípio conduziu um levantamento bibliográfico em livros, revistas e periódicos nacionais e internacionais e anais de congressos relativos aos últimos cinco anos, sendo pesquisados estudos relativos à determinação de conceitos de maior relevância relacionados ao Sistema Lean Production e conceitos estatísticos, sendo neste último dada maior ênfase ao que se refere à variação do grau de correlação entre as variáveis analisadas.

Foi definida a metodologia de pesquisa a ser utilizada neste projeto de pesquisa com a realização de uma nova revisão de literatura sobre os principais tipos e métodos de pesquisa, além da definição das principais fontes de evidências a serem utilizadas, bem como outros instrumentos de pesquisa pertinentes. Caracterizou-se assim como metodologia a condução de uma pesquisa conclusiva causal, tendo como método a experimentação.

A avaliação das empresas se baseou na série de normas SAE J4000 que pondera o grau de implantação

do Sistema Lean Production, por meio de seis elementos principais (Ética e organização/ Pessoas RH/ Sistemas de informação/ Relação cliente, fornecedor e organização/ Produto e gestão do produto/ Processos e fluxo de processos), subdivididos em 52 componentes. Esta avaliação se dá por meio de 4 afirmações que determinam o atual estado de implantação de um determinado componente.

Através dos graus de implementação ao Sistema Lean Production, foi calculada a correlação entre os seis elementos descritos na norma. A correlação, o gráfico de dispersão que a demonstra e o p-valor foram gerados através de um software estatístico denominado R.

#### 4. Resultados

Ao se analisar o porte das empresas respondentes em relação ao faturamento anual nota-se que estas se apresentam na sua totalidade como empresas de grande (67% das empresas respondentes) e médio porte (33% das empresas respondentes). No entanto, ao se analisar o porte destas empresas com relação ao número de funcionários, ocorre uma pequena variação quanto a esta proporção. Neste caso o perfil das empresas respondentes apresenta-se na seguinte proporção: 33% empresas de grande porte (com mais de 500 funcionários), 50% empresas de médio porte (entre 100 a 499 funcionários), 17% empresas de pequeno porte (entre 10 e 99 funcionários).

A variação apresentada no perfil das empresas respondentes no que diz respeito ao seu porte, (tanto quando se analisa em função do faturamento como em função do número de funcionários), assim como a diversidade de produtos fabricados e as suas localizações atribuem um maior peso a análise realizada, quando esta se dá sob um aspecto qualitativo.

A análise dos resultados obtidos se deu por meio da divisão dos dados coletados nos seis elementos avaliados pela série de norma SAE J4000, pela avaliação do grau de enxugamento proposta por Lucato, Maestrelli e Vieira Jr (2006) e pela correlação entre estes graus por elemento.

A Tabela 1 demonstra os níveis de enxugamento por empresa e elemento obtidos durante a coleta de dados.

Analisando esta tabela, verifica-se que no nível de aderência final ao Sistema Lean Production há uma variação muito grande entre as empresas, sendo que 50% das empresas respondentes apresentam um grau de enxugamento acima de 70% (empresas A, D e E, com graus de 71%, 73% e 72%, respectivamente) podendo-se considerar este bom, enquanto a Empresa F apresenta um nível de 45%, e as Empresas B e C apresentam um nível de, respectivamente, 24% e 22%.

Isto demonstra que estas empresas ainda possuem uma margem de melhorias a serem efetuadas e que a constante utilização de programas de melhorias auxiliados pelos métodos e técnicas devem ser mantidas de forma a se alcançar, a perfeição.

Com o intuito de verificar se há relação entre os níveis de enxugamento por elemento encontrados, no sentido em que um elemento possa ou não influenciar o outro, foi calculada a correlação. Os valores encontrados do coeficiente de correlação linear e seu respectivo p-valor encontram-se na tabela 2. Enquanto que a figura 1 demonstra o comportamento conjunto entre dois elementos quanto à existência ou não de associação entre eles.

Ao analisar os dados da tabela 2, verifica-se que o maior coeficiente de correlação ocorreu entre o elemento 4 e o elemento 6, com um valor de 0,967 e um p-valor de 0,0016. Isso significa dizer que eles são diretamente proporcionais, ou seja, enquanto um aumenta (diminui) o outro também aumenta (diminui), já que o coeficiente é um valor positivo. O p-valor, por ser pequeno, demonstra que a correlação é confiável.

Segundo Duran e Batochio (2001), o elemento 4 julga a relação de parceria entre fornecedor, organização e cliente, enquanto que no elemento 6 da norma se encontra a orientação ao fluxo e a sincronia com as necessidades dos clientes. Sendo assim, sob ponto de vista matemático pode-se inferir que essas atribuições interferem uma na outra.

Já o menor coeficiente foi entre os elementos 3 e 4, tendo como valor 0,516. Os elementos também são diretamente proporcionais, porém a correlação é menos confiável, pois o p-valor verificado foi de 0,2949.

Na Figura 1 pode-se ver o quanto a nuvem de pontos no gráfico de dispersão se aproxima de uma reta, sendo que abaixo da diagonal, o elemento que está acima quando comparado a outro elemento situado abaixo dele em relação à posição, estará na abscissa e o elemento abaixo, na ordenada. Já acima da

diagonal ocorre o contrário, o elemento acima se encontra na ordenada e o de baixo na abscissa. Citando-se como exemplo a relação entre o elemento 1 e o 4: abaixo da diagonal o elemento 1 está na abscissa, enquanto que o 4 está na ordenada; acima da diagonal, o elemento 1 está na ordenada e o 4 na abscissa.

Dessa forma, os gráficos que melhor se aproximam a uma reta é entre os elementos 2 e 4 e entre os elementos 2 e 6. Sendo assim, verifica-se que não necessariamente a correlação mais alta gerará o gráfico mais próximo a uma reta, já que a correlação pode não ser linear.

## 5. Considerações Finais

---

Os dados obtidos na presente pesquisa permitem destacar vários pontos, dentre os quais serão elencados alguns principais. Ao se analisar o grau final de enxugamento das empresas nota-se que três empresas apresentam um grau de enxugamento elevado (acima de 70%), podendo considerar este aspecto como ótimo estágio de aplicação do Sistema Lean Production. Contudo, as análises efetuadas indicam de maneira geral que as empresas pesquisadas ainda possuem uma ampla margem de melhorias a serem realizadas em seu ambiente organizacional até alcançarem uma posição de referência no tocante à avaliação conduzida pela norma SAE J4000.

Em relação aos resultados obtidos da correlação entre os níveis de enxugamento dos elementos, verifica-se que todos foram positivos e por isso pode-se dizer que em todas as correlações os elementos são diretamente proporcionais. Além disso, nota-se que as maiores correlações obtiveram os menores p-valores (correlação entre os elementos 4 e 6 foi de 0,967 e p-valor de 0,0016; entre o 3 e o 5 foi de 0,896 com um p-valor igual a 0,0155 e entre os elementos 5 e 6 a correlação foi de 0,874 e p-valor de 0,0229), sendo assim estas obtiveram maior confiabilidade. Enquanto que nas menores correlações, os p-valores foram maiores, sendo estas menos confiáveis.

Porém, é importante ressaltar que se um coeficiente de correlação linear entre dois elementos é diferente de zero, não significa que há uma relação de causa e efeito, e sim uma relação matemática, que pode ser mais ou menos confiável, dependendo do p-valor.

## Referências Bibliográficas

---

DURÁN, O.; BATOCCHIO, A. na direção da manufatura enxuta através da J4000 e o LEM. In: IV Congresso Chileno de investigación operativa, 2001, Talca, Chile. Proceedings do IV Congresso chileno de investigación operativa, 2001.

FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A.; TOLEDO, G. S. Estatística aplicada. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1985.

LUCATO, W.C.; MAESTRELLI, N.C.; VIEIRA JR.M. Determinação do grau de enxugamento de uma empresa: uma proposta conceitual. In: Encontro da AnPAD, 28, Curitiba, PR, 2004. Disponível em: . Acesso em: 26 mai 2006.

MILONI, G.; ANGELINI, F. Estatística aplicada. São Paulo: Atlas, 1995.

PEREIRA, J. C. R.; PAES, A. T.; OKANO, V. Questões comuns sobre Epidemiologia, Estatística e Informática. Disponível em: <[http://www.lee.dante.br/pesquisa/metodologia/revista\\_idpc\\_2000.pdf](http://www.lee.dante.br/pesquisa/metodologia/revista_idpc_2000.pdf)>. Acesso em: 10 jul 2007.

SATOLO, E.G.; CALARGE, F.C.; SALLES, J.A.A; MAESTRELLI, A.J.; PAPA, M.C.O; ABACKERLI, A.J. Uma análise sobre questões atuais do Sistema *Lean Production*: um estudo exploratório de um *site* internacional de discussões. In: Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva, 14, São Paulo, 2006.

\_\_\_\_\_ *Software R*. Disponível em: < <http://www.r-project.org>>. Acesso em: 23 mai 2007.

	Em		
	A	B	C
Elemento 1: Ética e Organização	56%	33%	23%
Elemento 2: Pessoas RH	78%	17%	6%
Elemento 3: Sistemas de Informação	50%	17%	50%
Elemento 4: Relação cliente/ fornecedores e organização	83%	33%	8%
Elemento 5: Produto e gestão do produto	72%	6%	39%
Elemento 6: Processos e fluxo de processos	82%	31%	26%
Grau de enxugamento geral da empresa	71%	24%	22%

Tabela 1. Nível de enxugamento por empresa e el

		ELEM 1	ELEM 2	ELEM 3	ELEM 4	ELEM 5
ELEM 1	correlação		0,6870	0,7640	0,8200	0,7700
	p-valor		0,1317	0,0769	0,0455	0,0730
ELEM 2	correlação	0,6870		0,5320	0,7760	0,7790
	p-valor	0,1317		0,2773	0,0694	0,0677
ELEM 3	correlação	0,7640	0,5320		0,5160	0,8960
	p-valor	0,0769	0,2773		0,2949	0,0155
ELEM 4	correlação	0,8200	0,7760	0,5160		0,7320
	p-valor	0,0455	0,0694	0,2949		0,0982
ELEM 5	correlação	0,7700	0,7790	0,8960	0,7320	
	p-valor	0,0730	0,0677	0,0155	0,0920	
ELEM 6	correlação	0,8290	0,8570	0,6660	0,9670	0,8740
	p-valor	0,0413	0,0291	0,1488	0,0016	0,0229

Tabela 2. Coeficiente de correlação linear entre os graus de enxugamento dos elementos e o p-valor da correlação.

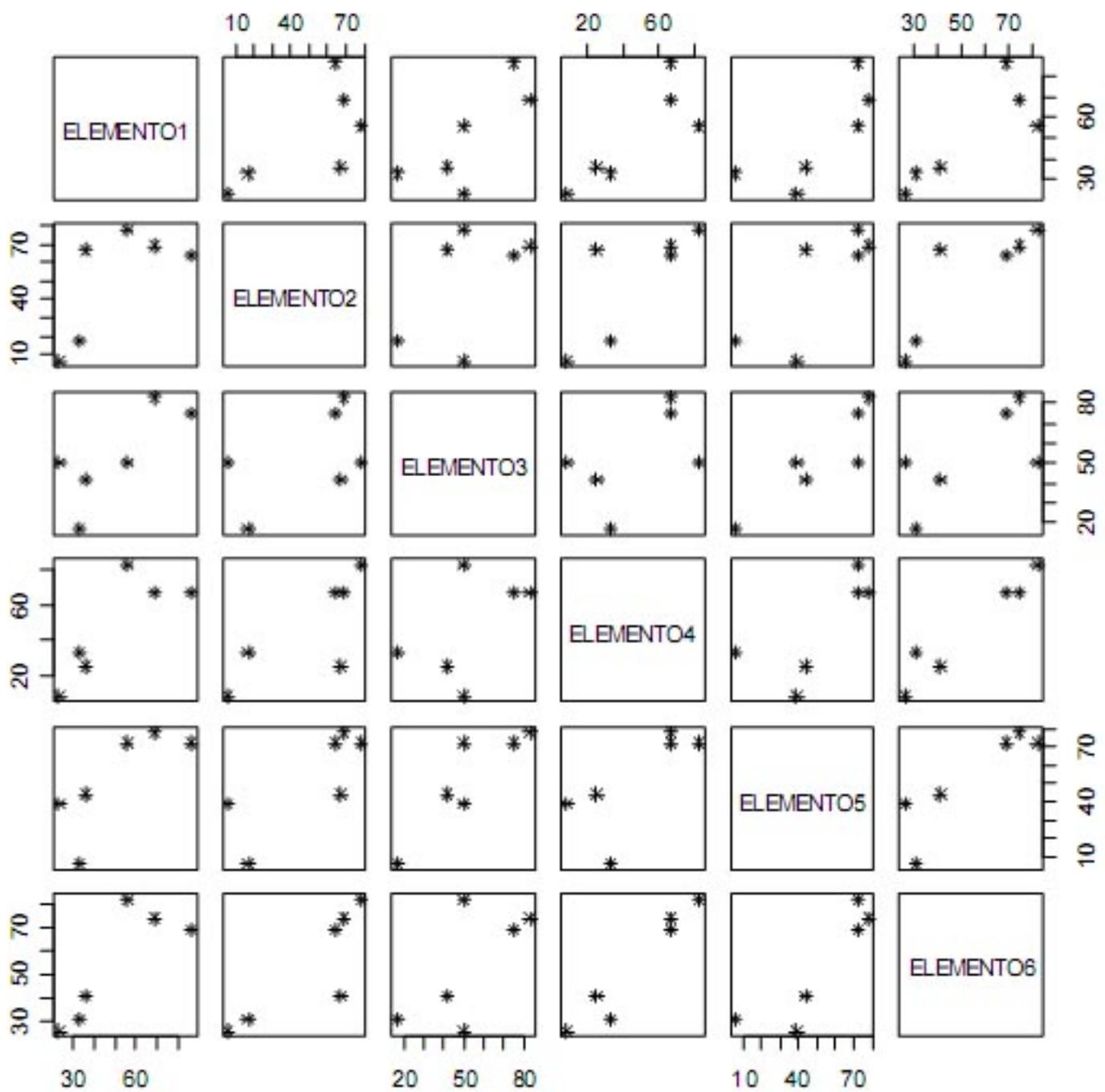


Figura 1. Gráfico de dispersão da correlação entre os graus de enxugamento dos elementos.