

Autor 1: Heitor Alves dos Santos (Universidade Federal de São Carlos)
E-mail: hsantos_engprod@hotmail.com

Autor 2: Prof. Dr. José Carlos de Toledo (Universidade Federal de São Carlos)
E-mail: toledo@dep.ufscar.br

Resumo

Com o objetivo de diminuir a variabilidade e melhorar o desempenho dos sistemas produtivos, as empresas buscam aplicar Programas de Melhoria (PM) como a Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*), a Gestão da Qualidade Total (*TQM – Total Quality Management*), o Seis Sigma, *Lean Seis Sigma*, TPM (*Total Productive Maintenance*) entre outros. Estes programas buscam a melhoria dos processos e obtenção de melhores indicadores relacionados a satisfação dos seus clientes, entre outros. Apesar da ampla utilização destes PM, as empresas enfrentam dificuldades em utilizá-los e no alcance de resultados satisfatórios. O trabalho tem como objetivo analisar as principais características em relação ao tempo de utilização dos Programas de Melhoria, em uma amostra de 243 empresas de 7 segmentos industriais. Neste trabalho conseguiu-se obter 4 clusters, os quais são formados em função dos 6 fatores obtidos da análise fatorial. O cluster de melhor desempenho é o cluster 4. Este possui 41 empresas (16,9% da amostra) e é denominado de “Empresas avançadas”. Não foi a aplicação de um PM específico a razão para este cluster obter todos os fatores da análise fatorial, positivos, mas sim, ter a maior quantidade de empresas que utilizam os PM, por mais de 5 anos.

Palavras – chave: Programas de Melhoria, Análise de cluster.

1INTRODUÇÃO

Com o objetivo de obter melhoria na gestão de seus recursos e tornar suas operações mais eficientes e competitivas, as empresas buscam aplicar os conceitos, abordagens e métodos incorporados nos Programas de Melhoria (PM).

Programas de Melhoria como o a Produção Enxuta (LM - *Lean Manufacturing*), a Gestão da Qualidade Total (*TQM – Total Quality Management*), o Seis Sigma (SS), *Lean Seis Sigma* (LSS), TPM (*Total Productive Maintenance*) entre outros, têm como fundamento a tomada de decisões sobre controle e melhoria de produtos e processos.

Como exemplo, têm –se o Seis Sigma (SS) que é um programa de melhoria que promove um alinhamento estratégico, utilizando indicadores de desempenho alinhados aos resultados da organização. (CARVALHO; ROTONDARO, 2005)

Além do SS, existe o LM, que constitui um programa de melhoria de alto desempenho que busca diminuir ou suplantiar diversas formas de desperdício, como estoques, atrasos na entrega dos produtos aos clientes, excesso de produção, desnivelamento da produção, longo tempo de troca de ferramentas, e de preparos do processo, entre outros. (LIKER, 2005).

A incorporação dos conceitos do LM ao Seis Sigma de forma integrada, originou o *Lean Seis Sigma* (LSS).

Este representa uma estratégia de melhoria de processos, a qual tem o objetivo de alcançar resultados satisfatórios em relação a custo, qualidade e tempo, oriundos de esforços aplicados no desempenho dos processos e na satisfação dos clientes. (ANTONELLI; SANTOS, 2011)

O TQM (*Total Quality Management – Gestão da Qualidade Total*) pode ser definido como uma abordagem ou filosofia de gestão, a qual está fundamentada no estabelecimento da qualidade no gerenciamento organizacional em todas suas áreas, enfatizando a melhoria contínua, atendimento as demandas dos clientes, diminuição de retrabalho, redesenho de processos, benchmarking competitivo, entre outros. (TOLEDO et al., 2014)

O TPM (*Total Productive Maintenance – Manutenção Produtiva Total*), através do envolvimento dos colaboradores na busca por aprimoramentos e manutenção nos equipamentos e máquinas, busca diminuir e eliminar a variabilidade em processos de produção, causada em certos casos, por quebras de equipamentos não planejadas. (SLACK, 2007)

Estes programas são amplamente aplicados nas empresas, contudo, segundo Ringen e Holtskog (2011) de cada 3 projetos de melhoria contínua utilizados, dois falham em alcançar os resultados esperados.

No Reino Unido em 2005, apenas 10% das empresas que implementaram o LM, obtiveram sucesso. (BHASIN; BURCHER. 2006)

Nas pesquisas realizadas por Chakravorty (2009), Kumar et al. (2007) e Kumar et al. (2008), em empresas do segmento aeroespacial, no ano de 2005, a satisfação dos resultados com a aplicação do SS, foi obtida por apenas 20% das empresas pesquisadas.

Na análise de 47 publicações, referentes a aplicação do LM e do SS, realizado por Glasgow et al. (2010), observou-se que em 62% dos casos, os resultados com a implantação do LM e SS, foram considerados como insatisfatórios pelas empresas.

A fim de serem utilizados de forma mais eficiente, com correta compreensão e aplicação das suas técnicas, é necessário verificar os fundamentos teóricos que servem de base para estes programas, para que desta maneira, as empresas obtenham resultados satisfatórios. (MAKRYMICHALOS et al., 2005)

Este trabalho tem como objetivo analisar as principais características relacionadas ao tempo de utilização dos Programas de Melhoria, de uma amostra de 243 empresas de 7 segmentos industriais. Apresenta-se a seguir o método de pesquisa, a análise de dados e as considerações finais.

2 MÉTODO DE PESQUISA

A amostra de respostas de 243 empresas foi obtida através de, um questionário estruturado com perguntas fechadas, sendo que a primeira versão foi aplicada e testada em 3 empresas.

As questões (variáveis) foram respondidas em uma escala *likert* (entre “1 – discordo totalmente” e “5 – concordo totalmente”) que representa a percepção da intensidade de concordância, dos entrevistados, com afirmações associadas às 52 variáveis de pesquisa que incluem a intensidade do uso de Programas de Melhoria.

Com as respostas obtidas do questionário, foi feita a análise de consistência das mesmas, através do valor de Alfa de Cronbach que foi 0,96, considerado valor excelente segundo Hair et al. (2005).

Para a análise dos dados, foi utilizada a análise multivariada que conforme Hair et al. (2005) se refere a todos os métodos estatísticos que no mesmo instante, analisam múltiplas medidas sobre cada indivíduo ou objeto de investigação.

Dentre as diversas técnicas multivariadas, foram escolhidas para a análise dos dados a análise fatorial, análise de cluster e análise de associação, para verificar a existência de associação entre clusters e as variáveis que representam os Programas de Melhoria (PM). São 52 variáveis de pesquisa, que são divididas em 6 grupos (A, B, C, D, E e F) e estão apresentadas no quadro 1.

QUADRO 1 - Descrição das principais variáveis de pesquisa

Tipo	Descrição	Código
	Número de certificações	A1
	Tempo de utilização dos Eventos Kaizen	A2
	Tempo de utilização dos Programas 6 Sigma	A3
A	Tempo de utilização do <i>Lean Manufacturing</i>	A4
	Tempo de utilização do <i>Lean 6 Sigma</i>	A5
	Tempo de utilização da Manutenção Produtiva Total	A6
	Tempo de utilização da Gestão da qualidade Total	A7
B	Pensamento Estatístico	B
C	Técnicas Estatísticas Básicas	TEB
D	Técnicas Estatísticas Avançadas	TEA
E	Orientação ao uso das TE	O
F	Resultados Operacionais Gerais	R

Fonte: Elaborado pelo autor

No quadro 1, as variáveis do grupo A estão ligadas aos Programas de Melhoria e Certificações, grupo B são os princípios do Pensamento Estatístico, grupo C são as técnicas estatísticas básicas, grupo D técnicas estatísticas avançadas, grupo E orientações relacionadas ao uso dos princípios do Pensamento Estatístico e F são as variáveis relacionadas ao desempenho operacional médio dos últimos 3 anos e os benefícios percebidos com a aplicação das TE (Técnicas Estatísticas) e princípios do PE (Pensamento Estatístico)

De acordo com o objetivo do artigo, somente as variáveis do A3 até A7, serão analisadas com os clusters formados.

As respostas que representam o tempo de utilização dos Programas de Melhoria são representadas conforme segue:

- a) Não possui (0);
- b) De 0 a 5 anos (1);
- c) De 5 a 10 anos (3);
- d) Mais de 10 anos (5).

As variáveis do tipo B, C, D, E e F foram respondidas em escala *likert* e para a análises de dados, foram convertidas como segue: “Discordo totalmente” (1); “Discordo” (2); “Indiferente” (3); “Concordo” (4); “Concordo totalmente” (5).

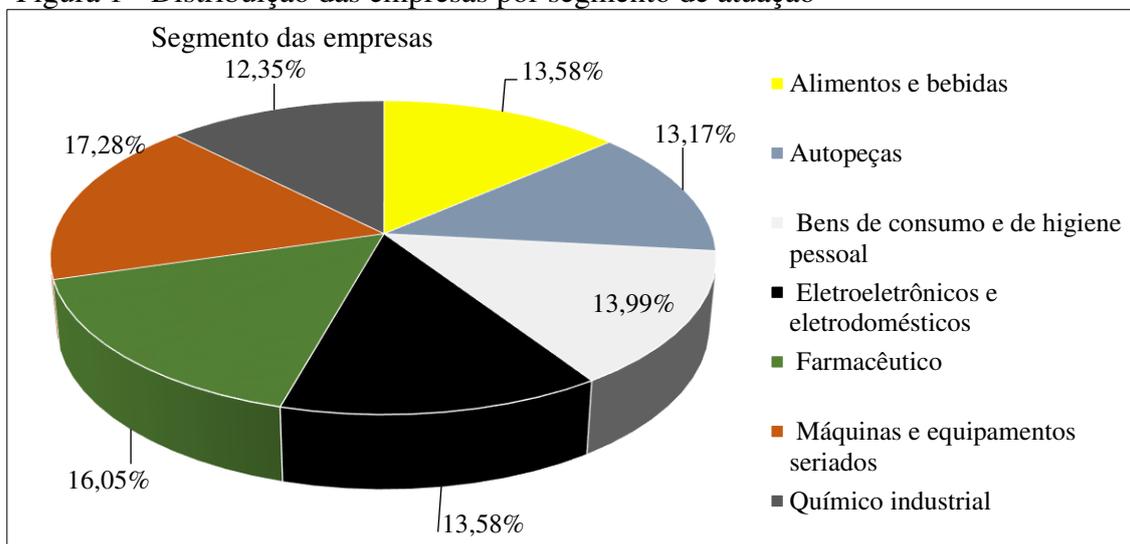
3 ANÁLISE DE DADOS

Nesta seção são realizadas a análise descritiva da amostra, análise fatorial, análise de cluster e análise de associação e a análise do uso dos PM nos clusters, utilizando o software SPSS® (*Statistic Package for Social Study*, versão 19.0)

3.1 Análise descritiva da amostra

A figura 1 apresenta a distribuição das empresas por segmento de atuação, verifica-se que a maior parte das empresas da amostra é do segmento de máquinas e equipamentos seriados (17,28%), seguido pela indústria farmacêutica, (16,05%), bens de consumo e higiene pessoal (13,99%), alimentos e bebidas e Eletroeletrônicos e eletrodomésticos, ambos com (13,58%), autopeças (13,17%) e químico industrial com (12,35%).

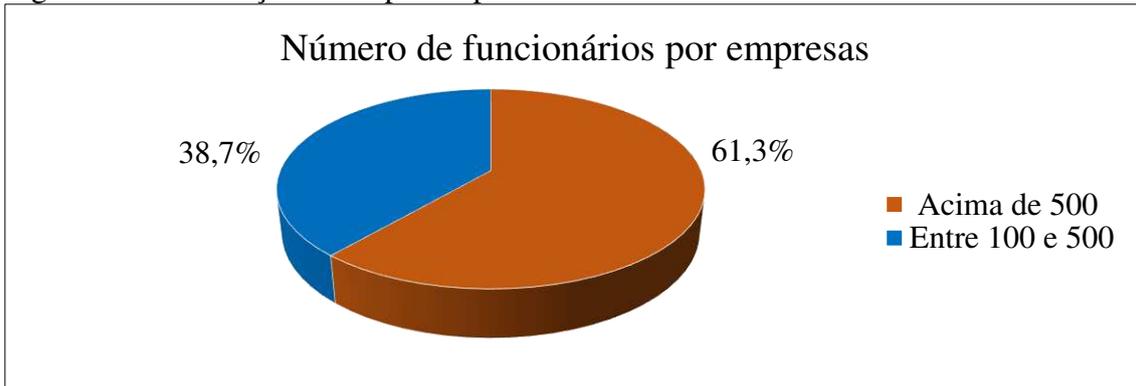
Figura 1 - Distribuição das empresas por segmento de atuação



Fonte: Elaborado pelo autor

A figura 2 apresenta o porte das empresas segundo o número de colaboradores. A maior parte da amostra (61,3%) é composta por empresas com mais de 500 colaboradores. As empresas que possuem entre 100 e 500 funcionários representam 38,7 % do total.

Figura 2 - Distribuição de empresas por número de colaboradores



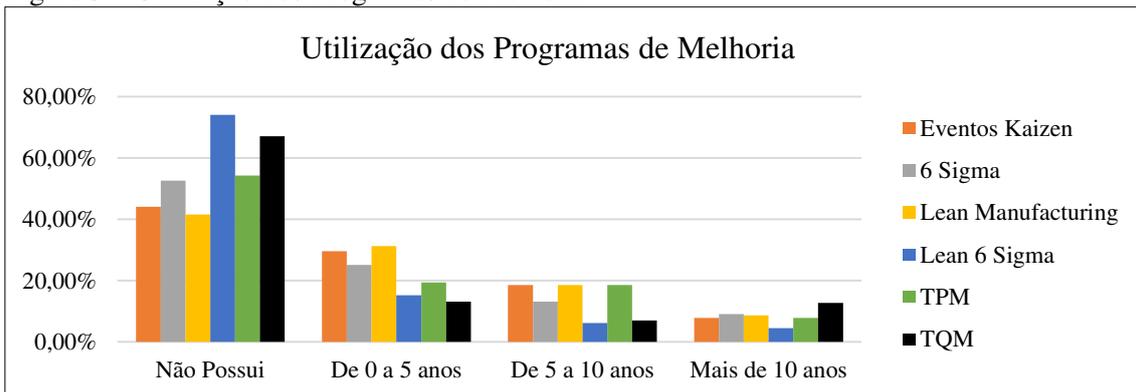
Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 3 consta o tempo de utilização dos programas de melhoria e verifica-se que a categoria “Não possui” obteve 55,62% de média das respostas das empresas, ou seja, mais da metade das companhias entrevistadas não utilizam os programas citados.

Observa-se, ainda, que o LSS é o programa de melhoria menos utilizado com 74,05%, na categoria “Não possui”, acompanhado do TQM (*Total Quality Management* - Gestão da Qualidade Total – GQT) com 67,08%, todavia, 12,78% das empresas pesquisadas, utilizam a TQM há mais de 10 anos, maior porcentagem entre os programas para este período.

Em média 22,29% das empresas estão utilizando estes programas recentemente, isto é, estão inseridos na categoria “De 0 a 5 anos”, sendo o *Lean Manufacturing* implantado por 31,28% das empresas, neste período.

Figura 3 – Utilização dos Programas de Melhoria



Fonte: Elaborado pelo autor

3.2 Análise fatorial

A análise fatorial é uma técnica multivariada que identifica fatores comuns, os quais representam relações entre um grande número de variáveis inter-relacionadas. (FÁVERO et al, 2009).

A análise fatorial foi utilizada neste trabalho para sintetizar as 52 variáveis de pesquisa em fatores que abrangem a máxima variância dos dados.

Para verificar se a análise fatorial é adequada, são realizadas a Análise da estatística KMO (Kaiser – Meyer – Olkin) e o Teste de Esfericidade de Bartlett, para o primeiro o valor foi de 0,943 e o segundo teve valor de p (p – *value*) menor que 0,000. Isto demonstra que há correlações entre as variáveis e a análise fatorial é adequada.

Para a extração dos fatores utilizou-se a análise de componentes principais pois, esta determina o número de fatores que compreendem a parte máxima da variância, com maior rapidez e simplicidade. (HAIR et al.,2005)

As 52 variáveis da pesquisa foram sintetizadas em 6 fatores, os quais detém a variação original de dados em 67,33%.

Estes 6 fatores foram nomeados como segue:

- 1 – Intensidade do uso das TEA;
- 2 – Resultados Operacionais;
- 3 – Compreensão dos princípios do PE;
- 4 – Resultados com a compreensão do PE e das TE;
- 5 – Intensidade do uso das TEB;
- 6 – Orientação ao uso das TE.

O fator 2 está relacionado aos resultados operacionais como, diminuição de refugos, aumento de produtividade, entre outros. O fator 4 são resultados diretos com a compreensão do Pensamento Estatístico e Técnicas Estatísticas.

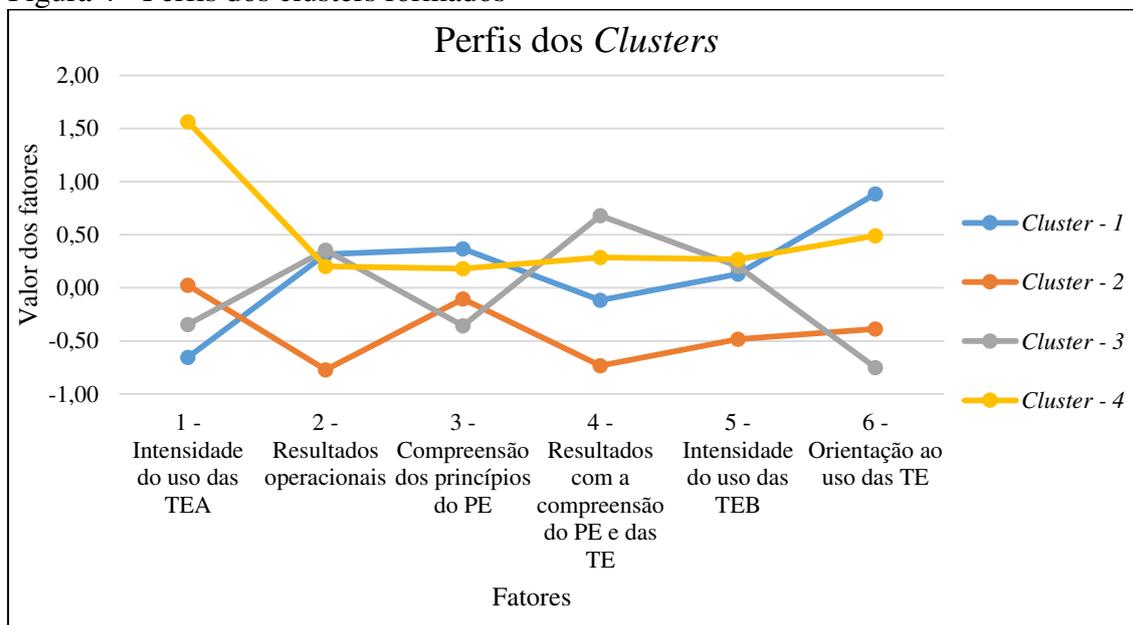
3.3 Análise de cluster

A análise de *cluster* tem como objetivo segregar objetos com base nas características comuns que possuem. Está técnica multivariada separa os elementos ou variáveis em grupos que são homogêneos internamente e heterogêneos externamente, isto é, grupos que possuem elementos com características semelhantes permanecem no mesmo *cluster*. Com a formação destes grupos, os *clusters* possuirão características externas diferentes. (FÁVERO et al, 2009; HAIR et al, 2005)

Neste trabalho a análise de *cluster* foi utilizada para verificar os *clusters* formados entre as 243 empresas da amostra, em função dos fatores obtidos com a análise fatorial realizada na etapa anterior, além de definir uma tipologia para estes *clusters*.

Após a utilização do método *k-means* foram obtidos 4 clusters e a relação com a análise fatorial é apresentada na figura 4, onde no eixo y estão os valores médios dos fatores.

Figura 4 - Perfis dos clusters formados



Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com a Figura 5 o cluster 1 possui resultados positivos para os Fatores, 2, 3, 5 e 6, sendo os fatores 6 e 3 com os maiores valores. O cluster 2 tem todos os fatores com valores negativos, já o cluster 3 possui os fatores 2, 4 e 5 positivos, sendo o 4 com maior valor. O cluster 4 detém todos seus fatores com resultados positivos, sendo o fator 1 com o maior valor.

Tendo em vista o número de fatores positivos e negativos, os clusters foram classificados como segue:

- a) Cluster 1 – Empresas quase avançadas;
- b) Cluster 2 – Empresas iniciantes;
- c) Cluster 3 – Empresas intermediárias;
- d) Cluster 4 – Empresas avançadas.

Em relação a quantidade de empresas por cluster, a tabela 2 indica o cluster 2 com a maior quantidade relativa de empresas, porém, o cluster 1 e 3 possuem valores aproximados, sendo apenas o 4 com apenas 16,9% das empresas da amostra.

Tabela 2: Composição dos clusters

Cluster	Quantidade de empresas por cluster	%
1	65	26,7%
2	69	28,4%

Cluster	Quantidade de empresas por cluster	%
3	68	28,0%
4	41	16,9%
Total	243	100,0%

Fonte: Elaborado pelo autor

3.4 Análise de associação

De acordo Morettin e Bussab (2004) a quantificação do grau de associação entre duas variáveis é efetuada pelos coeficientes de associação ou correlação.

Para este trabalho a análise de associação foi realizada para verificar a existência de associação entre os clusters formados e as variáveis que representam os Programas de Melhoria. Para quantificar esta análise, é utilizado o teste de Qui-quadrado devido ao número de amostra ser maior que 20 ($n > 20$) com valor de significância de 5% e testando as seguintes hipóteses:

- Hipótese nula (H_0): não há associação entre os clusters e as variáveis que representam os PM;
- Hipótese alternativa (H_1): há associação entre os clusters formados e as variáveis que representam os PM.

De acordo com a tabela 3, é possível verificar que para todos os Programas de Melhoria a hipótese nula, é rejeitada, ou seja, existe associação entre os clusters e os PM, pois, os níveis de significância são menores que 5%.

Tabela 3: Associação entre PM e Cluster

Programas de Melhoria	Níveis de significância (p - value)	Rejeita-se H_0?
Lean Manufacturing	0,000	Sim
6 Sigma	0,000	Sim
Lean 6 Sigma	0,000	Sim
TQM	0,004	Sim
TPM	0,000	Sim

Fonte: Adaptado do Software SPSS

3.5 Análise do uso dos Programas de Melhoria em cada cluster

Após a análise de associação é verificada a utilização dos Programas de Melhoria em cada cluster. É necessário salientar que neste levantamento de dados a utilização de um PM não exclui o uso

de outro, por isso, o número de empresas apresentadas nas tabelas 4, 5, 6 e 7 é maior que o para cada cluster informado na tabela 2, ou mesmo de 243 empresas da amostra.

Assim, de acordo com a tabela 4, o cluster 1 possui o segundo menor número de empresas (184) que não utilizam PM. Isto confirma a denominação deste cluster como de “Empresas quase avançadas”.

Ao se analisar a aplicação dos Programas de Melhoria no cluster 1, o Lean Manufacturing é o mais utilizado, pois, para a categoria de respostas “Não Possui”, apenas 10,8% das empresas deste cluster que não possuem programas de melhoria, não utilizam o LM. Consequentemente, o percentual de respostas nas categorias “De 0 a 5 anos” e “De 5 a 10 anos” são maiores no LM, se comparado aos outros PM. Este raciocínio é o mesmo para o 6 Sigma, 16,3% de empresas que responderam na categoria “Não possui” não utilizam este PM.

Isto pode contribuir para que este cluster obtenha os valores dos Fatores 2 (Resultados operacionais), 3 (Intensidade do uso de TEB) e 6 (Orientação ao uso de TE) elevados.

Tabela 4: Características do cluster 1

	Respostas	Seis Sigma	Lean Manufacturing	Lean Seis Sigma	TPM	TQM	Total
Cluster 1	Não possui	30 - 16,3%	20 - 10,8%	53 - 28,8%	35 - 19,1%	46 - 25%	184
	De 0 a 5 anos	19 - 28,7%	25 - 37,8%	6 - 9,1%	10 - 15,1%	6 - 9,1%	66
	De 5 a 10 anos	12 - 21,4%	17 - 30,3%	6 - 10,1%	16 - 28,5%	5 - 8,9%	56
	Mais de 10 anos	4 - 21,1%	3 - 15,8%	0 - 0,0%	4 - 21,1%	8 - 42,1%	19

Fonte: Elaborado pelo autor

Para o cluster 2, ao se analisar a tabela 5, observa-se que 246 empresas não aplicam os Programas de Melhoria, maior número se comparado com os outros clusters, confirmando desta maneira, a classificação deste cluster como de “Empresas Iniciantes”.

Em relação aos PM, o Lean Manufacturing e o TPM são os programas mais utilizados neste cluster, em razão destes programas possuírem as menores porcentagem de respostas na categoria “Não possui” 16,3% do LM e 18,3% para o TPM. Apesar disso, devido a este cluster conter o menor número de empresas que utilizam os Programas de Melhoria “De 0 a 5 anos” (10 empresas) e “De 5 a 10 anos” (17 empresas), este cluster possui todos os fatores com resultados negativos.

Tabela 5: Características do cluster 2

	Respostas	Seis Sigma	Lean Manufacturing	Lean Seis Sigma	TPM	TQM	Total
Cluster 2	Não possui	46 – 18,7%	40 – 16,3%	59 – 23,9%	45 – 18,3%	56 – 22,7%	246
	De 0 a 5 anos	18 – 25,0%	21 – 29,2%	8 – 11,1%	14 – 19,4%	11 – 15,3%	72
	De 5 a 10 anos	2 – 11,8%	6 – 35,3%	1 – 5,9%	7 – 41,1%	1 – 5,9%	17
	Mais de 10 anos	3 – 30,0%	2 – 20,0%	1 – 10,0%	3 – 30,0%	1 – 10,0%	10

Fonte: Elaborado pelo autor

Na análise do cluster 3, (tabela 6), verifica-se que 58,82% $(200/340)*100$ das empresas não aplicam Programa de Melhoria e 41,17% $\{[(31+32+77)/340]*100\}$ das empresas deste cluster, utilizam algum PM, o que corrobora com a denominação de “Empresas intermediárias”.

Neste cluster os PM, mais utilizados são o LM e o TPM com 40 empresas utilizando o primeiro e 30 o segundo. Os valores elevados para os fatores, 2(Resultado Operacional), 4 (Resultados com a compreensão dos princípios do PE e das TE e 5 (Intensidade do uso das TEB) tem relação com a utilização do LM, TPM e SS, pois a base estatística oferecida pelo SS, pode influenciar os resultados dos fatores 4 e 5.

Tabela 6: Características do cluster 3

	Respostas	Seis Sigma	Lean Manufacturing	Lean Seis Sigma	TPM	TQM	Total
Cluster 3	Não possui	40 – 20,0%	28 – 14,0%	49 – 24,5%	38 – 19,0%	45 – 22,5%	200
	De 0 a 5 anos	17 – 22,1%	21 – 27,3%	14 – 18,2%	17 – 22,1%	8 – 10,4%	77
	De 5 a 10 anos	5 – 15,6%	13 – 40,6%	3 – 9,3%	7 – 21,8%	4 – 12,4%	32
	Mais de 10 anos	6 – 19,3%	6 – 19,3%	2 – 6,4%	6 – 19,3%	11 – 35,5%	31

Fonte: Elaborado pelo autor

A tabela 7 apresenta os resultados para o cluster 4, o qual recebeu a classificação de “Empresas avançadas” e isto pode ser confirmado, em razão deste cluster obter todos os fatores positivos, isto resulta em um menor número (74), em comparação aos outros clusters, de empresas que não aplicam os PM.

Neste cluster o PM mais utilizado é o 6 Sigma, com 29 empresas, seguido pelo LM com 28. O que pode contribuir para a obtenção de valores positivos para todos os fatores, inclusive para os fatores 1 (Intensidade do uso de TEA) e 5 (Intensidade do uso de TEB), isto contribui para que este cluster seja formado pela maior quantidade de empresas que utilizam os PM por mais de 5

anos (49 + 44 = 93), assim, estas empresas podem estar mais aptas para apresentarem melhores resultados.

Tabela 7 Características do cluster 4

	Respostas	Seis Sigma	Lean Manufacturing	Lean Seis Sigma	TPM	TQM	Total
	Não possui	12 – 16,2%	13 – 17,6%	19 – 25,7%	14 – 18,9%	16 – 21,6%	74
Cluster 4	De 0 a 5 anos	7 – 18,4%	9 – 23,7%	9 – 23,7%	6 – 15,8%	7 – 18,4%	38
	De 5 a 10 anos	13 – 26,5%	9 – 18,4%	5 – 10,2%	15 – 30,6%	7 – 14,3%	49
	Mais de 10 anos	9 – 20,5%	10 – 22,7%	8 – 18,2%	6 – 13,6%	11 – 25,0%	44

Fonte: Elaborado pelo autor

De forma geral, é possível observar que o LM é o PM mais aplicado em cada cluster, seguido pelo Seis Sigma e o TPM. Apesar disso, o diferencial do cluster 4 que possui o melhor desempenho comparado aos outros clusters, está nas 93 empresas (49+44) que estão aplicando os PM há mais de 5 anos e a baixa quantidade relativa de empresas que não aplicam algum PM (74).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho verificou-se que entre os 4 clusters formados em função dos 6 fatores obtidos da análise fatorial, o de melhor desempenho (fatores positivos) é o cluster 4. Este possui 41 empresas (16,9%) da amostra de 243 e pode ser denominado de “Empresas avançadas”, pois, todos os fatores deste cluster são positivos. Considerando que uma empresa pode utilizar mais de um PM ao mesmo tempo, o cluster 4 possui a maior quantidade relativa de empresas (93) que utilizam os Programas de Melhoria há mais de 5 anos, em comparação aos outros clusters. Além disso, é possível inferir que não é a utilização de um PM específico que resulta em fatores positivos, mas sim, o tempo de utilização do programa de melhoria. Dentre os PM analisados neste artigo, Lean Manufacturing, Seis Sigma, Lean Seis Sigma, TQM e TPM, o LM é o mais utilizado em todos os clusters, porém, não é este programa o diferencial para que um cluster específico, obtenha valores positivos dos fatores. Espera – se com este artigo, contribuir para que os gestores das empresas, ao escolher um PM específico, não crie expectativas para que os resultados sejam obtidos a curto prazo.

Referências

- ANTONELLI, S. C.; SANTOS, A. B. Aplicação da abordagem estatística no contexto da gestão da qualidade: um *survey* com indústrias de alimentos de São Paulo. **Gestão da Produção**. São Carlos, v. 18, n. 3, p. 509-524, 2011.
- BHASIN, S.; BURCHER, P. Lean viewed as a philosophy, **Journal of Manufacturing Technology Management**, Vol. 17 No. 1, pp. 56-72. 2006.
- CARVALHO, M. M.; ROTONDARO, R. G. Modelo Seis Sigma. In:_____. **Gestão da Qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro. Elsevier, 2005.
- CHAKRAVORTY, S.S. Six Sigma programs: an implementation model, **International Journal of Production Economics**, Vol. 119 No. 1, pp. 1-16. 2009.
- FÁVERO et al. **Análise de dados: Modelagem multivariada para tomada de decisões**. 9. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- GOUVÊA, M. A.; LA PLATA, J. P.F. Segmentos de médicos para a categoria de produtos cirúrgicos no Brasil. In: **IX SEMEAD – Seminários em Administração FEA – USP**, 2006, São Paulo.
- GLASGOW, J. W.; Scott – Caziewell, J. R.. e Kaboli, P. J. Guiding Inpatient Quality Improvement: A Systematic Review of Lean and Six Sigma, **Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety**. , 36 (12). P. 533-540. 2010.
- HAIR. Jr., J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman. 2005.
- KUMAR, U.D.; NOWICKI, D., RAMIREZ-MARQUEZ, J.E. e VERMA, D. On the optimal selection of process alternatives in a Six Sigma implementation, **International Journal of Production Economics**, Vol. 111 No. 2, pp. 456-467. 2008
- KUMAR, U.D.; SARANGA, H., RAMIREZ-MARQUEZ, J.E. e NOWICKI, D. , Six Sigma project selection using data envelopment analysis, **The TQM Magazine**, Vol. 19 No. 5, pp. 419-441. 2007.
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. Ed. 1. Porto Alegre: Bookman. 2005.
- MAKRYMICHALOS, M.; ANTONY, J.; ANTONY, F.; KUMAR, M. Statistical thinking and its role for industrial engineers and managers in the 21st century", **Managerial Auditing Journal**, v.20, n.4, p.354-363, 2005.
- MORETTIN, P.A.; BUSSAB, W.O. **Estatística básica**. 5.ed. São Paulo: Saraiva. 2004. 526p.
- PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. **Análise de dados para ciências sociais: A complementariedade do SPSS**. 5. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2008.

RINGEN, G.; HOLTSKOG, H. How enablers for lean product development motivate engineers, **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, Vol. 6 No. 12, pp. 1117-1127. 2011.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R., **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas. 2007.

TOLEDO, J. C. et al. **Qualidade: Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.