

Um modelo de estruturação de elementos do binômio lean-seis sigma para micro, pequenas e médias empresas

Wesley Douglas (UFPE) wesley.douglas142836@gmail.com
Carlos Heitor de Oliveira Barros (UFPE) cheitor41@hotmail.com
Laiany Rodrigues Marinho (UFPE) laiany.rm@hotmail.com

Resumo:

Com a crise econômica às portas somada à concorrência desenfreada e um mercado mais do que nunca com um alto nível de exigência por produtos de alta qualidade e preços baixos ou elevados níveis de serviços aos clientes, as organizações tem buscado vantagem competitiva através da diferenciação de seus produtos e serviços para que possam assim ter sustentabilidade do seu negócio a longo prazo. Produzir mais com menos e sem perdas resultando em benefícios aos clientes, parece uma das saídas mais sensatas a serem adotadas pelas organizações que queiram sobreviver no mercado. Baseando-se nisso, o presente artigo teve como objetivo propor um modelo de estruturação de elementos do Lean-Seis Sigma: o pilar de melhoria específica através do método proposto por Bufferne (2006), que faz parte do programa de Total Performance Management (TPM), sendo esse elemento pertencente ao contexto do conceito lean, em associação ao ciclo DMAIC que é um dos elementos que viabilizam a metodologia Seis Sigma. O estudo foi feito com foco em micro, pequenas e médias empresas (MPME).

Palavras chave: Lean Seis Sigma, DMAIC, Manutenção Produtiva Total, MPE.

A model of structuring lean-six sigma binomial elements for micro, small and medium enterprises

Abstract

With the economic crisis the doors coupled with unbridled competition and a market more than ever with a high level of demand for high quality products and low prices or high levels of customer service, organizations have sought competitive advantage by differentiating their products and services so that they can thus have sustainability of your business long term. Producing more with less and lossless resulting in benefits to customers, it seems one of the most sensible outputs to be adopted by organizations that want to survive in the market. Based on this, this article aims to propose a model structure of Lean Six Sigma elements: the pillar of specific improvement through the method proposed by Bufferne (2006), which is part of the Total Performance Management program (MTP), and the element belonging to the context of the lean concept, in association with the DMAIC cycle is one of the elements that enable the Six Sigma methodology. The study was done with a focus on micro, small and medium enterprises (MSME).

Key-words: Lean Six Sigma, DMAIC, Total Productive Maintenance, MPE.

1. Introdução

A sobrevivência das empresas depende do crescimento dos negócios, que hoje é determinado

principalmente pela satisfação dos clientes, governada pelo tripé qualidade, preço e serviços. Esses quesitos são possíveis por meio da capacidade do processo, que é limitado em grande parte por inúmeras variações. As limitações e variações dos processos conduzem frequentemente ao aumento de defeitos, falhas, custos e tempos de ciclos de produção. Com a finalidade de eliminar a variação, é necessário aplicar o conhecimento certo. Para isso, primeiramente, é de fundamental importância aprender os meios existentes para aumentar a satisfação dos clientes, eliminar as variações dos processos e adquirir a excelência operacional. Portanto, tratar desse tema é de importância relevante, considerando a competitividade e as exigências que assolam as empresas na atualidade (ANDRIETTA & MIGUEL, 2002).

Frente à necessidade crescente de buscar a diminuição dos custos de produção, a eliminação de desperdícios e a redução da variabilidade nos processos críticos para o negócio, o pensamento estatístico e os métodos estatísticos passaram a ser valorizados como meios vitais para atingir os objetivos estratégicos de algumas organizações, tendo o alinhamento estratégico como catalisador (SANTOS & MARTINS, 2008).

Kwak & Anbari (2006) dizem que a implementação bem-sucedida e o crescente interesse organizacional do método Seis Sigma foram explodindo nos últimos anos. Ele está rapidamente se tornando uma importante força motriz para muitas organizações orientadas para a tecnologia, orientadas para o projeto. Fatores que influenciam projetos bem-sucedidos de Seis Sigma incluem o envolvimento da gestão e o comprometimento organizacional, a gestão de projetos e habilidades de controle, mudança cultural e de formação contínua. Compreender os principais recursos, obstáculos e deficiências do Seis Sigma oferece oportunidades para os profissionais melhor implementarem projetos Seis Sigma. Isso lhes permite maior suporte e melhor direção estratégica de suas organizações.

Werkema (2011) afirma que “no Brasil, o interesse pelo Seis Sigma está crescendo a cada dia. Já há alguns anos, as empresas cujas unidades de negócio no exterior estavam adotando esse programa o conhecem. [...]. Atualmente, várias outras empresas no país estão implementando a estratégia, geralmente com o suporte de consultorias nacionais”.

Por outro lado, a expressão melhoria contínua é bastante popular e seu conceito vem associado principalmente ao movimento da qualidade total, presente em metodologias como o Seis Sigma e também em outras abordagens como, por exemplo, o Lean Manufacturing (LIMA et al., 2009).

De acordo com Werkema (2011) o Lean Manufacturing é uma iniciativa que busca eliminar desperdícios, isto é, excluir o que não tem valor para o cliente e imprimir velocidade à empresa.

Enquanto o Seis Sigma fornece uma visão estruturada para a resolução de problemas com forte foco no cliente, no Lean Manufacturing parte-se direto da definição do problema para as melhorias. Contudo, o Lean Manufacturing fornece ferramentas para melhorar a velocidade do processo, enquanto o Seis Sigma, nesse aspecto, é mais restrito à melhoria da qualidade (KUNIYOSHI, 2006).

A integração entre o Lean Manufacturing e o Seis Sigma é natural: a empresa pode – e deve – usufruir os pontos fortes de ambas estratégias (WERKEMA, 2011).

Dessa forma, o presente artigo tem por objetivo propor um modelo de estruturação de elementos do binômio Lean Seis Sigma em micro, pequenas e médias empresas (MPME). O elemento a ser estruturado da produção Lean é o pilar da melhoria específica, que faz parte do programa de Total Productive Maintenance (TPM), já o elemento a ser estruturado da

metodologia Seis Sigma é o Ciclo DMAIC. Para tal estruturação utilizar-se-á da adaptação do método de Bufferne (2006) para implantação do pilar de melhoria específica, juntamente com o ciclo DMAIC.

Por fim, o artigo está estruturado em seções, a saber: a seção 2 tem fins metodológicos, explicando como se procedeu tal estudo; a seção 3 é caracterizada pelo referencial teórico na qual todos os conceitos necessários para a viabilização do estudo são apresentados; na seção 4 o método de Bufferne a ser adaptado; o modelo proposto, que é objetivo desse estudo na seção 5; as análises e discussões são encontradas na seção 6.

2. Metodologia

Para que tal estudo fosse viabilizado, foram criadas fases que direcionaram de forma organizada o mesmo, tais fases estão expostas no quadro 1.

FASES	DESCRIÇÃO
Fase 1 – Pesquisa Bibliográfica	Foi feito um levantamento bibliográfico dos principais temas que abordam esse estudo, com vistas a obter informações relevantes que pudessem contribuir para o seu desenvolvimento.
Fase 2 – Proposição do modelo através da adaptação do Método de Bufferne e Ciclo DMAIC	Fez-se a proposição do modelo pela estruturação adaptada do método proposto por Bufferne e do ciclo DMAIC, no sentido de integrá-los e mostrar como esses elementos do binômio lean-seis sigma podem ser estruturados para aplicação em micro, pequenas e médias empresas.
Fase 3 – Análise do modelo proposto	Buscou-se analisar o modelo proposto com vistas a identificar qual a real importância do mesmo para as micro, pequenas e médias empresas no cenário atual.

Fonte: Os Autores

Quadro 1 – Pilares do TPM

3. Lean seis sigma

Segundo Queiroz (2007) a integração entre Lean e Seis Sigma requer envolvimento da liderança e estabelecimento de objetivos estratégicos, elaboração de um programa comandado por equipe treinada e mudança de cultura para que os envolvidos possam conhecer as ferramentas, suas potencialidades e assim aplicá-las para obter resultados eficazes.

Uma virtude da metodologia *Lean Seis Sigma* é originada de características positivas somadas das metodologias *Lean Manufacturing* e Seis Sigma, que é a utilização de uma ampla gama de ferramentas de melhoria. Com isso, tem-se uma flexibilidade muito grande para resolver problemas de diversas naturezas para diferentes tipos de empresa, escolhendo-se as ferramentas mais adequadas para tratar o problema específico da empresa e para resolvê-lo de maneira mais eficaz (KUNIYOSHI, 2006).

Santos & Martins (2008) apresentaram em seu trabalho um modelo de referência para estruturar o Seis Sigma com o intuito de aumentar o desempenho organizacional. Os seus resultados sugerem que os princípios do *lean manufacturing* como parte do Seis Sigma pode ser incluído de forma mais explícita no modelo de referência, indicando assim, que a incorporação de outras teorias ao Seis Sigma é uma tendência que precisa ser mais abordada a fim de aumentar o potencial estratégico da organização.

Lima *et al.* (2009) estruturaram um modelo teórico-conceitual que englobou o *Lean Seis Sigma* como um modelo integrado de gestão da produção. O modelo obtido apresentou

algumas limitações, como a necessidade de ter profissionais treinados na metodologia Seis Sigma, ter processos embasados na filosofia *Lean*, ter gestores capacitados para acompanhar o andamento da implementação e ter método adequado para discutir questões estratégicas. Tornando-se necessário um contexto operacional favorável para garantir a implementação do modelo, como a cultura organizacional adequada e o apoio da alta administração. Alguns dos conceitos que fazem parte do Lean Seis Sigma são o de Manutenção Produtiva Total e o ciclo DMAIC, que serão apresentados nas subseções 3.1. e 3.2. respectivamente.

3.1 Manutenção produtiva total (TPM)

Segundo Nakajima (1986), TPM representa um novo paradigma revolucionário, sugerindo a integração total do homem, da máquina e da empresa, onde o trabalho de manutenção dos meios de produção passa a constituir a preocupação e a ação de todos.

Para Takahashi (1993), o TPM é uma campanha que abrange toda a organização, com a participação de todo o quadro de funcionários, visando alcançar a utilização máxima dos equipamentos existentes, utilizando para tanto de uma filosofia de gerenciamento orientada para o equipamento.

O Total Productive Maintenance ou Manutenção Produtiva Total objetiva a quebra zero-falha das máquinas e equipamentos. É uma metodologia de crescimento, com uma abordagem inovadora à manutenção, que acarreta à quebra zero dos equipamentos, eliminando falhas e suas possíveis causas (XENOS, 1998).

A Manutenção Produtiva Total é amparada por oito pilares, Nakajima (1989) discorre acerca dos mesmos, a saber:

PILARES	DESCRIÇÃO
Melhoria Específica	Refere-se à Manutenção Corretiva de Melhorias em perdas relacionadas às máquinas.
Manutenção Planejada	Trata da gestão e das rotinas de manutenção preventiva planejadas. Objetiva melhoria contínua da disponibilidade, a confiabilidade e a redução de custos.
Gestão Antecipada	Refere-se à prevenção da manutenção. O projeto de um novo equipamento deve considerar: histórico de manutenção e a experiência dos funcionários que o vão operar e reparar.
Treinamento e Educação	Aplicação de treinamentos técnicos e comportamentais para liderança, a flexibilidade e a autonomia das equipes.
Manutenção Autônoma	Treinamentos teóricos e práticos que darão aos operadores a capacidade de exercerem atividades referentes à manutenção proativamente e incrementando melhorias.
Manutenção da Qualidade	Versa sobre confiabilidade dos aparelhos e sua relação com a qualidade dos produtos e disponibilidade para uso.
Melhoria dos Processos Administrativos	Fazer com que processos administrativos se aprimorem e reduzam seus desperdícios é objetivo deste pilar, conhecido como TPM de escritório.
Segurança, Saúde e Meio Ambiente	Focado na melhoria contínua das condições de trabalho, da redução dos riscos de segurança e ambientais.

Fonte: Adaptado de Nakajima (1989)

Quadro 2 – Pilares do TPM

Como reflexo da aplicação do TPM Nakazato (1999) diz que são alcançados pelas empresas resultados de destaque. De acordo com o desenvolvimento das atividades propostas pelo TPM, os resultados como: melhoria do local de trabalho, minimização das quebras, melhoria da qualidade, elevação da produtividade, etc fazem com que os trabalhadores alcancem a motivação necessária, aumentando assim a integração no trabalho, e disseminando as ideias de melhorias. As pessoas passam a ver no TPM uma contribuição necessária do seu trabalho cotidiano. Logo, como estímulo a melhoria contínua do trabalho, é imprescindível a implantação do TPM para empresas que queiram ser referência no setor em que opera.

3.2 Ciclo DMAIC

A aplicação do Programa Lean-Seis Sigma utiliza diversos métodos de melhoria e solução de problemas, que de uma maneira ordenada, lógica e sistemática empregam um conjunto de ferramentas, técnicas, princípios e regras na definição, elaboração, implementação, mensuração e controle dos projetos. O DMAIC é um método de gestão de mudanças e resolução de problemas. Ele é considerado um ciclo de desenvolvimento de projetos de melhoria e foi apresentado originalmente como parte do programa Seis Sigma (GUPTA, 2005; LEAPHART, et al., 2012) *apud* Oliveira et al. (2013).

O DMAIC permite monitorar e definir um método de diagnóstico que guia os profissionais a encontrarem oportunidades de ganhos significativos em processos e de aumento da lucratividade, em decorrência do enfoque em projetos criteriosamente selecionados (HAN; LEE, 2002).

Ele é uma sigla que abrevia as fases do método que são: Define (definir), Measure (medir), Analyse (analisar), Improve (melhorar) e Control (controlar). Bañuelas et al. (2003) *apud* Oliveira et al. (2013) explica cada uma dessas fases no quadro 3.

FASES	DESCRIÇÃO
Definir	Definição das necessidades e desejos do cliente. Estes objetivos são transformados em especificações do processo; A habilidade da organização em atender a essa expectativa está intimamente ligada à variação de seus processos (refere-se a qualquer tipo de processo, abrangendo tanto administrativos ou transacionais, como os de serviços, vendas e manufatura), como destacado por Behara et al. (1995)
Medir	É realizada a medição do desempenho de cada etapa do processo, identificando os pontos críticos e passíveis de melhoria e mudanças;
Analisar	Esta etapa consiste em analisar os resultados das medições que permitirão identificar o que falta nos processos para atender as necessidades do cliente;
Melhorar	Nesta fase propõe-se, avalia-se e implementa-se as mudanças necessárias para melhoria do processo;
Controlar	Estabelecimento de um sistema permanente de controle para garantia da qualidade alcançada e identificação de desvios ou novos problemas (AGUIAR, 2002; BRADY; ALLEN, 2006).

Fonte: Adaptado de Bañuelas et al. (2003) apud Oliveira et al. (2013)

Quadro 3 – Fases do DMAIC

Atendendo positivamente as expectativas das organizações, o DMAIC apoia a tomada de decisão e a solução de problemas com confiabilidade e tem possibilitado o aumento do desempenho da Qualidade e da Manufatura de muitas empresas (BRADY; ALLEN, 2006).

Pode-se concluir, portanto, que a aplicação do ciclo DMAIC, associado a outras ferramentas, irá auxiliar a organização em questão a alcançar suas metas em termos de produtividade, eliminação de perdas e elevação do nível de serviço aos seus clientes.

3.3. Lean seis sigma em MPME

Para o Serviço de Apoio às micro e pequenas empresas (SEBRAE, 2014), as classificações do porte das empresas variam de acordo com o setor de atuação no mercado. Elas são divididas entre empresas de serviços e comércio e indústria. Além disso, as classificações são atribuídas segundo dois critérios: número de trabalhadores empregados e receita auferida. Os critérios utilizados divididos pelos tipos de negócio, bem como as suas respectivas classificações, estão expostos no Quadro 4 e Tabela 1:

	ATIVIDADES ECONÔMICAS	
PORTE	SERVIÇOS E COMÉRCIO	INDÚSTRIA
Microempresa	Até 09 pessoas ocupadas	Até 19 pessoas ocupadas
Pequena empresa	De 10 a 49 pessoas ocupadas	De 20 a 99 pessoas ocupadas
Média Empresa	De 50 a 99 pessoas ocupadas	De 100 a 400 pessoas ocupadas
Grande empresa	Acima de 100 pessoas	Acima de 500 pessoas

Fonte: Adaptado do SEBRAE (2014)

Quadro 4 - Classificação por pessoas ocupadas

ATIVIDADES DAS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS	RECEITA MÉDIA POR PORTE DA EMPRESA (R\$)		
	2009	2010	2011
Serviços	257.281	280.896	311.244
Comércio	436.111	483.280	547.912
Indústria	1.057.476	1.194.611	1.257.527

Fonte: Adaptado do SEBRAE (2014)

Tabela 1- Critério de classificação por faixas médias de receitas

Ainda segundo o SEBRAE (2014) o Brasil tem mais de 6 milhões de micro e pequenas empresas, que totalizam 99% dos negócios do país. A pesquisa foi feita pelo Sebrae em parceria com o Dieese, entre 2000 e 2011. 51% delas estão na região Sudeste. Quase 24% estão na região Sul e outros 15%, no Nordeste. Na região Norte estão 3,5%, enquanto 7% estão no Centro-Oeste.

As pequenas empresas geram quase 15 milhões de empregos formais. Esses dados servem para enfatizar a importância das micro e pequenas empresas no contexto econômico brasileiro. Diante deste fato, fica claro que quanto mais eficazes forem os processos das MPME, maior ainda será a contribuição, não só para a organização, garantindo sua competitividade e sobrevivência, mas também para o mercado ao qual elas estão inseridas.

Os estudos na área, bem como a utilização do Lean Seis Sigma (LSS) em MPME estão em fase de desenvolvimento, visto que, grandes dificuldades são encontradas por essas empresas para viabilizarem toda a infraestrutura necessária para receber o programa. Contudo, alguns estudiosos vêm dando as suas contribuições sobre o assunto. No Quadro 5 Jimenez e Amaya (2013) apresentam um discreto levantamento literário sobre casos de sucesso da aplicação do LSS em MPME, no qual expõe-se as metodologias abordadas por alguns autores em seus trabalhos.

Tal levantamento vem com propósito de legitimar a ideia da implantação do LSS em MPME, mas, com ressalvas. Um grande problema encontrado na implantação, nesses casos, é a falta de maturidade das empresas. Logo, para que tais organizações não mudem radicalmente seu posicionamento, sem ter a estrutura necessária para comportar tais mudanças, alguns desses trabalhos versam sobre a implantação progressiva de ferramentas e métodos que permeiem o LSS, como forma de prepará-las gradativamente para algo maior, o programa como um todo.

AUTORES	CONTRIBUIÇÃO
Thomas, Barton & Chuke-Okafor	Desenvolveram um modelo para implementar de forma integrada Seis Sigma e Manufatura Enxuta. A metodologia foi usada em uma MPME, onde obtiveram resultados positivos na qualidade, custos e tempos de entrega.
Chakravorty	Propõe um modelo que é composto por 6 fases: análise estratégica; identificação e formação das equipes de melhoria; identificação das ferramentas de melhoria; mapeamento da organização e identificação de oportunidades de melhora; desenvolvimento de um plano detalhado; e por último implementação, documentação e revisão do plano.
Knowlesa, Whickerb, Heraldex & Del Campo	Propõem um modelo para a implementação em cadeias de suprimento. O modelo está formado por dois grandes ciclos: o primeiro se ocupa dos aspectos estratégicos, como a definição dos objetivos e a medição do desempenho da organização; e o segundo tem foco na execução dos projetos Seis Sigma, utilizando como base a metodologia DMAIC.
Kumar, Antony, & Tiwari	Desenvolveram um quadro lógico para a implementação do Seis Sigma em MPME, composto por 12 passos divididos em 5 fases. Este quadro fornece um guia passo a passo para que as organizações possam implantar Seis Sigma, e vai desde a preparação da organização até a sustentabilidade a longo prazo.
Thomas & Barton	Propõem o uso da metodologia de auditoria em cadeias de suprimentos Quick Scan (QS) como passo prévio à implementação de LSS em MPME de manufaturas. O QS é utilizado na fase de definição para identificar projetos com impacto estratégico.
Gnanaraj, Devadasan, Murugesh, & Sreenivasa	Propõem um modelo para implementar com êxito LSS em MPME. O modelo é denominado DOLADMAICS (acrônimo das palavras Deficiency Overcoming, Lean, Anchorage, Define, Measure, Analize, Improve, Control Stabilise) e permite a implementação de LSS em 5 níveis.

Fonte: Adaptado de Jimenez e Amaya (2013)

Quadro 5 - Modelos e metodologias para implementar Seis Sigma e LSS em MPME

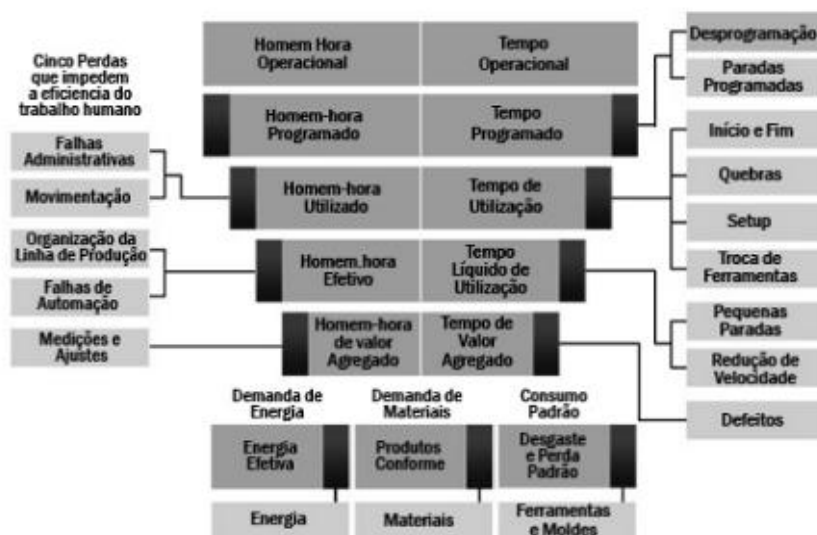
4. O método de Bufferne para o pilar de melhoria específica

Bufferne (2006) considera o pilar da melhoria específica como o primeiro pilar estratégico do TPM. Efetivamente, apenas com o desenvolvimento conjunto dos 8 pilares é possível sustentar o TPM em sua totalidade, mas, com o desenvolvimento de pelo menos um dos pilares bases, a saber: melhoria específica, manutenção autônoma, manutenção planejada e treinamento, é possível reduzir perdas e aumentar a eficiência do processo.

O objetivo do pilar de Melhoria Específica é eliminar as principais perdas do processo produtivo para aumentar a eficiência dos equipamentos. E, para tal, a principal ferramenta utilizada é o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), pois ela permite que se identifiquem as origens das principais perdas para priorizar o trabalho (BUFFERNE, 2006).

De acordo com Hansen (2002) apud Martini (2009) o OEE calcula a relação entre a produção real e a produção de referência, ou seja, o potencial do equipamento em condições ideais de funcionamento, sem falhas e sem rejeitos de peças defeituosas. Contudo, o OEE fornece uma visão geral do equipamento, avaliando ao mesmo tempo três indicadores essenciais: a disponibilidade, a eficiência e a qualidade.

A Figura 1 retrata de forma simplificada as 16 grandes perdas que podem ser identificadas e eliminadas com base na OEE, oriundas das organizações:



Fonte: Adaptado de Advanced Consulting & Training (2012)

Figura 1 – As 16 grandes perdas

No entanto, Bufferne (2006) ressalta que, para o pilar de melhoria específica, devem ser consideradas não apenas as perdas interligadas com a OEE, mas também outros tipos de perdas que porventura venham a ser identificadas no contexto organizacional em questão.

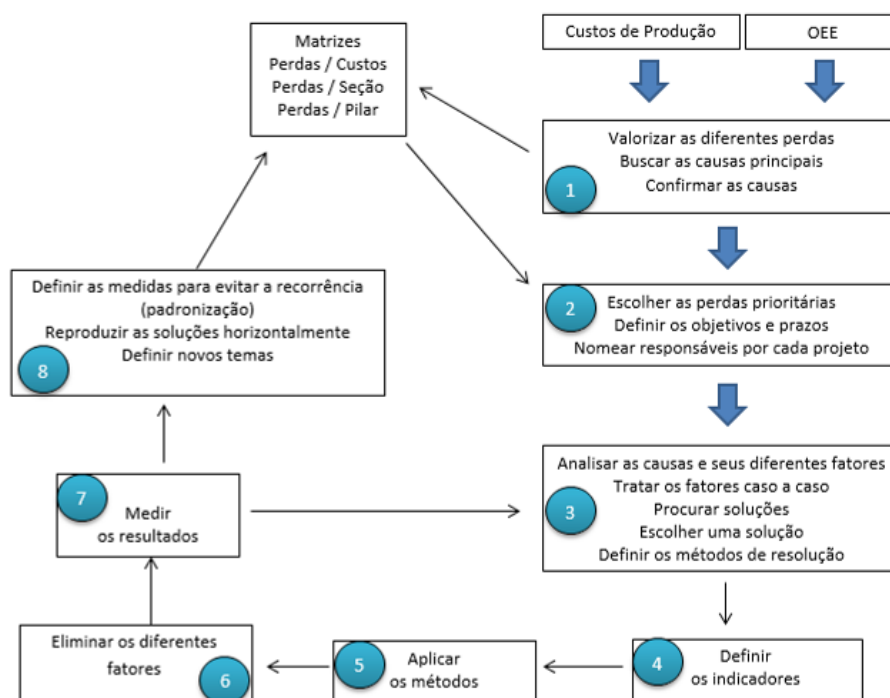
Em se tratando de LSS, podem ser contextualizadas as perdas descritas por Ohno (1997), como as sete perdas clássicas, expostas no Quadro 6:

PERDA	DEFINIÇÃO
Superprodução	Representam aquelas perdas devido à produção excessiva, nas quais se produz mais do que a demanda.
Superprocessamento	Representam as atividades realizadas que não contribuem para a melhoria da qualidade do produto.
Inventário/Estoque	A existência de estoques na realidade apenas encobre imperfeições, constituindo-se em desperdício.
Movimentação de materiais	A atividade de transporte não agrega valor ao produto uma vez que a forma do material não se altera desde o início até o fim do ciclo.
Movimentação do operador	São aquelas relacionadas com os movimentos feitos pelos trabalhadores sem que estes sejam necessários.
Tempo de espera	A falta de balanceamento no processo de produção ocasiona a paralisação de postos de trabalho resultando em baixa taxa de ocupação de equipamentos e paralisação da atividade humana.
Retrabalho	Fabricação de produtos defeituosos, que não atendem às especificações de qualidade projetadas.

Fonte: Adaptado de Ohno (1997)

Quadro 6 – As 7 perdas clássicas

Tais perdas devem ser também identificadas, quantificadas, avaliadas e minimizadas. O método de Bufferne (2006), dividido em etapas para o pilar de melhoria específica, que servirá como base para estruturação dos elementos LSS em MPME no presente artigo, está exposto na Figura 2:



Fonte: Adaptado de Bufferne (2006)

Figura 2 – O método de Bufferne para o pilar de melhoria específica

5. Resultados

5.1 Proposição do modelo de estruturação dos elementos do binômio LSS para MPME

Como foi dito na seção 1, o objetivo do presente artigo é propor um modelo de estruturação de elementos pertencentes ao contexto do LSS para MPME. O modelo proposto para tal estruturação pode ser visualizado no Quadro 7. Conjuntamente a proposição do modelo, identificarem-se também ferramentas que podem ser utilizadas e associadas a cada fase. Vale ressaltar que a utilização das ferramentas dependerá da organização em questão e suas características.

DMAIC	M. E. Associada*	Etapa	Descrição	Ferramentas utilizadas
D	1 ↓	Identificação das perdas e definição das causas.	A equipe irá identificar as possíveis perdas no sistema produtivo e definir as causas das mesmas, através da análise das características críticas da qualidade internas e externas.	Pesquisas e dados internos da empresa; APO**; QFD (Desdobramento da Função Qualidade).
	2 ↓	Definição de perdas prioritárias.	A partir da identificação das características críticas da qualidade na etapa 1, define-se as perdas que mais impactam na produção e com isso os projetos mais relevantes são escolhidos, e seu escopo é delimitado.	Mapeamento dos processos críticos da empresa; Matriz BIOS***
M	3 ↓	Medição das causas e escolha de solução.	Nesta etapa, a equipe realizará um estudo sobre as causas dos projetos priorizados, sendo este realizado através de coleta de dados, experimentos e testes. Após isto será definida a solução a ser aplicada.	Testes estatísticos; Análise da capacidade do processo.
A	4 ↓	Acompanhamento.	A equipe irá definir os indicadores mais adequados para o acompanhamento das causas encontradas.	Correlação entre variáveis.
I	5 ↓	Aplicação de métodos.	Nesta etapa a solução definida será aplicada de acordo com o plano de ação previamente elaborado.	Plano de ação.
	6 ↓	Eliminação de ameaças.	A equipe identificará possíveis ameaças a implementação da solução e eliminar as mesmas.	DOE (Delineamento de Experimentos).
C	7 ↓	Controle.	São realizados testes estatísticos e não-estatísticos a fim de medir se os resultados da solução aplicada constituem melhoria significativa.	Gráficos de controle por variáveis e por atributos; CEP (Controle Estatístico por processo).
		Decisão	Caso se verifique melhoramento com a solução aplicada decide-se por “sim”, caso contrário, será “não”, e uma nova solução será definida.	
	8 ↓	Manutenção dos resultados.	Novas medidas são definidas para manter o controle e assegurar que o erro não se propague novamente. Novas perdas são procuradas.	Padronização dos processos.

Fonte: Os autores (2016)

*Número das fases do Método de Bufferne associada a cada fase DMAIC

** APO = Árvore de Perdas e Oportunidades

*** Matriz BIOS (Benefícios (Ganhos), Investimento, Operacionalização e Satisfação do cliente)

Quadro 7 – Estruturação dos elementos do binômio LSS para MPME

6. Análise e Discussões

Neste modelo visualiza-se uma sequência de etapas a serem seguidas e aplicadas, com possibilidade de se retornar a etapas anteriores caso não se identifique o melhoramento desejado. Sendo essa sequência de etapas atreladas ao DMAIC e a possibilidade de se utilizar ferramentas da qualidade para se atingir os fins de cada etapa. Assim, esse modelo altera a estrutura de ação das MPMEs, no sentido de se obter uma padronização e sequenciamento de ações, que juntamente com o sistema de qualidade, resulta em aumento da qualidade e eficiência dos processos.

A estruturação dos elementos do binômio LSS ao pilar de melhoria específica torna-se de grande importância por permitir um maior direcionamento da aplicação da ferramenta no processo produtivo. Onde as mesmas usadas em conjunto agregam valor pelo aumento de melhorias ao sistema em análise. Dessa forma, esse modelo é capaz de permitir esse direcionamento estratégico e de ação, proporcionando aos gestores uma gestão mais eficaz do seu processo.

A proposição do modelo no quadro 7, vai muito mais além do que estruturar o trabalho e desenvolver ferramentas adequadas em cada fase. Tal proposição diz respeito a um repensar fundamental das operações, sejam elas de manufatura ou serviços, com vistas a integrar conceitos e intervir de maneira significativa na realidade das MPMEs. Como as MPMEs constituem a grande maioria dos negócios do país e o cenário atual da crise é desanimador, trazendo consigo, queda nas vendas, diminuição da produção e demissões, os esforços para melhorar os resultados das mesmas não são em vão.

Logo, propõe-se para trabalhos futuros a aplicação do modelo de fato em MPMEs com vistas a mensurar seu nível de produtividade antes de sua aplicação e o nível de produtividade depois da sua aplicação, para que assim, seja constatada a eficácia do mesmo. Tal aplicação servirá para que se possam identificar a contingencialidade do método em cada empresa, constituindo assim, uma base sólida de casos de sucesso com a utilização do mesmo, uma vez que a melhoria específica e o DMAIC trazem, comprovadamente, ganhos para as empresas, mas utilizadas separadamente, através de estudos na literatura que já foram expostos neste artigo, utilizadas conjuntamente podem alcançar resultados ainda mais significativos

Referências

ADVANCED C&T. *Sobre o TPM*. Disponível em: <<http://www.advanced-eng.com.br/sobretpm.htm>> Acesso em 1 de maio de 2016.

AGUIAR, S. *Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma*. Volume 1. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

ANDRIETTA, J. M.; MIGUEL, P. A. C. *A Importância do Método Seis Sigma na Gestão da Qualidade Analisada sob uma Abordagem Teórica*. Revista de Ciência & Tecnologia, v. 11, p. 91-98, 2002.

BAÑUELAS, R.; ANTONY, J. *Going from Six Sigma to design for six sigma: an exploratory study using analytic hierarchy process*. The TQM Magazine, v. 15, n. 5, p. 334-344, 2003.

- BEHARA, R. S.; FONTENOT, G. F.; GRESHAM, A.** *Customer satisfaction measurement and analysis using Six Sigma*. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 12, n. 3, p. 9-18, 1995.
- BRADY, J. E.; ALLEN, T. T.** *Six sigma literature: a review and agenda for future research*. Quality and Reliability Engineering International, v. 22, p. 335-367, 2006.
- BUFFERNE, J.** *Le guide de la TPM: Total Productive Maintenance*. Paris : Groupe Eyrolles, 2006.
- GUPTA, P.** *Innovation: the key to a successful project*. Six Sigma Forum Magazine, v.4, n.4, p.13-17, 2005.
- HAN, C.; LEE, Y.** *Intelligent integrated plant operation system for six sigma*. Annual Reviews in Control, v. 26, n. 1, p. 27-43, 2002.
- JIMÉNEZ, H.F.; AMAYA, C.L.** *Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico*. Revista chilena de ingeniería, vol. 22 N° 2, pp. 263-277, 2014.
- KUNIYOSHI, D. S.** *Implementação da Metodologia Lean Seis Sigma em uma empresa do setor têxtil*. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia de Produção - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006
- KWAK, Y. H.; ANBARI, F. T.** *Benefits, obstacles, and future of six sigma approach*. Technovation, v. 26, p. 708-715, 2006.
- LIMA, E. P.; GARBUIO, P. A. R.; COSTA, S. E. G.** *Proposta de modelo teórico-conceitual utilizando o Lean Seis Sigma na Gestão da Produção*. XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2009.
- MARTINI, J.** *Melhoria de desempenho em uma fábrica de cosméticos por meio de uma abordagem participativa*. São Paulo: s. ed., 2009.
- NAKAJIMA, S.** *Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance*. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.
- NAKAJIMA, S.** *Introdução ao TPM Total Productive Maintenance*. São Paulo: Impresso pela IMC International, 1986.
- NAKAZATO, K.** *Conceitos básicos do TPM*. Parte II. Japão: Japan Institute of Plant Maintenance: 1999.
- OHNO, T.** *O Sistema Toyota de Produção, além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997. 137p.
- OLIVEIRA, J. A.; QUEIROZ, G. A.; ESPOSTO, K. F.; RENTES, A. F.; OMETTO, A.** *Um estudo quantitativo em trabalhos científicos sobre o método DMAIC para a sustentabilidade ambiental empresarial*. Salvador: Enegep, 2013.
- QUEIROZ, M. A.** *Lean Seis Sigma. Como integrar o lean manufacturing com o seis sigma*. Banas Qualidade. São Paulo, ano XVI, n.178, p.40-50, março de 2007.
- SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F.** *Modelo de referência para estruturar o Seis Sigma nas organizações*. Gestão da Produção, v. 15, p. 43-56, 2008 .
- SEBRAE.** *Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira*. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – Sebrae, Unidade de Gestão Estratégica, Julho de 2014.
- TAKAHASHI, Y.; TAKASHI, O.** *TPM MPT Manutenção Produtiva Total*. São Paulo: Instituto IMAM 2a Edição, 1993.
- WERKEMA, C.** *Lean seis sigma: introdução às ferramentas do lean manufacturing*. Capítulo 1 – Introdução ao Lean Manufacturing. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- XENOS, H. G. P.** *Gerenciando a manutenção produtiva*. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.