



UMA PROPOSTA DE MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE INTEGRAÇÃO ENTRE AS APLICAÇÕES DE PRODUÇÃO ENXUTA

Área temática: Gestão da Produção

Daniel Luz

d.l@uol.com.br

Dario Ikuo Miyake

dariomiy@usp.br

Tiago Rodrigues de Barros

trbarros@ig.com.br

Resumo: *Conforme crescem as iniciativas de aplicação da Produção Enxuta (PE) e Seis Sigma (SS) em organizações que buscam a excelência operacional, acentua-se a preocupação em vislumbrar meios que promovam a efetiva aplicação destas abordagens sob uma perspectiva mais holística e integradora. Tem-se convencionado chamar de Lean Six Sigma (LSS) a abordagem de melhoria motivada por tal iniciativa. O objetivo deste artigo é apresentar um método para avaliar o nível de integração entre as aplicações de PE e SS, cuja elaboração foi baseada numa pesquisa bibliográfica sobre estudos que procuram distinguir a estrutura para realização de projetos de melhoria e as ferramentas preconizadas por cada uma dessas abordagens. A título de ilustração, são apresentados exemplos de sua aplicação na análise de casos que revelaram diferentes modos de combinação das abordagens PE e SS.*

Palavras-chaves: *Produção Enxuta, Seis Sigma, Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma*

1 INTRODUÇÃO

Frente à necessidade de melhorar sua competitividade, as empresas estão constantemente pressionadas a reduzir custos e aumentar a satisfação de seus clientes. No contexto do sistema de operações, os gestores têm procurado contribuir na busca deste objetivo enfatizando o desenvolvimento de capacitações organizacionais para o desdobramento de esforços de melhoria contínua da produtividade e qualidade. Embora, inicialmente, tal tendência tenha emergido e se disseminado principalmente no âmbito dos sistemas de manufatura de empresas industriais, atualmente, observa-se que de forma crescente fenômeno análogo tem-se intensificado também na área administrativa das empresas e em sistemas de produção de serviços.

A mobilização de gestores, técnicos, operadores e pessoal de *staff* de forma integrada e sistematizada em iniciativas de mudança organizacional e melhoria de processos, envolvendo a assimilação de novos conceitos e implantação de novas práticas, é complexa e para ser eficaz precisa estar solidamente baseada em modelos gerenciais e metodologias consistentes.

Diferentes propostas de instrumentos para organização e condução das mudanças e projetos que se fazem necessários em tais iniciativas têm sido formuladas e experimentadas, mas poucas são as que se sobressaem por terem sido realmente aplicadas com sucesso por empresas líderes e por terem conquistado um crescente número de adeptos entre gestores, especialistas e acadêmicos. Dentre tais propostas destacam-se duas metodologias voltadas à melhoria de processos que têm encontrado crescente difusão em nível internacional, quais sejam:

- A metodologia da Produção Enxuta (*Lean Production*), inspirada na célebre experiência de desenvolvimento do Sistema de Produção Toyota (SPT) pela Toyota Motor Co. (WOMACK; JONES; ROOS, 2001), e
- A metodologia Seis Sigma (*Six Sigma*) cujas implementações pioneiras conduzidas por empresas inovadoras como a Motorola na década de 1980 e General Electric (GE) na década de 1990 tornaram-se notórias por terem contribuído para trazer ganhos significativos à melhoria do desempenho em seus processos de negócio (HENDERSON; EVANS, 2000).

Empresas líderes que haviam adotado a abordagem metodológica da Produção Enxuta (PE) ou Seis Sigma (SS) por motivações distintas em iniciativas independentes, têm embarcado na busca de uma abordagem unificada voltada à melhoria e sustentação da excelência operacional. Tal abordagem — chamada de *Lean Sigma* por autores como Antony, Escamilla e Caine (2003), ou *Lean Six Sigma* por autores como Arnheiter e Maleyeff (2005), George (2002), George, Rowlands, Price e Maxey (2004) e Caldwell, Butler e Posten (2009) — tem atraído crescente atenção e interesse. No presente

artigo, convencionou-se adotar a segunda denominação, *Lean Six Sigma* (LSS), que se tornou a mais utilizada em publicações que mencionam esta abordagem.

Embora a proposta de aplicar de modo integrado as metodologias da PE e do SS e respectivos conceitos e ferramentas seja válida por contribuir para a racionalização das iniciativas organizacionais de busca da excelência operacional, a sua implementação nas empresas e o modo de conduzir projetos de melhoria apoiando-se na abordagem LSS representam um grande desafio aos agentes envolvidos na sua promoção, pois ainda faltam modelos referenciais que orientem o planejamento e operacionalização de esforços nesta direção.

Com o propósito de desenvolver subsídios ao planejamento, condução e avaliação de iniciativas em direção a tal modo de integração, o presente artigo se propõe a apresentar um método para avaliar o modo de combinação das abordagens PE e SS. Isso permitirá que pesquisadores e praticantes entendam quão integradas são suas aplicações, e fornecerá uma base mais consistente para o entendimento e gerenciamento do processo de integração das aplicações destas abordagens. Assim, o desenvolvimento do presente trabalho foi norteado pela seguinte questão de pesquisa:

Como avaliar o modo de integração das abordagens PE e SS?

Da literatura sobre a aplicação da metodologia LSS, diferentes modos de combinação das abordagens PE e SS em projetos de melhoria podem ser levantados. Um modo é o de conduzir iniciativas de melhoria por meio de eventos *kaizen* tal como preconiza a PE, mas caso análises mais complexas para identificar a causa raiz de um problema ou para justificar investimentos de maior magnitude com fundamentos de engenharia se tornem necessárias, um especialista em métodos mais sofisticados de análise estatística que compõem o ferramental da abordagem SS poderia ser designado para apoiar a equipe (SHERIDAN, 2000). Trata-se de uma alternativa em que no modo de conduzir o projeto, predomina o estilo da PE e ele é complementado em pontos específicos com aplicações de ferramentas de SS. Um modo alternativo seria o de conduzir projetos conforme prescreve a sequência DMAIC e em especial, na etapa de análise, recorrer aos Princípios *Lean* que podem sugerir possíveis direcionamentos para a proposição de melhorias no processo focado (HOERL 2004). Esta alternativa tem características inversas da anterior, com predomínio do estilo da abordagem SS.

Tal como ilustra a Figura 1, isso sugere que existe uma diversidade de alternativas para conduzir projetos de melhoria combinando a aplicação dos elementos atrelados às abordagens PE e SS, entre as situações extremas de desenvolvimento de projetos puramente no estilo da PE ou puramente no estilo do SS. Assim, dentro deste espectro, cinco modos básicos de desenvolvimento de projetos

podem ser considerados como sugere a Figura 1. Tais modos podem ser considerados no âmbito expandido de uma organização ou no âmbito menor de projetos de melhoria de processos específicos dado que numa mesma organização, conforme a natureza do projeto e dos resultados buscados, o nível de aplicação integrada das abordagens PE e SS pode variar. O presente trabalho se restringe à operacionalização de um método de verificação do modo de combinação das abordagens PE e SS no âmbito de projeto.

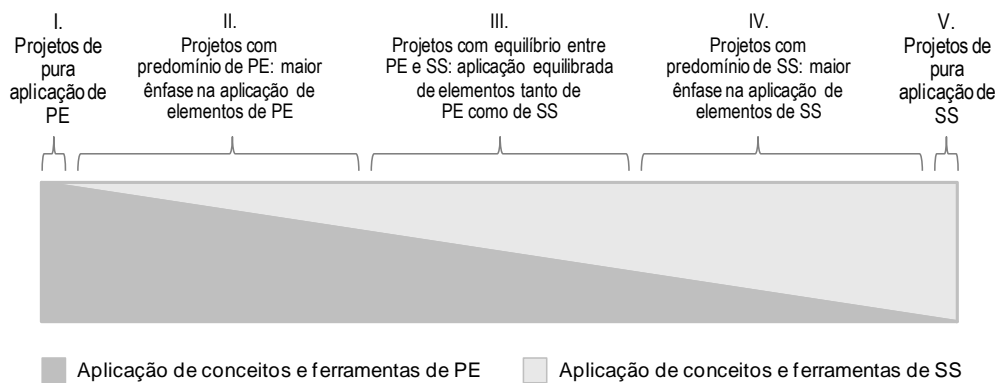


Figura 1 - Espectro dos modos de combinação das abordagens PE e SS em projetos de melhoria de processo

Para que a verificação do modo de combinação das abordagens PE e SS possa ser operacionalizada, a seção seguinte estabelece as dimensões, ou seja, as categorias de elementos das duas metodologias em foco a serem analisadas em cada projeto que for objeto de avaliação. Também considera como o aproveitamento de elementos de PE e de SS se manifesta em cada uma dessas dimensões. Na sequência, na seção 3, é proposto um método para se verificar o modo de combinação das abordagens PE e SS num projeto de melhoria de processo, a partir de uma análise do nível de integração observado nas dimensões de projeto a serem analisadas. Na seção 4, a aplicação do método proposto é ilustrada na avaliação de 4 casos de adoção da abordagem LSS identificados na literatura. Finalmente, na seção 5 são apresentadas algumas considerações finais sobre o método proposto e para a continuidade de seu desenvolvimento.

2 Referencial teórico

No estabelecimento dos fundamentos teóricos para elaboração do procedimento proposto para a

avaliação do nível de integração das abordagens de PE e SS foram consideradas publicações indexadas pelo ISI *Web of Science* que continham as palavras <*lean six sigma*>, sem aspas, nos campos título, palavras-chave e *abstract*. Dentre os documentos identificados, foram filtrados aqueles que fossem do tipo *article* (artigo de periódicos), *meeting* (artigo de congressos) ou *review* (artigo de revisão da literatura), e que estivessem nos idiomas inglês, português, ou espanhol. Após eliminação de documentos que não abordavam as abordagens de PE (buscados pelo termo *lean*) e SS (buscados pelo termo *six sigma*) em foco (por exemplo: um artigo que continha a expressão “*six males; sigma 7 skinfolds lean body mass*”) foi obtida uma relação de 288 artigos, dos quais, para um total de 200 artigos foi possível obter acesso ao artigo completo. Ao se analisar esta base, algumas referências relevantes ao estudo foram identificadas e com base nelas outros 2 trabalhos foram adicionados.

O trabalho mais antigo desta base de documentos foi publicado em 1995 e o mais recente em 2014, sendo que 96% foram publicados após janeiro de 2005 e 59% após janeiro de 2010, o que sugere que a discussão de relações entre as metodologias PE e SS atraiu crescente atenção ao longo dos últimos anos.

2.1 Dimensões para caracterização do modo de combinação das abordagens PE e SS

Segundo Silva *et al.* (2011), os projetos de melhoria que adotam a abordagem PE e os que adotam a abordagem SS apresentam características bem distintas e elas estão atreladas a quatro dimensões-chave, quais sejam: a) Organização estabelecida para o desenvolvimento do projeto, b) Direcionamento determinado ao projeto, c) Ambiente de trabalho em que se insere a realização do projeto e que influencia o seu andamento e d) Método de melhoria aplicado na busca da melhoria. Dentre estas, em particular, a dimensão ambiental, fortemente associada à cultura gerencial, é de difícil observação e avaliação por observadores externos. Assim, neste trabalho optou-se por focalizar dentre os elementos apontados por estes autores para as demais dimensões, aqueles que podem ser verificados por meio de evidências passíveis de serem levantadas de maneira mais direta pelo avaliador, os quais são enumerados a seguir: 1. Forma de condução de projetos, 2. Seleção de projetos, 3. Escopo dos resultados buscados, 4. Linha de comando, 5. Agentes de disseminação, 6. Métodos ou ferramentas aplicados.

Dentre esses elementos, os cinco primeiros dizem respeito à Estrutura estabelecida para a promoção e realização de projetos de melhoria. Já a configuração do elemento Métodos ou ferramentas é definida em função dos instrumentos empregados no desdobramento de cada projeto visando à

consecução da melhoria buscada. Este elemento, que caracteriza como o problema que motivou o projeto foi analisado e o processo focado foi melhorado, é um dos aspectos que caracteriza de maneira mais evidente a aderência aos ditames da PE ou SS.

Assim, neste trabalho, as dimensões “Estrutura” e “Ferramentas” foram adotadas para direcionar a busca de elementos que ajudam a evidenciar os atributos de PE ou SS de um projeto de melhoria.

2.2 Caracterização das abordagens PE e SS quanto à Estrutura

Os elementos que caracterizam a dimensão Estrutural dividem-se basicamente em elementos que distinguem como os projetos de melhoria a serem desenvolvidos são selecionados e estruturados para serem conduzidos, e em elementos que distinguem a estrutura implantada para o engajamento das pessoas. Os do primeiro tipo envolvem os elementos referentes à Forma de condução de projetos, Forma de seleção de projetos e Escopo dos resultados buscados e compõem a “Forma de desdobramento de projetos” da abordagem PE ou SS.

A análise da base de documentos selecionados revelou que a forma mais difundida para reconhecer a adoção da abordagem PE na condução de projetos de melhoria é verificar se estes são norteados pelos chamados Princípios *Lean*, quais sejam: 1. Especificar valor, 2. Identificar o fluxo de valor, 3. Criar fluxo eliminando desperdícios, 4. Puxar a produção conforme a demanda, 5. Buscar a perfeição; enquanto os projetos aderentes à abordagem SS tipicamente seguem a sequência de etapas DMAIC, ou seja: 1. Definir 2. Medir 3. Analisar 4. Melhorar e 5. Controlar (AKBULUT-BAILEY; MOTWANI; SMEDLEY, 2012; ANDERSSON *et al.*, 2014; BARTON; THOMAS, 2009; CHANG; HUANG; TORNG, 2010; KRUEGER; PARAST; ADAMS, 2014; PACHECO, 2014; NAVE, 2002; NIU; LAU; PECHT, 2010; SALAH; RAHIM; CARRETERO, 2010; SCOTT; WILCOCK; KANETKAR, 2009; SEIDL; NEWHOUSE, 2012). Outros autores (JIN; ZHAO, 2010; MIYAKE; RAMOS, 2007; SILVA *et al.*, 2011), destacam que a realização de eventos *kaizen* é uma forma mais rápida da abordagem PE para resolver problemas mais simples, enquanto que a forma do DMAIC é comumente mais adotada na resolução de problemas mais complexos.

Alguns autores deixam claro que para se integrar as aplicações de PE e SS seria fundamental combinar estas duas formas (BARTON; THOMAS, 2009; NIU; LAU; PECHT, 2010; SALAH; RAHIM; CARRETERO, 2010; SCOTT; WILCOCK; KANETKAR, 2009; SEIDL; NEWHOUSE 2012), principalmente seguindo o DMAIC de uma maneira mais integrada aos Princípios *Lean*, e enfatizando a análise do fluxo de valor pelo uso do mapeamento do fluxo de valor (MFV).

Quanto à Forma de seleção de projetos e Escopo dos resultados buscados, Miyake; Ramos (2007), Pacheco (2014) e Silva *et al.* (2011) enfatizam que a abordagem PE tem o foco mais voltado para a identificação e tratamento dos problemas do dia a dia, enquanto a abordagem SS busca projetos de melhoria de maior magnitude alinhados aos objetivos estratégicos da empresa.

Já os elementos Linha de comando e Agentes de disseminação compõem a “Forma de engajamento das pessoas” em ações de melhoria baseadas na abordagem PE ou SS. Diversos autores destacam como uma diferença marcante entre as abordagens PE e SS, o fato do primeiro contar com o envolvimento das lideranças já constituídas na organização e com o apoio de especialistas em PE enquanto a segunda se apoia na atuação de *green belts* (GB), *black belts* (BB), *master black belts* (MBB) e *champions* que participam no desenvolvimento de projetos assumindo diferentes papéis (JIN; ZHAO, 2010; KRUEGER; PARAST; ADAMS, 2014; MIYAKE; RAMOS, 2007; PACHECO, 2014; SILVA *et al.*, 2011). Além disso, vale acrescentar que o desenvolvimento sistemático de projetos de melhoria numa organização depende não somente da capacitação dos especialistas mencionados acima, mas também do treinamento dos colaboradores em geral. Assim, o Treinamento é aqui incorporado como um elemento que complementa a caracterização da Forma de engajamento. Em iniciativas de implementação da PE, o treinamento em suas ferramentas é prático e realizado simultaneamente com os projetos, enquanto em organizações aderentes ao SS o treinamento é baseado na definição das fases do DMAIC e inclui a elaboração de um projeto relevante, a fim de desenvolver as habilidades requeridas por esta metodologia (MIYAKE; RAMOS, 2007; SILVA *et al.*, 2011).

Quadro 1 - Desdobramento da dimensão Estrutura em características da aplicação de PE e de SS

Subdimensão	Elementos	Características de PE	Características de SS
Forma de desdobramento de projetos (D)	• Forma de condução de projetos (D_1)	<ul style="list-style-type: none"> • Princípios <i>Lean</i> como guia • Uso do mapeamento do fluxo de valor (MFV) • Realização de evento <i>kaizen</i> 	Sequência de desenvolvimento baseado no DMAIC
	• Forma de seleção de projetos / Escopo dos resultados buscados (D_2)	Identificação de problemas operacionais do dia a dia, frequentemente tratáveis pelo giro do ciclo PDCA	Seleção de grandes projetos de melhoria alinhados com os objetivos estratégicos da empresa
Forma de engajamento das pessoas (E)	• Linha de comando / Agentes de disseminação (E_1)	Lideranças já constituídas na organização e especialistas em PE	Mobilização de agentes como <i>green belts</i> , <i>black belts</i> , <i>master black belts</i> e <i>champions</i> com papéis específicos
	• Treinamento e Conhecimento (E_2)	Treinamento prático e focado nas ferramentas necessárias para o desenvolvimento de um projeto	Treinamentos baseados no DMAIC, incluindo aplicação das ferramentas em um projeto relevante

O Quadro 1 apresenta o desdobramento da dimensão Estrutura em duas subdimensões, Forma de desdobramento de projetos e Forma de engajamento das pessoas e sintetiza como seus elementos se distinguem em iniciativas de aplicação das abordagens PE e SS.

2.3 Caracterização das abordagens PE e SS quanto às Ferramentas

A caracterização de projetos quanto às ferramentas empregadas no seu desenvolvimento depende basicamente da identificação da metodologia à qual elas estão atreladas, ou seja, se foram aplicadas ferramentas de PE ou de SS. Para se estabelecer a relação entre as ferramentas utilizadas e as metodologias da PE e SS, foi realizada uma busca na base de documentos levantada para identificar trabalhos que apresentassem claramente comparações entre ferramentas de PE e de SS. Tipicamente isso é feito por meio de tabelas, listando em uma coluna aquelas classificadas como ferramentas PE e na outra as ferramentas SS; ou por meio de diagramas de Venn que ilustram dois conjuntos de dados parcialmente sobrepostos em que nas duas áreas exclusivas são posicionadas separadamente as ferramentas específicas de PE e SS e na área de intersecção são posicionadas as ferramentas comuns às duas metodologias; ou por meio de descrição textual das ferramentas típicas de PE e SS. Foram levantados 12 artigos que por meio de uma das maneiras mencionadas acima distinguem as ferramentas mais relacionadas a PE e as mais relacionadas a SS. Dentre estes artigos, 7 apontam ferramentas consideradas comuns a essas metodologias. Estas comparações foram transcritas para uma planilha em Excel, mantendo-se o registro do artigo de origem, o nome das ferramentas listadas e a abordagem a qual a ferramenta se referia: PE, SS ou comum. A compilação de todas as ferramentas enumeradas por estes artigos resultou numa lista com 283 itens (denominados em inglês), sendo 120

ferramentas PE, 119 ferramentas SS e 44 ferramentas comuns. Para se eliminar itens redundantes e posteriormente agrupar os remanescentes num número menor de categorias, os seguintes passos foram cumpridos:

- Inicialmente, as denominações foram padronizadas. Assim, por exemplo, como a prática do sistema *just-in-time* foi citada alternativamente como “*just in time*” ou “JIT”, sua denominação foi padronizada como “*just-in-time*”.
- Em seguida foram descartados os itens que:
 - já estavam sendo considerados para caracterizar elementos da dimensão estrutural – comentada na seção anterior – tais como: *belt system* (MBB, BB, GB) (KUMAR *et al.*, 2006; PACHECO, 2014), DMAIC (JIN; ZHAO, 2010; KUMAR *et al.*, 2006; LEE-MORTIMER, 2006; PACHECO, 2014; PSYCHOGIOS; TSIRONIS, 2012), *kaizen* (DROHOMERETSKI *et al.*, 2014; KUMAR *et al.*, 2006; VINODH; GAUTHAM; RAMIYA, 2011; PDCA (LEE-MORTIMER, 2006), *project management* (JIN; ZHAO, 2010; KUMAR *et al.*, 2006), *value stream mapping* (CHEN; LYU, 2009; JIN; ZHAO, 2010; KUMAR *et al.*, 2006; LEE-MORTIMER, 2006; PACHECO, 2014; SILVA *et al.*, 2011; VINODH; GAUTHAM; RAMIYA, 2011), ou que
 - se referissem vagamente a objetivos e não a ferramentas propriamente ditas a serem aplicadas para o alcance dos mesmos, como *eliminate waste* (PSYCHOGIOS; TSIRONIS, 2012), *reduce inventory* (PSYCHOGIOS; TSIRONIS, 2012), *reduce variation* (PSYCHOGIOS; TSIRONIS, 2012), *variability reduction* (JIN; ZHAO, 2010; KUMAR *et al.*, 2006); ou que
 - se referissem as ferramentas específicas para desenvolvimento de produto como DFSS (PSYCHOGIOS; TSIRONIS, 2012) e *robust design* (DROHOMERETSKI *et al.*, 2014; JIN; ZHAO, 2010; KUMAR *et al.*, 2006); por estarem fora do escopo da pesquisa.

Assim, 30 itens foram descartados.

- Dentre os 253 itens mantidos na relação, muitos se referiam a componentes que fazem parte de uma prática mais sistêmica ou a exemplos específicos de uma categoria de métodos mais abrangente e que, portanto, justificavam sua consolidação numa categoria de ferramentas de nível mais alto. Um exemplo do primeiro caso é o do conjunto de itens como *just-in-time*, *kanban* e *pull system* que foram considerados como componentes do “*just-in-time system*”, e um exemplo do segundo caso é o da categoria denominada *design of experiments* (DOE) que passou

a englobar itens como *experimental planning*, *full factorial regression*, *2k factorial design*. Este processo de consolidação resultou numa relação menor com 68 ferramentas.

- Destas ferramentas verificou-se que 32 foram citadas por 2 ou mais artigos, dos quais, 9 ferramentas (abrangendo 52 itens) tiveram casos de algum de seus itens ser considerado em um ou mais artigos de uma forma (i.e. associada à metodologia PE, associada à metodologia SS ou a ambas as metodologias) e de outra forma por outro(s) artigo(s). Por exemplo: a ferramenta “5 why” foi considerada em quatro artigos como ferramenta “comum” (JIN; ZHAO, 2010; KUMAR *et al.*, 2006; LEE-MORTIMER, 2006; VINODH; GAUTHAM; RAMIYA, 2011) e em um artigo como ferramenta PE (CHEN; LYU, 2009). Em tais casos optou-se por desconsiderar a perspectiva divergente e adotar a perspectiva predominante. Este procedimento foi suficiente para em 7 casos de divergência, identificar e adotar a perspectiva predominante. Em 2 casos foram identificadas perspectivas associando a ferramenta em questão tanto à metodologia PE, como à metodologia SS e a ambas. Isto ocorreu nos casos de *process mapping* e de *standardization*. Nestes casos, convencionou-se considerar a ferramenta como “comum”. Ao final deste passo, cada uma das 32 ferramentas foi definida univocamente como sendo uma ferramenta PE, ferramenta SS ou ferramenta comum.

Tabela 1 - Ferramentas PE e SS

Abordagem	Ferramentas	Referências											
		Akbulut-Bailey <i>et al.</i> (2012)	Chen; Lyu (2009)	Drohomeretski <i>et al.</i> (2014)	Hallam <i>et al.</i> (2010)	Jin; Zhao (2010)	Kumar <i>et al.</i> (2006)	Lee-Mortimer (2006)	Pacheco (2014)	Psychogios; Tsironis (2012)	Salah <i>et al.</i> (2010)	Silva <i>et al.</i> (2011)	Vinodh <i>et al.</i> (2011)
PE	SS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓
	Balanceamento de linha				✓	✓	✓						
	Manufatura celular	✓	✓			✓	✓						✓
	<i>Genchi genbutsu</i> (atitude “vá e veja”)		✓		✓		✓	✓					
	Nivelamento da produção (<i>heijunka</i>)		✓		✓				✓	✓			
	Sistema <i>just-in-time</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
	<i>Layout</i> para fluxo contínuo			✓	✓						✓		
	<i>One piece flow</i>			✓	✓			✓	✓		✓		
	Prevenção de falhas (<i>pokayoke</i>)	✓	✓	✓			✓						✓
	<i>Setup</i> rápido	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓
	Planejamento pelo <i>takt time</i>	✓	✓		✓		✓	✓	✓				
	Manutenção produtiva		✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓
Gestão à vista	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓			
SS	SIPOC		✓	✓								✓	
	Análise da média e análise de variância		✓	✓			✓						
	Análise da capacidade do processo (métricas SS)		✓	✓	✓		✓		✓	✓			
	Controle estatístico do processo (CEP)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	
	Planejamento de experimentos		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	
	Análise do modo e efeito da falha (FMEA)		✓		✓		✓	✓				✓	
	Teste de hipóteses			✓			✓		✓	✓			
	Análise do sistema de medição		✓	✓	✓		✓	✓		✓			
	Análise de regressão e correlação		✓	✓	✓		✓	✓		✓		✓	
Desdobramento da função qualidade (QFD)*		✓		✓	✓	✓	✓				✓		
Comum	5 por quês					✓	✓	✓				✓	
	Mapeamento de processos			✓	✓	✓	✓		✓	✓			
	Ferramentas básicas da qualidade**		✓	✓		✓	✓	✓				✓	
	Padronização		✓	✓	✓					✓	✓	✓	

Notas: * Inclui a análise da voz do cliente (VOC)
** Exclui gráficos de controle considerado como um componente do CEP

- Dado que para muitas ferramentas, a frequência com que foram citadas foi muito baixa, indicando que se tratavam de ferramentas específicas pouco aplicadas ou que haviam sido associadas à metodologia PE e/ou SS por uma visão muito particular de determinado(s) autor(es), o último passo consistiu em distinguir as ferramentas mais lembradas. Observando o número de artigos em que cada ferramenta foi citada, identificou-se um conjunto de 27 ferramentas que merecem destaque por terem sido apontadas por 3 ou mais artigos diferentes. Convencionou-se então, tratar as ferramentas assim identificadas como “ferramentas principais”.

A Tabela 1 enumera a relação destas ferramentas, das quais 13 são ferramentas PE, 10 são ferramentas SS, e 4 são “comuns”. As demais 41 ferramentas serão consideradas como ferramentas menos usuais aplicadas em situações especiais.

Com base na classificação apontada pela Tabela 1 torna-se possível determinar a abordagem associada a cada uma das ferramentas usadas em casos de aplicação da metodologia PE e/ou da metodologia SS e avaliar o seu nível de integração.

3 Proposta de um método de análise da integração entre PE e SS

Tendo-se definido como as dimensões Estrutura e Ferramentas caracterizam a aplicação da metodologia PE ou da metodologia SS, nas seções seguintes são propostos critérios para balizar a avaliação do nível de integração das abordagens PE e SS em cada uma destas duas dimensões. Vale lembrar que estes critérios se destinam à avaliação do nível de integração entre PE e SS no âmbito de um projeto.

3.1 Critério de avaliação do nível de integração na dimensão Estrutura

Para caracterizar o nível de integração das abordagens PE e SS em relação à dimensão Estrutura num projeto propõe-se verificar para cada uma das duas subdimensões apontadas no Quadro 1, se há alguma evidência de que a abordagem PE e/ou a abordagem SS foi aproveitada, ainda que parcialmente, pois em aplicações reais, os praticantes destas abordagens nem sempre demonstram plena adesão aos seus preceitos e métodos. Para isso, propõe-se definir as seguintes variáveis binárias que se referem à aderência de um dado projeto de melhoria às características de uma dada abordagem de melhoria X:

D_X : adoção da abordagem X na subdimensão Forma de desdobramento de projetos, sendo que

$$D_X = 1 \text{ se } D_{1,X} = 1 \text{ e/ou } D_{2,X} = 1; \text{ senão } D_X = 0$$

$D_{1,X}$: adoção da abordagem X no elemento D_1 , sendo que se a característica de X apontada no

Quadro 1 for observada então $D_{1,X} = 1$; senão $D_{1,X} = 0$. Quando $X = PE$, se qualquer das 3 formas apontadas for aplicada então $D_{1,PE} = 1$

$D_{2,X}$: adoção da abordagem X no elemento D_2 , sendo que se a característica de X apontada no

Quadro 1 for observada então $D_{2,X} = 1$; senão $D_{2,X} = 0$

E_X : adoção da abordagem X na subdimensão Forma de engajamento das pessoas, sendo que E_X

$$= 1 \text{ se } E_{1,X} = 1 \text{ e/ou } E_{2,X} = 1, \text{ senão } E_X = 0$$

$E_{1,X}$: adoção da abordagem X no elemento E_1 , sendo que se a característica de X apontada no

Quadro 1 for observada então $E_{1,X} = 1$; senão $E_{1,X} = 0$

$E_{2,X}$: adoção da abordagem X no elemento E_2 , sendo que se a característica de X apontada no

Quadro 1 for observada então $E_{2,X} = 1$; senão $E_{2,X} = 0$

No presente trabalho, dado que X pode ser PE ou SS, tem-se que:

NSE_{PE} : número de subdimensões da dimensão Estrutura para as quais há evidência de que a

abordagem PE foi aplicada, sendo que $NSE_{PE} = D_{PE} + E_{PE}$

NSE_{SS} : número de subdimensões da dimensão Estrutura para as quais há evidência de que a

abordagem SS foi aplicada, sendo que $NSE_{SS} = D_{SS} + E_{SS}$

Admitindo que as evidências de adoção de características das abordagens PE e SS identificadas nas duas subdimensões que compõem a dimensão Estrutura sinalizam o quanto elas foram integradas na mesma, e notando que o valor tanto de NSE_{PE} como de NSE_{SS} pode ser 0, 1 ou 2, para se classificar o nível de integração atingido propõe-se usar o Quadro 2. Este quadro sugere que dado um projeto, em função do par de valores dado por NSE_{PE} e NSE_{SS} , o nível de integração na sua realização pode ter sido inexistente (ou seja, que o projeto se baseou puramente em PE ou em SS), ou moderado com predomínio da adoção de elementos de PE ou de SS, ou equilibrado no aproveitamento de elementos de ambas as abordagens.

Quadro 2 - Classificação do nível de integração entre PE e SS na dimensão Estrutura

		Subdimensões de Estrutura com evidência de SS			
		NSE_{SS}	0	1	2
Subdimensões de Estrutura com evidência de PE	NSE_{PE}	0	N.A.	Puramente SS	Puramente SS
	1	Puramente PE	Equilíbrio	Predomínio de SS	
	2	Puramente PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	

Vale observar que a classificação “NA - Não se aplica” se refere à situação em que não há qualquer evidência de aproveitamento nem da abordagem PE e nem da abordagem SS na Estrutura do projeto. Embora seja plausível que isso ocorra em projetos que não tenham sido baseados nos preceitos de PE e SS, naqueles que de algum modo procuraram combinar a aplicação destas abordagens, é de se esperar que alguma evidência de aproveitamento de ao menos uma delas seja encontrada.

A título de ilustração, são apresentados, três exemplos de classificação na Figura 2.

O exemplo 1 é de um caso em que o desdobramento de projetos foi direcionado pela aplicação do MFV ($D_{PE} = 1$) sem considerar a abordagem SS ($D_{SS} = 0$), e nenhuma evidência de aproveitamento das abordagens PE e SS foi observada na Forma de engajamento das pessoas ($E_{PE} = 0$ e $E_{SS} = 0$). Portanto, conforme o Quadro 2, como neste caso $NSE_{PE} = 1$ e $NSE_{SS} = 0$, a dimensão Estrutura caracteriza-se como “Puro PE” por revelar somente o aproveitamento da abordagem PE.

O exemplo 2 ilustra um caso em que foram identificados o uso do DMAIC como Forma de desdobramento de projetos ($D_{SS} = 1$) e a presença de *belts* na Forma de engajamento das pessoas ($E_{SS} = 1$) caracterizando o aproveitamento da abordagem SS, bem como o uso de Eventos *kaizen* como Forma de desdobramento de projetos ($D_{PE} = 1$) tal como preconiza a abordagem PE, mas nenhuma das Formas de engajamento das pessoas que são típicas desta abordagem foi adotada ($E_{PE} = 0$). Portanto, neste caso $NSE_{PE} = 1$ e $NSE_{SS} = 2$, indicando que foram adotadas características tanto de PE como de SS na Estrutura do projeto, mas que as da segunda sobressaem (“Predomínio de SS”).

Exemplo	Número de evidências de PE e SS encontradas para a dimensão Estrutura	Classificação do nível de integração entre PE e SS na dimensão Estrutura																																			
1	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Subdimensões</th> <th colspan="2">Evidências</th> </tr> <tr> <th>PE</th> <th>SS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Forma de desdobramento de projetos</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Forma de engajamento das pessoas</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Dimensão - Estrutura</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		Subdimensões	Evidências		PE	SS	Forma de desdobramento de projetos	1	0	Forma de engajamento das pessoas	0	0	Dimensão - Estrutura	1	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Subdimensões de Estrutura com evidência de SS</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">NSE_{PE} \ NSE_{SS}</th> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>0</th> <td>N.A.</td> <td>Puramente SS</td> <td>Puramente SS</td> </tr> <tr> <th>1</th> <td>Puramente PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Predomínio de SS</td> </tr> <tr> <th>2</th> <td>Puramente PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Equilíbrio</td> </tr> </tbody> </table>	Subdimensões de Estrutura com evidência de SS				NSE _{PE} \ NSE _{SS}	0	1	2	0	N.A.	Puramente SS	Puramente SS	1	Puramente PE	Equilíbrio	Predomínio de SS	2	Puramente PE	Predomínio de PE	Equilíbrio
	Subdimensões	Evidências																																			
		PE	SS																																		
	Forma de desdobramento de projetos	1	0																																		
Forma de engajamento das pessoas	0	0																																			
Dimensão - Estrutura	1	0																																			
Subdimensões de Estrutura com evidência de SS																																					
NSE _{PE} \ NSE _{SS}	0	1	2																																		
	0	N.A.	Puramente SS	Puramente SS																																	
1	Puramente PE	Equilíbrio	Predomínio de SS																																		
2	Puramente PE	Predomínio de PE	Equilíbrio																																		
2	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Subdimensões</th> <th colspan="2">Evidências</th> </tr> <tr> <th>PE</th> <th>SS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Forma de desdobramento de projetos</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Forma de engajamento das pessoas</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Dimensão - Estrutura</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>		Subdimensões	Evidências		PE	SS	Forma de desdobramento de projetos	1	1	Forma de engajamento das pessoas	0	1	Dimensão - Estrutura	1	2	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Subdimensões de Estrutura com evidência de SS</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">NSE_{PE} \ NSE_{SS}</th> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>0</th> <td>N.A.</td> <td>Puramente SS</td> <td>Puramente SS</td> </tr> <tr> <th>1</th> <td>Puramente PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Predomínio de SS</td> </tr> <tr> <th>2</th> <td>Puramente PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Equilíbrio</td> </tr> </tbody> </table>	Subdimensões de Estrutura com evidência de SS				NSE _{PE} \ NSE _{SS}	0	1	2	0	N.A.	Puramente SS	Puramente SS	1	Puramente PE	Equilíbrio	Predomínio de SS	2	Puramente PE	Predomínio de PE	Equilíbrio
	Subdimensões	Evidências																																			
		PE	SS																																		
	Forma de desdobramento de projetos	1	1																																		
Forma de engajamento das pessoas	0	1																																			
Dimensão - Estrutura	1	2																																			
Subdimensões de Estrutura com evidência de SS																																					
NSE _{PE} \ NSE _{SS}	0	1	2																																		
	0	N.A.	Puramente SS	Puramente SS																																	
1	Puramente PE	Equilíbrio	Predomínio de SS																																		
2	Puramente PE	Predomínio de PE	Equilíbrio																																		
3	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Subdimensões</th> <th colspan="2">Evidências</th> </tr> <tr> <th>PE</th> <th>SS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Forma de desdobramento de projetos</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Forma de engajamento das pessoas</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Dimensão - Estrutura</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>		Subdimensões	Evidências		PE	SS	Forma de desdobramento de projetos	1	1	Forma de engajamento das pessoas	1	1	Dimensão - Estrutura	2	2	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Subdimensões de Estrutura com evidência de SS</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">NSE_{PE} \ NSE_{SS}</th> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>0</th> <td>N.A.</td> <td>Puramente SS</td> <td>Puramente SS</td> </tr> <tr> <th>1</th> <td>Puramente PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Predomínio de SS</td> </tr> <tr> <th>2</th> <td>Puramente PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Equilíbrio</td> </tr> </tbody> </table>	Subdimensões de Estrutura com evidência de SS				NSE _{PE} \ NSE _{SS}	0	1	2	0	N.A.	Puramente SS	Puramente SS	1	Puramente PE	Equilíbrio	Predomínio de SS	2	Puramente PE	Predomínio de PE	Equilíbrio
	Subdimensões	Evidências																																			
		PE	SS																																		
	Forma de desdobramento de projetos	1	1																																		
Forma de engajamento das pessoas	1	1																																			
Dimensão - Estrutura	2	2																																			
Subdimensões de Estrutura com evidência de SS																																					
NSE _{PE} \ NSE _{SS}	0	1	2																																		
	0	N.A.	Puramente SS	Puramente SS																																	
1	Puramente PE	Equilíbrio	Predomínio de SS																																		
2	Puramente PE	Predomínio de PE	Equilíbrio																																		

Figura 2 - Exemplos de classificação do nível de integração entre PE e SS na dimensão Estrutura

Já o exemplo 3, refere-se a um caso em que foram encontradas evidências de duas características estruturais de PE ($NSE_{PE} = 2$) e duas características estruturais de SS ($NSE_{SS} = 2$), atestando que ambas as abordagens foram aproveitadas com “Equilíbrio”.

3.2 Critério de avaliação do nível de integração na dimensão das Ferramentas

Para classificar o nível de integração na aplicação de ferramentas de PE e SS em projetos de melhoria de processo, propõe-se considerar a variedade de ferramentas atreladas a cada uma das duas abordagens que foram aplicadas em seu desenvolvimento. Para isso, se num dado projeto é mencionado que uma ferramenta relacionada como ferramenta PE ou ferramenta SS na Tabela 1 foi utilizada, admitindo que isso evidencia o aproveitamento da abordagem que a promove na dimensão Ferramenta, propõe-se contar as seguintes variáveis:

NF_{PE} : número de ferramentas PE diferentes utilizadas no projeto

NF_{SS} : número de ferramentas SS diferentes utilizadas no projeto

As ferramentas “comuns” cuja utilização é promovida tanto pela PE como pelo SS, não são consideradas nesta contagem.

Uma vez determinado o par de valores NF_{PE} e NF_{SS} , propõe-se classificar o nível de integração

entre PE e SS na dimensão Ferramentas conforme os critérios sugeridos no Quadro 3.

Quadro 3 - Classificação do nível de integração entre PE e SS na dimensão Ferramentas

		Número de ferramentas SS diferentes utilizadas no projeto							
		NF_{SS}	0	1	2	3	4	5
Número de ferramentas PE diferentes utilizadas no projeto	NF_{PE}	0	NA	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS
	1	Puramente PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	Predomínio de SS	Predomínio de SS	
	2	Puramente PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	Predomínio de SS	
	3	Puramente PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	
	4	Puramente PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	
	5	Puramente PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio	
	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	

Em projetos em que for identificada somente aplicação de Ferramenta(s) PE ($NF_{SS} = 0$) ou somente aplicação de Ferramenta(s) SS ($NF_{PE} = 0$), o nível de integração é classificado, respectivamente, como “Puramente PE” ou como “Puramente SS”. Em projetos em que ao menos uma ferramenta de cada abordagem tenha sido aplicada, caso os valores de NF_{PE} e NF_{SS} sejam iguais ou próximos, com diferença de uma ferramenta, será admitido que houve “Equilíbrio” no modo de combinação do uso das ferramentas PE e SS; mas caso a diferença seja de duas ou mais ferramentas, será considerado que houve um “Predomínio” da abordagem que teve maior número de ferramentas.

O Quadro 3 indica a classificação que é atribuída em função de valores de NF_{PE} e NF_{SS} de até 5 ferramentas estando limitado a uma matriz 5x5, mas ela pode ser estendida caso seja identificado o uso de um maior número de ferramentas de PE e/ou SS.

Pode ocorrer de um projeto ter sido conduzido sem aplicação de nenhuma ferramenta PE e nenhuma ferramenta SS (classificação “NA - Não se aplica”), contudo não é plausível que isso ocorra em projetos de melhoria de processo como os considerados neste estudo, que são aqueles que supostamente envolvem alguma iniciativa de integração das abordagens PE e SS em seu desenvolvimento.

Exemplo	Número de diferentes Ferramentas de PE e SS para as quais há evidências	Classificação do nível de integração entre PE e SS na dimensão Ferramentas																																																																	
1	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Evidências PE</th> <th>Evidências SS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dimensão Ferramentas</td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		Evidências PE	Evidências SS	Dimensão Ferramentas	3	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="6">Número de ferramentas SS diferentes utilizadas no projeto</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> <tr> <th rowspan="6">Número de ferramentas PE diferentes utilizadas no projeto</th> <th>0</th> <td>NA</td> <td>Puramente SS</td> <td>Puramente SS</td> <td>Puramente SS</td> <td>Puramente SS</td> <td>Puramente SS</td> </tr> <tr> <th>1</th> <td>Puramente PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Predomínio de SS</td> <td>Predomínio de SS</td> <td>Predomínio de SS</td> </tr> <tr> <th>2</th> <td>Puramente PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Predomínio de SS</td> <td>Predomínio de SS</td> </tr> <tr> <th>3</th> <td>Puramente PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Predomínio de SS</td> </tr> <tr> <th>4</th> <td>Puramente PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> </tr> <tr> <th>5</th> <td>Puramente PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> </tr> </thead> </table>			Número de ferramentas SS diferentes utilizadas no projeto								0	1	2	3	4	5	Número de ferramentas PE diferentes utilizadas no projeto	0	NA	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	1	Puramente PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	Predomínio de SS	Predomínio de SS	2	Puramente PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	Predomínio de SS	3	Puramente PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	4	Puramente PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	5	Puramente PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio
	Evidências PE	Evidências SS																																																																	
Dimensão Ferramentas	3	0																																																																	
		Número de ferramentas SS diferentes utilizadas no projeto																																																																	
		0	1	2	3	4	5																																																												
Número de ferramentas PE diferentes utilizadas no projeto	0	NA	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS																																																												
	1	Puramente PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	Predomínio de SS	Predomínio de SS																																																												
	2	Puramente PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	Predomínio de SS																																																												
	3	Puramente PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS																																																												
	4	Puramente PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio																																																												
	5	Puramente PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio																																																												
2	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Evidências PE</th> <th>Evidências SS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dimensão Ferramentas</td> <td>3</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		Evidências PE	Evidências SS	Dimensão Ferramentas	3	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="6">Número de ferramentas SS diferentes utilizadas no projeto</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> <tr> <th rowspan="6">Número de ferramentas PE diferentes utilizadas no projeto</th> <th>0</th> <td>NA</td> <td>Puramente SS</td> <td>Puramente SS</td> <td>Puramente SS</td> <td>Puramente SS</td> <td>Puramente SS</td> </tr> <tr> <th>1</th> <td>Puramente PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Predomínio de SS</td> <td>Predomínio de SS</td> <td>Predomínio de SS</td> </tr> <tr> <th>2</th> <td>Puramente PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Predomínio de SS</td> <td>Predomínio de SS</td> </tr> <tr> <th>3</th> <td>Puramente PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Predomínio de SS</td> </tr> <tr> <th>4</th> <td>Puramente PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> </tr> <tr> <th>5</th> <td>Puramente PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> </tr> </thead> </table>			Número de ferramentas SS diferentes utilizadas no projeto								0	1	2	3	4	5	Número de ferramentas PE diferentes utilizadas no projeto	0	NA	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	1	Puramente PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	Predomínio de SS	Predomínio de SS	2	Puramente PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	Predomínio de SS	3	Puramente PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	4	Puramente PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	5	Puramente PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio
	Evidências PE	Evidências SS																																																																	
Dimensão Ferramentas	3	1																																																																	
		Número de ferramentas SS diferentes utilizadas no projeto																																																																	
		0	1	2	3	4	5																																																												
Número de ferramentas PE diferentes utilizadas no projeto	0	NA	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS																																																												
	1	Puramente PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	Predomínio de SS	Predomínio de SS																																																												
	2	Puramente PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	Predomínio de SS																																																												
	3	Puramente PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS																																																												
	4	Puramente PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio																																																												
	5	Puramente PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio																																																												
3	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Evidências PE</th> <th>Evidências SS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dimensão Ferramentas</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>		Evidências PE	Evidências SS	Dimensão Ferramentas	3	3	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="6">Número de ferramentas SS diferentes utilizadas no projeto</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> <tr> <th rowspan="6">Número de ferramentas PE diferentes utilizadas no projeto</th> <th>0</th> <td>NA</td> <td>Puramente SS</td> <td>Puramente SS</td> <td>Puramente SS</td> <td>Puramente SS</td> <td>Puramente SS</td> </tr> <tr> <th>1</th> <td>Puramente PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Predomínio de SS</td> <td>Predomínio de SS</td> <td>Predomínio de SS</td> </tr> <tr> <th>2</th> <td>Puramente PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Predomínio de SS</td> <td>Predomínio de SS</td> </tr> <tr> <th>3</th> <td>Puramente PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Predomínio de SS</td> </tr> <tr> <th>4</th> <td>Puramente PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> </tr> <tr> <th>5</th> <td>Puramente PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Predomínio de PE</td> <td>Equilíbrio</td> <td>Equilíbrio</td> </tr> </thead> </table>			Número de ferramentas SS diferentes utilizadas no projeto								0	1	2	3	4	5	Número de ferramentas PE diferentes utilizadas no projeto	0	NA	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	1	Puramente PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	Predomínio de SS	Predomínio de SS	2	Puramente PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	Predomínio de SS	3	Puramente PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	4	Puramente PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	5	Puramente PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio
	Evidências PE	Evidências SS																																																																	
Dimensão Ferramentas	3	3																																																																	
		Número de ferramentas SS diferentes utilizadas no projeto																																																																	
		0	1	2	3	4	5																																																												
Número de ferramentas PE diferentes utilizadas no projeto	0	NA	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS	Puramente SS																																																												
	1	Puramente PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	Predomínio de SS	Predomínio de SS																																																												
	2	Puramente PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS	Predomínio de SS																																																												
	3	Puramente PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio	Predomínio de SS																																																												
	4	Puramente PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio	Equilíbrio																																																												
	5	Puramente PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Predomínio de PE	Equilíbrio	Equilíbrio																																																												

Figura 3 - Exemplos de classificação do nível de integração entre PE e SS na dimensão Ferramentas

Para ilustrar o procedimento de classificação proposto, são apresentados três exemplos na Figura 3. O exemplo 1 é de um projeto de melhoria em que foram aplicadas os 5S, o *Genchi genbutsu* e práticas de Manutenção Produtiva ($NF_{PE} = 3$) que são típicas da abordagem PE, e nenhuma Ferramenta SS ($NF_{SS} = 0$), configurando portanto um caso “Puramente PE” em que somente ferramentas PE foram aproveitadas.

O exemplo 2 é o de um projeto em que da abordagem PE foram implementadas as ferramentas *pokayoke* de Prevenção de falhas, Gestão à vista e *Setup* rápido, e da abordagem SS foi aplicado o Planejamento de experimentos. Portanto, neste caso, embora tenham sido aplicadas ferramentas tanto de PE como de SS, como $NF_{PE} = 3$ e $NF_{SS} = 1$, considera-se que houve “Predomínio de PE”.

Finalmente, o exemplo 3 é o de um caso em que foi evidenciada a aplicação de três Ferramentas PE e três Ferramentas SS, indicando que houve “Equilíbrio” no aproveitamento de ferramentas de ambas as abordagens.

3.3 Método de análise do nível de integração entre PE e SS no âmbito de projeto

Nas seções 3.1 e 3.2, foi definido como o nível de integração entre as abordagens PE e SS pode ser enquadrado em 5 classes, respectivamente, na dimensão Estrutura e na dimensão Ferramentas de um dado projeto de melhoria de processos.

Quadro 4 – Modos básicos de combinação das abordagens PE e SS em projetos de melhoria

		Nível de integração na dimensão Ferramentas				
		I - Puramente PE	II - Predomínio de PE	III - Equilíbrio entre PE e SS	IV - Predomínio de SS	V - Puramente SS
Nível de integração na dimensão Estrutura	I - Puramente PE	Puramente PE	Quase puramente PE		Aplicação cruzada	
	II - Predomínio de PE	Quase puramente PE	Predomínio de PE		Aplicação cruzada	
	III - Equilíbrio entre PE e SS			Equilíbrio entre PE e SS	Aplicação cruzada	
	IV - Predomínio de SS	Aplicação cruzada			Predomínio de SS	Quase puramente SS
	V - Puramente SS	Aplicação cruzada			Quase puramente SS	Puramente SS

Na matriz do Quadro 4 são apresentados 8 modos básicos de combinação de aplicações das abordagens PE e SS. Dentre eles, os 2 modos posicionados nos extremos da diagonal principal referem-se a aplicações de somente uma das abordagens, independentemente da outra, não caracterizando uma iniciativa de integração. Assim sendo, o método de classificação proposto considera que as aplicações que integram as abordagens PE e SS podem ser enquadradas basicamente num dos seguintes 6 modos básicos:

- **Quase Puramente PE:** refere-se a casos em que houve pura aplicação de PE em uma das dimensões do projeto e predomínio de PE na outra.
- **Predomínio de PE:** refere-se a casos em que se constata predomínio de PE em ambas as dimensões do projeto ou a casos em que tenha havido pura aplicação de PE ou predomínio de PE em uma das dimensões e equilíbrio entre PE e SS na outra.
- **Equilíbrio:** refere-se a casos em que for constatado equilíbrio entre PE e SS em ambas as dimensões do projeto.
- **Predomínio de SS:** refere-se a casos em que se constata predomínio de SS em ambas as dimensões do projeto ou a casos em que tenha havido, pura aplicação de SS ou predomínio de SS em uma das dimensões e equilíbrio entre PE e SS na outra.

- **Quase Puramente SS:** refere-se a casos em que houve pura aplicação de SS em uma das dimensões do projeto e predomínio de SS na outra.
- **Aplicação Cruzada:** refere-se a casos em que em uma das dimensões do projeto houve aplicação pura ou predominante de uma das abordagens e na outra dimensão ocorreu o mesmo, mas com a outra abordagem.

4 Aplicando o método proposto

Para exemplificar a aplicação do método proposto para classificação do nível de integração entre PE e SS, nesta seção são apresentados 4 casos de melhoria de processos reportados em artigos que abordam a aplicação da abordagem LSS, sendo que cada um ilustra a ocorrência de um dado nível de integração entre PE e SS.

O primeiro caso foi relatado por Andersson et al. (2014) e se refere a um projeto de redução do *lead-time* numa linha de montagem e teste de aparelhos de telecomunicações de uma indústria na Suécia, em que no que tange à dimensão Estrutura, a forma de desdobramento do projeto caracterizou-se pela aderência a princípios PE ($D_{1,PE} = 1$) e aplicação da sequência DMAIC ($D_{1,SS} = 1$), e a forma de engajamento das pessoas pela mobilização de *black belts* ($E_{1,SS} = 1$) e realização de treinamentos *on the job* ($E_{2,PE} = 1$). Assim, o nível de integração nesta dimensão foi de Equilíbrio ($NSE_{PE} = 2$ e $NSE_{SS} = 2$). Na dimensão Ferramentas, coube destaque à aplicação das seguintes ferramentas PE: *Layout* para fluxo contínuo, Sistema *just-in-time*, Planejamento pelo *takt time*, Gestão à vista e Manutenção produtiva; e às seguintes ferramentas SS: SIPOC, tradução da Voz do cliente (VOC) em Características críticas para qualidade (CTQ), Análise do sistema de medição e Análise da capacidade do processo. Assim, o nível de integração nesta dimensão foi de Equilíbrio ($NF_{PE} = 5$ e $NF_{SS} = 4$). Portanto, trata-se de um projeto em que se nota um Equilíbrio na integração das abordagens PE e SS.

O segundo caso foi relatado por Vinodh et al. (2011) e se refere a um projeto de redução de desperdícios causados por defeitos numa linha de montagem de válvulas automotivas de uma indústria na Índia, em que na dimensão Estrutura, a observância de princípios PE, a aplicação do MFV ($D_{1,PE} = 1$) e a aderência à sequência DMAIC ($D_{1,SS} = 1$) caracterizaram a forma de desdobramento do projeto, e a mobilização de times multifuncionais com líderes da organização formal da empresa ($E_{1,PE} = 1$) caracterizou a forma de engajamento das pessoas. Assim, nesta dimensão houve um Predomínio de PE ($NSE_{PE} = 2$ e $NSE_{SS} = 1$) na integração das abordagens PE e SS. Na dimensão Ferramentas, também houve Predomínio de PE, com aplicação do Planejamento pelo *takt time*, Sistema *just-in-time*,

Nivelamento da produção, Manufatura Celular, Manutenção Produtiva, 5S, *Setup* rápido e interações com operadores no chão-de-fábrica (*genchi-genbutsu*), preconizados pela abordagem PE ($NF_{PE} = 8$), e consideração da VOC na determinação de CTQs, Análise de correlação, Análise da capacidade do processo e CEP preconizados pela abordagem SS ($NF_{SS} = 4$). Logo, na integração das abordagens PE e SS neste projeto, houve um Predomínio de PE.

O terceiro caso foi relatado por Silva et al. (2011) e se refere a um projeto de melhoria da qualidade de conformidade numa célula de usinagem de um fabricante de peças automotivas no Brasil, em que a dimensão Estrutura caracterizou pela aplicação do MFV ($D_{1,PE} = 1$) e DMAIC ($D_{1,SS} = 1$) na forma de desdobramento do projeto e pela liderança de um *black belt* ($E_{1,SS} = 1$) e realização de treinamento prático para implantação do procedimento padrão melhorado ($E_{2,PE} = 1$) na forma de engajamento das pessoas indicando assim que houve Equilíbrio ($NSE_{PE} = 2$ e $NSE_{SS} = 2$) na integração das abordagens PE e SS. Na dimensão Ferramentas houve Predomínio de SS, pois enquanto apenas os 5S foi aproveitado da abordagem PE ($NF_{PE} = 1$), da abordagem SS foram aplicadas o SIPOC, Análise da capacidade do processo, que motivou a inclusão de Análise do modo e efeito de falhas (FMEA) e CEP ($NF_{SS} = 4$). Assim, neste projeto nota-se que na integração das abordagens PE e SS houve um Predomínio de SS.

O quarto caso foi relatado por Kumar et al. (2014) e se refere a um projeto de aumento da densidade de peças obtidas por fundição sob pressão (*die casting*) numa pequena indústria na Índia. Neste projeto, a forma de desdobramento do projeto foi baseada na aplicação do MFV ($D_{1,PE} = 1$) e DMAIC ($D_{1,SS} = 1$) e a forma de engajamento das pessoas caracterizou-se pela mobilização de um time multifuncional com participação de operadores, engenheiros e gestores ($E_{1,PE} = 1$) e realização de treinamentos práticos para análise de problemas e implantação de melhorias ($E_{2,PE} = 1$), indicando que na dimensão Estrutura houve um Predomínio de PE ($NSE_{PE} = 2$ e $NSE_{SS} = 1$). Já na dimensão Ferramentas, embora o time de melhoria tenha explorado elementos da abordagem PE ao analisar o problema de forma pragmática no local de sua ocorrência (*genchi-genbutsu*) e aplicar os 5S, a Manutenção produtiva e práticas para Prevenção de falhas (*pokayoke*) ($NF_{PE} = 4$), acabou explorando mais a abordagem SS definindo CTQs com base na VOC e aplicando a Análise do sistema de medição, a Análise de capacidade do processo, o Planejamento de experimentos, a FMEA e o CEP ($NF_{SS} = 6$) caracterizando Predomínio de SS. Assim, este projeto caracterizou-se por promover uma Aplicação Cruzada entre as abordagens PE e SS, enfatizando a aplicação de uma delas numa das dimensões e da outra na outra dimensão.

A Tabela 2 resume como a partir da análise de cada uma das duas dimensões consideradas, o nível de integração entre PE e SS foi avaliado em cada um dos 4 casos de projeto.

Tabela 2 – Resumo dos projetos analisados

Caso / Referência	Objetivo do projeto	Dimensão	Evidências encontradas		Nível de integração em cada dimensão	Nível de integração no projeto
Caso 1: Andersson et al. (2014)	Redução do <i>lead time</i> numa linha de montagem e teste de aparelhos de telecomunicações	Estrutura	NSE _{PE}	2	Equilíbrio	Equilíbrio
			NSE _{SS}	2		
		Ferramentas	NF _{PE}	5	Equilíbrio	
			NF _{SS}	4		
Caso 2: Vinodh et al. (2011)	Redução de desperdícios causados por defeitos numa linha de montagem de válvulas automotivas	Estrutura	NSE _{PE}	2	Predomínio de PE	Predomínio de PE
			NSE _{SS}	1		
		Ferramentas	NF _{PE}	8	Predomínio de PE	
			NF _{SS}	4		
Caso 3: Silva et al. (2011)	Melhoria da qualidade de conformidade numa célula de usinagem de um fabricante de peças automotivas	Estrutura	NSE _{PE}	2	Equilíbrio	Predomínio de SS
			NSE _{SS}	2		
		Ferramentas	NF _{PE}	1	Predomínio de SS	
			NF _{SS}	4		
Caso 4: Kumar et al. (2006)	Aumento da densidade de peças obtidas por fundição sob pressão (<i>die casting</i>) numa pequena indústria	Estrutura	NSE _{PE}	2	Predomínio de PE	Aplicação Cruzada
			NSE _{SS}	1		
		Ferramentas	NF _{PE}	4	Predomínio de SS	
			NF _{SS}	6		

5 Considerações finais

Este trabalho apresentou um método para a avaliação do nível de integração das abordagens PE e SS no desenvolvimento de projetos de melhoria de processo que se apoia na análise da Estrutura adotada para organização e condução do projeto e na análise do conjunto de Ferramentas aplicadas na busca de um melhor desempenho operacional.

Para ilustrar a aplicação do método, foram selecionados quatro casos de projetos de melhoria de processos identificados na literatura que exploraram a abordagem LSS. Por meio do método proposto, verificou-se que diferentes padrões de combinação dos elementos de PE e SS foram aplicados em cada caso.

Uma limitação deste trabalho é o fato da base de documentos sobre a abordagem LSS que foi considerada na pesquisa bibliográfica ter se restringido a aqueles publicados em periódicos catalogados na base de dados ISI *Web of Science*. Além disso, dada a necessidade de limitar o tamanho do artigo, não foi possível incluir exemplos de casos de projetos que cobrissem todas as 6 classes enumeradas na seção 3.3. Assim, em estudos futuros, o desenvolvimento deste estudo pode ser continuado expandindo-se a base de documentos considerados para fundamentar a definição dos critérios adotados na avaliação do nível de integração nas dimensões Estrutura e Ferramentas – o que

pode contribuir para refinar o método proposto – e casos complementares podem ser buscados para ilustrar a aplicação do método na identificação de projetos em que a abordagem LSS foi aplicada, mas de um modo bem desbalanceado caracterizando uma aplicação quase puramente de PE ou de SS.

O escopo desta pesquisa pode ser ampliado incluindo a consideração de outras variáveis que podem influenciar significativamente no modo de combinação das aplicações de PE e SS em projetos de melhoria de processo (por exemplo: o objetivo do projeto) ou contemplando como uma empresa que pretende iniciar a aplicação integrada dessas duas metodologias deve se preparar para poder avançar consistentemente em tal direção.

REFERÊNCIAS

- AKBULUT-BAILEY, A. Y.; MOTWANI, J.; SMEDLEY, E. M. **When Lean and Six Sigma Converge: A Case Study of a Successful Implementation of Lean Six Sigma at an Aerospace Company.** INTERNATIONAL JOURNAL OF TECHNOLOGY MANAGEMENT, v. 57, n. 1-3, p. 18-32, 2012.
- ANDERSSON, R. *et al.* **Lean Six Sigma Strategy in Telecom Manufacturing.** INDUSTRIAL MANAGEMENT & DATA SYSTEMS, v. 114, n. 6, p. 904-921, 2014.
- ANTONY, J.; ESCAMILLA, J. L.; CAINE, P. **Lean Sigma [Production and Supply Chain Management].** MANUFACTURING ENGINEER, v.82, n.2, p. 40-42, 2003.
- ARNHEITER, E. D; MALEYEFF, J. **The Integration of Lean Management and Six Sigma.** THE TQM MAGAZINE, v.17, n.1, p. 5-18, 2005.
- BARTON, R. A.; THOMAS, A. J. **Using the Quicksan Audit Methodology as a Precursor to a Successful Lean Sigma Implementation.** CIE: 2009 INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS AND INDUSTRIAL ENGINEERING, v. 1-3, p. 1314-1319, 2009.
- CALDWELL, C.; BUTLER, G.; POSTEN, N. **Lean-Six Sigma for Healthcare: A Senior Leader Guide to Improving Cost and Throughput,** 2nd ed., ASQ QUALITY PRESS, Milwaukee, 2009.
- CHANG, H. M.; HUANG, C.; TORNG, C. C. **The Construction of Production Improvement Model for Aerospace Manufacturing Suppliers.** ADVANCES IN MATERIALS PROCESSING IX, v. 443, p. 748-753, 2010.
- CHEN, M.; LYU, J. J. **A Lean Six-Sigma Approach to Touch Panel Quality Improvement.** PRODUCTION PLANNING & CONTROL, v. 20, n. 5, p. 445-454, 2009.
- DROHOMERETSKI, E. *et al.* **Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: An Analysis Based on Operations Strategy.** INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH, v. 52, n. 3, p. 804-824, 2014.
- GEORGE, M. **Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality With Lean Speed.** MC GRAW-HILL, New York, 2002.
- GEORGE, M. L., ROWLANDS, D. T., PRICE, M., MAXEY, J. **The Lean Six Sigma Pocket Toolkit.** MCGRAW-HILL, New York, 2004.
- HALLAM, C. R. A.; MUESEL, J.; FLANNERY, W. **Analysis of the Toyota Production System and the Genesis of Six Sigma Programs: An Imperative for Understanding Failures in Technology Management Culture Transformation in Traditional Manufacturing Companies.** PICMET 2010: TECHNOLOGY MANAGEMENT FOR GLOBAL ECONOMIC GROWTH, 2010.
- HENDERSON, K. M.; EVANS, J. R. **Successful Implementation of Six Sigma: Benchmarking General Electric Company.** BENCHMARKING: AN INTERNATIONAL JOURNAL, v.7 n. 4, p. 260-282, 2000.
- HOERL, R. **One Perspective on the Future of Six-Sigma.** INTERNATIONAL JOURNAL OF SIX SIGMA AND COMPETITIVE ADVANTAGE, v. 1, n. 1, p. 112-119, 2004.
- JIN, M. Z.; ZHAO, Z. W. **Combining Six Sigma With Kaizen Blitz for Enhancing Process Interaction.** ADVANCED MECHANICAL ENGINEERING, PTS 1 AND 2, v. 26-28, p. 1220-1225, 2010.
- KRUEGER, D. C.; PARAST, M. M.; ADAMS, S. **Six Sigma Implementation: A Qualitative Case Study Using Grounded Theory.** PRODUCTION PLANNING & CONTROL, v. 25, n. 10, p. 873-889, 2014.
- KUMAR, M. *et al.* **Implementing the Lean Sigma Framework in an Indian SME: A Case Study.** PRODUCTION PLANNING & CONTROL, v. 17, n. 4, p. 407-423, 2006.
- LEE-MORTIMER, A. **Six Sigma: A Vital Improvement Approach When Applied to the Right Problems, in The Right Environment.** ASSEMBLY AUTOMATION, v. 26, n. 1, p. 10-17, 2006.

- MIYAKE, D. I.; RAMOS, A. W. **Lean Six Sigma – Brazilian Experience**. In: E. Mrudula (ed.) *Lean Six Sigma: An Introduction*, ICFAI UNIVERSITY PRESS, Hyderabad, p. 156-181, 2007.
- NAVE, D. **How to Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints - A Framework for Choosing What's Best for Your Organization**. *QUALITY PROGRESS*, v. 35, n. 3, p. 73-78, 2002.
- NIU, G.; LAU, D.; PECHT, M. **Improving Computer Manufacturing Management Through Lean Six Sigma and PHM**. 2010 PROGNOSTICS AND SYSTEM HEALTH MANAGEMENT CONFERENCE, p. 520-526, 2010.
- PACHECO, D. A. J. **Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: Limites e Possibilidades de Integração**. *PRODUCTION JOURNAL*, vol.24, n.4, p.940-956, 2014.
- PSYCHOGIOS, A. G.; TSIRONIS, L. K. **Towards an Integrated Framework for Lean Six Sigma Application: Lessons From the Airline Industry**. *TOTAL QUALITY MANAGEMENT & BUSINESS EXCELLENCE*, v. 23, n. 3-4, p. 397-415, 2012.
- SALAH, S., RAHIM, A., CARRETERO, J. A. **The Integration of Six Sigma and Lean Management**. *INTERNATIONAL JOURNAL OF LEAN SIX SIGMA*, v. 1, n. 3, p. 249 – 274, 2010.
- SCOTT, B. S.; WILCOCK, A. E.; KANETKAR, V. **A Survey of Structured Continuous Improvement Programs in the Canadian Food Sector**. *FOOD CONTROL*, v. 20, n. 3, p. 209-217, 2009.
- SEIDL, K. L.; NEWHOUSE, R. P. **The Intersection of Evidence-Based Practice With 5 Quality Improvement Methodologies**. *JOURNAL OF NURSING ADMINISTRATION*, v. 42, n. 6, p. 299-304, 2012.
- SHERIDAN, J.H., **Lean Sigma Synergy**, *INDUSTRY WEEK*, Vol. 249 No.17, p.81-2, 2000.
- SILVA, I. B. *et al.* **Integrando a Promoção das Metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma na Busca de Produtividade e Qualidade Numa Empresa Fabricante de Autopeças**. *GESTÃO & PRODUÇÃO*, v. 18, n. 4, p. 687-704, 2011.
- VINODH, S.; GAUTHAM, S. G.; RAMIYA, R. A. **Implementing Lean Sigma Framework in an Indian Automotive Valves Manufacturing Organisation: A Case Study**. *PRODUCTION PLANNING & CONTROL*, v. 22, n. 7, p. 708-722, 2011.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina Que Mudou o Mundo**. EDITORA CAMPUS, Rio de Janeiro, 2001.