



# **TÉCNICAS MAIS RECORRENTES NA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA DMAIC EM SERVIÇOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE ARTIGOS PUBLICADOS NOS ÚLTIMOS DEZ ANOS**

**RACHEL CAMPOS SABIONI** - rachelcamposabioni@gmail.com  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - UNIFEI

**LUCAS GUEDES DE OLIVEIRA** - lucasguedesdeoliveira@gmail.com  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - UNIFEI

**JOÃO BATISTA TURRIONI** - joabatu@gmail.com  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - UNIFEI

**ANDERSON PAULO PAIVA** - andersonppaiva@yahoo.com.br  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - UNIFEI

**PEDRO PAULO BALESTRASSI** - ppbalestrassi@gmail.com  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - UNIFEI

**Área:** 2 - GESTÃO DA QUALIDADE  
**Sub-Área:** 2.5 - QUALIDADE EM SERVIÇOS

**Resumo:** EM UM CENÁRIO COMPETITIVO, MUITAS EMPRESAS TÊM BUSCADO A MELHORIA DE PRODUTOS E PROCESSOS ATRAVÉS DE MÉTODOS DE GESTÃO DA QUALIDADE. NESSE SENTIDO, A METODOLOGIA SEIS SIGMA DMAIC TEM SIDO EMPREGADA COMO UM MEIO PARA ALCANÇAR MAIORES NÍVEIS DE DESEMPENHO. EMBORA ESSE MÉTODO SEJA TRADICIONALMENTE EMPREGADO NA MANUFATURA, ESTUDOS RECENTES TÊM APONTADO PARA SUA EFICÁCIA EM SERVIÇOS. NO ENTANTO, MUITAS LACUNAS SURGEM QUANTO À ESSA APLICAÇÃO, HAJA VISTA AS DIFERENÇAS EM SEU MODELO DE NEGÓCIOS. UMA DELAS ESTÁ RELACIONADA ÀS TÉCNICAS EMPREGADAS NAS ETAPAS DO DMAIC. POR ISSO, O PRESENTE TRABALHO BUSCA IDENTIFICAR QUAIS FERRAMENTAS SÃO MAIS RECORRENTES NA APLICAÇÃO DESTA METODOLOGIA EM SERVIÇOS. ASSIM, UTILIZANDO-SE DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA, SELECIONARAM-SE DEZ TRABALHOS DA BASE SCOPUS PUBLICADOS NOS ÚLTIMOS DEZ ANOS. COMO RESULTADOS, FORAM CONSTATADAS TÉCNICAS MAIS FREQUENTES EM ETAPAS ESPECÍFICAS DO MÉTODO. OS QUESTIONÁRIOS FORAM OS MAIS EMPREGADOS NA ETAPA DE DEFINIÇÃO PARA A COLETA DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES. NA ETAPA DE MEDIÇÃO E MELHORIA, OS ESTUDOS DE CAPACIDADE DE PROCESSOS FORAM AS TÉCNICAS MAIS UTILIZADAS. NA ETAPA DE ANÁLISE, O DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO FOI O MAIS EMPREGADO. ALÉM DISSO, OS TRABALHOS ESTUDADOS TAMBÉM APONTARAM PARA A EFICÁCIA DO DMAIC EM DIFERENTES ÁREAS DE APLICAÇÃO.

**Palavras-chaves:** SEIS SIGMA DMAIC; SERVIÇOS; FERRAMENTAS DA QUALIDADE

# THE MOST FREQUENT TECHNIQUES OF SIX SIGMA DMAIC METHODOLOGY IN SERVICE: A SYSTEMATIC REVIEW OF ARTICLES PUBLISHED IN THE LAST TEN YEARS

**Abstract:** *IN COMPETITIVE ENVIRONMENTS, MANY COMPANIES HAVE BEEN CARRYING OUT FOR PRODUCTS AND PROCESSES IMPROVEMENTS BY QUALITY MANAGEMENT METHODOLOGIES. SIX SIGMA DMAIC METHODOLOGY, BY THE SAME WAY, HAVE BEEN USED AS A MEAN FOR ACHIEVING BETTER PERFORMANCE LEVELS. ALTHOUGH THIS METHODOLOGY HAS TRADITIONALLY BEEN APPLIED IN MANUFACTURING PROCESSES, RECENT STUDIES HAVE SHOWN ITS EFFECTIVENESS IN SERVICES. HOWEVER, MANY GAPS ARISE WHILE STUDYING THIS APPLICATION, SINCE THERE ARE DIFFERENCES IN SERVICES' BUSINESS MODEL. THE MOST COMMON TECHNIQUES IDENTIFICATION IN DMAIC STEPS IS AN EXAMPLE OF THESE GAPS. CONSEQUENTLY, THIS WORK AIMS TO IDENTIFY WHICH TOOLS ARE THE MOST FREQUENT IN EACH STEP OF SERVICE'S DMAIC METHODOLOGY. THUS, BY USING A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW, TEN WORKS PUBLISHED IN THE LAST TEN YEARS WERE SELECTED FROM SCOPUS ACADEMIC COLLECTION. AS A RESULT, SPECIFIC METHOD'S STEPS SHOWED FREQUENT TECHNIQUES. QUESTIONNAIRES, FOR INSTANCE, WERE THE MOST FREQUENT IN THE DEFINE STEP FOR CUSTOMERS' NEEDS IDENTIFICATION. CAPABILITY STUDIES, CONVERSELY, WERE THE MOST USED IN BOTH MEASURE AND IMPROVE STEPS. FINALLY, THE CAUSE-AND-EFFECT DIAGRAM WERE THE MOST FREQUENT IN ANALYZE PHASE. BESIDES, THE INVESTIGATED ARTICLES SHOWED THE EFFECTIVENESS OF DMAIC APPROACH IN MANY DIFFERENT APPLICATION AREAS.*

**Keyword:** *SIX SIGMA DMAIC; SERVICES; QUALITY TOOLS*

## 1. Introdução

Devido ao crescente aumento da competitividade nos últimos anos, as organizações vêm buscando constantemente melhorar o desempenho dos seus processos e a qualidade dos seus produtos e/ou serviços para se estabilizar no mercado. Com isso, as empresas estão cada vez mais focadas em satisfazer as necessidades dos clientes, fator chave para o sucesso do negócio, e que se torna ainda mais relevante num ambiente econômico pouco favorável, uma vez que é necessário manter os consumidores com potencial de consumo (TRUJILLO, 2015).

Nesse contexto, insere-se o Seis Sigma, uma metodologia focada nas necessidades dos consumidores, que foi desenvolvida para melhorar a qualidade de produtos e serviços por meio da redução da variação de processos e eliminação de tarefas ou etapas que não agregam valor (KWAK; ANBARI, 2004), por meio do uso de ferramentas da qualidade e técnicas estatísticas (MAHANTI; ANTONY, 2005).

Uma das metodologias gerenciais mais utilizadas pelo Seis Sigma é o ciclo DMAIC: *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyze* (Analisar), *Improve* (Aprimorar), *Control* (Controlar), o qual é direcionado ao melhoramento de processos de negócios já existentes, sendo reconhecido por seu potencial de solucionar problemas ao garantir a redução de falhas nos produtos, serviços e processos (SANTOS; MARTINS, 2008)

O Seis Sigma, apesar de ser predominantemente aplicado em indústrias de manufatura, tem apresentado uma expansão no setor de serviços, uma vez que pode ser utilizado neste segmento por meio da adaptação das suas técnicas ao tipo de problema e às variáveis mais recorrentes nesta área (ECHEVESTE *et al.*, 2008). No entanto, essa adaptação não se constitui de uma tarefa elementar, uma vez que os serviços nem sempre estão baseados em processos mensuráveis ou contam com programas de gestão da qualidade consolidados.

Diante do exposto, visando uma melhor compreensão da aplicação do Seis Sigma em organizações prestadoras de serviços, este trabalho busca identificar quais ferramentas são mais recorrentes na aplicação da metodologia Seis Sigma DMAIC em serviços. Para isso, é realizada uma revisão sistemática da literatura, considerando artigos publicados entre os anos 2006 e 2016 e disponíveis na base *Scopus*.

## 2. Revisão de literatura e descrição do problema

Segundo Pande *et al.* (2001) o Seis Sigma foi desenvolvido pela Motorola em 1987, como uma estratégia para reduzir o número de defeitos dos seus produtos, melhorando sua qualidade e lucratividade, uma vez que vinham sofrendo forte perda de competitividade no

mercado. Os excelentes resultados obtidos pela Motorola contribuíram para a disseminação do Seis Sigma, que acabou sendo adotado por diversas outras empresas, como General Eletric (GE), Allied Signal, American Express, DuPont, dentre outras (SNEE, 2004; HAHN *et al.* 2000).

De acordo com a definição de Linderman (2003), o Seis Sigma é um método sistemático e organizado voltado para a melhoria de processos estratégicos e desenvolvimento de novos produtos e serviços, que se baseia em métodos estatísticos e científicos para realizar reduções drásticas nas taxas de defeitos estabelecidos pelo cliente. Neste sentido, o Seis Sigma pode ser entendido como um método que busca estabelecer as metas com base nos requisitos do cliente, e não somente em considerações internas da empresa.

É notável que o Seis Sigma se tornou uma importante metodologia na gestão de desempenho para aferir os resultados alcançados a partir das melhorias implantadas nas organizações (LINDERMAN, 2003). Atualmente, o Seis Sigma pode ser entendido como uma prática de gestão que visa aumentar a rentabilidade das empresas de qualquer setor, seja ele de serviços ou produtos; podendo ser aplicada em empresas de grande, pequeno ou médio porte, a fim de aumentar a participação no mercado, reduzir custos e otimizar operações (BREYFOGLE III, 2001).

Do ponto de vista estatístico, o Seis Sigma representa uma operação ou processo que possui menos de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) ou uma taxa de sucesso de 99,9997% (ANTHONY; BANUELAS, 2002).

Além da sua estrutura funcional focada em métricas, o Seis Sigma apresenta um novo procedimento de melhoria estruturado e efetivo, definido como DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), que representa uma contribuição importante para a área de gestão da qualidade (DE MAST; LOKKERBOL, 2012). De acordo com Balakrishnan *et al.* (1995), esse procedimento de melhoria se assemelha, funcionalmente, a outros métodos mais antigos para a solução de problemas como, por exemplo, o PDCA (Planejar, Executar, Checar, Agir).

De Koning e De Mast (2006) estabeleceram uma definição para cada etapa do DMAIC, como descrito a seguir:

**Definir (*Define*):** fase de definição e seleção do problema e análise dos benefícios.

**Medir (*Measure*):** tradução do problema em formas mensuráveis e avaliação quantitativa da situação atual. Além disso, nesta etapa a definição dos objetivos é refinada.

**Analisar (*Analyze*):** identificação dos fatores de influência e das causas que determinam o comportamento dos fatores críticos da qualidade.

**Melhorar (*Improve*):** projeção e implementação de ajustes para o processo de melhoria do desempenho dos fatores críticos da qualidade.

**Controlar (*Control*):** verificação empírica dos resultados e ajuste da gestão de processos e sistema de controle, a fim de que as melhorias implementadas sejam sustentáveis.

Kumi e Morrow (2006) afirmam que o DMAIC é baseado em uma coleta e análise de dados por meio de ferramentas estatísticas e de gestão, as quais auxiliam na interpretação dos dados e conduzem às possíveis soluções para a causa raiz do problema. Neste sentido, o DMAIC tem sido reconhecido pelo seu potencial de solucionar problemas ao garantir a redução de falhas nos produtos, serviços e processos (SANTOS; MARTINS, 2008).

Apesar do notável reconhecimento do Seis Sigma DMAIC como uma metodologia de solução de problemas associada ao uso de várias ferramentas da qualidade, não se sabe ao certo quais ferramentas são utilizadas em cada etapa do DMAIC, nem se todas as pessoas, empresas ou pesquisadores que aplicam essa metodologia sempre fazem uso das mesmas ferramentas. Neste sentido, este trabalho buscou responder às seguintes questões:

*Q.1. Quais são as ferramentas mais recorrentes na aplicação da metodologia Seis Sigma / DMAIC em serviços?*

*Q.2. Com relação ao uso das ferramentas, existe fronteira bem definida entre cada uma das etapas do DMAIC?*

O foco do presente trabalho, assim, é avaliar quais ferramentas são utilizadas na aplicação da metodologia Seis Sigma DMAIC em serviços pois, embora a abordagem Seis Sigma para qualidade e processo de melhoria tem sido utilizada predominantemente por organizações de manufatura, atualmente a popularidade do método Seis Sigma nas organizações de serviços está crescendo exponencialmente, especialmente em bancos, hospitais, serviços financeiros, dentre outros (ANTONY *et al.*, 2007).

Conforme afirma Antony *et al.* (2007), o objetivo da aplicação do Seis Sigma em processos de serviço é compreender como os defeitos ocorrem e, com base nisso, implementar melhorias capazes de reduzir esses problemas, melhorando a experiência e satisfação do cliente. Já em empresas de manufatura, os esforços do Seis Sigma são aplicados em função de uma base estabelecida de processos mensuráveis e programas de gestão da qualidade já estabelecidos.

Entretanto, na maior parte das organizações de serviços é muito difícil se desenvolver e aplicar medidas da qualidade, o que torna relevante a realização de uma análise para identificação das ferramentas mais recorrentes na aplicação da metodologia Seis Sigma DMAIC em serviços, bem como um levantamento das ferramentas que são comumente



utilizadas em cada uma das cinco etapas do DMAIC.

### 3. Procedimentos Metodológicos

Este trabalho emprega uma revisão sistemática da literatura na tentativa de combinar informações provenientes de diferentes fontes e, com isso, construir um panorama conceitual sobre o tema proposto (SAMPAIO; MANCINI, 2007). A problemática do estudo (perguntas científicas) foi definida na seção 2 e fornece a base para todas as demais etapas apresentadas nesta seção.

Por meio do método, foram selecionados artigos com base em cinco critérios, os quais são agrupados no Quadro 1. Como fonte para esses trabalhos, foi utilizada a base *Scopus*, uma vez que esta tem revelado uma quantidade superior de dados quando comparada a outras coleções acadêmicas, como a *Web of Science*, por exemplo (CHADEGANI *et al.*, 2013; GUZ; RUSHCHITSKY, 2009).

Da coleção acadêmica adotada, foram obtidos 14 trabalhos. No entanto, um deles foi excluído da análise em virtude da não-adequação ao tema e outros três não puderam ser acessados. Assim, do total observado, 10 artigos foram analisados criticamente e comparados quanto à problemática proposta. A seção 4 aborda essa análise e fornece o resumo crítico, possibilitando a síntese das informações e apresentando uma conclusão fundamentada em evidências (SAMPAIO; MANCINI, 2007).

QUADRO 1 - Critérios adotados para a seleção dos trabalhos

Itens de Busca	Critérios Adotados
Tipo	Article
Idioma	English
Período	2006-2016
Palavras Contidas no Título	<i>Six Sigma; Service</i>
Palavras Contidas no Abstract	DMAIC

Fonte: Autoria própria (2016)

### 4. Resultados e Análise

Uma vez selecionados os trabalhos com base nos critérios apresentados na seção 3, foram levantadas suas principais características, considerando o tipo de serviço estudado, o foco de cada um deles (objetivos) e os resultados de suas aplicações. A seção 4.1 aborda esses itens e explora seus principais desdobramentos. A seção 4.2, por sua vez, avalia as questões

levantadas na seção 2 e discute suas implicações.

#### 4.1. Aspectos gerais dos modelos

A fim de identificar os aspectos gerais que corroboram para a consecução dos objetivos do presente trabalho, foi construído um panorama das aplicações selecionadas. Por meio dele, podem ser identificadas múltiplas perspectivas, através das quais se extraem os principais fundamentos da presente análise. O Quadro 2 resume as informações apresentadas em cada um dos trabalhos estudados.

Em primeiro lugar, nenhum deles apresentou a mesma proposta de investigação, embora tenham sido encontradas aplicações similares. Dessa forma, foram observados 10 tipos diferentes de serviços, envolvendo desde aplicações em universidades (THAWESAENGSKULTHAI; JARUMANEE, 2016; KUMI; MORROW, 2006) até serviços em bancos e operações financeiras (KUMAR; WOLFE; WOLFE, 2008; WANG; CHEN, 2010).

Por outro lado, algumas das aplicações demonstraram certas similaridades quanto ao tipo de serviço estudado mas estruturaram-se sob focos diferentes. À exemplo disso, tem-se o caso da biblioteca acadêmica da Universidade de Newcastle (KUMI; MORROW, 2006) e da biblioteca de pesquisa de uma empresa de telecomunicações (SHANMUGARAJ; NATARAJ, 2013). Embora ambas tenham considerado aplicações em bibliotecas, a primeira delas busca aumentar os níveis de autosserviço de locação e devolução, enquanto a segunda trata, principalmente, da melhoria do processo de aquisição de informação acadêmica /científica do exterior.

Quanto aos objetivos, foi identificado que todas as aplicações deixam claro o foco no cliente, demonstrando algo esperado das abordagens Seis Sigma. Além disso, muitas semelhanças foram encontradas em relação a eles. Talankar, Verma e Seth (2011), por exemplo, pretendem fornecer uma estrutura para aumentar a qualidade dos serviços prestados no setor informal. Sob o mesmo viés prescritivo, Wang e Chen (2010) buscam apresentar uma nova abordagem para a melhoria de serviços bancários.

Embora apresentem um estudo sob um formato diferente, Thawesaengskulthai e Jarumanee (2016) também promovem a organização de um modelo sistêmico, cujo resultado envolva a criação de um manual para a reserva de veículos.

Com foco na redução de tempo, foram observadas duas aplicações. Em um primeiro caso, Bhat e Jnanesh (2014) pretendem reduzir o tempo de ciclo do atendimento no

ambulatório de um hospital rural da Índia. Em um segundo, Kumar, Wolfe e Wolfe (2008) focam na redução do tempo do processo de iniciação de crédito.

QUADRO 2 - Panorama das aplicações selecionadas para a análise

Autores/Ano	Serviço Estudado	Foco do trabalho / Objetivos
Alhyari <i>et al.</i> (2012)	<i>E-service</i> fornecido pela plataforma GAM da administração pública de Amã – Jordânia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar a qualidade do serviço prestado através da plataforma GAM.</li> </ul>
Bhat; Jnanesh (2014)	Serviço de ambulatório de um hospital rural da Índia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzir o tempo de ciclo do atendimento no ambulatório.</li> </ul>
Hsia <i>et al.</i> (2009)	Serviço de marketing via internet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhorar a qualidade do serviço de venda de produtos na internet e aumentar a satisfação do cliente;</li> <li>• Identificar as estratégias críticas para a melhoria do serviço.</li> </ul>
Kumar; Strandlund; Thomas (2008)	Sistema de serviço de uma empresa varejista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhorar o serviço oferecido aos clientes, garantindo uma experiência superior de compra.</li> </ul>
Kumar; Wolfe; Wolfe (2008)	Processo de iniciação de crédito de uma grande operação financeira americana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzir o tempo médio do processo em 25%.</li> </ul>
Kumi; Morrow (2006)	Biblioteca acadêmica da Universidade de Newcastle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar os níveis de auto-serviço de locação e devolução da biblioteca</li> </ul>
Shanmugaraj; Nataraj (2013)	Biblioteca de pesquisa de uma empresa de telecomunicações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhorar o processo de aquisição de informação acadêmica / científica do exterior.</li> <li>• Melhorar o nível de satisfação dos usuários com a utilização das informações.</li> </ul>
Thawesaengsku Ithai; Jarumanee (2016)	Sistema de reserva de veículos de uma universidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver um sistema de inovação para o sistema de reserva de veículos;</li> <li>• Criar um sistema que possa acompanhar e verificar os veículos em uso;</li> <li>• Criar um manual para a reserva de veículos.</li> </ul>
Talankar; Verma; Seth (2011)	Serviços do setor informal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fornecer uma estrutura/modelo para aumentar a qualidade dos serviços prestados no setor informal.</li> </ul>
Wang; Chen (2010)	Serviço bancário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fornecer uma nova abordagem para a melhoria do negócio.</li> </ul>

Fonte: Autoria própria (2016)



## 4.2. Análise comparativa

Uma vez observados os aspectos gerais dos modelos identificados na literatura, foi realizada uma análise comparativa mais específica, a fim de contrastar as técnicas empregadas em cada uma das etapas do DMAIC. O Quadro 3 fornece essas informações e orienta a análise desta seção. Como referência complementar para a comparação dos modelos propostos na literatura, foi utilizado um guia prático da *General Eletric* (GE América Latina, 1998). Alguns campos do Quadro 3 foram deixados em branco em virtude da não utilização de técnicas claras para consecução das etapas.

Na etapa de Definição, foi observado que o uso de questionários se apresenta como a técnica mais recorrente para se compor o escopo do trabalho, seguido pela matriz SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs e Customers*), *Project Charter* e *Critical to Quality* (CTQ), presentes, cada um deles, em dois dos dez artigos. De fato, no guia proposto pela GE, podem ser identificados os itens SIPOC e Pesquisa/Entrevista com clientes.

Este último tópico acaba por englobar não apenas os questionários, como também o CTQ, visto que se trata de uma técnica para determinar as características “que os clientes consideram ter o maior impacto sobre a qualidade” (KUMAR; STRANDLUND; THOMAS, 2008, p. 979), o que reforça a ideia de uma interface de comunicação com os clientes.

De modo geral, pode-se também incluir o conceito de voz do cliente (VOC) como uma forma de pesquisa, uma vez que este é definido como “[...] a demanda do cliente por uma melhoria do serviço” (SHANMUGARAJ; NATARAJ, 2013, p. 636). Em outras palavras, as solicitações do cliente à empresa deverão ser usadas para definir o problema/oportunidade a ser abordado. O uso dessas ferramentas pode ser justificado em função do foco no cliente e do consequente desdobramento de suas necessidades no processo de melhoria Seis Sigma, o que é também evidenciado pela metodologia QFD proposta no guia da GE América Latina (1998).

Na etapa de Medição, nota-se uma maior proeminência de técnicas matemáticas, envolvendo, principalmente, estudos de capacidade de processo (*capability analysis*) e uso de gráficos (incluindo o I-Chart). Isso é, notadamente, observado como ferramentas indicadas no manual da GE América Latina (1998), tais como *Six Sigma product/process report*, *Run Chart* e análise normal. Esta última análise pode ser observada também no trabalho de Bhat e Jnanesh (2014), que empregam a terminologia “Teste de Normalidade” para referirem-se ao teste estatístico Anderson-Darling, aplicado ao conjunto de tempos de espera dos pacientes no hospital rural estudado.

QUADRO 3 - Análise comparativa entre os modelos propostos

Autores/Ano	Técnicas utilizadas em cada etapa do DMAIC				
	Definição	Medição	Análise	Melhoria	Controle
Alhyari <i>et al.</i> (2012)	➤ Questionário	➤ DPMO / Nível Sigma	-	-	-
Bhat; Jnanesh (2014)	➤ Project Charter ➤ Simulação (ARENA) ➤ CTQ	➤ I-chart ➤ ECP <sup>c</sup> ➤ Teste de Normalidade Anderson-Darling	➤ DCE <sup>a</sup> ➤ Testes Estatísticos ➤ Observação	➤ I-chart ➤ ECP <sup>c</sup>	➤ 5S ➤ Procedimentos de Padronização ➤ Documentação ➤ Run Chart
Hsia <i>et al.</i> (2009)	➤ Questionário ➤ PEM <sup>b</sup>	➤ Questionário ➤ PEM <sup>b</sup>	➤ DCE <sup>a</sup>	➤ QFD	-
Kumar; Strandlund; Thomas (2008)	➤ CTQ	-	➤ DCE <sup>a</sup>	➤ Poka-yoke	-
Kumar; Wolfe; Wolfe (2008)	-	-	➤ DCE <sup>a</sup> ➤ Histograma ➤ ANOVA	➤ Poka-yoke	-
Kumi; Morrow (2006)	➤ Project Charter	➤ Matriz de Causa e Efeito	➤ FMEA ➤ ANOVA	-	-
Shanmugaraj; Nataraj (2013)	➤ SWOT ➤ VOC	➤ CTQ	➤ EMEA ➤ Testes Estatísticos	➤ Simulação ➤ ECP <sup>c</sup>	➤ ECP <sup>c</sup>
Talankar; Verma; Seth (2011)	➤ SIPOC ➤ VOC	-	➤ ISM	-	-
Thawesaengskulthai; Jarumanee (2016)	➤ Observação ➤ Questionário ➤ Brainstorming	➤ Mapeamento de processos ➤ Diagrama de Afinidade ➤ Gráficos	➤ QFD + ServQual ➤ ECRS ➤ Diagrama de Caso ➤ Gestão de Risco	➤ Mapeamento de processos ➤ Service Blueprint	➤ FMEA ➤ Observação ➤ Questionário
Wang; Chen (2010)	➤ SIPOC ➤ VMS	➤ Estudos de Capacidade de Processo	➤ Pareto ➤ FMEA	➤ TRIZ ➤ ECP <sup>c</sup> ➤ VMS	➤ Gráfico de Controle
GE América Latina (1998)	➤ QFD ➤ Brainstorming ➤ SIPOC ➤ Análise Custo/Benefício ➤ Mapa do Processo (Macro) ➤ Pesquisa/Entrevista com Clientes	➤ Histograma ➤ Mapa do Processo ➤ DCE <sup>a</sup> ➤ Pareto ➤ Run Chart ➤ Box Plot ➤ Six Sigma Product/Process Report ➤ Análise Normal	➤ FMEA ➤ Testes de Hipótese ➤ ANOVA ➤ Análise de Regressão	➤ Brainstorming ➤ Mapa otimizado do processo ➤ Capacidade de Processo	➤ Controle Estatístico de Processo ➤ Metodologia à Prova de Erros ➤ Check-lists ➤ Planos de Controle ➤ Procedimentos e instruções de trabalho

DCE: Diagrama de causa e efeito<sup>a</sup>; PEM: Perform Evaluation Matrix<sup>b</sup>; ECP: Estudos de Capacidade de Processo<sup>c</sup>. Fonte: Autoria própria (2016)

Segundo Kumar, Strandlund e Thomas (2008, p. 979), é nessa fase que “[...] é necessário determinar como medir o processo, bem como seu desempenho”. Igualmente, Bhat e Jnanesh (2014, p. 228) afirmam que a etapa de Medição é responsável por “[...] converter o problema em bases quantificáveis, checar o sistema de medição e a medição da situação investigada”. De fato, embora Thawesaengskulthai e Jarumanee (2016) tenham indicado o uso do mapeamento de processos nessa etapa (ferramenta qualitativa), os autores não esclarecem o motivo pelo qual o fizeram. No entanto, o guia GE América Latina (1998) também inclui essa possibilidade no item “Mapa do Processo”.

Na etapa de análise, pode-se destacar o diagrama de causa e efeito como a técnica mais recorrente – presente em quatro dos dez trabalhos. Entretanto, na referência adotada para comparação, essa ferramenta foi incluída na etapa anterior do DMAIC, a saber: Medição (GE América Latina, 1998), o que pode ser explicado em virtude da aplicação da repetição de técnicas em fases próximas.

O FMEA se apresenta como o segundo item que mais se repete, sendo observado três vezes entre os artigos, dentre os quais é apresentado com a sigla EMEA (análise do modo e efeito do erro) no trabalho de Shanmugaraj e Nataraj (2013). Na sequência, tem-se a aplicação da ANOVA One-Way, presente em dois dos trabalhos. No guia GE América Latina (1998), ambas as técnicas são confirmadas.

Na etapa de melhoria, os estudos de capacidade do processo aparecem três vezes, sendo também observados no guia GE América Latina (1998). Essas técnicas são indicadas nos trabalhos, assim como o I-Chart, o Mapa do Fluxo de Valor (VSM) e o mapeamento de processos, como recursos para apresentação ou avaliação das melhorias propostas. Nos trabalhos de Kumar, Strandlund e Thomas (2008), bem como Kumar, Wolfe e Wolfe (2008), porém, o *poka-yoke* é indicado como uma técnica para a estruturação da melhoria. Embora seja uma diferença sutil, o *poka-yoke* revela-se mais como um conceito ao promover soluções que bloqueiem as falhas.

Wang e Chen (2010) empregam a metodologia TRIZ (Teoria da Solução Inventiva de Problemas) como recurso para a solução de problemas na fase de melhoria. Segundo esses pesquisadores, o “TRIZ é um método eficaz para analisar as necessidades dos clientes e desenvolver soluções inovadoras para atender essas necessidades” (WANG; CHEN, 2010, p. 302), tendo sido satisfatório no trabalho proposto.

Para a fase de Controle, apenas quatro dos dez trabalhos analisados propuseram o uso claro de alguma técnica. O trabalho de Bhat e Jnanesh (2014) forneceu o maior número de técnicas, envolvendo a metodologia 5S, procedimentos de padronização, documentação e *Run*

*Chart*. Os trabalhos que empregam o conceito *poka-yoke* parecem englobar nessa técnica a fase de controle. Embora não deixem claro essa combinação, o guia GE América Latina (1998) inclui o item “Metodologia à Prova de Erros”, sugerindo essa possibilidade.

## 6. Considerações Finais

Embora todos os trabalhos tratados no presente estudo tenham se utilizado do DMAIC para a implementação da metodologia Seis Sigma, foi identificada uma grande diversidade de ferramentas em cada uma de suas etapas. A fase de análise, por exemplo, foi a que apresentou o maior número de técnicas, ao passo que, na fase de controle, poucas ferramentas foram sugeridas. Esse fato pode ser justificado em virtude da apresentação de técnicas que apontam para uma combinação entre as fases de melhoria e controle; o que foi exemplificado pela utilização do método *poka-yoke* em dois dos trabalhos.

Apesar da variedade de técnicas, foi possível identificar algumas mais comumente utilizadas em determinadas fases do DMAIC. Na etapa de Definição, os questionários se destacaram como a forma mais convencional para a coleta e abstração das necessidades dos clientes. Estudos de capacidade de processos, por outro lado, foram nitidamente associados às etapas de Medição e Melhoria. Finalmente, o Diagrama de Causa e Efeito mostrou-se mais frequente na etapa de análise. Por outro lado, não foi constatada uma fronteira clara entre fases próximas, uma vez que algumas ferramentas se repetem

De modo geral, essas conclusões demonstraram coerência com o guia prático adotado da *General Eletric* (GE América Latina, 1998), o que corroborou para validação do presente estudo. Além disso, a diversidade de aplicações investigadas aponta para o sucesso da metodologia Seis Sigma em um grande número de setores. Assim, apesar da diferença entre as técnicas utilizadas em cada fase do DMAIC, pode-se sugerir a eficácia deste *roadmap* para a implantação do método Seis Sigma em serviços. Estudos futuros, porém, poderão investigar os aspectos metodológicos combinados com o DMAIC na tentativa de obter resultados melhores.

## 7. Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES, ao CNPq, à FAPEMIG e à UNIFEI pelo apoio para a realização deste trabalho.

## Referências

ALHYARI, S.; ALAZAB, M.; VENKATRAMAN S.; ALAZAB, M.; ALAZAB, A. Six Sigma approach to

improve quality in e-services: an empirical study in Jordan. *International Journal of Electronic Government Research*, v. 8, n. 2, p 57-74, 2012.

ANTONY, J.; ANTONY, F. J.; KUMAR, M. CHO, B. R. Six Sigma in service organizations: Benefits, challenges and difficulties, common myths, empirical observations and success factors. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 24, n. 3, p. 294-311, 2007.

BALAKRISHNAN, A., KALAKOTA, R., SI, OW, P., WHINSTON, A.B. Document-centered information systems to support reactive problem-solving in manufacturing. *International Journal of Production Economics*, v. 38, p. 31–58, 1995.

BHAT, S.; JNANESH, N.A.. Application of Lean Six Sigma methodology to reduce the cycle time of out-patient department service in a rural hospital. *International Journal of Healthcare Technology and Management*, v. 14, n. 3, 2014.

BREYFOGLE, F.W., CUPELLO, J.M., MEADOWS, B. *Managing Six Sigma: A Practical Guide to Understanding, Assessing, and Implementing the Strategy That Yields Bottom-Line Success*. Wiley, NY, 2001.

CHADEGANI, A. A. ; SALEHI, H.; YUNUS, M. M.; FARHADI, H.; FOOLADI1, M.; FARHADI1, M.; EBRAHIM, N. A. A Comparison between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases. *Asian Social Science*, v. 9, n. 5, p. 18-26, 2013.

DE KONING, H., DE MAST, J. A rational reconstruction of Six Sigma's Break- through Cookbook. *International Journal of Quality and Reliability Management*, v. 23, n.7, p. 766–787, 2006.

DE MAST, J.; LOKKERBOL, J. An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *Int. J. Production Economics*, v. 139, n. 2, p. 604–614, 2012.

ECHEVESTE, M. E.; WERNER, L.; KOLOWSKI, A. B. D. S. Uma discussão da aplicabilidade das técnicas estatísticas para o Programa Seis Sigma em serviços. *VIII SERPROSUL – Semana de Engenharia de Produção Sul-Americana*, Bento Gonçalves, 2008.

GE AMÉRICA LATINA – 6 Sigma College, 1998, *Manual do Participante*, Análise.

GUZ, A. N.; RUSHCHITSKY, J. J. Scopus: a system for the evaluation of scientific journals. *International Applied Mechanics*, v. 45, n. 4, p. 351-362, 2009.

HAHN, G. J.; DOGONAKSOY, N.; HOERL, R. The evolution of Six Sigma. *Quality Engineering*, v. 2, n. 3, p. 317-326, 2000.

HSIA, T-C; CHEN S-C; CHEN, K-S. Enhancement of service quality in Internet-marketing through application of the six sigma process. *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, v. 26, n. 1, pp. 11-21, 2009.

KUMAR, S.; STRANDLUND, E.; THOMAS, D. Improved service system design using Six Sigma DMAIC for a major US consumer electronics and appliance retailer. *International Journal of Retail & Distribution Management*, v. 36, n. 12, pp. 970-994, 2008.

KUMAR, S.; WOLFE, A. D.; WOLFE, K. A. Using Six Sigma DMAIC to improve credit initiation process in a financial services operation. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 57, n. 8 p. 659-676, 2008.

- KUMI, S; MORROW, J. Improving self-service the six sigma way at Newcastle University Library, *Program: electronic library and information systems*. University of Newcastle, UK, v. 40, p. 123-136, 2006.
- KWAK, Y.H. AND ANBARI, F.T. Benefits, obstacles and future of six sigma approach, *Technovation*, v. 20, p. 1-8, 2004.
- LINDERMAN, K. et al. Six Sigma: a goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management*, v. 3, n. 21, p. 193-203, 2003.
- MAHANTI, R.; ANTONY, J. Confluence of Six Sigma, simulation and software development, *Managerial Auditing Journal*, v. 20 n. 7, p.739 – 762, 2005.
- PANDE, P. S. Estratégia Seis Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- SAMPAIO, R.F.; MANCINI, M.C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v. 11, n. 1, p.83-89, 2007.
- SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. Modelo de referência para estruturar o Seis Sigma nas organizações. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 43-56, 2008.
- SHANMUGARAJA, M.; NATARAJ, M. Total performance excellence – a model for successful implementation of Six Sigma. *International Journal of Procurement Management*, v. 6, n. 3, 2013.
- SNEE, R. D. Six-Sigma: the evolution of 100 years of business improvement methodology. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, v. 1, n. 1, 2004.
- TALANKAR, A.; VERMA, P.; SETH, N. A conceptual framework for application of Six Sigma improvement methodology in non-formal service sector. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, v. 6, n. 4, p. 321-338, 2011.
- THAWESAENGSKULTHAIA, N.; JARUMANEE., P. Improvement of Vehicle Service System by the Application of Lean Six Sigma. *Engineering Journal*, v. 20, n. 2, 2016.
- TRUJILLO, V. ESPM discute o futuro da alimentação fora do lar na Fispal Food Service 2015. Food Magazine. 03 de maio de 2015. [ONLINE]. Disponível em: <http://www.foodmagazine.com.br/food-service-noticia-fique-por-dentro/espm-discute-o-futuro-da-alimentacao-fora-do-lar-na-fispal-food-service-2015>. Acesso: 24 de junho de 2016.
- WANG, F-K; CHEN, K-S. Applying Lean Six Sigma and TRIZ methodology in banking services. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 21, n. 3, p. 301-315, 2010.