

# SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA: PRINCIPAIS ABORDAGENS E SEUS REQUISITOS

**Giovanni Claudio Pinto Conde (UNIMEP)**

giovanni.conde@globomail.com

**Mauro Luiz Martens (UNIMEP)**

mauro.martens@gmail.com



*Enquanto a iniciativa Seis Sigma vem obtendo reconhecimento como sendo a técnica de melhoria de processos mais eficaz, a atividade seleção de projetos vem sendo percebida com fator crítico de sucesso de sua implementação. A relevância do tema seleção de projetos seis sigma é corroborada tanto pela presença de dezenas de publicações propondo abordagens (modelos ou métodos) em periódicos de alto fator de impacto nos últimos dez anos quando pela proposição de lacunas para pesquisas futuras. O objetivo deste estudo foi identificar requisitos relevantes para as abordagens de seleção de projetos seis sigma, prover informações atualizadas imediatamente úteis tanto para pesquisadores quanto para as equipes envolvidas na tarefa prática de selecionar projetos seis sigma a fim de melhorar os resultados de suas organizações. A metodologia aplicada foi revisão sistemática da literatura mesclando bibliometria e análise de conteúdo. As contribuições deste estudo abrangem a identificação e a análise das 13 principais abordagens para a seleção de projetos seis sigma, um panorama de cada uma destas abordagens, a identificação de 12 requisitos para a avaliação destas abordagens, e finalmente, a*



*integração de algumas das principais lacunas relacionadas ao desenvolvimento de tais abordagens.*

*Palavras-chave: Seleção de projetos; seis sigma; métodos; modelos; abordagens.*

## 1. Introdução

Conforme Büyüközkan e Öztürkcan (2010), empresas globais vêm focalizando atenção na iniciativa seis sigma como meio de maximizar benefícios e vantagem competitiva. Diversas pesquisas reforçam a importância da seleção de projetos para o sucesso da iniciativa seis sigma, tais como, por exemplo, os estudos de Padhi e Sahu (2011) e Su e Chou (2008).

Entretanto, de acordo com Kornfeld e Kara (2013), o relato de falhas de projetos é comum, o que, segundo Kumar, Antony e Rae Cho (2009), afeta negativamente o sucesso e também a credibilidade da iniciativa seis sigma. Os últimos estudos contribuíram com abordagens (métodos ou modelos) no sentido de aprimorar a realização da seleção de projetos seis sigma.

Enquanto por um lado, os pesquisadores oferecem uma diversidade de abordagens, por outro, uma parte dos praticantes não as utiliza e outra parte encontra-se insatisfeita com as abordagens que utilizam. Consequentemente, perante os pesquisadores que almejam desenvolver abordagens aplicáveis e eficazes e os praticantes que necessitam selecionar uma abordagem que seja adequada às suas condições, surge uma questão de pesquisa: quais são os requisitos importantes para as abordagens de seleção de projetos seis sigma?

Assim, o objetivo deste estudo é identificar requisitos relevantes para as abordagens de seleção de projetos seis sigma, com o intuito de contribuir para a redução das lacunas relacionadas com a solução desta problemática. Para tal, como metodologia de pesquisa, foi utilizada uma revisão sistemática da literatura, incluindo técnicas de bibliometria e análise de conteúdo. Nessa revisão, foram localizadas, classificadas e analisadas as principais publicações com abordagens para seleção de projetos. O estudo resultou na identificação de um conjunto de requisitos para estas abordagens bem com lacunas para pesquisa.

As demais seções deste artigo estão organizadas da seguinte forma: a seção 2 apresenta o referencial teórico, a seção 3 apresenta os procedimentos metodológicos, a seção 4 apresenta e discute os resultados obtidos e na seção 5 são feitas as considerações finais.

## 2. Seleção de projetos seis sigma

“Os projetos são frequentemente utilizados com o meio de direta ou indiretamente alcançar os objetivos do plano estratégico de uma organização” (PMI, 2013, p.10). De acordo com Rousel e Erickson (1991), o conceito de construção de portfólios de negócio surgiu ao final dos anos 50 e evoluiu durante os anos 70 para se tornar uma ferramenta de planejamento estabelecida. Conforme Padhy e Sahu (2011), nas décadas de 80 e 90, o gerenciamento de portfólio passou a ser aplicado para projetos de novos produtos e para a alocação de recursos de pesquisa e desenvolvimento.

Para Kaiser, Arbi e Ahlemann (2015), é usual utilizar a técnica de gerenciamento de portfólio para se obter o alinhamento do portfólio de projetos com os objetivos estratégicos. Para Kaiser *et al.* (2015), as atividades de coleta, avaliação, priorização e seleção de projetos devem considerar a disponibilidade de recursos e fazem parte do gerenciamento de portfólio de projetos, devendo abranger também aqueles projetos que estejam em andamento.

De acordo com Archer and Ghasemzadeh (1999), os objetivos da organização, os projetos em andamento, os recursos disponíveis e demais restrições necessitam ser consideradas na seleção de portfólio de projetos.

Para Snee (2004), as características críticas para os clientes devem ser o foco da iniciativa seis sigma que é orientada para a melhoria de processos e sistemas por meio da eliminação de defeitos. De acordo com Farsijani, Nikabadi, Amirimoghadam (2015), a expressão seis sigma guarda vínculo com o design de processos de manufatura utilizando estatística.

A primeira adoção do seis sigma ocorreu em 1987 pela Motorola onde em apenas 5 anos, foi colocado o desafio de reduzir a incidência de defeitos, em 10 vezes (KAHARAMAN; BÜYÜKÖZKAN, 2010). Na década seguinte, a Motorola aumentou em 5% suas vendas, obteve crescimento anual de 20% em seus lucros e conquistou uma poupança de mais de 10 bilhões de dólares (YANG; HSIEH, 2009).

Conforme Kumar, Nowicki, Ramírez-Márquez e Verma (2008), a qualidade do processo é medida pelo nível sigma, que está inversamente associada ao grau de incidência de defeitos, sendo que quanto maior a incidência de defeitos menor é o nível sigma.

Para Snee (2004), as aplicações do seis sigma estão acontecendo em diversas áreas fora da manufatura incluindo, finanças, marketing e saúde, por exemplo. Conforme Kwak e Anbari (2006), nos anos recentes, o interesse no sucesso do seis sigma vêm apresentando rápido e forte crescimento. De acordo com Wang, Hsu e Tzeng (2014), o seis sigma tem sido direcionado para a redução de custo e prazos, para o aumento da satisfação de clientes e para a melhoria da qualidade. Uma revisão mais aprofundada da literatura sobre seis sigma pode ser obtida nos estudos de Gamal Aboelmaged (2010), Schroeder *et al.* (2008).

Uma série de definições e referências na literatura enfatizam que a implementação dos seis sigma ocorre por meio da aplicação de projetos. Segundo Adams, Gupta e Wilson (2003), é por meio dos projetos seis sigma que a variação do processo é medida e sofre redução. Para Tkáč e Lyócsa (2010), é por meio de projetos que os processos do negócio são melhorados e reinventados. Para Kumar *et al.* (2009), a promoção das mudanças é a função dos projetos.

De acordo com Marriott *et al.* (2013), a impossibilidade de conduzir simultaneamente todos os projetos devido a restrições de recursos é o que torna necessário a seleção de projetos. No mesmo sentido, Kerzner (2002), aponta a necessidade de considerar o volume de recursos disponíveis ao se definir o tipo e volume de projetos da empresa.

Para Meredith *et al.* (1995), a seleção de projeto envolve avaliar projetos e escolher um portfólio de projetos estrategicamente alinhado.

Os estudos de Tkáč e Lyócsa (2010) e de Boran *et al.* (2011), fazem a mesma distinção entre 2 diferentes grupos de abordagens, as quais nomeamos aqui como duas diferentes gerações de abordagens para seleção de projetos seis sigma, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1 – As duas gerações de abordagens para a seleção de projetos seis sigma

Abordagens	1a geração (abordagens tradicionais)	2a geração (abordagens complexas)
Caraterísticas e exemplos	Abordagens simplificadas bem conhecidas e que podem ser encontradas na literatura comercial de seis sigma. Na maioria das vezes são baseadas em matrizes ( <i>QFD</i> , matrizes de avaliação, classificação ou seleção). Incluem análises de Pareto, estudos de <i>FPY</i> , benchmarking, <i>VSM</i> (são ferramentas básicas do seis sigma)	Baseado em razões científicas (utilizam teoria da probabilidade, de processos estocásticos, estatísticas, <i>AHP</i> , otimização, modelos de programação matemática e abordagens multi-atributos)
	Natureza Subjetiva	Natureza Objetiva
Quantidade de critérios utilizados	Dois critérios ou poucos critérios	Permite uso de maior número de critérios
Uso na indústria	Amplo devido a aplicabilidade	Restrito devido a complexidade
Desvantagens	Natureza estocástica do desenvolvimento do projeto não é reconhecida. Relação entre os elementos não é levada em consideração. Oferecem pouca margem para investigação analítica das características dos projetos	Complexidade torna o uso na prática restrito Requer uso intensivo de computador (atenuável por meio do uso de <i>softwares</i> )

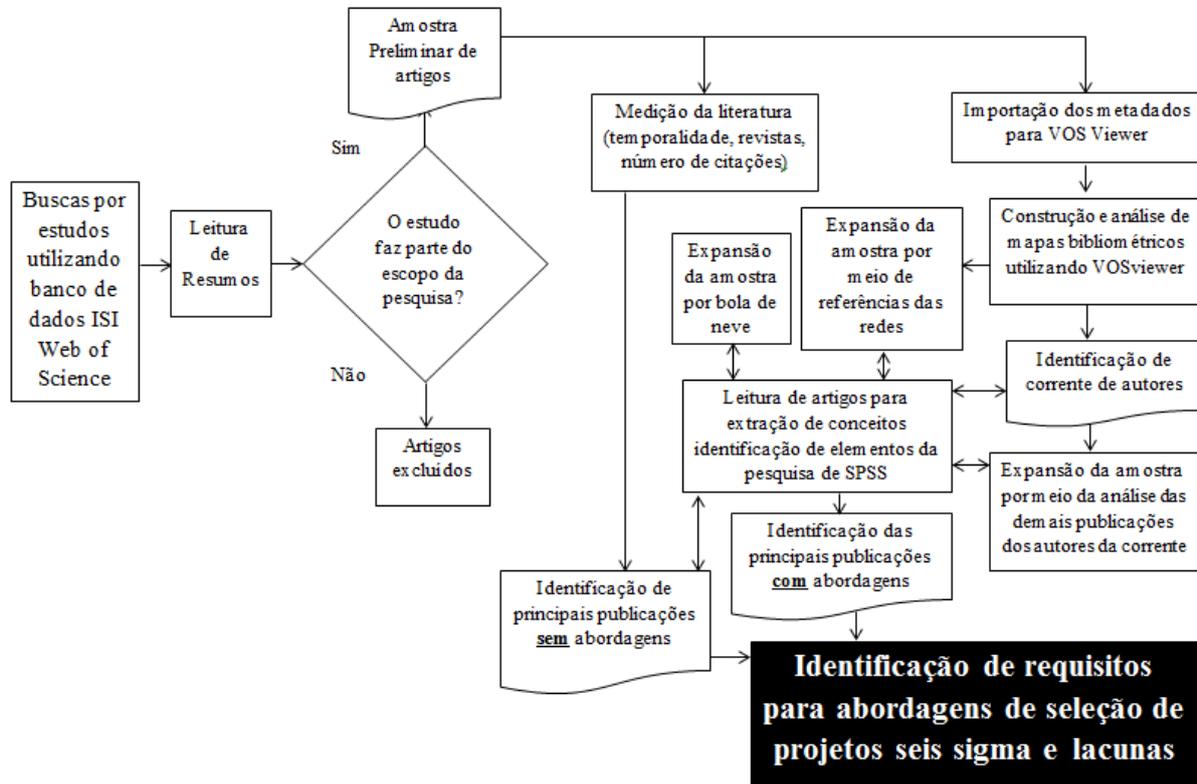
Fonte: Elaborado pelos autores baseado nos estudos de Tkáč e Lyócsa (2010) e de Boran *et al.* (2011)

Boran *et al.* (2011), apresentam uma revisão da literatura para a seleção de projetos seis sigma, indicando um primeiro conjunto abordagens denominado por eles como abordagens tradicionais (as quais denominamos de primeira geração), desenvolvidas até 2004, e um segundo conjunto, denominado por eles como abordagens complexas, desenvolvidas entre 2007 e 2009, as quais denominamos como sendo a segunda geração de abordagens para seleção de projetos seis sigma. O presente estudo está concentrado nas abordagens de segunda geração uma vez que, estes últimos possuem natureza objetiva e deste modo se tornam capazes de mitigar a subjetividade presente nas abordagens tradicionais (HU; WANG; FETCH; BIDANDA, 2008; PADHY; SAHU, 2011; SAGHAEI; DIDEHKHANI, 2011).

### 3. Metodologia

A revisão sistemática da literatura foi conduzida utilizando o processo indicado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxo da revisão sistemática da literatura



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para as buscas realizadas optou-se pela *ISI Web of Science* como base principal pelo fato de, conforme Watanuki *et al.*(2014), esta base permite que a amostra seja expandida por meio da utilização de publicações presentes em outras bases científicas. Foi obtida primeiramente uma amostra preliminar de artigos resultante de buscas no período de 1996 a 2017 por meio do uso de um amplo conjunto de palavras-chave, incluindo: a) o termo abordagem e outros identificados como similares (*framework, model, method\*, approach*); b) termos relacionados a etapas do processo de seleção (*generation, selection, prioritisation, prioritization, ranking*); e c) termos chaves das áreas da pesquisa (*project, portfolio, six sigma*), excluindo-se aquelas publicações sem alinhamento com a temática da pesquisa, conforme foram avaliadas por meio da leitura de seus resumos. A partir da amostra preliminar obtida, foram construídos e analisados mapas bibliométricos por meio da aplicação do software VOSviewer (ECK;

WALTMAN, 2010). A análise dos mapas permitiu a identificação de principais referências por cocitação.

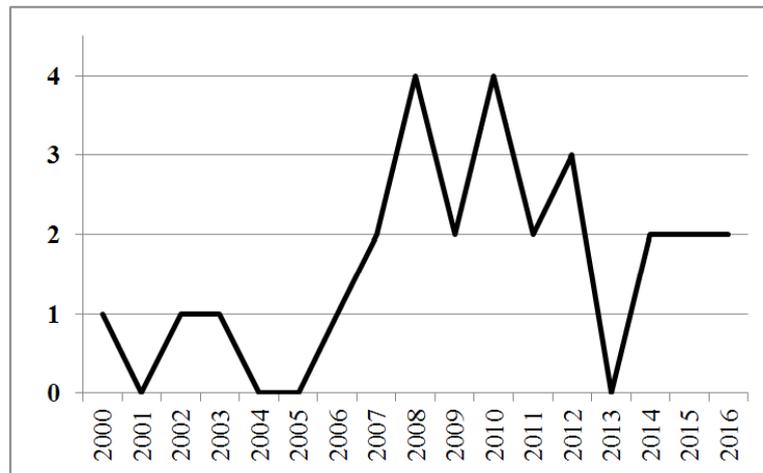
Foi realizada a expansão da amostra preliminar por meio da leitura de artigos e por meio das referências obtidas por citação e cocitação, utilizando a técnica de bola de neve. Desde modo foi possível identificar um conjunto de 28 publicações com abordagens para seleção de projetos seis sigma, abrangendo as duas gerações de abordagens. Cada uma das publicações contendo abordagens para seleção de projetos seis sigma foi analisada para extração de conceitos, identificação de requisitos para as abordagens e lacunas para pesquisa futura. Posteriormente estas 28 publicações foram classificadas utilizando um conjunto de critérios que incluiu: número total de citações (conforme site *google acadêmico*), classificação Qualis, fator de impacto *JCR* e número médio de citações por ano. Foram também excluídas as abordagens de primeira geração sendo assim a amostra reduzida a 13 publicações com abordagens de segunda geração.

## 4. Análise dos resultados

### 4.1 Mapeamento dos artigos da amostra

As buscas na base ISI Web of Science resultou em 399 artigos. O exame do resumo destes artigos permitiu a identificação de 107 publicações consideradas pertinentes, sendo 79 delas sem abordagens e 28 com abordagens para seleção de projetos seis sigma. A Figura 2 mostra o volume anual de artigos com abordagens para seleção de projetos seis sigma localizado por este estudo, abrangendo as duas gerações, publicados no período de 2000 a 2016.

Figura 2 - Volume de artigos publicados de 2000 a 2016 com abordagens para seleção de projetos seis sigma

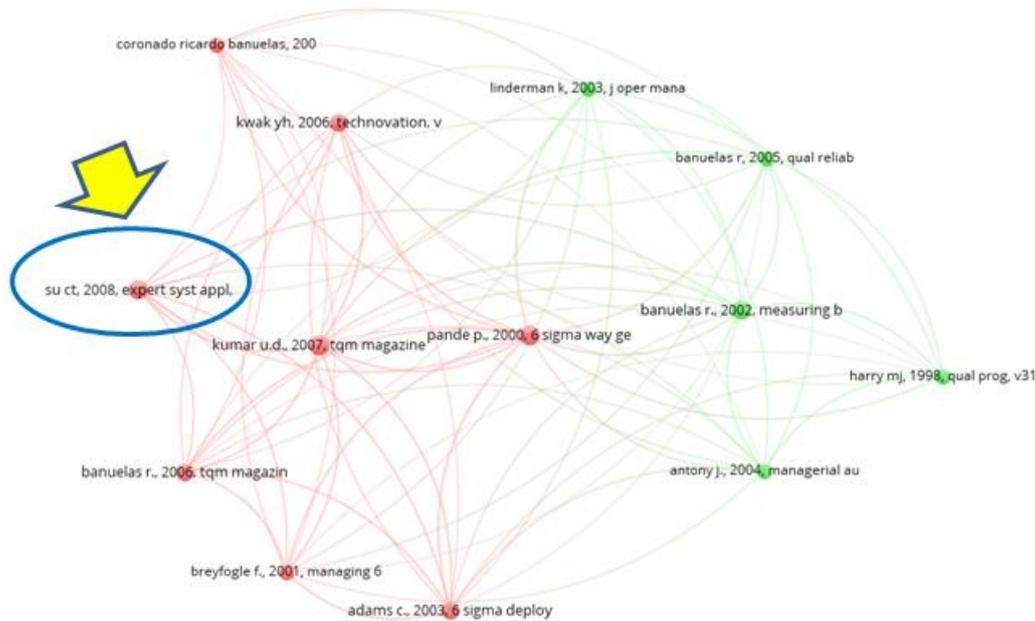


Fonte: Elaborado pelos autores utilizando dados de buscas realizadas na *ISI Web of Science*.

Nota-se um aumento do volume de publicação de abordagens a partir do ano de 2007, coincidindo com o momento de início das publicações com abordagens de segunda geração para seleção de projetos seis sigma, conforme indicado por Boran *et al.* (2011).

A bibliometria foi utilizada como meio para identificar as referências mais citadas e cocitadas. A Figura 3 apresenta o mapa bibliométrico de cocitação de referências citadas para a opção de número mínimo de citações da referência citada igual a 6.

Figura 3 – Mapa bibliométrico de cocitação de referências citadas



Fonte: Elaborado pelos autores utilizando software VOS viewer com metadados de publicações com abordagens para seleção de projetos seis sigma

Entre as referências com mais de 6 citações a mais recente delas é o estudo de Su e Chou (2008), que é, portanto, a publicação com abordagem para seleção de projetos seis sigma que mais se destaca dentre as referências citadas pelos 28 estudos com abordagem identificados.

#### 4.2 Panorama das principais abordagens para seleção de projetos seis sigma

Após a classificação segundo tais critérios e a exclusão das abordagens de primeira geração, foram classificadas 13 principais publicações para aprofundamento de análise. O Quadro 2 apresenta um panorama de cada uma das abordagens selecionadas.

Quadro 2 – Panorama das principais abordagens para a seleção de projetos seis sigma

Publicações	Panorama da abordagem
1. Su e Chou (2008)	Metodologia de geração e seleção de projetos organizada em 4 fases abrangendo uso de <i>FMEA</i> para avaliação de riscos e <i>AHP</i> para avaliação de benefícios dos projetos.
2. Yang e Hsieh (2009)	Utiliza critérios do prêmio nacional da qualidade de Taiwan como estrutura de seleção e um método de tomada de decisão multi-critério <i>Delphi fuzzy</i> para a avaliação de critérios de seleção de projetos.
3. Büyükoçkan e Öztürkcan (2010)	Abordagem baseada na combinação de <i>DEMATEL</i> , utilizada para analisar o relacionamento de interdependência entre as estratégias e entre os fatores, e <i>ANP</i> para calcular os pesos dos critérios de decisão.
4. Padhy e Sahu (2011)	Metodologia de 2 estágios combinando análise de opções reais e <i>zero-one goal programming</i> para a seleção e programação de um portfólio de projetos ótimo baseado nos objetivos da organização com restrição de recursos.
5. Saghaei e Didekhani (2011)	Metodologia de 2 estágios calculando a utilidade geral dos projetos por meio de um sistema <i>ANFIS (adaptive neuro fuzzy inference)</i> seguido de modelo <i>fuzzy weighted goal programming</i> para obter o portfólio ótimo.
6. Hu, Wang, Fetch e Bidanda (2008)	Sistema de suporte a decisão utilizando <i>goal programming</i> é utilizado para selecionar portfólio de projetos seis sigma.
7. Bilgen e Sen (2012)	Modelo de seleção utilizando <i>fuzzy-AHP</i> .
8. Tkáč e Lyócsa (2010)	Modelo baseado em similar aplicado para avaliar projetos de <i>R&amp;D</i> , que utiliza técnicas de modelo de otimização matemática e teoria das opções reais.
9. Hsieh, Huang e Wang (2012)	Modelo de seleção de projetos em serviços desenvolvido em 4 fases, <i>AHP</i> para cálculo de prioridades dos projetos além de <i>FMEA</i> .
10. Wang, Hsu e Tzeng (2014)	Modelo <i>MCDM</i> (tomada de decisão multi-critério) híbrido combinando uma tomada de decisão <i>Dematel-ANP</i> e método <i>Vikor</i> para reduzir lacunas de cada critério e dimensão (6 dimensões, 17 critérios e 8 alternativas).
11. Kahraman e Büyükoçkan (2008)	Modelo combinado <i>fuzzy AHP</i> , para ponderar a importância dos objetivos de seleção, e o modelo <i>fuzzy goal programming</i> para determinar as possíveis alternativas de projetos a fim de selecioná-los e priorizá-los.
12. Kumar, Antony e Rae-Cho (2009)	Metodologia híbrida combinando <i>AHP</i> e matriz de conveniência de projetos com dois componentes para comparação (esforço e impacto) visando a seleção de projetos seis sigma.
13. Ray e Das (2010)	O artigo apresenta metodologias para três diferentes situações, enfatizando a necessidade da participação ativa da alta direção. Os 3 métodos sugeridos são: análise dos dados de desempenho, <i>Balanced Scorecard</i> e <i>Survey</i> .

Fonte: Elaborado pelos autores.

Respondendo a importância que tem sido dada a implementação bem sucedida da iniciativa seis sigma (BÜYÜKÖZKAN; ÖZTÜRKCAN, 2010; PADHY; SAHU, 2011) e a criticidade do processo de seleção de projetos para o seu sucesso (KORNFELD; KARA, 2013; KUMAR *et al.*, 2009), pesquisadores têm oferecido dezenas de alternativas de abordagens para seleção de projetos seis sigma na última década.

A análise das 13 principais abordagens indicadas no quadro 2 revela uma diversidade quanto às abordagens de tomada de decisão utilizadas. Por exemplo, enquanto alguns pesquisadores como, por exemplo, Su e Chou (2008) e Kumar *et al.* (2009), optaram pela versão original da *AHP*, outros, como Bilgen e Sen (2012) e Kahraman e Büyükoçkan, optaram pela sua versão *fuzzy* (*FAHP* ou *fuzzy AHP*). Por sua vez, outros aplicaram a versão *fuzzy* de outras abordagens tais como *Delphi fuzzy* (YANG; HSIEH, 2009), *ANFIS* (SAGHAEI; DEDEHKHANI, 2011). Existem também pesquisadores que combinaram abordagens para

tomada de decisão. Büyüközkan e Öztürkcan (2010) combinaram *DEMATEL* e *ANP*, enquanto Wang, Hsu e Tzeng (2014), combinaram *DEMATEL*, *ANP* e *Vikor*. É também notória a presença de técnicas de *Goal Programming*, as quais estão presentes em quatro abordagens recentes (PADHY; SAHU, 2011; SAGHAEI; DIDEHKHANI, 2011; HU, WANG; FETCH, BIDANDA, 2008; KAHRAMAN; BÜYÜKÖZKAN, 2008).

É fundamental o resultado da survey realizada por Kirkham, Garza-Reyes, Kumar e Antony (2014) em 203 manufaturas européias para conhecer como elas priorizavam suas iniciativas de melhoria: a única abordagem de apoio a tomada de decisão relatada pelas empresas estudadas foi a *AHP*, a qual foi indicada como sendo utilizada por três empresas.

#### **4.3 Requisitos para as abordagens para seleção de projetos seis sigma**

Para efeito deste estudo consideramos como requisitos aquelas características apontadas por um ou mais pesquisadores como necessárias ou recomendáveis para o desenvolvimento e avaliação das abordagens. Para efeito de identificação de requisitos para as abordagens para seleção de projetos seis sigma, foram consideradas não apenas as 13 publicações com abordagens como também as 79 publicações que referem a seleção de projetos seis sigma sem conter tais abordagens. O Quadro 3, que apresenta o conjunto de requisitos identificados.

Quadro 3 - Requisitos para as abordagens para seleção de projetos seis sigma

Requisitos	Estudos que propõem os requisitos (ordem cronológica dentro e entre linhas)
1. Ser significativo e gerenciável	Pande, Neuman, Cavanagh (2000)
2. Levantar em consideração as capacidades existentes	Pande <i>et al.</i> , (2000)
3. Utilizar critérios de impacto e esforço	Pande <i>et al.</i> (2000); Pzydec (2003); Kumar <i>et al.</i> (2009)
4. Priorizar projetos que forneçam benefícios financeiros	Goldstein (2001); Coronado e Antony (2002); Breyfogle III (2003)
5. Alinhamento estratégico dos projetos seis sigma	Snee e Rodebaugh (2002); Antony (2004); Gijo e Rao (2005); Su e Chou (2008); Kumar <i>et al.</i> (2009); Komfeld e Kara (2011); Komfeld e Kara (2013)
6. Focalizar processos-chaves do negócio	Breyfogle III (2003); Ray e Das (2010); Boran, Yazgan e Goztepe (2011)
7. Focalizar assuntos que impactam na satisfação dos clientes	Breyfogle III (2003); Harry e Schroeder (2005); Su e Chou (2008); Saghaei e Didekhani (2011);
8. Prever a participação da alta direção	Bremer <i>et al.</i> (2006); Su e Chou (2008); Ray e Das (2009); Ray e Das (2010)
9. Prever o envolvimento de pessoal operacional na geração dos projetos	Heuvel, Does, Bogers e Berg (2006)
10. Utilizar método de priorização objetivo, por meio de critérios racionais (não subjetivo), isto é, abordagens de apoio à tomada de decisão	Yang e Hsieh (2009); Sharma e Chetiya (2010); Ray, Das, Bhattacharyay e Antony (2013); Kirkham, Garza-Reyes, Kumar e Antony (2014)
11. Não conduzir à seleção de projetos grandes e complexos	Kumar <i>et al.</i> (2009); Boran <i>et al.</i> (2011); Farsijani <i>et al.</i> (2015)
12. Basear-se em métricas realistas que sejam facilmente mensuráveis	Boran <i>et al.</i> (2011)

Fonte: Elaborado pelos autores.

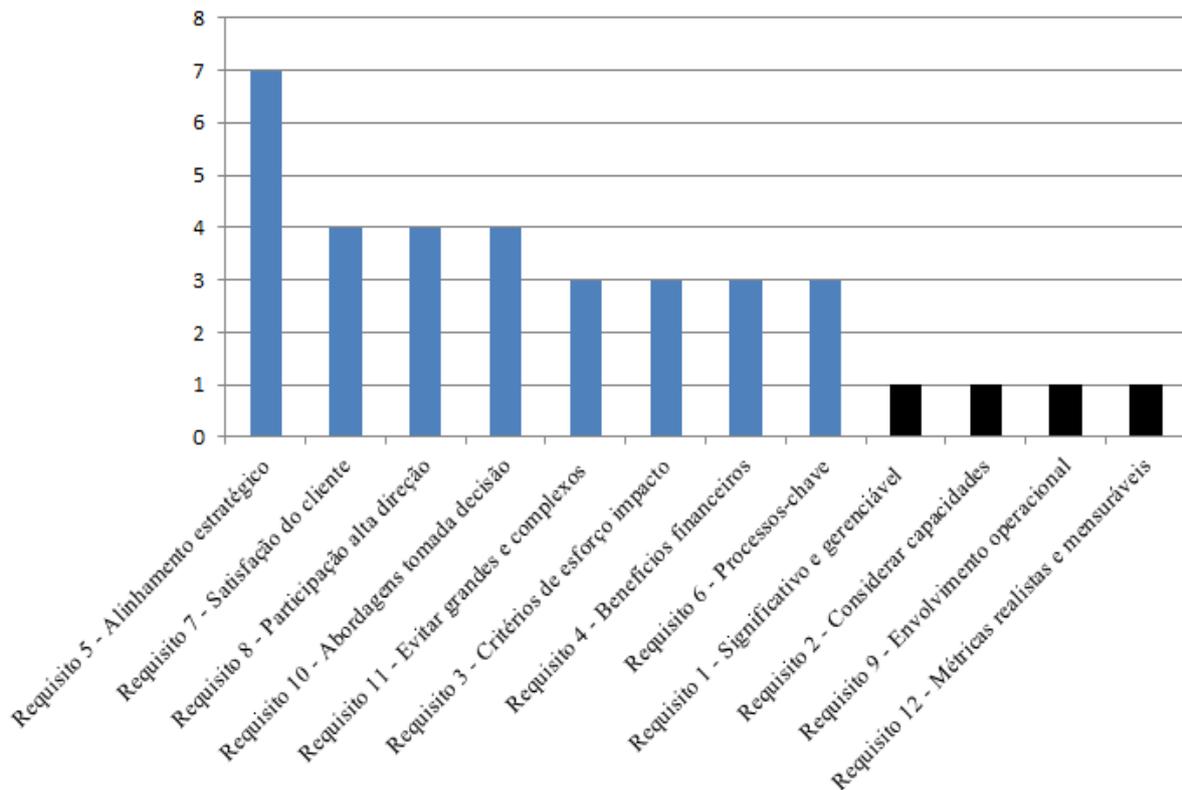
O quadro 3 foi construído em sequência cronológica entre e dentro das linhas de modo a facilitar a percepção quanto a sequência de surgimento dos diferentes requisitos.

Nota-se que

- Foram identificados um total de 12 requisitos a serem atendidos pelas abordagens de seleção de projetos seis sigma;
- Os três primeiros requisitos identificados na amostra expandida de publicações surgiram por meio do estudo de Pande *et al.* (2000);
- São em número de 23 os estudos que compõem o quadro de requisitos sendo que apenas 8 destes trazem proposições de abordagens.

A Figura 4, contruída na forma de Gráfico de Pareto, revela a incidência de cada um dos requisitos no conjunto de estudos identificados por esta pesquisa.

Figura 4 – Incidência de requisitos para as abordagens de seleção de projetos seis sigma



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota-se que 8 dos 12 requisitos identificados foram indicados por mais de um único estudo. Uma análise das 13 abordagens selecionadas revelou que várias das abordagens desenvolvidas falham em atender a diversos dos 12 requisitos identificados neste estudo.

#### 4.4 Lacunas da pesquisa de abordagens para seleção de projetos seis sigma

Cada um dos 13 estudos com abordagens selecionados foi também analisado a fim de extrair as lacunas para as abordagens utilizadas para a seleção de projetos seis sigma. Algumas das lacunas identificadas com o desenvolvimento das abordagens para seleção de projetos seis sigma estão sumarizadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Sumário das lacunas da pesquisa de abordagens para seleção de projetos seis sigma

Lacuna sumarizada	Embasamento
1. Métodos descritos na literatura não oferecem solução	Kornfeld e Kara, 2011
2. Necessidade de desenvolver a geração de portfólio	
3. Muito poucas ferramentas poderosas para priorizar projetos	Su e Chou, 2008
4. Falta abordagem bem estruturada para a criação de projetos	
5. Selecionar projetos seis sigma baseando-se no conjunto formado por 4 "vozes" ( <i>VOC</i> = voz do cliente; <i>VOB</i> = voz do negócio; <i>VOP</i> = voz do processo; e voz das partes interessadas).	Kumar <i>et al.</i> 2009

Fonte: Elaborado pelos autores.

O estudo das abordagens relevou ênfase na etapa (ou atividade) de classificação de projetos potenciais em detrimento da etapa (ou atividade) de geração de alternativas de projetos (BORDLEY, 1998; KORNFELD; KARA, 2011), sendo observado que a geração de projetos é completamente ausente na maior parte dos 13 principais modelos. Apenas três abordagens contemplam a geração de projetos (SU; CHOU, 2008; RAY; DAS, 2010; KUMAR *et al.* 2009).

## 5. Considerações Finais

O objetivo deste estudo é identificar requisitos relevantes para as abordagens de seleção de projetos seis sigma, com o intuito de contribuir para a redução das lacunas relacionadas com a solução desta problemática. Para tal, como metodologia de pesquisa, foi utilizada uma revisão sistemática da literatura, incluindo técnicas de bibliometria e análise de conteúdo.

As principais contribuições deste estudo foram: a) a identificação de 13 principais estudos contendo abordagens para seleção de projetos seis sigma; b) a identificação de 12 requisitos para abordagens para seleção de projetos seis sigma propostos por 23 diferentes estudos; e c) a identificação de lacunas de pesquisa de abordagens para seleção de projetos seis sigma.

As implicações práticas advindas destas contribuições são: a) praticantes do processo de seleção de projetos passam a contar com um conjunto das principais abordagens o que pode contribuir para promover a sua utilização; b) a oferta de diversas alternativas juntamente com requisitos para as abordagens (que podem servir como critérios de escolha da abordagem)

pode contribuir para o acerto na escolha da abordagem mais apropriada para cada situação, contribuindo assim para o sucesso da iniciativa seis sigma. Além disso, o rol de requisitos pode apoiar os pesquisadores na crítica tanto das abordagens já oferecidas quanto naquelas futuramente desenvolvidas.

A principal limitação deste estudo foi devido ao fato de se basear exclusivamente na revisão da literatura, sendo utilizada somente uma base de dados.

Para futuras pesquisas recomenda-se: a) aplicar os requisitos identificados como critérios para avaliação das abordagens já oferecidas e futuramente desenvolvidas; b) desenvolver abordagens que atendam aos requisitos; c) identificar novos requisitos por meio de pesquisa empírica.

## 6. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio da UNIMEP e à CAPES às quais os autores agradecem por todos os recursos e incentivos concedidos.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, Cary; GUPTA; Praveen; WILSON. Charles. *Six Sigma Deployment*, v. 4. Abingdon: Routledge, 2003.

ANTONY, Jiju. *Six Sigma In The Uk Service Organisations: Results From A Pilot Survey*. *Managerial Auditing Journal*, v. 19, n. 8, p. 1006-1013, 2004.

ARCHER, Norm; GHASEMZADEH, Fereidoun. *An Integrated Framework For Project Portfolio Selection*. *International Journal of Project Management*, v. 17, n. 4, p. 207-216, 1999.

BILGEN, Bilge; ŞEN, Mutlu. *Project Selection Through Fuzzy Analytic Hierarchy Process And A Case Study On Six Sigma Implementation In An Automotive Industry*. *Production Planning & Control*, v. 23, n. 1, p. 2-25, 2012.

BORAN, Semra; YAZGAN Harun Resit; GOZTEPE, Kerim. *A Fuzzy ANP-Based Approach For Prioritising Projects: A Six Sigma Case Study. International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, v.6, n. 3, p. 133-155, 2011.

BORDLEY, Robert. *R&D Project Selection Versus R&D Project Generation. IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 45, n. 4, p. 407-413, 1998.

BREMER, Michael; MCKIBBEN, Brian; MCCARTY, Tom. *Six Sigma Financial Tracking and Reporting*, Nova Iorque: McGraw-Hill, 2006.

BREYFOGLE III, Forrest. *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods*, Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2003.

BÜYÜKÖZKAN, Gülçin; ÖZTÜRKCAN, Demet. *An Integrated Analytic Approach For Six Sigma Project Selection. Expert Systems with Applications*, v. 37, n. 8, p. 5835-5847, 2010.

CORONADO, Ricardo Banuelas; ANTONY, Jiju. *Critical Success Factors For The Successful Implementation Of Six Sigma Projects In Organisations. The TQM magazine*, v. 14, n. 2, p. 92-99, 2002.

ECK, Nees Jan van; WALTMAN, Ludo. *Software Survey: Vosviewer, A Computer Program For Bibliometric Mapping. Scientometrics*, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010.

FARSIJANI, Hassan; NIKABADI, Mohsen Shafiei; AMIRIMOGHADAM, Hamidreza. *Six Sigma Project Selections Using Fuzzy Network-Analysis And Fuzzy Madm. Decision Science Letters*, v. 4, n. 1, p. 87-96, 2015.

GAMAL ABOELMAGED, Mohamed. *Six Sigma Quality: A Structured Review And Implications For Future Research. International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 27, n. 3, p. 268-317, 2010.

GIJO, E.V.; RAO, Tummala. *Six Sigma Implementation – Hurdles And More Hurdles. Total Quality Management & Business Excellence*, v. 16, n. 6, p. 721-725, 2005.

GOLDSTEIN, Mark. *Six Sigma Program Success Factors. Six Sigma Forum Magazine*, v.1 , n. 1. ASQ, 2001.

HARRY, Mikel; SCHROEDER, Richard. *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing The World's Top Corporations*, Nova Iorque: Broadway Business, 2005.

HEUVEL, Jaap van den; DOES, Ronald; BOGERS, A.; BERG, Marc. *Implementing Six Sigma In The Netherlands. The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, v. 32, n. 7, p. 393-399, 2006.

HSIEH, Ying-Jiun; HUANG, Lan-Ying; WANG, Chi-Tai. *A Framework For The Selection Of Six Sigma Projects In Services: Case Studies Of Banking And Health Care Services In Taiwan. Service Business*, v. 6, n. 2, p. 243-264, 2012.

HU, Guiping; WANG, Lizhi; FETCH, Steve; BIDANDA, Bopaya. *A Multi-Objective Model For Project Portfolio Selection To Implement Lean And Six Sigma Concepts. International Journal of Production Research*, v. 46, n. 23, p. 6611-6625, 2008.

KAHRAMAN, Cengiz; BÜYÜKÖZKAN, Gülçin. *A Combined Fuzzy AHP and Fuzzy Goal Programming Approach for Effective Six-Sigma Project Selection. Journal of Multiple-Valued Logic & Soft Computing*, v. 14, n. 6, p. 599-615, 2008.

KAISER, Michael; EL ARBI, Fedi; AHLEMANN, Frederik. *Successful Project Portfolio Management Beyond Project Selection Techniques: Understanding The Role Of Structural Alignment. International Journal of Project Management*, v. 33, n. 1, p. 126-139, 2015.

KERZNER, Harold. *Gestão de Projetos: As Melhores Práticas*. Porto Alegre: Bookman Editora, 2006.

KIRKHAM, Louis; GARZA-REYES, Jose Arturo; KUMAR, Vikas; ANTONY, Jiju. *Prioritisation Of Operations Improvement Projects In The European Manufacturing Industry. International Journal of Production Research*, v. 52, n. 18, p. 5323-5345, 2014.

KORNFELD, Bernard; KARA, Sami. *Project Portfolio Selection In Continuous Improvement. International Journal of Operations & Production Management*, v. 31, n. 10, p. 1071-1088, 2011

KORNFELD, Bernard; KARA, Sami. *Selection Of Lean And Six Sigma Projects In Industry. International Journal of Lean Six Sigma*, v. 4, n. 1, p. 4-16, 2013.

KUMAR, Maneesh, ANTONY, Jiju; RAE CHO, Byung. *Project Selection And Its Impact On The Successful Deployment Of Six Sigma. Business Process Management Journal*, v. 15, n. 5, p. 669-686, 2009.

KUMAR, Dinesh; NOWICKI, David; RAMÍREZ-MÁRQUEZ, José Emmanuel; VERMA, Dinesh. *On The Optimal Selection Of Process Alternatives In A Six Sigma Implementation. International Journal of Production Economics*, v. 111, n. 2, p. 456-467, 2008.

KWAK, Young; Anbari, Frank. *Benefits, Obstacles, And Future Of Six Sigma Approach. Technovation*, v. 26, n. 5, p. 708-715, 2006.

MARRIOTT, Bem; GARZA-REYES, José Arturo; SORIANO-MEIER, Horácio; ANTONY, Jiju. *An Integrated Methodology To Prioritise Improvement Initiatives In Low Volume-High Integrity Product Manufacturing Organisations. Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 24, n. 2, p. 197-217, 2003.

MEREDITH, Jack; MANTEL, Samuel. *Project Management: A Managerial Approach*. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1995.

PADHY, Ramakrushna; SAHU, Sadananda. *A Real Option Based Six Sigma Project Evaluation And Selection Model. International Journal of Project Management*, v. 29, n. 8, p. 1091-1102, 2011.

PANDE, Peter; NEUMAN, Robert; CAVANAGH, Roland. *The Six Sigma Way*. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2000.

PMI. *Um Guia Do Conhecimento Em Gerenciamento De Projetos (Guia PMBoK)*, 2013 Pennsylvania: Project Management Institute, 2000.

PYZDEK, Thomas. *The Six Sigma Project Planner*, Nova Iorque: McGraw-Hill, 2003.

RAY, Sanjit; DAS, Prasun. *Improving Efficiency And Effectiveness Of APQP Process By Using DFSS Tools. International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, v. 5, n. 3, p. 222-236, 2009.

RAY, Sanjit; DAS, Prasun. *Six Sigma Project Selection Methodology. International Journal of Lean Six Sigma*, v. 1, n. 4, p. 293-309, 2010.

RAY, Sanjit; DAS, Prasun; BHATTACHARYA, Bidyut Kumar; ANTONY, Jiju. *Measuring Six Sigma Project Effectiveness Using Fuzzy Approach. Quality and Reliability Engineering International*. v. 29, n. 3, p. 417-430, 2013.

ROUSEL, Philip; SAAD, Kamal; ERICKSON, Tamara. *Third Generation R&D: Managing the Link to Corporate Strategy*. Brighton: Harvard Business Press, 1991.

SAGHAEI, Abbas; DIDEHKHANI, Hosein. *Developing An Integrated Model For The Evaluation And Selection Of Six Sigma Projects Based On Anfis And Fuzzy Goal Programming. Expert Systems with Applications*, v. 38, n. 1, p. 721-728, 2011.

SCHROEDER, Roger; LINDERMAN, Kevin; LIEDTKE, Charles; CHOO, Adrian. *Six Sigma: Definition and Underlying Theory. Journal of Operations Management*, v. 26, n. 4, p. 536-554, 2008.

SHARMA, Sunil; CHETIYA, Anuradha. *Six Sigma Project Selection: An Analysis Of Responsible Factors. International Journal of Lean Six Sigma*, v. 1, n. 4, p. 280-292, 2010.

SNEE, Ronald; RODENBAUGH, William. *The Project Selection Process. Quality Progress*, v. 35, n.9., p 78, 2002.

SNEE, Ronald. *Six-Sigma: The Evolution Of 100 Years Of Business Improvement Methodology. International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, v. 1, n. 1, p. 4-20, 2004.

SU, Chao-Ton; CHOU, Chia-Jen. *A Systematic Methodology For The Creation Of Six Sigma Projects: A Case Study Of Semiconductor Foundry. Expert Systems with Applications*, v. 34, n. 4, p. 2693-2703, 2008.

TKÁČ, Michal; LYÓCSA, Štefan. *On The Evaluation Of Six Sigma Projects. Quality and Reliability Engineering International*, v. 25, n. 1, p. 115-124, 2010.

YANG, Taho; HSIEH, Chiung-Hsi. *Six-Sigma Project Selection Using National Quality Award Criteria And Delphi Fuzzy Multiple Criteria Decision-Making Method. Expert Systems with Applications*, v. 36, n. 4, p. 7594-7603, 2009.

WANG, Fu-Kwun; HSU, Chen-Hsoun; TZENG, Gwo-Hshiong. *Applying A Hybrid MCDM Model For Six Sigma Project Selection. Mathematical Problems in Engineering*, v. 2014, 13 p., 2014.

WATANUKI, Hugo Martinelli; NADAE, Jeniffer; CARVALHO, Marly de Carvalho; MORAES, Renato de Oliveira. *Management of International Projects: a Bibliometric Study. Gestão & Produção*, v. 21, n. 3, p. 660-675, 2014.

## ANEXO

### Anexo I - Publicações com abordagens para seleção de projetos seis sigma

1. Rathi, Khanduja & Sharma (2016)
2. Yousefi, Hadi-Vencheh (2016)
3. Farsijani, Nikabadi & Amirimoghadam (2015)
4. Holmes, Jenicke & Hempel (2015)
5. Jafarian, Nikabadi & Amiri (2014)
6. Wang, Hsu & Tzeng (2014)
7. Hsieh, Huang & Wang (2012)
8. Bilgen & Sen (2012)
9. Duarte, Montgomery, Fowler & Konopka (2012)
10. Boran, Yazgan & Goztepe (2011)
11. Saghaei & Didekhani (2011)
12. Padhy & Sahu (2011)
13. Ray & Das (2010)
14. Büyüközkan & Öztürkcan (2010)
15. Tkáč & Lyócsa (2010)
16. Percin & Kahraman (2010)
17. Kumar, Antony & Rae-Cho (2009)
18. Yang & Hsieh (2009)
19. Su & Chou (2008)
20. Kahraman & Büyüközkan (2008)
21. Kumar, Nowicki, Ramírez-Márquez & Verma (2008)
22. Hu, Wang, Fetch & Bidanda (2008)
23. Kumar, Saranga, Ramírez-Márquez & Nowicki (2007)
24. Jung & Lim (2007)
25. Water & De Vries (2006)
26. Pzydec (2003)
27. Carvalho (2002)
28. Pzydec (2000)