

Seis Sigmas: uma análise bibliométrica dos anais do CONBREPRO

Leonardo Giovanetti Rossi (UTFPR-PG) giovanetti.rossi@gmail.com

Fanny Kovalski (UTFPR-PG) fannyk92@hotmail.com

João Luiz kovalski (UTFPR-PG) kovalski@utfpr.edu.br

Resumo:

O presente artigo tem como finalidade realizar uma análise bibliométrica dos artigos relacionados ao Seis Sigmas publicados nos anais do CONBREPRO (Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção) desde sua primeira edição em 2011 até a última realizada em 2015. Primeiramente foi feita uma revisão teórica com o histórico e definições do Seis Sigmas e em seguida são apresentados os resultados, no qual foi observado um aumento na quantidade de artigos aprovados, tanto no total como entre os relacionados ao tema.

Palavras chave: Seis Sigmas, DMAIC, CONBREPRO.

Six Sigmas: a bibliometric study of CONBREPRO annals

Abstract

This article aims to carry out a bibliometric analysis of articles related to Six Sigma published in the annals of CONBREPRO (Brazilian Production Engineering Congress) since its first edition in 2011 until the last held in 2015. First a theoretical review was made with the history and Six Sigma definitions and then reports the results in which an increase was observed on the amount of approved articles, both in total and among related to the topic.

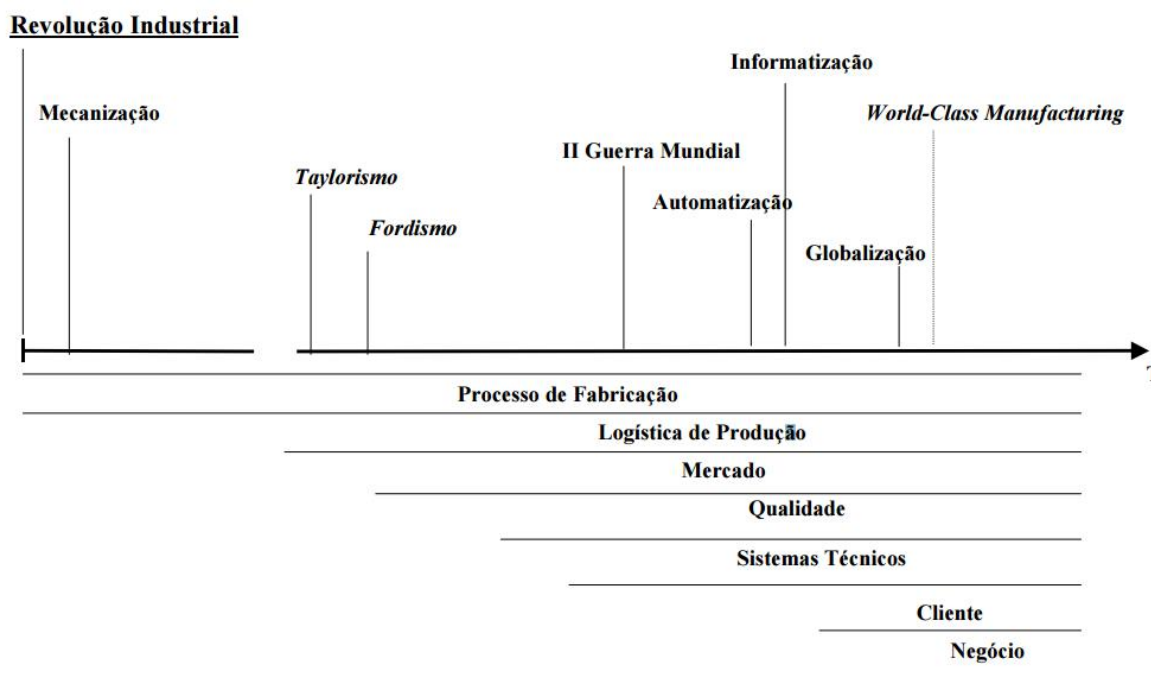
Key-words: Six Sigmas, DMAIC, CONBREPRO.

1. Introdução

Desde o advento da revolução industrial e o aumento na capacidade produtiva induziu um aumento da competitividade que tirou das empresas o poder de precificação, fazendo com que o preço seja regido pelo mercado, o qual muitas vezes tem características globais. Visto o novo cenário, o lucro das empresas fica dependente de uma única variável, o custo; assim, para ter aumento no lucro há necessidade de investir na redução dos custos, o que muitas vezes não é uma tarefa simples.

Este tema tem estreita relação com a engenharia de produção, uma vez que está diretamente ligado as áreas de engenharia de operações e processos da produção, logística, engenharia da qualidade, engenharia econômica e indiretamente ligado as demais áreas definidas pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), a engenharia industrial, como é conhecida em outros países, ampliou seu foco de atuação com o passar do tempo, o que pode ser visto na figura 1.

Embora algumas áreas sejam conflitantes, influenciando diretamente no desempenho de seus indicadores, elas se complementam e se auxiliam, como por exemplo as áreas da qualidade e econômica, no qual uma melhoria da daquela pode implicar em aumento pontual no custo, porem este pode ser minimizado pelos ganhos que a corporação pode receber reduzindo suas taxas de refugos, retrabalhos ou garantia, resultando na redução do custo da não qualidade, que para algumas operações é bastante expressivo.



Fonte: Cunha (2002)

Figura 1 — Foco das atenções no mundo industrial: linha de tempo

Dessa forma, o custo pode ser estudado por diversas frentes, desde a inovação tecnológica, com novos métodos de manufatura, à alteração do planejamento estratégico da empresa, mas uma frente intrínseca é a engenharia da qualidade, reduzindo os custos por meio de suas ferramentas, e uma em crescente evidencia é o seis sigmas e sua metodologia.

O presente artigo tem como objetivo realizar um levantamento bibliográfico nos anais do CONBREPRO e contabilizar a quantidade de artigos que mencionam o tema e suas ferramentas correlatas e realizar as análises pertinentes.

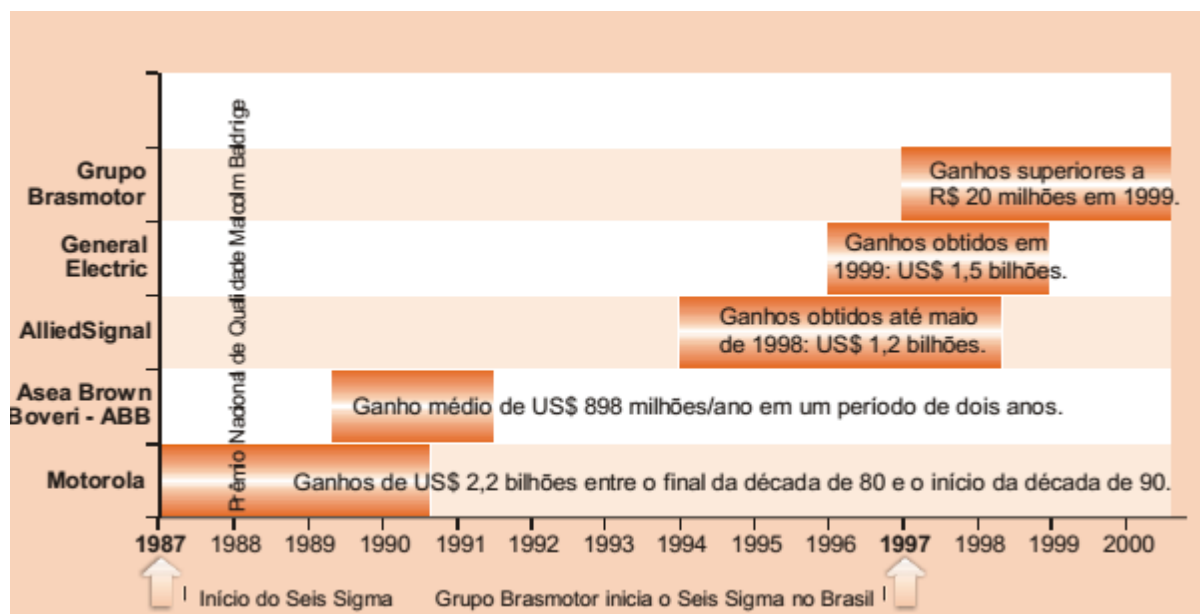
2. Seis Sigmas

2.1 Histórico

O Seis Sigmas tem sua origem, pela literatura tradicional, na década de 80 em metodologia desenvolvida na Motorola, porém há autores que questionam esta informação indicando os verdadeiros pioneiros, para alguns, Mikel Harry a teria desenvolvido como método de resolução de problemas em negócios, utilizando de uma base de dados para solução dos problemas, para isto ele utilizava algumas ferramentas da qualidade, como o diagrama de causa e efeito e o controle estatístico (PACHECO, 2014; SHARMA, 2003). Mas o comumente difundido é que

o Seis Sigmas teria criador o presidente da Motorola na época, Bob Galvin, e o engenheiro Bill Smith (PIRASTEHE FOX APUD PACHECO, 2014).

Com os ganhos financeiros adquiridos pela Motorola, que reduziu em 84% seu custo da não qualidade, o Seis Sigmas se espalhou para outras empresas, como pode ser visto na figura 2, e proporcionando ganhos como a Allied Signal com economia na casa dos 1,5 bilhões de dólares e a General Electric com economia de 1 bilhão de dólares (ANTONY E BANUELAS, 2002), essa economia possibilitou reduzir os preços dos produtos e com isso aumentar a participação no mercado.



Fonte: Werkema (2006)

Figura 2: Ganhos financeiros proporcionados pelo Seis Sigmas

No Brasil, segundo Werkema (2004), o Seis Sigmas teve como pioneiro o grupo Brasmotor no ano de 1997, que ao implantar a metodologia obteve ganhos contabilizados em 20 milhões de reais em 1999.

2.2. Definição

O Seis Sigmas é uma metodologia que busca a melhoria dos processos, visando reduzir as não conformidades, Antony (2002) indica que o Seis Sigmas pode ser utilizado por diversos ramos de atividades e tamanhos de corporações, permitindo a redução dos custos e com isso, incrementar os lucros, melhorar a qualidade e reduzir os erros. Um programa bem estruturado, os ganhos abatem os investimentos necessários e incentivam a continuidade e propicia o seu incremento.

Segundo Santos (2010), há um foco no gerenciamento de processos e diretrizes e busca um avanço qualitativo de processos críticos, sendo que a redução de desperdícios e da variabilidade são as primícias do Seis Sigmas.

Inicialmente o Seis Sigmas tinha como foco a manufatura e processos industriais, contudo, com a maturidade da abordagem observa-se a aplicação em outras áreas como serviços, saúde, alimentação, entre outras (PACHECO 2014).

O termo Seis Sigmas vem da estatística, no qual o sigma representa a variabilidade intrínseca a um processo definido pelo desvio padrão, em condições normais, o valor de seis sigmas (6σ) é de 2 partes por bilhão, porém considerando a variação em $1,5\sigma$, no longo prazo o processo propende a 3,4 defeitos por milhão (EHIE E SHEU APUD PACHECO, 2014), a tabela 1 mostra o significado dos níveis de sigmas para um processo.

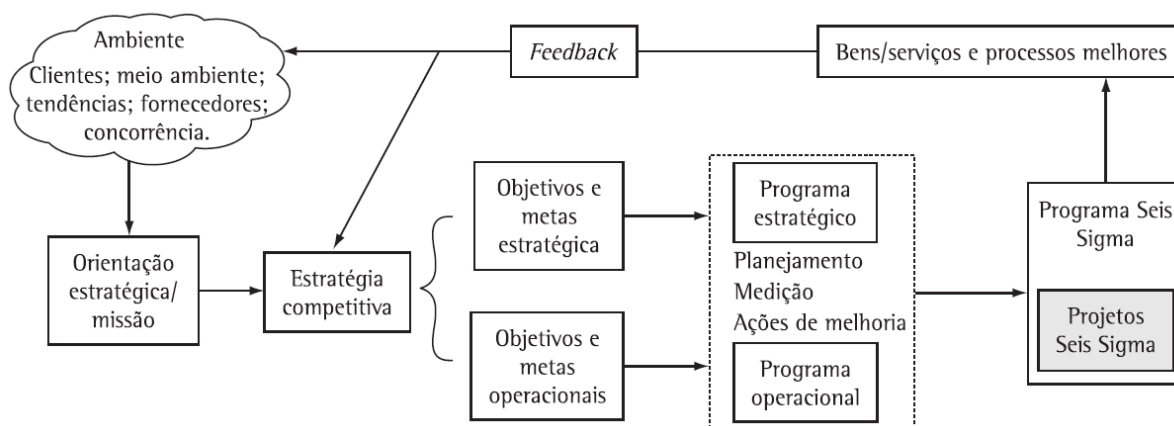
Nível sigma	Nível da qualidade (%)	Taxa de erro (%)	Defeitos por milhão de oportunidade (DPMO)	Custo da não qualidade (% do faturamento)
1	30,90	69,1	691,462	Não se aplica
2	69,10	30,90	308,538	Não se aplica
3	93,30	6,70	66,807	25 a 40
4	99,38	0,62	6,21	15 a 25
5	99,977	0,023	233	5 a 15
6	99,99966	0,00034	3,4	<1

Fonte: Harry e Schroeder apud Pacheco (2014)

Tabela 1 – Escala Sigma

Kumi e Morrow *apud* Pohlmann et al (2015), chegaram à conclusão que, uma vez que a metodologia está focada no problema e não em hipóteses, ela é considerada valiosa. Com isso, os recursos são destinados de forma pontual e direta para solucionar os problemas e não de formas aleatórias contornando a causa raiz.

Os lucros de uma organização têm como origem um programa estratégico e o Seis Sigmas tem um impacto, não apenas na formulação, como na implantação de uma estratégia competitiva na empresa (SANTOS, 2010), a figura 3 mostra como o programa Seis Sigmas está incluído na gestão estratégica e da qualidade.



Fonte 1: Santos et al (2010)

Figura 3: Seis Sigma como programa estratégico e operacional que contempla atividades de planejamento, de medição e de priorização de ações de melhoria.

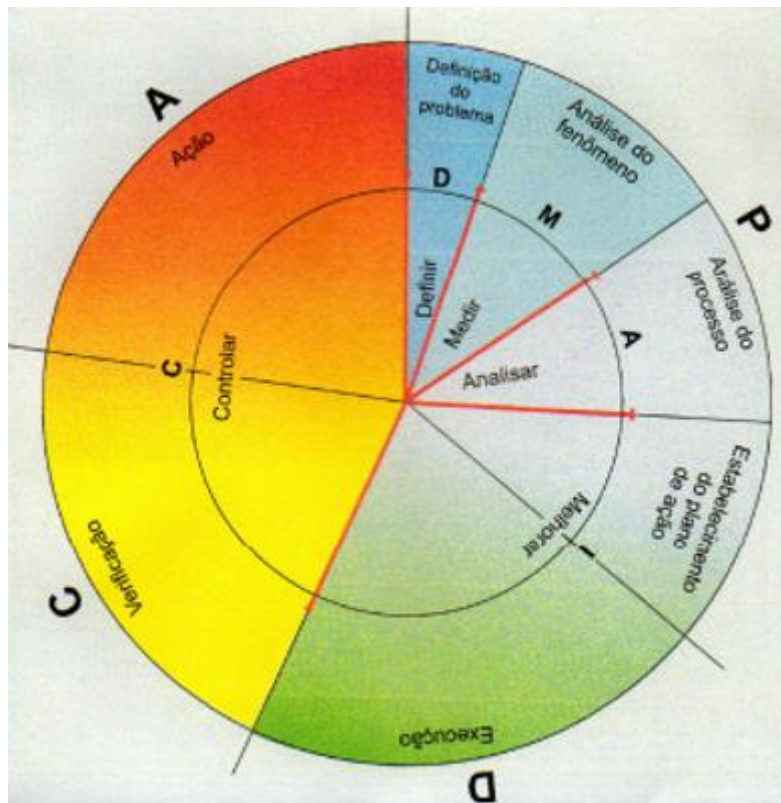
Para a implantação do programa Seis Sigmas em uma empresa Ferreira e Ferreira (2015), definem um organograma da equipe que irá implantá-lo, composto pelo Executivo, responsável pela implantação, Campeão, com função de líder da equipe, Master Black Belt, que auxilia na implantação da metodologia e os Black Belts que em conjunto com os Green Belts tem a função de implantar, propriamente dito, o programa.

Por se tratar de uma metodologia que afeta a estratégia da empresa, esta também afeta a cultura organizacional e um dos riscos é a busca de resultados imediatos, o que pode fazer com que todos os esforços para a implantação do programa sejam perdidos com o abandono dele devido os resultados no curto prazo não sejam considerados satisfatórios, isto faz com que o processo de implantação seja traumático para todos os níveis da empresa, impedindo que uma nova tentativa de implantação seja descartado.

2.3 DMAIC

Quando a General Electric resolveu pela implantação do Seis Sigmas, foi desenvolvida uma ferramenta para o acompanhamento, o DMAIC, cuja sigla vem das etapas de implantação de um projeto: D - definir, M - mensurar, A - avaliar, I - implementar e C - controlar (ROTONDARO, 2002).

O DMAIC tem como origem o ciclo de Deming, conhecido também como PDCA, e assim como este, ambos são cíclicos, ou seja, o final de um ciclo tem o início de outro, com a intenção de promover a melhoria contínua, essa relação pode ser observada na figura 4.



Fonte 2: Aguiar (2006)

Figura 4: Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA ao Programa Seis Sigma

O DMAIC inclui em sua metodologia diversas ferramentas da engenharia da qualidade, entre elas a coleta de dados, Histograma, diagrama de Pareto, tempestade de ideias, fluxograma, mapeamento de processo, cartas de controle, avaliação dos sistemas de medição, índice de capacidade e reprodutibilidade, QFD, FMEA, controle estatístico do processo, e outros (CARVALHO e PALADINI, 2012).

Antony *apud* Galvani e Carpinetti (2013), sugere a sequência para cada uma das etapas do

DMAIC:

D – Definir: identificação de forma sucinta e específica buscando a visão do cliente baseado em dados, é nesta etapa também que a equipe é definida e o gestor do processo.

M – Medir: tem como identificar a situação atual do processo em estudo, o que será mensurado e como mensurar.

A – Analisar: consiste em compreender as variáveis, a natureza delas e buscar convergência para a causa raiz do problema estudado.

I – Implementar: nesta etapa, são desenvolvidas as soluções para eliminar a causa raiz ou então reduzir seus efeitos, prevenindo a reocorrência, há também a análise do impacto de cada provável solução e seus custos-benefícios.

C – Controlar: na última etapa ocorre confirmação das ações tomadas e desenvolver os padrões que irão garantir os ganhos no longo prazo.

Ao fim do ciclo, conforme dito anteriormente, o ciclo deve ser retomado com o objetivo de melhorar ainda mais os ganhos, em um processo de melhoria contínua.

De acordo com a área de atuação, o DMAIC pode sofrer alterações como o DFSS (projeto para seis sigmas) ou o DMADV (definir, medir, analisar, projetar e verificar), este último utilizado para implantação de novos projetos, processos e serviços.

3. Metodologia

Para o desenvolvimento do artigo, foram analisados os anais do CONBREPPO desde sua primeira edição em 2011, fazendo um levantamento do total de artigos aceitos e comparado com a quantidade de artigos com relação ao tema Seis Sigmas.

Para definir quais artigos seriam contabilizados no estudo bibliométrico, foram considerados os artigos que possuíam no título ou nas palavras chaves os termos: Seis Sigmas, Six Sigma, Lean seis sigmas, DMAIC, DFSS e DMADV.

Primeiramente foram separados os artigos que possuíam essas palavras no título em um primeiro grupo e no segundo grupo outros títulos que tivessem relação com o tema qualidade e Lean, numa segunda etapa, este segundo grupo de artigos foram refinados mantendo apenas aqueles que continham as palavras definidas entre as palavras chave, após isto os artigos foram contabilizados e apresentados na próxima seção.

4. Resultados

No quadro abaixo, quadro 1, estão presentes todos os artigos relacionados com o Seis Sigmas publicados, autores, palavras chaves e o ano de publicação de cada artigo.

Título	Autor(es)	Palavras-chaves	Ano de publicação
Seis Sigma: Retrato da produção científica indexada na biblioteca eletrônica SCIELO	Almeida, C. A.; Müller, S. I. M. G.; Cardoso Neto, J.; Minervi, N. A e dos Reis, R. A.	Seis Sigma, SCIELO, Qualidade.	2012
Mapeamento das dificuldades de implantação do programa Seis Sigma: um levantamento teórico	dos Reis, R. A.; Freitas, M. C. D. e Almeida, C. A.	Seis Sigma. Técnica de Mapeamento. Qualidade. Implantação de Qualidade.	2012

Estudo dos principais fatores críticos e dificuldades para alcançar o sucesso com o programa Seis Sigma	dos Santos, B. A. G.; Bueno, A. M. e Broday, E. E.	Gestão da Qualidade, Seis Sigma, Fatores Críticos de Sucesso.	2013
Análise da qualidade no serviço prestado em uma unidade da Rede de Academias Alta Energia: aplicação do Método DMAIC	Rincon, A. A.; Oliveiras, A. C. M.; Britto, P.; Roza, W. R. e Komatsuzaki, F.	Qualidade, Método DMAIC, Prestação de Serviço, Satisfação, Academia.	2014
Mapeamento das semelhanças e diferenças entre o DMAIC e o PDCA: uma perspectiva de estudo sobre os cenários de aplicação do TQC e Six Sigma.	Moreno, F. L. e Pontes, J.	DMAIC, PDCA, TQC, Six Sigma.	2014
Aplicação do método DMAIC na área de vendas de máquinas ferramentas	Soares, G. B.; Pires, M. L.; de Paula, R. G. e Komatsuzaki, F.	DMAIC, Vendas, Máquinas Ferramentas, Lucratividade, Qualidade.	2014
Gestão eficiente de projetos Lean Six Sigma: um estudo de caso em uma indústria automotiva	Gorgulho, G.; Silva, L. C.; Lima, C. R. C. e Pacagnela Júnior, A. C.	Gerenciamento de projetos, Six Sigma, Manufatura Enxuta, TPM, SMED.	2014
Melhorias no processo produtivo utilizando o método DMAIC: Um estudo de caso desenvolvido em uma fábrica de rações	Dapper, S. N.; Rosa, L. C.; Zanini, R. R.; Muraro, K. L. e Flores, S. A.	Ciclo DMAIC, Melhoria de processos, Fábrica de rações.	2014
Gestão de Projetos Através da Aplicação do método Dmaic: Um estudo de caso em um processo da indústria automotiva	Chagas, R. A.; Gomes, T. C. e Lima, A.	Gestão de Projetos, DMAIC, Seis Sigma, Solução de Problemas.	2015
Utilização do método DMAIC no processo de fabricação de feiras	Magalhães, J. M.; Silva, Q. O.; Vasconcellos, R. M. Pereira, S. C. e Komatsuzaki, F.	Qualidade, DMAIC, Arames.	2015
Aplicação de gerenciamento em projetos Lean Seis Sigma com melhoria da qualidade: um estudo de caso em uma indústria automotiva	Silva, L. C.; Silva, F. A.	Gerenciamento de projetos, Seis Sigma, Manufatura Enxuta.	2015
UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DMAIC PARA MELHORIA DE DESEMPENHO EM INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA	Barrioni, F. D.; Santos, G. T.; Rocha, L. D.; Ferreira, P. F.; Komatsuzaki, F.	Seis Sigma, DMAIC, Indústria de Panificação, Confeitaria.	2015
Lean Seis Sigma: Um estudo bibliométrico dos últimos 15 anos	Endler, K. D.; Bourscheidt, L. E.; Garbuio, P. A. R.; Steiner, M. T. A.	Manufatura enxuta, Lean production, Seis Sigma, Lean Seis Sigma.	2015
Panorama sobre as publicações envolvendo o seis sigma	Moreti, T. A.; Santos, M. E. K. L.	Seis Sigma, DMAIC, Qualidade, Ferramenta de	2015

		Qualidade.	
Aplicação da metodologia Seis Sigma na melhoria do controle de processos na ordenha em propriedades familiares de Ituiutaba/MG	Tinoco, C. M. M.; Ohishi, T.; Lopes, J. D.; Freitas, L. C.; Oliveira, P. A. B. A.	Boas Práticas na Ordenha; DMAIC; Qualidade do Leite.	2015
Implantação de Kaizen e método DMAIC na reestruturação do processo de orçamento de manutenção de aeronaves	Araújo, F. R.; Correia, N. A. C.; Araújo, R. N.; Ferreira, S. N.; Komatsuzaki, F.	Qualidade, DMAIC, Kaizen, Orçamento.	2015
Um estudo de caso sobre seleção estratégica de projetos Seis Sigma	Mergulhão, R. C.; Silva, V. F.; Pereira, J. C.; Silva, T. L.; Figueiredo, R. A.	Seis Sigma, Projetos Seis Sigma, Hoshin Kanri, Desdobramento Estratégico.	2015
Compatibilidade Entre as Ferramentas de Modelagem de Processos: Lean, Seis Sigma, BPM, TQM	Avancini, P. R.; Helleno, A. L.; Simom, A. T.	Lean Manufacturing; VSM, TQM; BPM; Six Sigma; Produtividade.	2015

Fonte: Autoral

Quadro 1: Artigos aprovados no CONBREPRO

Conforme observado no quadro acima, há uma grande variedade de temas nos artigos, e poucos compartilham do mesmo autor.

Com dados retirados do sitio de CONBREPRO, foi observado um crescimento no número de artigos aprovados a cada ano e em consequência, uma maior quantidade de artigos relacionados ao Seis Sigmas, a tabela 2 mostra a quantidade de artigos aceitos a cada ano.

Ano	Total de artigos aprovados	Artigos relacionados ao Seis Sigmas	Porcentagem de artigos em relação ao total de aprovados
2011	190	0	0%
2012	251	2	0,8%
2013	212	1	0,47%
2014	330	5	1,51%
2015	456	10	2,19%

Fonte: Autoral

Tabela 2: Totais de artigos contabilizados no CONBREPRO

A tabela mostra que a cada ano o congresso tem um crescimento na quantidade de artigos aprovados, inclusive entre os artigos relacionados ao Seis Sigmas, outra constatação possível é que estes artigos, embora em pequena quantidade, apresenta um crescimento na participação percentual, com tendência de crescimento.

5. Conclusão

Conforme observa-se, o CONBREPRO vem apresentando um crescimento de sua importância ano a ano, constatado pelo aumento na procura de pesquisadores em enviar artigos para publicação, isto fica evidente ao constata um aumento em 241% na quantidade de artigos aprovados.

Outra conclusão que pode ser observada é o aumento na participação do tema Seis Sigmas entre os artigos aprovados, sendo que no primeiro ano não teve artigo aprovado já no último ano tiveram 10 artigos aprovados.

Embora a relação seja pequena, 2,19%, este tema pode ser considerado relevante visto a grande quantidade de temas que a Engenharia de Produção está habilitada para realização e publicação de pesquisas, uma vez que há 10 grandes áreas e estas são subdivididas em muitas outras.

Referências

- AGUIAR, S.** Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA ao Programa Seis Sigma. Nova Lima: INDG, 2006.
- ANTONY, J. e BANUELAS, R.** *Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program.* Measuring Business Excellence, v.6,n.4, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.** Engenharia de Produção: Grande Área e diretrizes curriculares. ENCEP, 2001.
- CARVALHO, M. M.; PALADINI E. P.** Gestão da Qualidade: Teorias e Casos. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.
- CUNHA, G. D.** Um panorama atual da engenharia de Produção. ABEPRO. Porto Alegre, 2002.
- FERREIRA, A. R.; FERREIRA, P. R.** Implantação da metodologia Seis Sigmas para melhoria de processo, utilizando o ciclo DMAIC. In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., Fortaleza. *Anais...* . Abepro, 2015.
- GALVANI, L. R.; CARPINETTI, L. C. R..** Análise comparativa da aplicação do programa Seis Sigma em processos de manufatura e serviços. *Produção*, [s.l.], v. 23, n. 4, p.695-704, dez. 2013. FapUNIFESP (SciELO).
- PACHECO, D. A. J.** Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração. *Production*, v. 24, n. 4, p. 940-956, oct./dec. 2014.
- POHLMANN, P. H. M., FRANSCISCO, A. A., FERREIRA, M. A. e JABBOUR, C, J, C.** Tratamento de água para abastecimento humano: contribuições da metodologia Seis Sigma. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, [s.l.], v. 20, n. 3, p.485-492, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO).
- ROTONDARO, R. G.** Seis Sigma - Estratégia Gerencial para a Melhoria de processos, Produtos e Serviços. São Paulo. Editora Atlas, 2002.
- SANTOS, A. B. e MARTINS, M. F.** Contribuições do Seis Sigma: estudos de caso em multinacionais. *Produção*, v. 20, n. 1, jan./mar. 2010, p. 42-53.
- SHARMA, U.** Implementing Lean principles with the Six Sigma advantage: how a battery company realized significant improvements. *Journal of organizational Excellence*, Summer. 2003.
- WERKEMA, M. C. C.** *Criando a Cultura Seis Sigma*. 3ª Edição. Minas Gerais: Werkema, 2004.
- WERKEMA, M. C. C.** *Lean seis sigma: Introdução às ferramentas do lean manufacturing*. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006.