

Levantamento sobre a evolução da abordagem *lean* e *six sigma***Survey on the evolution of the lean and six sigma approach**

Recebimento dos originais: 10/12/2019

Aceitação para publicação: 20/12/2019

Manoel Gonçalves Filho

Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)

Instituição: Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)

Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA)

Endereço: Rod. do Açúcar, km- 156 - Taquaral, Piracicaba – SP, Brasil

E-mail: manoel.goncales01@fatec.sp.gov.br

Clóvis Delboni

Mestre em Administração pela Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)

Instituição: Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)

Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA)

Endereço: Rod. do Açúcar, km- 156 - Taquaral, Piracicaba – SP, Brasil

E-mail: clovisger@gmail.com

Reinaldo Gomes da Silva

Doutor em Ciências Sociais pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC)

Instituição: Escola de Engenharia de Piracicaba (EEP)

Endereço: Av. Monsenhor Martinho Salgot, 560 A - Areião, Piracicaba - SP, Brasil

E-mail: reinaldorgda@gmail.com

RESUMO

Este artigo traz um levantamento bibliométrico referente ao desenvolvimento científico realizado sobre a utilização do *lean six sigma* ($L6\sigma$) pelas organizações. Em relação à abordagem metodológica esta pesquisa é bibliográfica e exploratória. A revisão teórica foi realizada em artigos internacionais no idioma inglês. Inicialmente, objetivou-se conhecer os periódicos, o total de artigos disponíveis revisado por pares, o ano de publicação dos artigos, a classificação Qualis-Capes dos periódicos e seus autores, sobre o tema $L6\sigma$. Os resultados mostram a metodologia $L6\sigma$ destacada em seis bases de dados que integram o portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) entre os anos de 2009 e 2017. A principal contribuição está na constatação do que parece estar faltando na literatura, à necessidade de uma abordagem mais sistêmica e de gestão, em detrimento dos parâmetros com ênfase estatística referente às mudanças nos processos e impactos organizacionais.

Palavras-chave: *Six Sigma*, Manufatura Enxuta, Qualidade.

ABSTRACT

This article brings a bibliometric survey regarding the scientific development carried out on the use of lean six sigma ($L6\sigma$) by organizations. Regarding the methodological approach, this research is bibliographic and exploratory. The theoretical review was carried out on international articles in the English language. Initially, the objective was to get to know the journals, the total of articles available peer-reviewed, the year of publication of the articles, the Qualis-Capes classification of the journals and their authors, on the theme $L6\sigma$. The results show the $L6\sigma$ methodology highlighted in six databases that integrate the portal of journals of the Coordination for the Improvement of Higher Education

Personnel (CAPES) between the years 2009 and 2017. The main contribution is in finding what appears to be missing in the literature, to the need for a more systemic and management approach, to the detriment of parameters with statistical emphasis on changes in organizational processes and impacts.

Keywords: Six Sigma, Lean Manufacturing, Quality.

1 INTRODUÇÃO

A importância das investigações bibliométricas sobre os temas abordados nos artigos científicos está em difundir o conhecimento por meio da publicação dos resultados de pesquisas científicas realizadas (ROJAS-SOLA, 2009). Esta disseminação é importante, pois possibilita tomar decisões sobre a estratégia *Lean Six Sigma*.

O termo *Six sigma* é uma letra grega, σ , usada na estatística matemática para representar o desvio padrão de uma distribuição normal, então, para fins práticos, o desvio padrão na estatística quantifica a variabilidade ou não da uniformidade existente em um processo (CARVALHO, 2006).

Nos dias atuais, a empresa tem buscado estar cada vez mais competitiva perante o mercado mundial. Para isso é necessário à aplicação de soluções eficientes que permitam reduzir os ciclos dos processos e aumentar a qualidade. Dessa forma, instala-se a necessidade de implementação de programas de melhoria da qualidade nas organizações que almejam maior desempenho ao menor custo possível. Considerando o contexto, este artigo escolheu a seguinte pergunta norteadora: ***Como está sendo apresentada a evolução do campo de estudo sobre lean e seis sigmas nos últimos anos?***

O objetivo geral proposto é avaliar o tema *six sigma* com base na produção acadêmica de artigos publicados no período de 2009 a 2017. Já os objetivos específicos que contribuem para viabilizar a pesquisa são: mensurar o volume de produção internacional e verificar as principais perspectivas sobre o *lean six sigma* ($L6\sigma$), por meio de pesquisa exploratória realizadas nos periódicos: *International journal of performability engineering*; *Applied stochastic models in business and industry*; *Arabian journal for science and engineering*; *International Journal of automotive technology*; *Journal of software maintenance and evolution* e *Quality and reliability engineering international*.

A contribuição do artigo está em fomentar o debate trazendo perspectivas atuais sobre o assunto e demonstrar por meio da análise bibliométrica, o que parece estar faltando na literatura, à necessidade de uma abordagem mais sistêmica voltada para gestão em detrimento dos parâmetros estatísticos referente às mudanças e impactos nas organizações pela implementação $L6\sigma$. A revisão da literatura sobre os principais conceitos e discussões será abordada na próxima seção. A metodologia utilizada, bem como os resultados obtidos com a pesquisa bibliométrica serão apresentados na segunda seção. Por fim, a análise dos resultados e considerações finais será tratada na penúltima e última seção respectivamente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LEAN MANUFACTURING

Segundo Womack e Jones (1998), o *Lean Manufacturing* (LM) ou Manufatura Enxuta (ME) é *enxuto* porque é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos (menos esforço humano, equipamento, tempo, movimentação e espaço) eliminando desperdícios e criando riqueza através das atividades que agregam valor ao produto final, oferecendo aos clientes exatamente o que eles desejam.

A chave para LM cuja origem está no modelo Sistema Toyota de Produção (STP) e o que a faz sobressair-se não é nenhum dos seus elementos individuais, mas, ter todos os elementos reunidos como um sistema. Eles devem ser postos em prática diariamente de uma maneira sistemática, não isoladamente. O sucesso deriva do equilíbrio do papel das pessoas em uma cultura organizacional que espera e valoriza sua melhoria contínua, com um sistema técnico do fluxo de alto valor agregado (LIKER, 2005).

São quatro as seções que representa o sucesso do STP: (i) Filosofia de longo prazo. Levar a sério o pensar em longo prazo. As organizações para serem bem-sucedidas devem tornar-se empresas de aprendizagem, (ii) O processo certo produzirá resultados certos. Empresa orientada para processo. O fluxo é a chave para a obtenção da melhor qualidade ao menos custo com alta segurança e disposição. Na Toyota o foco no processo faz parte do DNA da empresa, (iii). Acrescentar valor a organização, desenvolvendo seu pessoal e parceiros. A visão é de que se constroem pessoas e não apenas automóveis, (iv) A solução contínua de problemas básicos impulsiona a aprendizagem organizacional. Identificar as causas dos problemas e impedir que eles ocorram. A chave do STP está no comprometimento administrativo de uma empresa com o permanente investimento em seu pessoal e a promoção de uma cultura de melhoria contínua.

Já o *six sigma* é uma forma para medir a qualidade de um processo. Quando um projeto tem *six sigma*, significa que se aproxima do zero defeito, portanto, a chance de produzir defeitos é extremamente baixa, atestando a boa qualidade do processo (GUIMARÃES, 2006). Segundo o autor, combinar o LM com o *seis sigma* vem se tornando popular nos últimos anos, surgindo o L6 σ .

A integração das duas metodologias pode gerar uma maior redução dos custos. A teoria que explica o modelo L6 σ é encontrada no modelo geral de Gestão da Qualidade, um modelo emergente que tem se difundido rapidamente no Brasil e no mundo.

2.2 MODELO GERAL DA QUALIDADE

O modelo geral da qualidade apresentada no Quadro 1 trata, além de uma estatística, (i) uma medida, (ii) uma estratégia, (iii) uma meta, (iv) um benchmark, (v) uma visão, (vi) uma filosofia, (vii) um valor (PEREZ, 2000).

Quadro 1 – Modelo Geral da Qualidade

Definição	Contexto
i) A medida	O Seis Sigma é uma medida para determinado nível de qualidade. Quando o número de sigmas é baixo, tal como em processos dois sigmas, implicando mais ou menos dois sigmas dentro das especificações, o nível de qualidade não é tão alto, ou seja, o número de não conformidades ou unidades defeituosas pode ser muito alto. Se compararmos com um processo quatro sigmas, onde podemos ter mais ou menos quatro sigmas dentro das especificações, aqui teremos um nível de qualidade significativamente melhor. Então quanto maior o número de sigmas dentro das especificações, melhor o nível de qualidade.
ii) A Estratégia	O Seis Sigma é uma estratégia baseada na inter-relação que existe entre o projeto de um produto, sua fabricação, sua qualidade final e sua confiabilidade, ciclo de controle, inventários, reparos no produto, sucata e defeitos, assim como falhas em tudo o que é feito no processo de entrega de um produto a um cliente e o grau de insuficiência que eles possam ter sobre a satisfação do mesmo.
iii) A Meta	O Seis Sigma também é uma meta de qualidade. A meta dos Seis Sigma é chegar muito próximo de zero defeito, erro ou falha. Mas não é necessariamente zero, é, na verdade, 0,002 falhas por milhão de unidades 0,002 ppm, ou, para fins práticos, zero.
iv) O retorno	O Seis Sigma é usado como um parâmetro para comparar o nível de qualidade de processos, operações, produtos, características, equipamentos, máquinas, divisões e departamentos, entre outros.
v) A Visão	O Seis Sigma é uma visão de levar uma organização a ser a melhor do ramo. É uma viagem intrépida em busca da redução da variação, defeitos, erros e falhas. É estender a qualidade para além das expectativas do cliente.
vi) A Filosofia	O Seis Sigma é uma filosofia de melhoria perpétua do processo (máquina, mão de obra, método, metrologia, materiais, ambiente) e redução de sua variabilidade na busca interminável de zero defeito.
vii) O Valor	O Seis Sigma é um valor composto, derivado da multiplicação de 12 vezes de um dado valor de sigma, assumindo 6 vezes o valor do sigma dentro dos limites de controle para a esquerda da média e 6 vezes o valor do sigma dentro dos limites de controle para a direita da média em uma distribuição normal.

Fonte: Os autores com base em Perez (2000, p. 212).

Conforme Kasahara e Carvalho (2003), as fases no que diz respeito ao aperfeiçoamento do processo e do treinamento das pessoas para que possam obter melhores resultados é denominado DMAIC.

2.3 AS FASES DO DMAIC

No Quadro 2 estão representadas as cinco fases do DMAIC: (i) definir (*define*), (ii) medição (*measure*), (iii) análise (*analyse*), (iv) aperfeiçoamento (*improve*) e (v) controle (*control*).

Quadro 2 – Modelo DMAIC

Ação	Definição	Contexto
i. “D” define (definir)	Definir as prioridades	A primeira etapa consiste em definir quais são os requisitos do cliente e traduzir essas necessidades em características críticas para a qualidade (CTQ) - Critical to Quality. A equipe preparada para aplicar as ferramentas Seis Sigma deve então desenhar os processos críticos, procurando identificar aqueles que têm relação com os CTQs do cliente e que estão gerando resultados ruins, como reclamação de clientes, altos custos de mão de obra, baixa qualidade de suprimentos, erros de forma, ajustes, etc. Em seguida, a equipe realiza uma análise custo-benefício do projeto;
ii. “M” measure (medir)	Como o processo é medido e como é executado?	A equipe assessorada pelo Black Belt irá desenhar os processos e os sub-processos que se relacionam com as características críticas para a atualidade (CTQs), definindo as entradas e saídas;
iii. “A” analyze (analisar)	Identificação das principais causas	A equipe Seis Sigma realiza uma fase muito importante da metodologia, a análise dos dados coletados. Para isso, utiliza, além das ferramentas tradicionais da qualidade, as ferramentas estatísticas de modo a identificar as causas óbvias e as causas não óbvias. Quando evoluímos para uma visão de que os processos devem ser analisados levando em conta sua variabilidade, a estatística passa a ser a principal ferramenta a ser utilizada pela equipe. Para esta fase, a utilização de software estatístico é quase imprescindível, pois facilita para a equipe referente aos cálculos e desenha os gráficos necessários. As equipes descobrem as causas vitais geradoras dos defeitos e as fontes de variações nos processos;
iv. “I” improve (melhorar)	Eliminação das causas dos defeitos	Esta é a fase em que a equipe deve fazer as melhorias no processo existente. Os dados estatísticos devem ser transformados em dados do processo, e a equipe deve estudar tecnicamente quais transformações deve executar. Nesta fase existe a oportunidade de utilizarmos os conceitos de Produção Enxuta, agregando ao sistema Seis Sigma uma grande possibilidade de melhoria e também é quando se começa a passar para o pessoal operacional a responsabilidade de executar o processo modificado;
v. “C” control (controlar)	Manutenção as melhorias	Nesta fase, deve ser estabelecido e validado um sistema de medição e controle para medir continuamente o processo de modo a garantir que a capacidade do processo seja mantida. É também elaborada a documentação, além do monitoramento das novas condições do processo por meio de métodos estatísticos de controle de processo. A capacidade do processo é reavaliada para garantir que os ganhos sejam mantidos.

Fonte: Adaptado de Perez (2000, p. 213).

Segundo Carvalho (2006), o programa *six sigma* promove um alinhamento estratégico, utilizando indicadores de desempenho alinhados aos resultados da organização e prioridades estratégicas como alvos dos projetos de melhoria. Em síntese, segundo o autor, o modelo de Gestão da Qualidade *six sigma* é uma estratégia gerencial disciplinada, caracterizada por uma abordagem sistêmica e pela utilização intensiva do pensamento estatístico, que tem como objetivo reduzir drasticamente a variabilidade dos processos críticos e aumentar a lucratividade das empresas, por meio da otimização de produtos e processos, buscando satisfação de clientes e consumidores.

2.4 CTQ – CRITICAL TO QUALITY

No jargão dos projetos *six sigma*, para assegurar-se de que os recursos estão sendo bem alocados, deve-se procurar o que é crítico para a qualidade (*Critical to Quality – CTQ*). Duas perguntas básicas podem ajudar na definição dos CTQ: (i) O que é crítico para o mercado? (ii) Quais são os processos críticos? (FOUQUET, 2012). Nesse sentido, Stone (2012) relata uma vez que a empresa conhece o que é crítico para a qualidade, deve promover projetos *six sigma* para garantir que seu desempenho nesses quesitos seja de classe mundial, reduzindo sistematicamente a variabilidade desses processos. Não obstante, nem sempre é possível conduzir vários projetos *six sigma* simultaneamente para todas as CTQ, pois em geral existem limitações de recursos.

Deve-se, portanto, estabelecer alguns critérios para a seleção dos projetos, seguindo estas etapas: (i). Identificar as CTQ internas e externas, (ii). Quais são os critérios ganhadores de pedido? (iii) A análise dos critérios competitivos está focada nos clientes preferenciais? (iv). Os processos críticos da organização foram mapeados? (v). As CTQs têm um defeito identificável, sendo possível mensurar o impacto do projeto? (vi). Identificar lacunas de desempenho (*gaps*), (vii). Existe risco de perda de competitividade? (viii) O desempenho atual apresenta lacunas? (ix). Nosso desempenho é pior que os concorrentes nas CTQs? (x). Determinar se o escopo e a amplitude do projeto são gerenciáveis, (xi) O projeto tem apoio e recursos adequados proporcionados pelas partes interessadas (*stakeholders*)? (xii). Existem muitas áreas envolvidas no projeto? (xiii). Qual o horizonte de tempo necessário para a conclusão do projeto? (xiv). Determinar a viabilidade do projeto, (xv). Qual o risco do projeto? (xvi). Qual o benefício do projeto? (xvii). Existem recursos suficientes para financiar o projeto?

O *six sigma* é uma abordagem para a gestão da qualidade, sustentada por elementos que teriam por base os princípios da Qualidade. O Quadro 3 apresenta os 14 princípios da qualidade por Willian Edward Deming (1900 – 1993), estatístico, professor universitário, autor, palestrante e consultor americano, desenvolveu os 14 princípios da administração e suas recomendações só foram aceitas por parte das empresas americanas depois de sua aplicação no Japão.

Quadro 3 – Os 14 princípios de Deming

Sequência	Princípios
1	Criar constância de propósito de aperfeiçoamento do produto e serviço, a fim de torná-los competitivos, perpetuá-los no mercado e gerar empregos.
2	Adotar uma nova filosofia. Vivemos numa nova era econômica. A administração ocidental deve despertar para o desafio, concentrar-se de suas responsabilidades e assumir a liderança em direção à transformação.
3	Acabar com a dependência de inspeção para a obtenção da qualidade. Eliminar a necessidade de inspeção em massa, priorizando a internalização da qualidade do produto.

4	Acabar com a prática de negócios compensadora baseada apenas no preço. Em vez disso, minimizar o custo total. Insistir na ideia de um único fornecedor para cada item, desenvolvendo relacionamentos duradouros, calcados na qualidade e na confiança.
5	Aperfeiçoar constante e continuamente todo o processo de planejamento, produção e serviços, com o objetivo de aumentar a qualidade e a produtividade e, conseqüentemente, reduzir os custos.
6	Fornecer treinamento no local de trabalho
7	Adotar e estabelecer liderança. O objetivo da liderança é ajudar as pessoas a realizar um trabalho melhor. Assim como a liderança dos trabalhadores, a liderança empresarial necessita de uma completa reformulação.
8	Eliminar o medo
9	Quebrar as barreiras entre departamentos. Os colaboradores dos setores de pesquisa, projetos, vendas, compras ou produção devem trabalhar em equipe, tornando-se capazes de antecipar problemas que possam surgir durante a produção ou durante a utilização dos produtos ou serviços.
10	Eliminar slogans, exortações, e metas dirigidas aos empregados.
11	Eliminar padrões artificiais (cotas numéricas) para o chão de fábrica, a administração por objetivos (APO) e a administração através de números e metas numéricas.
12	Remover barreiras que despojem as pessoas de orgulho no trabalho. A atenção dos supervisores deve voltar-se para a qualidade e não para números. Remover as barreiras que usurpa dos colaboradores das áreas administrativas e de planejamento/engenharia o justo direito de orgulhar-se do produto de seu trabalho. Isso significa a abolição das avaliações de desempenho ou de mérito e da administração por objetivos ou por números
13	Estabelecer um programa rigoroso de educação e auto aperfeiçoamento para todo o pessoal
14	Colocar todos da empresa para trabalhar de modo a realizar a transformação, que. A transformação é tarefa de todos

Fonte: Revista BQ - Banas Qualidade (2012, p.12)

Os 14 Princípios da Qualidade, são princípios de administração geral e de posturas empresariais, relacionados não apenas com o setor de Controle de Qualidade, mas também com as demais atividades de uma empresa.

Como vimos, o *six sigma* é uma abordagem para a gestão da qualidade, sustentada por elementos que teriam por base os princípios da Qualidade. Essa estrutura está ilustrada na Figura 2.

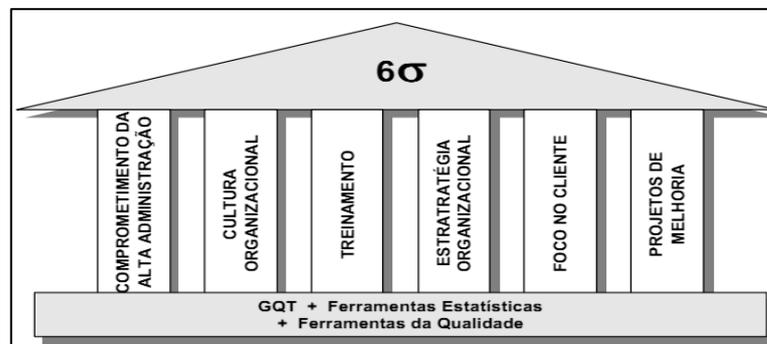


Figura 2 – Estrutura do *six sigma*. Fonte: Coronado e Antony (2002, p. 322).

Há a necessidade de a equipe *six sigma* estar capacitada para garantir o desenvolvimento e a multiplicação dessa abordagem dentro da organização. Isto é possível através de um sistema de responsabilidades, conforme Coronado e Antony (2002) apresenta no Quadro 4.

Quadro 4 - Sistema de responsabilidade

	Green Belts	Black Belts	Champions
Perfil	Formação técnica Respeitados na sua área de formação Conhecimento das ferramentas básicas e avançadas	Formação superior Respeitados na sua área de atuação e pela gerência Mestre nas ferramentas básicas e avançadas	Gerente sênior Líder respeitado e cabeça de assuntos empresariais Direcionador do programa Seis Sigma
Papel	Conduzir grupos de melhorias de processos importantes Treinar em ferramentas e análise Ajudar o Black Belts Dedicar meio período aos projetos de melhoria	Conduzir estrategicamente processos de melhoria de alto impacto É um agente de mudanças Ensinar e estruturar equipes multifuncionais Dedicar tempo integral aos projetos de melhoria	Prover recursos e forte liderança aos projetos Inspirar visão compartilhada Estabelecer planos e criar infraestrutura Desenvolver indicadores
Treinamento	Duas sessões de três dias com mais um mês para a aplicação dos conceitos Revisão do projeto de melhoria na segunda sessão	Quatro sessões de uma semana com mais três para a aplicação dos conceitos Revisão do projeto de melhoria nas sessões dois, três e quatro.	Uma semana de treinamento Champion Desenvolvimento e implementação do Seis Sigma
Número	5% do total de funcionários	Entre 1 e 2% do total de funcionários	1 por unidade de negócio

Fonte: Coronado e Antony (2002, p. 333).

Destaca-se que o sistema de responsabilidades pode variar de organização para organização e que embora os *Champions*, *Black Belts* e *Green Belts* recebam treinamento na abordagem para a gestão da qualidade *six sigma*, isto não significa que eles são os únicos que conhecem os conceitos básicos dessa abordagem, eles são os agentes de mudança que devem difundir o *six sigma* na a organização.

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Tendo em vista que o objetivo é avaliar o tema *lean six sigma* (L6σ) com base em indicadores bibliométricos foram necessárias diferentes ações para delineamento da pesquisa. Inicialmente, a pesquisa partiu de uma abordagem metodológica exploratória, documental e descritiva (GIL, 2008), em que se utiliza o método dedutivo (CRUZ, RIBEIRO, 2004). Quanto ao delineamento, recorre-se à pesquisa bibliográfica e ao levantamento por amostragem, utilizando recursos tecnológicos de busca como instrumento para executar a pesquisa (GIL, 2008).

Neste caso, foi escolhida a base de dados componentes do Portal de Periódicos da Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Para o levantamento e análise realizados neste estudo foram feitas as seguintes etapas: *i*). Busca pelo termo – seleção dos periódicos; *ii*) Leitura dos títulos, resumos, palavras chaves dos artigos retornados; *iii*) Leitura da metodologia e dos resultados dos artigos retornados; *iv*) Tabulação e avaliação dos dados encontrados; *v*) Identificação dos autores dos artigos e, *vi*) análise dos objetivos, aspectos relevantes e de sua contribuição para o conhecimento científico. Portanto, os periódicos consultados possuem seus artigos disponíveis para consulta *online*, facilitando o levantamento dos dados.

A **primeira etapa** consistiu na pesquisa das palavras-chave “*lean six sigma*” nos periódicos internacionais: (i) *International journal of performability engineering*; (ii) *Applied stochastic models in business and industry*; (iii) *Arabian journal for science and engineering*; (iv) *International Journal of automotive technology*; (v) *Journal of software maintenance and evolution* e (vi) *Quality and reliability engineering international* selecionados, considerando os sete últimos anos.

Em relação à **etapa dois**, foram selecionados os tópicos de pesquisa, ou seja, os termos pesquisados para aproximar os conteúdos dos artigos ao tema a ser desenvolvido. Na **etapa três**, foi definida a base de dados a ser trabalhada. Na **etapa quatro**, o foco dado foi ao tipo de documento aplicado. Na **etapa cinco**, a seleção dos artigos pelo período de publicação. Na **etapa seis**, foi refinada a busca do termo pesquisado e foi montado o estrato Qualis-Capes na área da Administração de todos os periódicos, visando analisar a classificação das revistas. Na **etapa sete** foram identificados os *journals* que estavam participando na produção dos artigos nas mesmas bases de dados e, finalmente, na **etapa oito**, foram destacados os autores referenciados.

Ao final dessas etapas de triagem e da leitura dos artigos, seguiu-se para a **última fase**: a tabulação e avaliação de suas características, seus objetivos, os aspectos relevantes e a contribuição dos artigos para o conhecimento científico, os resultados encontrados estão apresentados e discutidos no capítulo 4.

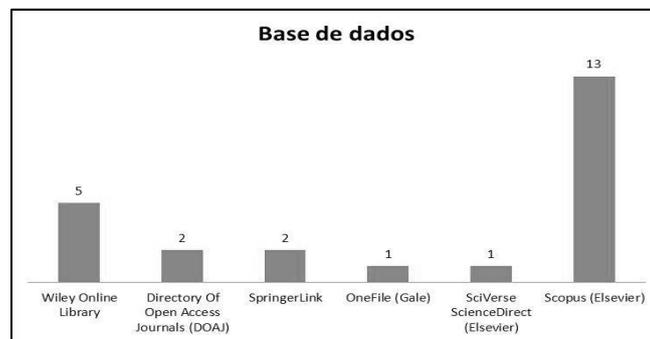
4 RESULTADO E DISCUSSÃO

A análise foi feita com base nos dados gerados no processo de consulta e o primeiro dado a ser computado foi o número total de artigos internacionais disponíveis. Observa-se que, utilizando as palavras chaves: *lean six sigma* se encontrou 6.794 artigos disponíveis, desses artigos optamos por analisar somente aqueles que foram revisados por pares, portanto, esta primeira ação reduziu a quantidade de artigos disponíveis para 5.941 publicações que compuseram a base inicial trabalhada. Em

continuidade à seleção da amostra, foram identificados os artigos cujo título continha a palavra *lean six sigma*, esse critério foi escolhido para aproximar os conteúdos dos artigos ao tema a ser analisado.

Encontrou-se 925 artigos com o tópico *lean six sigma* que representa uma participação de 15,57% do total de 5.941 trabalhos selecionados anteriormente. O objetivo do estudo é analisar os últimos sete anos de publicações e, ao filtrar os artigos que foram publicados nesse período, restaram apenas 24 publicações, que corresponde a 0,4% da amostra inicial e 2,59% da amostra segmentada. Posteriormente, apresentada pela Figura 7, realizou-se uma tabulação com o objetivo de conhecer as coleções (bases de dados) que compõe a produção desses artigos que restaram pelo processo de aplicação dos filtros.

Figura 7 – Quantidade de distribuição dos artigos por bases de dados



Observa-se que a maior ocorrência de publicações aparece principalmente na base *Scopus (Elsevier)* com 13 publicações, seguida da base *Wiley Online Library* com cinco publicações e da *Directory Of Open Access Journals (DOAJ)* e *SpringerLink* ambas com duas publicações cada, a *OneFile (Gale)* e a *SciVerse ScienceDirect (Elsevier)* também possuem a mesma quantidade de publicações, ou seja, ambas participam com uma única publicação.

Excluíram-se das análises finais todos os outros tipos de documentos que não eram artigos, tais como: resenhas, recursos textuais, atas de congressos e artigos de jornal. Na Figura 8 é possível verificar a publicação cronológica.

Figura 8 – Período de publicação dos artigos

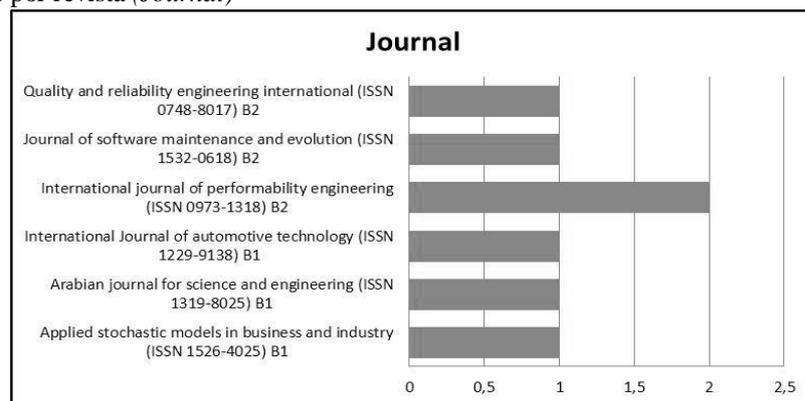


Destaca-se que o posicionamento temporal considerou apenas o período representado após 2009 até os dias atuais, leia-se ano de 2017, mais precisamente até 27 de setembro de 2017. E que 73% dos artigos foram publicados após o ano de 2011. Em continuidade à seleção, foi necessário realizar um refinamento do termo pesquisado, ou seja, buscou-se aproximar mais precisamente os conteúdos dos artigos ao tema a ser desenvolvido. Até aqui se chegou a sete artigos por meio do refinamento com as palavras chave *Financial Meltdown*, *Dmaic*, *Estatistical Engineering*, *Functional Process Mapping* e *Value Analysis*.

Outra informação analisada, subsequentemente, foi o estrato Qualis-Capes, dentro da Área da Administração de todos os periódicos, ou seja, sete periódicos. Percebeu-se que quatro periódicos (57%) têm classificação B2 e três deles (43%) classificação B1. Não se encontrou nenhum periódico acima ou abaixo dessa classificação, ou seja, não temos qualificação A1, A2, B3, B4 e B5 e C nesta pesquisa bibliométrica.

Em seguida, foram analisados quais periódicos sobre o tema representado pela Figura 11.

Figura 11 – Publicações por revista (*Journal*)



Observa-se que o *International journal of performability engineering* (ISSN 0973-1318) B2 possui 02 incidências, ou seja, foram 28% das publicações encontradas. No entanto, destaca-se também a participação dos *journals*, *Applied stochastic models in business and industry* (ISSN 1526-4025) B1, *Arabian journal for science and engineering* (ISSN 1319-8025) B1, *International Journal of automotive technology* (ISSN 1229-9138) B1, *Journal of software maintenance and evolution* (ISSN 1532-0618) B2 e *Quality and reliability engineering international* (ISSN 0748-8017) B2, que juntas somam cinco publicações e 72% de participação

Na sequência, buscou-se fazer a análise e encontrar os objetivos, os aspectos relevantes e as contribuições no contexto destes artigos selecionados. Para esta realização foi necessário ler todos os

seus títulos, resumos, palavras chave, suas metodologias de pesquisa e conclusões que está apresentada nos Quadros 5, 6 e 7 consecutivamente.

Quadro 5 – Ano de publicação das obras dos autores

Ano	Autor	Título
2014	ISMAIL, A.	Application of Lean Six Sigma Tools for Cycle Time Reduction in Manufacturing: Case Study in Biopharmaceutical Industry
2013	GIJO, E. V.	Reducing Patient Waiting Time in Outpatient Department Using Lean Six Sigma Methodology
2013	GALVANI, L. R.	Análise comparativa da aplicação do programa Seis Sigma em processos de manufatura e serviços
2012	HABIDIN, N. F.	Relationship between lean six sigma, environmental management systems, and organizational performance in the malaysian automotive industry
2010	NIU, G.	Computer Manufacturing Management Integrating Lean Six Sigma and Prognostic Health Management
2010	GOMES, M. J. S.	Improvement of Segment Business using DMAIC Methodology: A Case Study
2009	HOERLL, W. R.	Post-financial meltdown: What do the services industries need from us now?
2009	PARR, W. C.	'Post-financial meltdown: What do the services industries need from us now?' by Roger W. Hoerl and Ronald D. Snee: Discussion 1
2006	GUIMARÃES, I. F. G.	Projeto lean seis sigma e a sua relevância na redução de perdas na produção de enzima em uma empresa de produção farmacêutica

Escolheram temas que focaram nos anos de 2009 a 2014 a evolução desta abordagem (qual?) e constataram que *lean* pode ser a metodologia que se torna coerente com o *six sigma*. Encontraram-se nos títulos as palavras *lean six sigma* (L6σ) em 57% das sete publicações e as palavras ligadas à metodologia completam em 100% dos trabalhos analisados. No Quadro 6 observam-se os autores pesquisados e a evolução dos objetivos de L6σ.

Quadro 6 – Consolidação dos objetivos dos autores

Ano	Autor	Objetivo
2014	ISMAIL, A.	Reduzir o tempo do ciclo de manufatura na indústria de transformação
2013	GIJO, E. V.	Reduzir o tempo de espera dos pacientes em ambulatório (OPD) de um hospital de especialidade na Índia
2012	HABIDIN, N. F.	Investigar e realizar a análise estrutural de Lean Six Sigma (LSS) e Desempenho Organizacional (OP) na indústria automotiva da Malásia
2010	NIU, G.	Através da integração com Lean Six Sigma, um desempenho elevado de gestão de fabricação de computadores pode ser conseguido.
2010	GOMES, M. J. S.	Utilização do Lean Six Sigma para descobrir métodos para gerenciar a estratégia de documentos da empresa
2009	HOERLL, W. R.	Como devem os estatísticos responder e o que podemos fazer para ajudar nossas organizações que buscam sobreviver a recessão nos EUA pós-crise que começou em Wall Street em 2008
2009	PARR, W. C.	Propostas concretas para a reforma de alguns elementos de um processo para curricular.

Nota-se que o enfoque dos objetivos dos artigos se referem às palavras que valorizam o aspecto de gestão está evidenciado, “reforma do processo, métodos para gerenciar, gerenciar a estratégia, elevado desempenho de gestão, desempenho estrutural, reduzir tempo de espera e reduzir tempo de ciclo” estão presentes em todos os períodos, sendo que uma atenção maior é dada para “gestão”.

No Quadro 7 observam-se os aspectos relevantes abordados nos artigos e a contribuição desses autores para pesquisas e estudos futuros.

Quadro 7 – Aspectos relevantes e contribuição das obras

Autor	Aspecto relevantes	Contribuição
ISMAIL, A.	Lean Six Sigma é relevante para a aplicação no sistema de gestão de produção.	Lean Six Sigma integrado com mapeamento de processos, mapa de fluxo de valor, matriz de causa e efeito e análise do efeito de modo de falha na eliminação de resíduos do processo.
GIJO, E. V.	Aplicação de um diagrama de causa e efeito validados com a ajuda de dados coletados a partir do processo	Ajudar o hospital a trabalhar com os doentes melhor e mais rapidamente, conduzindo a uma redução da demora do tratamento e a uma recuperação mais rápida do paciente.
HABIDIN, N. F.	Aplicação e análise Fatorial Confirmatória (CFA), e análise de confiabilidade para melhorar a competitividade.	Fornecer esclarecimentos adicionais sobre a relação entre o LSS e OP examinando os efeitos da certificação ISO 14001 como um moderador
NIU, G.	Gestão da saúde prognóstica (PHM), a aplicação desse método permite a avaliação do sistema fiabilidade nas suas reais condições do ciclo de vida para determinar o aparecimento de insuficiência, e mitigar os riscos do sistema.	Design e produção com capacidade avançada para detecção de falhas no início das operações, falha de diagnóstico e previsão irá melhorar o desempenho do ciclo de vida do produto e aumento vantagens competitivas.
GOMES, M. J. S.	Na Xerox, o DMAIC (definir, medir, analisar, melhorar, controlar) metodologia de Lean Six Sigma é fundamental para nos ajudar a gerir o nosso negócio	Este artigo descreveu uma poderosa metodologia DMAIC para melhorar um negócio Xerox modelo. Acreditamos que esta metodologia é aplicável para melhorar outros processos dentro de uma organização
HOERLL, W. R.	Incorporar conceitos e métodos estatísticos em processos de negócio e o revigoramento de Lean Six Sigma.	Mudar a ênfase a partir de estatísticas de ser exclusivamente uma ciência pura, e expandir a nossa visão para uma disciplina de engenharia.
PARR, W. C.	Sugere mudança nos programas de graduação em MS estatísticas.	O papel da estatística na indústria deve ser algo mais amplo do que os engenheiros estatísticos, embora menos vendável para os estatísticos.

Observa-se que existe uma concordância entre os autores quando se destaca que mudar a ênfase da estatística e expandir a metodologia enfatizando outras ferramentas de gestão é fundamental e aplicável nas diversas organizações para melhoria do sistema de produção, ou seja, o L6 σ , deve ir além da estatística e sua relevância pode estar na utilização de métodos de gestão da produção por meio do modelo DMAIC, da aplicação do diagrama de causa e efeito, mapeamento de processos, mapa de fluxo

de valor, detecção de falhas, falhas de diagnóstico e previsão, 5 porquês, 5S, 7 desperdícios, diagrama de afinidade, brainstorming, gráfico de Pareto, Poka-Yoke e VOC – voz do cliente, entre outros.

E, fundamentalmente, percebeu-se que L6 σ é um programa integrado e eficaz que contribui de forma significativa em relação a melhorar a eficiência da produção através de sua metodologia de gestão. L6 σ pode então ser definida como uma estratégia gerencial disciplinada e quantitativa, tendo como objetivo aumentar expressivamente a performance e a lucratividade das empresas, por meio da melhoria da qualidade de produtos e serviços e do aumento da satisfação de clientes e consumidores.

Como destacado, L6 σ é um método para melhorar a capacidade dos processos e aumentar seu rendimento, mas L6 σ também é reconhecido como um método para reduzir o desperdício e melhorar os resultados financeiros. Os benefícios do L6 σ são inúmeros, pois o *lean*, como visto prioriza a eliminação dos desperdícios e o aumento da velocidade dos processos, e o *six sigma* foca na redução da variabilidade e, conseqüentemente, dos defeitos.

Finalmente, observou-se que L6 σ é fonte de vantagem competitiva, pois pode criar sinergia e fomentar a velocidade dos processos, a eliminação de resíduos e o desenvolvimento da cadeia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Argumentou-se que *Six Sigma* é principalmente uma moda, e que os projetos são simplesmente e estreitamente definidos por esforços de melhoria contínua. Os conceitos mais recentes de *lean manufacturing* e *six sigma* substituíram outros conceitos, ou seja, não necessariamente adicionou valor aos conceitos de *JIT – Just in Time* e *TQM – Total Quality Management* e que a literatura é bastante semelhante para estes métodos, por exemplo, apoio da alta administração e da importância da comunicação e informação, e que de fato, está faltando uma abordagem mais sistêmica para as mudanças, melhorias e impactos na organização.

Os defensores do L6 σ citados neste artigo afirmam que é mais do que apenas um sistema de qualidade e que L6 σ é considerado uma das abordagens mais eficazes de melhoria entre um grande número de organizações multinacionais, com a sua aprovação mostrando uma tendência ascendente.

Embora, notadamente, *six sigma* tenha sua ênfase na estatística, a principal contribuição percebida nesta pesquisa está em fomentar os aspectos de gestão. É inegável reconhecer que L6 σ é um programa de melhoria estruturada cuja abordagem é tanto estatística quanto não estatística e expandir a metodologia valorizando outras ferramentas e métodos de gestão da produção por meio das metodologias citadas, entre outras, torna-se vital para que se tenha muitos *cases* de sucesso na implementação do programa L6 σ nas organizações. Não há dúvidas que o programa L6 σ é uma

estratégia de negócios que veio para ficar e se disseminar, não sendo apenas mais um modismo passageiro na área da qualidade.

Este estudo buscou apresentar de forma sintética a estratégia L6 σ abordando seus ganhos e demandas. Trata-se de um estudo preliminar ao propósito deste artigo. Seu objetivo é trazer uma contribuição ao debate sobre esta ferramenta na busca da melhoria da qualidade nos processos fabris e de prestação de serviços pelas organizações.

REFERÊNCIAS

- ANTONY, J. Tem Key ingredients for making SPC successful in organizations. *Measuring Business Excellence*, V.4 N.4, p.7 – 10, 2002.
- BANAS QUALIDADE, Revista (BQ), As tendências do Lean e six sigma – www.banasqualidade.com.br, 2012.
- CAPES, Qualidade periódicos CAPES; <http://qualis.capes.gov.br/webqualis/principal.seam> - acesso em 27/05/2014.
- CARVALHO, M., PALADINI, E. P. GESTÃO DA QUALIDADE Teoria e Casos / Marly Monteiro de Carvalho – Rio de Janeiro 2005 – 3ª reimpressão - Coleção Campus Abepro – 2006, Elsevier Editora Ltda.
- CORONADO, R. B., J. Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organizations. *The TQM Magazine*, V.14 N.2, p. 92-99, 2002.
- CRUZ, C. & RIBEIRO, U. *Metodologia Científica: Teoria e prática*. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004.
- FOUQUET, J. B., Design for Six Sigma and lean product development, *International Journal of Lean Six Sigma*, 2012
- GALVANI, L. R., Análise comparativa da aplicação do programa Seis Sigma em processos de manufatura e serviços, 2013.
- GIJO, E.V. ; ANTONY, J., Reducing patient waiting time in outpatient department using lean six sigma methodology, *Quality and Reliability Engineering International*, 2013
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo:Atlas, 2008

- GOMES, S.Á., Improvement of segment business using DMAIC methodology: A case study International Journal of Performability Engineering, November 2010, Vol.6(6), pp.561-576
- GUIMARÃES, I. F. G., Projeto lean seis sigma e a sua relevância na redução de perdas na produção de enzima em uma empresa de produção farmacêutica, 2006.
- HABIDIN, N.F. ; YUSOF, S.M., Relationship between lean six sigma, environmental management systems, and organizational performance in the Malaysian automotive industry International Journal of Automotive Technology, 2012, Vol.13(7), pp.1119-1125
- HOERL, R.W. ; SNEE, R.D., Post-financial meltdown: What do the services industries need from us now? Applied Stochastic Models in Business and Industry, September 2009, Vol.25(5), pp.509-521
- IAMAIL, A. ; GHANI, J. ; AB, R. ; MD., D. B.; CHE, H., Application of lean six sigma Tools for Cycle Time Reduction in Manufacturing: Case Study in Biopharmaceutical Industry Arabian Journal for Science and Engineering, 2014, Vol.39(2), pp.1449-1463
- KASAHARA, E.S. CARVALHO, MM; "Análise dos Modelos TQM e Seis Sigma: estudo de múltiplos casos". In XXIII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2003. Ouro Preto. Porto Alegre: UFRGS, 2003. V. 1, p. 1-8.
- LIKER, J. K., O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo – Porto Alegre, Bookman, 2005.
- NIU, G. ; LAU, D. ; PECHT, M., Computer manufacturing management integrating lean six sigma and prognostic health management International Journal of Performability Engineering, September 2010, Vol.6(5), pp.453-466
- PARR, W.C., 'Post-financial meltdown: What do the services industries need from us now?' by Roger W. Hoerl and Ronald D. Snee: Discussion 1 Applied Stochastic Models in Business and Industry, September 2009, Vol.25(5), pp.522-526
- PEREZ, W. Seis Sigma: compreendendo o conceito, as implicações e os desafios / tradução de Bazán Tecnologia e Linguística - Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2.000.
- ROJAS-SOLA, J. I. Análisis bibliométrico de las publicaciones venezolanas en la categoría ciencias de la computación em la base de datos jcr (1997-2007). Interciência 2009, vol. 34 n° 10
- STONE, K. B., Four decades of lean: a systematic literature review, International Journal of Lean Six Sigma, 2012

Brazilian Journals of Business

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. Lean Thinking: Banish Waste and Creat the Wealth in Your Corporation. New York: Simon and Schuster, 1998.