

# LEAN MANUFACTURING E SEIS SIGMA: UM ESTUDO DAS METODOLOGIAS E DE SUA INTEGRAÇÃO

## LEAN MANUFACTURING AND SIX SIGMA: A STUDY OF THE METHODOLOGIES AND THEIR INTEGRATION

Emmylly Victoria Santos Freire<sup>1</sup>

Renalice Oliveira de Lima<sup>2</sup>

Eloide Teles Silva Grisi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia de Produção, Faculdade Internacional da Paraíba – FPB

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia de Produção, Faculdade Internacional da Paraíba – FPB

<sup>3</sup>Bacharel em Engenharia de Produção, Doutoranda em Educação/UFPB

### Resumo

*Atualmente, a melhoria contínua pode ser um desafio para as empresas, que, sempre estão em busca de novas formas de melhorias para seu sistema produtivo. O presente artigo tem como principal objetivo abordar por meio de estudo de pesquisa, quais são as semelhanças e exclusividades do Lean manufacturing e do Seis Sigma, e uma análise da integração dessas duas metodologias, que se tornaram o que atualmente é conhecido por Lean seis sigma. De um lado o Lean Manufacturing que é a metodologia que, quando utilizada separadamente, tem como principal missão aumentar a produtividade e a eficiência do sistema produtivo, visando a redução de estoque e desperdícios, já com o Seis Sigma tem a missão de conseguir um maior lucro para a empresa, com a intenção de fazer um processo com menores custos. Juntas, as metodologias Lean e Seis Sigma podem ser poderosas ferramentas de gestão de qualidade e melhoria contínua para uma pequena empresa, elas serão analisadas, e as melhorias que elas trazem quando são integradas, pois a combinação dessas abordagens pode levar a ganhos significativos em produtividade, qualidade, satisfação do cliente e redução de custos, contribuindo para o sucesso da empresa.*

**Palavras-chave:** Lean Manufacturing, Seis Sigma, Lean Seis Sigma, Processo Produtivo

### Abstract

*Today the current improvement can be a challenge to companies because they are always searching for improvements in their production system. The leading purpose of this present article is to do a literature review about six sigma and Lean manufacturing and their similarities and differences, and the integration that made them become what today is known as Lean six sigma. At first, we have Lean manufacturing, a methodology that, when separately used, has as its leading purpose productivity raise and the production system efficiency, looking for storage and waste reduction. Second, Six Sigma looks to get a profit raise for the company, searching for a lower cost on the process. Together, these methodologies can be a strong quality advance in a company, and the improvement caused by these two together will be analyzed in this article, because they can give significant earnings to quality, productivity, customer satisfaction, and cost reduction, adding success to the company.*

**Keywords:** Lean Manufacturing, Six Sigma, Lean Six Sigma, Productive Process

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente a competitividade entre as empresas está cada vez maior, com todas as evoluções que vêm ocorrendo nos últimos anos, a indústria está crescendo cada vez mais rápido, novas ferramentas estão aparecendo e, por isso, as empresas precisam recorrer a metodologias de controle e de qualidade para conseguir administrar seus processos produtivos, otimizar sua produção e aprimorar seus processos.

O *Lean Seis Sigma* é uma junção de outras duas ferramentas, o Seis Sigma e o *Lean Manufacturing* (manufatura enxuta). O programa resultante da integração entre o Seis Sigma e o *Lean Manufacturing*, por meio da incorporação dos pontos fortes de cada um deles, é denominado *Lean Seis Sigma*, uma estratégia mais abrangente, poderosa e eficaz que cada uma das partes individualmente, e adequada para a solução de todos os tipos de problemas relacionados à melhoria de processos e produtos (WERKEMA 2012).

Para compreender o *Lean Seis Sigma*, se faz necessário entender sobre a base dos sistemas separados. O *Lean Manufacturing* teve sua origem por meio de um engenheiro da Toyota, chamado Taiichi Ohno, esse sistema procura eficiência e aumento de produtividade no processo. O principal objetivo da metodologia *Lean Manufacturing* é reduzir os desperdícios do sistema de produção, ao máximo.

O pensamento enxuto é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz. (WOMACK E JONES, 1996).

O Seis Sigma, por sua vez, é a ferramenta que tem como objetivo principal a redução de custos do processo produtivo, em consequência, aumentando os lucros dele, atacando a variabilidade do processo. Esta ferramenta trabalha localizando e aplicando melhorias dentro dos processos, buscando sempre a eficiência para eles. Por isso, é uma metodologia bastante buscada pelas empresas.

É possível definir o Seis Sigma como uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que tem como objetivo aumentar drasticamente a

lucratividade das empresas, por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores. (WERKEMA, 2012).

O Seis Sigma utiliza métodos de melhoria como o DMAIC (*define, measure, analyze, improve and control*), para melhoria de desempenho de produtos e processos já existentes na empresa e o DMADV (*Define, Measure, Analyse, Design and Verify*) para os produtos e processos novos na empresa, que estão em desenvolvimento.

O objetivo deste artigo é analisar, por meio de revisão bibliográfica, de maneira comparativa o Seis Sigma e o *Lean Manufacturing*, assim como também analisar a integração dessas duas metodologias, o que conhecemos atualmente como *Lean Seis Sigma*.

## **2. METODOLOGIA**

Para a realização do presente artigo obteve-se como objeto uma pesquisa bibliográfica vindas de artigos, livros, e outros tipos de publicações sobre Seis Sigma e suas ferramentas, *Lean Manufacturing* e suas ferramentas e *Lean Seis Sigma* e abordagens sobre a integração. Os resultados foram obtidos por meio de pesquisa qualitativa, de acordo com os dados que foram retirados a partir da pesquisa feita.

De acordo com Gil (2002) a pesquisa bibliográfica é feita a partir de materiais já elaborados, principalmente por artigos e livros, esse tipo de pesquisa, permite que se tenha uma cobertura muito mais ampla, que podem servir para diversos casos, como para análise de diferentes posições acerca de um problema, ou de um debate sobre a área estudada.

## **3. DISCUSSÕES E RESULTADOS**

### **Seis Sigma**

Metodologia que teve sua origem na Motorola em 1987, e foi a partir de lá que ficou conhecida como uma metodologia de qualidade de sucesso. Quando foi criado, o Seis Sigma tinha como objetivo deixar a empresa em nível de

competitividade com sua concorrência, no ano seguinte, a metodologia já teve seu reconhecimento, sendo premiada pelo Prêmio Nacional de Qualidade Malcolm Baldrige, segundo Schroeder (2019) este prêmio é o mais alto reconhecimento para empresas nos quesitos de gestão, mas originalmente, ele foi criado para o meio da qualidade, até hoje segue sendo um reconhecimento de excelência. Foi a partir daí que as outras empresas começaram a buscar por ela e fazer a implementação dela em seus processos, desde então a ferramenta vem adquirindo mais espaço dentro da indústria.

De acordo com Pepper e Spedding (2010), o seis sigma é uma filosofia de qualidade que tem objetivos de curto prazo, mas com afimco de atingir objetivos a longo prazo, também, isso, por meio da medição e foco no cliente, para orientar projetos de melhoria contínua. Com este pensamento, pode-se dizer que quando se trata de objetivos a longo prazo, a filosofia seis sigma trabalha para que o processo se aprimore, e que se reduza ao máximo possível sua porcentagem de defeitos, no processo, focando na melhoria estratégica.

Desta forma, a implantação do programa nas organizações visa, de maneira estruturada, incrementar a qualidade por meio da melhoria contínua dos processos envolvidos na produção de um bem ou de um serviço, levando em consideração todos os aspectos importantes de um negócio (PFEIFER, 2004).

De acordo com Malacarne, Taquetti, Machado, Cleto e Seleme (2017), para a implementação do seis sigma, faz-se necessário o uso de quatro métodos de melhoria, o primeiro a ser apresentado é o DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve and Control*), em tradução, Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar, assim as cinco etapas deste método. Ele é utilizado quando se trata da melhoria de projetos já existentes dentro da empresa, são pontuadas melhorias que deverão ser feitas, com base nas particularidades da empresa (estratégias internas, demandas, etc.), uma vez que identificados os pontos, eles são analisados de maneira comparativa com os dados que são obtidos com base na atual forma do processo da empresa, para que possam ser verificados os controles e as melhorias dentro dele.

Em seguida, tem-se o DMADV do inglês: *Define, Measure, Analyse, Design and Verify*, traduzindo, Definir, Medir, Analisar, Desenhar e Verificar, assim as etapas deste método. Consiste em ajudar na solução dos problemas identificados no

processo, visando melhorar a eficiência do projeto, aperfeiçoando a capacidade dele, então para que isso funcione da forma correta, é necessário medir a qualidade do produto e a eficiência do processo atual, para que sejam avaliadas todas as variáveis necessárias, incluindo os riscos. A DFSS design para o Seis Sigma, em inglês, *Design for Six Sigma*, por sua vez, tem objetivo de manter o nível de qualidade nos projetos atuais, de novos produtos que estão sendo desenvolvidos pela empresa, com ele, também será possível diminuir custos dentro do processo, mas seu principal objetivo, é também, agregar valor ao produto, ou seja, buscando atender todas as necessidades do cliente, e também agregando características que vão além disso que possam trazer mais valor agregado ao produto. (MALACARNE; TAQUETTI; MACHADO; CLETO e SELEME, 2017).

Por fim, a DMEDI, do inglês: *Define, Measure, Explore, Develop and Implement*, com a tradução: *Definir, Medir, Explorar, Desenvolver e Implementar*, se refere a projetos que ainda não estão previsto na empresa, trata-se de produtos que ainda não estão em desenvolvimento, ela servirá para os projetos futuros da empresa, para que eles sejam desenvolvidos e implantados ainda mantendo a metodologia. Com isso, pode-se dizer que a filosofia Seis Sigma, quando bem aplicada, pode auxiliar a empresa na melhoria da qualidade de seus processos atuais e futuros, pois ela oferece ferramentas que possibilitam o aperfeiçoamento dos processos da empresa, independentemente de seu estágio atual (MALACARNE; TAQUETTI; MACHADO; CLETO e SELEME, 2017).

Para que fosse possível efetuar a análise de níveis sigma em que as empresas que utilizam a metodologia estão, foi criada a escala seis sigma, como está sendo demonstrada na tabela abaixo:

**Tabela 1: tabela seis sigma**

Nível sigma	Defeitos por milhão	% de defeitos
1 sigma	691.463	69%
2 sigma	308.537	31%
3 sigma	66.807	6.7%
4 sigma	6.201	0.67%
5 sigma	233	0.023%
6 sigma	3,4	0.00034%

Fonte: Smartsheet, 2017

A escala seis sigma faz associação de um nível sigma a uma quantia de defeitos por milhão, ou seja, se a sua empresa está no nível 1 sigma, isso significa que a cada 1 milhão de oportunidades, em média 700 mil produtos irão apresentar algum defeito. O nível seis sigma, significa que apenas 3,4 dos seus produtos podem apresentar defeitos, a cada 1 milhão de oportunidades, ou seja, muito pouco.

A expressão Sigma mensura a capacidade do processo de trabalhar isento de falhas. A contenção da oscilação no resultado cedido aos clientes em uma taxa de 3,4 imperfeições por milhão ou 99,99966% de perfeição define o Seis Sigma. O método se torna único e extremamente eficaz pela sua estruturação e foco na redução da variabilidade do processo (ROTONDARO, 2011).

### **Lean Manufacturing**

De acordo Womack, Jones E Roos (2004) o *Lean manufacturing* ou produção enxuta é uma metodologia de gestão que teve sua origem no Japão, na Toyota, ela foi criada pelo engenheiro Taiichi Ohno e seu principal objetivo era fazer com que a Toyota fosse capaz de competir com as empresas automobilísticas americanas. Como o modelo teve sua origem na própria Toyota, ele também ficou popularizado como Sistema Toyota de Produção, só mais tarde que o termo Produção Enxuta foi utilizado, pelo pesquisador do IMVP (*International Motor Vehicle Program – Programa Internacional de Veículos Automotores*) John Krafcik. A manufatura enxuta, também conhecida como produção enxuta, é uma abordagem sistemática de fabricação que visa minimizar o desperdício e melhorar a eficiência. Originou-se do Sistema Toyota de Produção (STP) e desde então foi adotado e implementado por várias indústrias em todo o mundo.

Segundo Womack e Jones (1998) o princípio central da manufatura enxuta é a identificação e eliminação de atividades que não agregam valor ao produto ou serviço final. Desperdício, no contexto da manufatura enxuta, refere-se a qualquer atividade, processo ou recurso que consome tempo, espaço ou materiais, mas não contribui para atender aos requisitos do cliente.

De acordo com Campos, Rodrigues e Oliveira (2016), trata-se de uma abordagem que se concentra na eliminação de atividades desnecessárias e na redução de desperdícios em processos produtivos, ele busca maximizar o valor para

o cliente ao mesmo tempo em que minimiza os custos e tempo de produção, enfatizando a identificação e eliminação de atividades que não agregam valor, como excesso de estoque, movimentações desnecessárias, esperas e retrabalho. As ferramentas do Lean incluem o mapeamento de fluxo de valor, 5S, *Kanban*, *Just-in-Time (JIT)* e *Kaizen*.

O *Just in Time (JIT) - Na hora certa* consiste na forma de produção puxada, ou seja, visa o estoque zero, como a manufatura enxuta tem como seu principal objetivo, reduzir desperdícios dentro da empresa, ele vem junto ao JIT com a ideia de eliminar os gastos com estoque.

O *JIT* é, única e exclusivamente, uma técnica que se utiliza de várias normas e regras para modificar o ambiente produtivo, isto é, uma técnica de gerenciamento, podendo ser aplicada tanto na área de produção como em outras, de áreas da empresa. (MOTTA, 1993).

De acordo com Ghinato (1995), é necessário que se entenda que o *JIT* é um meio de alcançar o verdadeiro objetivo da manufatura enxuta, ou seja, o objetivo de aumentar a lucratividade da empresa por meio da completa eliminação de perdas.

Em seguida a ferramenta 5S que é um método de organização do local de trabalho que consiste em classificar, definir em ordem e padronizar. Tem como objetivo criar um ambiente de trabalho organizado, limpo e eficiente, verificando ferramentas, equipamentos e dados essenciais para a empresa, de acordo com as suas necessidades. (OLIANI; PASCHOALINO e OLIVEIRA, 2016).

Segundo Veras (2020) *Kaizen* e *Kanban* ambos têm origem japonesa, *kaizen* trata-se de uma filosofia de melhoria contínua focada na redução de custos e desperdícios e na otimização da produtividade. O *kanban* é um método criado para que seja possível visualizar todo o fluxo do processo, na intenção de identificar os gargalos presentes nele, para que possam ser consertados.

Existem alguns princípios que são essenciais para a manufatura enxuta, como por exemplo, o valor que determina o que agrega valor da perspectiva do cliente e concentra os esforços na entrega desse valor, o fluxo de valor, que inclui todas as

etapas e processos necessários para transformar matérias-primas no produto ou serviço final, além do valor, também o fluxo de trabalho que precisa ser programado da melhor forma, para que sejam eliminados gargalos, reduzindo tamanhos de lote e equilibrando cargas de trabalho.

Em seguida o "puxar", ou modelo de produção puxada que é onde os produtos ou materiais são produzidos ou encomendados apenas com base na demanda do cliente, ajudando a reduzir o estoque e o risco de superprodução. Por fim, a perfeição, que consiste na melhoria contínua, capacitando os funcionários para identificar e resolver problemas, implementar soluções e otimizar processos.

### **Lean Seis Sigma**

Com base no que já foi apresentado, pode-se verificar que *Lean Manufacturing* e Seis sigma são duas metodologias de melhoria de qualidade que têm abordagens diferentes para alcançar seus objetivos, enquanto o *Lean Manufacturing* foca na eliminação dos desperdícios e no pensamento da manufatura enxuta para otimizar o processo produtivo, o Seis Sigma tem o seu foco direcionado para a redução de custos e defeitos no processo, pode-se incluir a variabilidade, para que possa ter uma maior aprovação de seus clientes.

Apesar das diferenças, juntas, as metodologias *Lean* e Seis Sigma podem ser poderosas ferramentas de gestão de qualidade e melhoria contínua para uma empresa. A combinação dessas abordagens pode levar a ganhos significativos em produtividade, qualidade, satisfação do cliente e redução de custos, contribuindo para o sucesso da empresa.

De acordo com Werkema (2012), o *Lean Seis Sigma* é considerado uma metodologia de melhoria contínua que tem o objetivo de reduzir desperdícios e otimizar o processo, trazendo maior contentamento dos clientes.

Por tanto com a visão de trazer para as empresas uma abordagem mais abrangente para seus projetos, a integração dessas duas metodologias foi feita, então, a implementação do *Lean Seis Sigma* consiste na integração das ferramentas

do *Lean manufacturing* dentro do método DMAIC, que pertence ao Seis Sigma, dessa forma trazendo melhorias no processo.

**Tabela 2: Integração das ferramentas Lean ao método DMAIC.**

DMAIC	Ferramentas do Lean
Definir	Mapear fluxo de valor; Métrica Lean
Medir	Mapear fluxo de valor; Métrica Lean; Kaizen
Analizar	Mapear fluxo de valor; Métrica Lean
Melhorra	Mapear fluxo de valor; Métrica Lean; kaizen, kanban, 5S, TPM, Redução de setup, Gestão Visual, Métricas Lean
Controlar	Padronização, Gestão visual, 5S, TPM, Métricas Lean

**Fonte: Werkema, 2012.**

Há um limite de integração porque a estratégia utilizada para a melhoria depende do problema a ser resolvido, e, portanto, deve haver alinhamento entre as duas abordagens para obter resultados eficazes (Bañuelas & Antony, 2004). Com esse pensamento foram verificados alguns exemplos de casos em que o Lean Seis Sigma foi utilizado. A primeira vez que o Lean Seis Sigma foi implementado foi em 1986, obteve sucesso em diversas empresas no seu início, dentre elas a Motorola, Toyota, *General Electric*, *Johnson & Johnson*, entre outras grandes empresas.

Apesar de todo sucesso, alguns autores reportam que a integração não funciona, como Bendell (2006) de acordo com ele a integração fez com a filosofia de ambas se tornasse mal definida, que não há motivação lógica para que a integração seja feita. A integração *Lean* e Seis Sigma, divide bastante opiniões dentro da literatura que apresenta este conteúdo atualmente, Bendell não é o único autor a manifestar insatisfação com tal junção, além do mais, existem registros de casos que não deram certo, uma publicação feita por Bhasin e Burcher (2006) aponta que no Reino Unido, das empresas que tentaram efetuar a implementação, apenas 10% obteve sucesso.

## 4. CONCLUSÕES FINAIS

Conclui-se que tanto o *Lean* quanto o Seis Sigma são metodologias poderosas quando aplicadas de forma adequada em uma empresa. O *Lean* se concentra na eliminação de desperdícios e atividades que não agregam valor, resultando em processos mais eficientes e ágeis. Por outro lado, o Seis Sigma visa a redução de defeitos e variações nos processos, resultando em maior qualidade e consistência nos produtos ou serviços oferecidos.

Em suma, o *Lean Manufacturing* e o Seis Sigma são duas abordagens poderosas para melhorar a eficiência, qualidade e desempenho das organizações. Quando utilizadas em conjunto, o *Lean* e o Seis Sigma podem gerar benefícios significativos para uma empresa. A abordagem combinada permite identificar e eliminar desperdícios, enquanto ao mesmo tempo enfoca a redução de defeitos e variações nos processos. Isso resulta em uma melhoria geral do desempenho da empresa, levando a um aumento na qualidade dos produtos ou serviços, redução de custos, maior satisfação do cliente e maior competitividade no mercado.

Ao longo deste estudo, foi explorado os princípios e as ferramentas dessas metodologias, bem como seus benefícios e aplicações em diferentes setores. Ficou claro que a implementação bem-sucedida do *Lean Manufacturing* e do Seis Sigma requer um compromisso de toda a organização, desde a alta administração até os colaboradores de linha de frente.

Foi identificado que a sinergia entre o *Lean Manufacturing* e o Seis Sigma é fundamental para alcançar resultados alcançados. Enquanto o *Lean* fornece a base para a melhoria contínua, eliminando desperdícios e criando fluxo de valor, o Seis Sigma complementa essa abordagem, focando na redução da variabilidade e na busca pela perfeição.

No entanto, pode-se reconhecer os desafios enfrentados por organizações que implementam essas metodologias. A mudança de cultura, o envolvimento dos funcionários, a liderança comprometida e a gestão eficaz são elementos-chave para o sucesso da implementação.

À medida que o futuro avança, é importante destacar as oportunidades de pesquisa e desenvolvimento nessa área. Novas tecnologias, como a automação, a inteligência artificial e a Internet das Coisas, podem ter um impacto significativo na aplicação do *Lean Manufacturing* e do Seis Sigma. Além disso, o contexto em constante mudança dos negócios exige uma adaptação contínua dessas metodologias para atender às necessidades e desafios emergentes.

Em conclusão, o *Lean Manufacturing* e o Seis Sigma oferecem um caminho claro para melhorar a eficiência operacional, reduzir custos, aumentar a qualidade e a satisfação do cliente. Sua aplicação efetiva requer uma abordagem sistemática, compromisso organizacional e uma cultura de melhoria contínua. Aqueles que abraçam essas metodologias têm a oportunidade de obter uma vantagem competitiva significativa e sustentável em um mercado cada vez mais exigente e entusiasmado.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. M. O Sistema Just In Time Reduz os Custos do Processo Produtivo. Anais do Congresso Brasileiro de Custos - ABC, [S. l.], Disponível em: <https://anaiscbc.abcustos.org.br/anais/article/view/3431>. Acesso em: 6 abr. 2023.

AUGUSTO, D. Lean e Seis Sigma: explorando similaridades para a melhoria contínua. Revista ESPACIOS | Vol. 37 (No 18) Ano 2016. Disponível em: <http://ww.revistaespacios.com/a16v37n18/16371804.html>. Acesso em: 6 abr. 2023.

BAÑUELAS, R. ; ANTONY, J. Six Sigma or design for Six Sigma. The TQM Magazine. 16. 250-263. Ano 2004. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/237090966\\_Six\\_Sigma\\_or\\_design\\_for\\_Six\\_Sigma](https://www.researchgate.net/publication/237090966_Six_Sigma_or_design_for_Six_Sigma). Acesso em: 15 abr. 2023.

BENDELL, T. A. A review and comparison of six sigma and the lean organizations | Emerald Insight. The TQM Magazine, v. 18, n. 3, p. 255–262, 2013. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09544780610659989/full/html>. Acesso em: 12 abr. 2023.

BHASIN, S.; BRUSCHER, P. Lean viewed as a philosophy | Emerald Insight. Journal of Manufacturing Technology Management, v. 17, n. 1, p. 56–72, 2013. Disponível em:

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/17410380610639506/full/html>.

Acesso em: 28 abr. 2023.

CAMPOS, C.; RODRIGUES, M.; OLIVEIRA, R. LEAN MANUFACTURING: Produção Enxuta. Revista Científica e-Locução, v. 1, n. 10, p. 18, 30 dez. 2016. Disponível em:

<https://periodicos.faex.edu.br/index.php/e-Locucacao/article/view/141/122>. Acesso em:

05 maio. 2023.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E.P. (Org.) Gestão da Qualidade: Teoria e Casos. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2006.

ENDLER, K. D.; BOURSCHEIDT, L. E.; SCARPIN C. T; STEINER, M. T. A.; GARBUIO, P. A .R. Lean seis sigma: uma contribuição bibliométrica dos últimos 15 anos. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/2023/1401>. Acesso em: 15 maio. 2023.

EBY, K. Beginner 's Guide to Six Sigma. Smartsheet, 2017. Disponível em: <https://www.smartsheet.com/all-about-six-sigma>. Acesso em: 15 abr. 2023.

GHINATO, P. Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente Just-in-Time. v. 5, n. 2, p. 169–189, 1995. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/bRXLYrMFFK6WZGCvYNxC8sR/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 6 maio. 2023.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002 .

GEORGE, M. L. Lean Seis Sigma para serviços. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

MALACARNE, R.; TAQUETTI, L. B.; MACHADO, L.; CLETO, M.G.; SELEME, R. Seis Sigma no Brasil: Uma Revisão Bibliométrica da Literatura. Disponível em: Seis Sigma Coletânea de Artigos Volume I. 1 ed. Belo Horizonte: Editora POISSON, 2017.

MANI, G. M.; DE PÁDUA, F. S. M. LEAN SEIS SIGMA. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 115–126, 2008. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/27>. Acesso em: 6 maio. 2023.

MOTTA, P. C. D. A. Ambiguidades metodológicas do just-in-time. v. 4, n. 7, p. 117–131, 1996. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/osoc/a/KTCb3B8kzvLhYLzJwjR4KYc/?lang=pt>. Acesso em: 15 maio. 2023.

OLIANI, L. H.; PASCHOALINO, W. J. ; OLIVEIRA, Wdson de. Os benefícios da ferramenta de qualidade 5s para a produtividade. Revista Científica do Centro Universitário de Araras “Dr. Edmundo Ulson”, v. 12, 2016.

PACHECO, D. A. J.. Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração. Production, v. 24, p. 940–956, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/Y87wzFMjZSJwCrt7SfsfZsf/?lang=pt>. Acesso em: 28 abr. 2023.

PEPPER, M.P.J.; SPEDDING, T.A. The International journal of quality & reliability management, 26 Jan 2010, Vol. 27, Issue 2, pages 138 - 155, 2013. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02656711011014276/full/html> >. Acesso em: 12 maio. 2023.

ROTONDARO, R. Seis Sigma: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços. 1. ed. São Paulo: Editora ATLAS S.A., 2011.

SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. Contribuições do Seis Sigma: estudos de caso em multinacionais. v. 20, n. 1, p. 42–53, 2010. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/prod/a/kk4wWqLHhpXvRM7DHYCHLgr/>. Acesso em: 15 maio. 2023.

SCHROEDER, T. Acelerando os resultados com os critérios Malcolm Baldrige. SoftExpert Excellence Blog. Disponível em: <https://blog.softexpert.com/os-criterios-malcolm-baldrige/>. Acesso em: 28 maio. 2023.

VERAS, C. Kanban e Kaizen: saiba como otimizar as rotinas operacionais - Soluti Responde, 2020 Disponível em: <https://solutiresponde.com.br/kanban-e-kaisen/>. Acesso em: 12 maio. 2023.

WERKEMA, C. Criando a Cultura Lean Seis Sigma. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2012.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. A máquina que mudou o mundo. 2.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. A mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine o desperdício e crie Riqueza. 4.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.