INTERFACE TECNOLÓGICA

AUMENTO DA EFICIÊNCIA DO PROCESSO DE USINAGEM POR MEIO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA: um estudo de caso

INCREASING THE EFFICIENCY OF THE MACHINING PROCESS BY THE METHODOLOGY SIX SIGMA: a case study

Janaína Teixeira Leite - janainatleite@gmail.com
Ronaldo Ribeiro de Campos - ronaldo.campos@fatectq.edu.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) - SP – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v15i1.328

RESUMO

Dentro do contexto da busca por produtos perfeitos, encontram-se várias estratégias que visam aumentar a vantagem competitiva das organizações, dentre elas existe o Seis Sigma. Este artigo visa demonstrar a aplicação da metodologia Seis Sigma através do desenvolvimento de um projeto de melhoria no setor de Usinagem de uma indústria metalúrgica do ramo de implementos agrícolas. Este trabalho é caracterizado como um estudo de caso de finalidade aplicada com objetivo descritivo, onde a coleta de dados foi realizada por meio de observação e análise documental, demostrando ferramentas utilizadas e resultados obtidos, a fim de proporcionar uma visão geral acerca do programa Seis Sigma. Como resultado da implantação obteve-se, aumento de eficiência produtiva de 44% para 60% em tornos CNC e migração da produção de peças em tornos Convencionais para CNC, garantindo qualidade produtiva e evitando gastos com ferramental.

Palavras-chave: Seis Sigma. Estratégia. Metodologia.

ABSTRACT

Within the context of the search for perfect products, there are several strategies that aim to increase the competitive advantage of organizations, among them there is Six Sigma. This paper aims to demonstrate the application of the Six Sigma methodology through the development of an improvement project in the Machining sector of a metallurgical industry in the field of agricultural implements. This work is characterized as a purpose case study applied for descriptive purposes, where the data collection was done through observation and documentary analysis, demonstrating tools used and results obtained, in order to provide an overview about the program Six Sigma. As a result of the implantation, production efficiency increased from 44% to 60% in CNC lathes and migration of the production of parts in lathes Conventional to CNC, guaranteeing productive quality and avoiding expenses with tooling.

Keywords: Six Sigma. Strategy. Methodology.

1 INTRODUÇÃO

O estudo ora apresentado tem como cenário a indústria metalúrgica, mais precisamente, uma empresa que desenvolve e fabrica máquinas e implementos agrícolas, destinados ao preparo de solo e plantio de diversos tipos de culturas.

Independentemente do segmento e mercado de atuação, as organizações devem focar em velocidade, eficiência e valor para o cliente para se tornarem competitivas globalmente (CUDNEY; ELROD, 2011). Complementando este argumento, a competitividade no meio industrial cresceu consideravelmente nas últimas décadas e, como consequência direta, a busca por técnicas diferenciadas para a obtenção de melhor desempenho em todos os processos tem sido uma das principais preocupações das organizações interessadas em consolidar sua presença nesse mercado global (FERNANDES; TURRIONI, 2007). Portanto para atender as exigências do mercado tem-se como pré-requisito produzir a custos baixos e reduzir a quantidade de defeitos (HARRY; SCHROEDER, 2000).

O objetivo deste artigo é demonstrar a aplicação da metodologia Seis Sigma através do desenvolvimento de um projeto de melhoria no setor de Usinagem de uma indústria metalúrgica do ramo de implementos agrícolas, por meio de observação e análise documental evidenciando ferramentas utilizadas e resultados obtidos, a fim de proporcionar uma visão geral acerca do programa Seis Sigma.

O presente trabalho está dividido em seis seções, introdução, fundamentação teórica, metodologia, resultados obtidos, conclusão da pesquisa e referências.

2 SEIS SIGMA: ORIGEM E CONCEITO

O conceito de Seis Sigma nasceu na Motorola em 15 de janeiro de 1987, com o propósito de que a empresa fosse capaz de vencer suas concorrentes, que fabricavam produtos de maior qualidade a preços menores, porém ficou conhecido em 1988, onde a pioneira Motorola foi contemplada com o Prêmio Nacional da Qualidade Malcolm Baldrige, sendo o programa responsável pelo sucesso da companhia (WERKEMA, 2012). Com isso, outras empresas como Asea Brown Boveri, Allied Signal (hoje Honeywell), General Electric(GE), Kodac e Sony passaram a utilizar com sucesso o programa, e a divulgação de seus ganhos alcançados gerou um crescente interesse pelo seis Sigma (WERKEMA, 2012).

No Brasil, a aplicação dessa metodologia iniciou-se através do conhecimento aplicado nas matrizes das empresas multinacionais.A pioneira na implementação do Seis Sigma com tecnologia nacional foi o Grupo Brasmotor, que, em 1999, obteve mais de 20 milhões de reais de retorno, a partir dos projetos Seis Sigma (ROSENBURG, 1999).

De acordo com Werkema (2002, p.15) é possível definir 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".

A razão do nome sigma vem de uma medida estatística relacionada com a capacidade dos processos, ou seja, a habilidade de produzir produtos, unidades, ou partes não defeituosas. Quando são necessárias especificações equivalentes a Seis Sigma, o resultado é perto de zero defeito. Ou seja, se os processos aceitarem uma variação de Seis Sigma, então 99,99966% das unidades estará dentro dos limites das especificações, não havendo mais que 3,4 Defeitos Por Milhão de Oportunidades (DPMO), por exemplo, a cada um milhão de peças produzidas apenas 3,4 delas apresentam algum tipo de defeito (RECHULSKI; CARVALHO, 2004).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A natureza do trabalho pode ser classificada como pesquisa aplicada, pois será validado dentro de uma empresa, em que o interesse do autor está voltado para a compreensão dos processos que ocorrem em um contexto industrial. O objetivo do estudo pode ser classificado como descritivo, pois tem como finalidade descrever, interpretar e analisar os resultados da implantação da metodologia Seis Sigma. A temporalidade do estudo é classificada como longitudinal, pois ocorreu o acompanhamento do comportamento das variáveis em momentos anteriores ao levantamento de dados. Turrione e Mello (2012) classificam a temporalidade como longitudinal, quando se é acompanhado o comportamento das variáveis estudadas, durante certo período de tempo.

O método utilizado na pesquisa pode ser classificado como um estudo de caso, considerando que tem o objetivo de analisar o impacto de técnicas e ferramentas em um ambiente de aplicação real. Yin (2001) conceitua um estudo de caso como uma investigação empírica que desvenda um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre fenômeno e o contexto não estão claramente definidos na sua plenitude. Quanto ao universo da pesquisa, a mesma acontece em uma empresa do

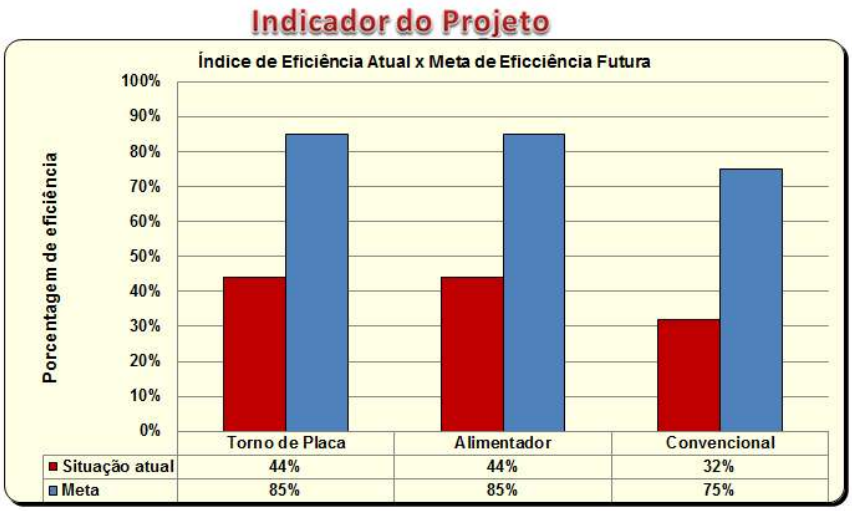
ramo metalúrgico, do setor de máquinas e implementos agrícolas, situada no interior do estado de São Paulo. A seleção da empresa foi intencional, tendo em vista que a organização indicou o projeto como forma de conquistar a certificação em *Green Belt*, o que garantiu facilidade de contato com os funcionários e a disponibilidade da empresa.

Segundo Oliveira (2011) diferentes técnicas podem ser utilizadas para coleta de dados, as mais utilizadas são: entrevista, questionário, observação e pesquisa documental. As ferramentas para coleta de dados utilizadas neste trabalho foram: observação e análise documental.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa em estudo é nacional com aproximadamente 1.300 trabalhadores e do ramo metalúrgico, que atua no setor de máquinas e implementos agrícolas destinados ao plantio e preparo de solo. Indicado o projeto para Aumentar a Eficiência dos Tornos CNC para 85% e Tornos Convencionais para 75%, será apresentado os resultados aplicando a metodologia Seis Sigma. Analisando-se os indicadores do setor de Usinagem, com visão individual de cada Torno, é possível identificar a eficiência atual do setor, e enxergar a dimensão que a meta impactará no projeto.

Ilustração 1-Indicador do Projeto



Mês	Torno de Placa	Alimentador	Convencional
Antes	44%	44%	32%
Meta	85%	85%	75%

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

A Ilustração 1 representa situação atual evidenciada pela coluna vermelha em comparação á meta, indicada pela coluna azul pré-definida na indicação do projeto, metas consideradas padrões mundiais de eficiência de usinagem.

Sabendo-se a eficiência atual do setor, e máquina por máquina, define-se a estratégia para análise de dados, coleta esta que ocorreu no período de 24/08/2015 á 18/09/2015, contemplando 14 máquinas sendo tornos alimentadores de barras e de placa em dois turnos de trabalhos distintos, destinado a usinagem de peças fundidas e material de baixo carbono. A coleta foi definida pelo levantamento de dados do torno que possui a eficiência individual por cada modelo CNC (Alimentador e Placa) e Convencional. Portanto a coleta de dados por máquina foi elaborada a partir dos diários de produção, um preenchimento manual feito pelos colaboradores, com anotações identificando o código da peça, quantidade do lote, a operação que foi feita na peça, o tempo de produção da peça, quantidades de não conformidade, tempo de setup da peça, caso aconteça, e números de paradas de máquinas. Feito isso elabora-se gráficos de Pareto separando por cada tipo de Torno existente no setor para descobrir as causas impactantes no processo para atuar com ações.

Ilustração 2-Paradas Torno de Placa



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Ilustração 3-Paradas Alimentador



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Ilustração 4-Paradas Convencional



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

As Ilustrações 2,3 e 4 descrevem o cenário do setor de usinagem, onde é possível identificar o impacto que perdas por paradas têm sobre o processo causando a eficiência baixa, e assim finalizar a etapa medir sendo o SETUP o problema prioritário a ser analisado na etapa seguinte.

Com base na folha de produção do operador, preenchida diariamente, é feito coleta e análise de todos os tipos de paradas de todas as máquinas durante 1 mês para identificar as perdas do processo. Dentre os resultados, constata-se que o tempo de setup é o que tem maior impacto na perda de eficiência das máquinas, divididos entre os tipos de tornos.

Como indicado que as paradas por setup representam o maior impacto na perda eficiência, utiliza-se a ferramenta Brainstorming para descobrir os motivos que fazem com que as paradas por setup sejam tão altas no processo. Brainstorming é uma dinâmica de grupo em que as pessoas, de forma organizada e com oportunidades iguais, fazem um grande esforço mental para opinar sobre determinado assunto. O grupo formado na elaboração dos brainstormings foram os colaboradores que trabalham nos tornos CNC e convencional, e os 3 participantes do projeto. E assim pode-se estruturar e elaborar o plano de ação junto aos gestores do setor e todos os envolvidos das áreas que tem papel direto para o cumprimento das ações, como a engenharia industrial (Processos) e T. I (Tecnologia da Informação). Portanto todas as variáveis foram definidas prazo para o cumprimento das ações, o valor, caso houvesse, o local e o responsável por cada atividade, observados nas Ilustrações 5 e 6.

Ilustração 5-Plano de Ação CNC

Plano de Ação - 5w2h CNC								
N.º	**O QUE**	**POR QUE**	**COMO**	**ONDE**	**QUEM**	**QUANTO CUSTA**	**QUANDO**	**STATUS**
	Atividade	Objetivo	Pontos Importantes	Local	Responsável	Valor (R$)	Prazo	
1	DESIGUINAR UM PREPARADOR	PARA EXECUTAR AS ATIVIDADES EXTERNAS	1) IDENTIFICAR QUEM EXECUTA O SETUP MAIS RÁPIDO ATRAVÉS DAS FICHAS DE PRODUÇÃO	SALA ADM. USINAGEM	JEFERSON	SEM ÕNUS	07/12/2015	REALIZADO
			2) DEFINIR QUEM SERÁ O PREPARADOR	SALA ADM. USINAGEM	BRUNO	SEM ÕNUS	07/12/2015	REALIZADO
			3) TREINAR O PREPARADOR	USINAGEM	TIAGO BALDO	SEM ÕNUS	18/12/2015	REALIZADO
2	FAZER UM PROGRAMA ESPECÍFICO PARA CADA MÁQUINA	PARA EVITAR ALTERAÇÕES NOS PROGRAMAS	1) DEFINIR AS PARTICULARIDADES DE CADA MÁQUINA	USINAGEM	WILLIAN ANDRADE	SEM ÕNUS	15/02/2016	REALIZADO
			2) CRIAR UMA PASTA DE PROGRAMA PARA CADA MÁQUINA	T.I.	EDELTON	SEM ÕNUS	18/02/2016	REALIZADO
4	PADRINIZAR O NÚMERO DAS FERRAMENTAS NA TORRE	PARA EVITAR ALTERAÇÕES NOS PROGRAMAS	1) DEFINIR UM PADRÃO PARA MONTAR AS FERRAMENTAS NA TORRE DE ACORDO COM O TIPO DA FERRAMENTA	USINAGEM	WILLIAN ANDRADE	SEM ÕNUS	01/02/2016	REALIZADO

5	ORGANIZAR UMA ÁREA PARA FERRAMENTAS	TER UM CONTROLE MAIOR SOBRE O ESTOQUE DE FERRAMENTAS	1) DIPONIBILIZAR UM ÁREA PARA ARMAZENAGEM DAS FERRAMENTAS	USINAGEM	JEFERSON	SEM ÔNUS	30/11/2015	REALIZADO
			2) ORGANIZAR, ENDEREÇAR E INDENTIFICAR AS FERRAMENTAS POR FÁMILIA	USINAGEM	ANDERSON	SEM ÔNUS	01/02/2016	REALIZADO
6	CRIAR UM PROCEDIMENTO COM TODAS AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A PREPARAÇÃO DAS MÁQUINAS	PADRONIZAR A PREPARAÇÃO	1) COLETAR AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A PREPARAÇÃO (FERRAMENTAS UTILIZADAS, FORMA DE ZERAMENTO DAS PEÇAS, MÉTODO PARA MONTAGEM DAS FERRAMENTAS)	USINAGEM	ANDERSON	SEM ÔNUS	24/03/2016	REALIZADO
			2) ELABORAR BANCO DE DADOS PARA AS INFORMAÇÕES COLETADAS	USINAGEM	BRUNO	SEM ÔNUS	31/03/2016	REALIZADO
			3) TRANSMITIR AS INFORMAÇÕES COLETAS PARA UM BANCO DE DADOS.	USINAGEM	ANDERSON	SEM ÔNUS	08/04/2016	REALIZADO

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Ilustração 6-Plano de Ação Convencional

Plano de Ação - 5w2h Convencional

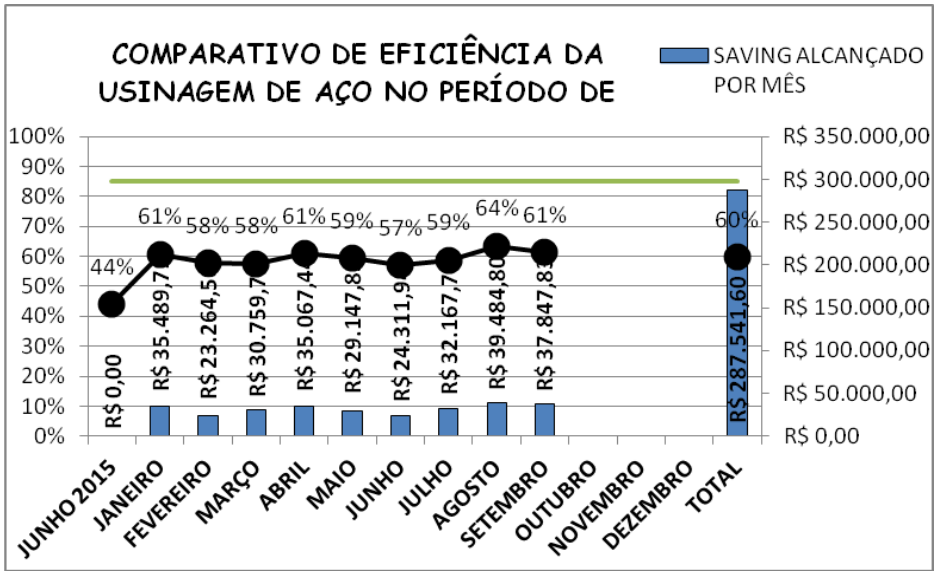
N.º	**O QUE**	**POR QUE**	**COMO**	**ONDE**	**QUEM**	**QUANTO CUSTA**	**QUANDO**	**STATUS**
	Atividade	Objetivo	Pontos Importantes	Local	Responsável	Valor (R$)	Prazo	
1	FAZER UMA INTERPRETAÇÃO DO DESENHO/PROCESSO ANTES DO INICIO DA PEÇA	PARA EVITAR A CONFECÇÃO DE PEÇAS NÃO CONFORMES	1) REUNIR OS OPERADORES E SALIENTAR SOBRE A IMPORTÂNCIA DA LEITURA DO DESENHO/PROCESSO	USINAGEM	JEFERSON	SEM ÔNUS	TODA REUNIÃO DO BOM DIA	REALIZADO
			2) O PREPARADOR DEVE ACOMPANHAR A PREPARAÇÃO	USINAGEM	ANDERSON/ CAIO	SEM ÔNUS	15/01/2016	REALIZADO
2	CONFERIR AS PEÇAS DE ACORDO COM O PROCEDIMENTO	PARA EVITAR A CONFECÇÃO DE PEÇAS NÃO CONFORMES	1) EXECUTAR UMA RECICLAGEM COM ÊNFASE NO PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO DAS PEÇAS	GAMBERINI	BRUNO	SEM ÔNUS	31/03/2016	REALIZADO
			2) O	USINAGE	ANDERSON/	SEM	31/03/2016	REALIZ

			PREPARADOR DEVE FAZER A INSPEÇÃO DAS PEÇAS PERIODICAMENTE	M	CAIO	ÔNUS		ADO
3	DISPONIBILIZAR OS RECURSOS NECESSÁRIOS PARA A PRODUÇÃO DAS PEÇAS	PARA EVITAR A CONFECÇÃO DE PEÇAS NÃO CONFORMES	1) ADQURIR OS INTRUMENTOS NECESSÁRIOS (PRAZO DE 60 DIAS)	METROLOGIA	MAGOLO	R$ 68.250,68	IMEDIATO/CONTÍNUO	REALIZADO
4	ATUALIZAR OS TEMPOS DE PROCESSO DAS PEÇAS CONFECCIONADAS NO CONVENCIONAL	PARA QUE EFICIÊNCIA POSSA SER CALCULADA CORRETAMENTE	1) EXECUTAR UMA CRONOANALISE DOS TEMPOS ATUAIS	ENGENHARIA INDUSTRIAL	ANDRÉ PIERRE	R$ 1.500,00	31/05/2016	REALIZADO
			2) ALTERAR TEMPOS DE PROCESSOS	ENGENHARIA INDUSTRIAL	VAGNER	SEM ÔNUS	30/06/2016	REALIZADO

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Com a implantação das ações observam-se através da Ilustração 7 a eficiência do setor desde o início do projeto, e o ganho (*saving*) obtido mensalmente.

Ilustração 7-Comparativo de Eficiência



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

De acordo com o objetivo deste trabalho foi constatado que a metodologia Seis Sigma bem aplicada, é capaz de identificar e tratar os principais problemas de instabilidade e fontes de variação, após implantada a metodologia o resultado foi:

- **Torno de Placa e Alimentador:** Foram considerados padrões mundiais de eficiência em setores de Usinagem para a proposta das metas estipuladas no início do projeto.

Porém como o objetivo da implantação de projetos Seis Sigma é atingir resultados satisfatórios com pouco ou nenhum investimento. Seguindo esse conceito a eficiência teve um aumento de 16% na média, saindo dos 44% para 60%.

- **Torno Convencional:** O setor de usinagem junto com a equipe de projeto, através de uma análise concluiu que, migrar as peças produzidas nos Tornos Convencionais para o CNC traria melhores resultados ao invés de fazer a compra de ferramentas. Essa ação tem o intuito de melhor o processo, tornando-o mais otimizado, com maior qualidade, padronização, redução de custo.

Para elevar e atingir níveis mundiais são necessários investimentos em:

- Layout mais adequado;
- Automatização dos equipamentos;
- Automatização dos processos;
- Manufatura Celular

O papel do Seis Sigma é melhorar o desempenho da empresa frente às questões de melhoria contínua. No entanto faz necessário um programa de capacitação e conscientização de todos os integrantes da organização, devido ao amplo uso de ferramentas estatísticas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da metodologia Seis Sigma trouxe resultados significativos para empresa em questão, os resultados obtidos através da implantação da ferramenta tornaram o setor de usinagem mais flexível e pontual devido o aumento de eficiência das máquinas CNC's e Convencionais, logo temos que o objetivo central do trabalho foi conquistada. A mesma metodologia pode ser utilizada para tratar outros tipos de variabilidade dentro do mesmo setor, como exemplo: a redução de consumíveis utilizados no processo de fabricação, redução do índice de não conformidade, redução do absenteísmo.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, Marly M. et al. **Gestão da qualidade :**Teoria e casos, v. 2, 2012.

CUDNEY, E.; ELROD, C. A comparative analysis of integrating lean concepts into supply chainmanagement in manufacturing and service industries. **Internacional Journal of Lean Six Sigma**, v.2, n.1, p. 5-22, 2011.

FERNANDES, M.M.; TURION, J.B. Seleção de projetos seis sigma: aplicação em uma indústria do setor automobilístico. **Produção**, v. 17, n. 3, p. 579-591, 2007.

HARRY, Mikel; SCHROEDER, Richard. ***Six sigma:*** the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations. New York: Doubleday, 2000.

RECHULSKI,K. D.; CARVALHO, Marly Monteiro de. Programas de qualidade seis sigma: características distintivas dos modelos DMAIC E DFSS. **Anais do XI Simpósio de Engenharia de Produção**. Bauru, SP,2004.

ROSENBURG, Cynthia. Faixa preta corporativo. Revista Exame, São Paulo, 8 de setembro de 1999. Ano XXXIII, n. 18, ed. 696, p. 88-90.

TURRIONE, J.B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas.** Apostila do curso de Especialização em Qualidade e Produtividade. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2012.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Criando a cultura seis sigma.** Série Seis Sigma Volume 1. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

WERKEMA, M. C. C**. Lean Seis Sigma**: Introdução as Ferramentas do Lean Manufacturing. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier Editora Ltda, 2012.