

## INFLUÊNCIA DA METODOLOGIA LEAN SIX SIGMA SOBRE A SUSTENTABILIDADE NAS ORGANIZAÇÕES - UMA PESQUISA SURVEY

**Jéssica Galdino de Freitas**

Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ, Brasil.  
Rua Passo da Pátria, São Domingos – Niterói, 24210240, RJ - Brasil.  
jgaldinofreitas@gmail.com

**Helder Gomes Costa**

Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ, Brasil.  
Rua Passo da Pátria, São Domingos – Niterói, 24210240, RJ - Brasil.  
helder.hgc@gmail.com

**Fernando Toledo Ferraz**

Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ, Brasil.  
Rua Passo da Pátria, São Domingos – Niterói, 24210240, RJ - Brasil.  
fernandoferraz@id.uff.br

### Resumo

Este trabalho possui o propósito de verificar como uma instituição pode alcançar a sustentabilidade organizacional através do Lean Seis Sigma (LSS), tendo em vista a existência de poucos trabalhos científicos que buscam avaliar esta metodologia de forma holística. O estudo foi estruturado a partir de uma ótica quantitativa, através da pesquisa de levantamento. Um questionário foi estruturado e respondido por 106 especialistas internacionais em LSS, para averiguar sua percepção quanto à influência do LSS sobre os três pilares do Triple Bottom Line (TBL). Entre os achados deste trabalho estão a identificação da correlação percebida entre o LSS e a sustentabilidade organizacional e identificação dos 5 impactos de maior influência. O resultado deste estudo se mostra relevante ao ampliar os conhecimentos sobre a utilização da metodologia LSS em outras áreas além da operação de fábrica, assim como ao conscientizar os governos e empresas quanto às fraquezas identificadas entre os pilares.

**Palavras-chave:** Lean Seis Sigma – Sustentabilidade Organizacional – *Triple Bottom Line*.

### Abstract

The purpose of this paper was to verify how an institution could achieve organizational sustainability through Lean Six Sigma (LSS), given that there are few scientific studies that seek to evaluate this methodology holistically. This study was structured from a quantitative point of view, based on survey research methodology. A questionnaire was structured and answered by 106 international LSS experts, in order to investigate their perception of the influence of LSS on the three pillars of the Triple Bottom Line (TBL). There were identified in this study the correlation between LSS and organizational sustainability and the 5 more influential impacts. This study assists in expansion of knowledge about the use of LSS methodology in areas other than the factory operation. Because of its feature, this study also raises the awareness among governments and companies regarding the weaknesses identified between TBL pillars.

**Keywords:** Lean Six Sigma – Organizational Sustainability – Triple Bottom Line.

## 1. Introdução

Desenvolvido inicialmente com foco no aumento da produtividade no chão de fábrica, a metodologia LSS se destaca como um método eficiente para aperfeiçoamento do desempenho organizacional, devido a sua característica de aprimoramento de processos com o alcance de resultados superiores nas dimensões de custo, produtividade e qualidade (Salah, Rahim e Carretero, 2010). A aplicação da metodologia LSS nas demais áreas de uma organização, além do ambiente de produção propriamente dito, possui o potencial de ampliar os ganhos alcançados com a sua utilização devido à ampliação do portfólio de projetos e dos indicadores impactados, sendo possível perceber os benefícios da utilização desta metodologia em organizações cujo negócio principal não está diretamente relacionado com a manufatura de produtos.

A facilidade de disseminação e diversificação da metodologia ocorre, essencialmente, devido ao fato de ter sido desenvolvida na sua origem como uma metodologia para análise e solução de problemas (MASP) e pela sua capacidade de impactar indicadores tangíveis. Em função do perfil flexível apresentado pela metodologia, se faz necessário investigar novas formas de ampliar os impactos apresentado e compreender sua abrangência, verificando como a mesma pode auxiliar no alcance de objetivos estratégicos de uma organização.

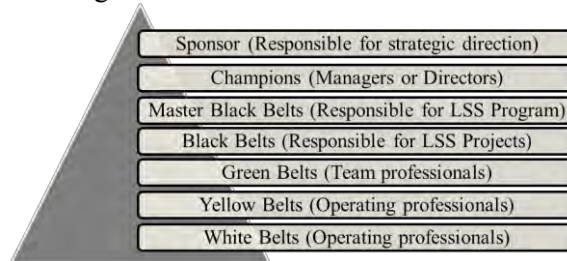
Tendo em vista o cenário de expansão apresentado pela metodologia LSS, mostrou-se necessário entender como sua implantação pode impactar na sustentabilidade organizacional, perspectiva que apresenta uma visão mais abrangente dos resultados alcançados pelas organizações e conseqüentemente seu impacto nas dimensões financeira, social e ambiental. Neste contexto, foram desenvolvidos os seguintes objetivos para o presente estudo: (i) Mapear a opinião dos especialistas quanto à influência do LSS sobre a sustentabilidade organizacional, (ii) Verificar se os impactos mais citados pelos autores são os que os especialistas julgam ter maior influência sobre a sustentabilidade organizacional e (iii) Identificar as dimensões de classificação dos impactos do LSS que apresentam maior influência sobre a sustentabilidade organizacional.

## 2. Contextualização sobre Lean Seis Sigma

O pensamento Lean surgiu inicialmente junto com o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção, estruturado por Taiichi Ohno e associados para auxiliar a Toyota a sobreviver a um cenário de restrições de capital e recursos durante o pós-guerra. A metodologia Seis Sigma foi desenvolvida por uma equipe de engenheiros da Motorola, liderada por Bill Smith, em meados dos anos 80 com o intuito de melhorar o desempenho do processo produtivo. Esta metodologia foi amplamente disseminada, porém, pelo CEO da GE Jack Welch (Shah, Chandrasekaran e Linderman, 2008). O uso integrado da filosofia do pensamento Lean com a metodologia Seis Sigma teve seu início em 1986, porém o termo Lean Six Sigma foi introduzindo na literatura a partir do ano 2000 (Sheridan, 2000).

Para Laureani and Antony (2010) o pensamento Lean complementa o Seis Sigma, pois enquanto o primeiro está diretamente focado no aumento de velocidade e eficiência dos processos o segundo busca alcançar precisão, desta forma é possível afirmar que o Lean garante que os recursos estejam sendo processados pelas atividades corretas e o Seis Sigma garante que as atividades sejam executadas corretamente da primeira vez. Pepper e Spedding (2010) definem o LSS como uma metodologia estruturada e sistemática para melhoria de processos através da realização de análises estatísticas com o intuito de reduzir a incidência de defeitos nos produtos finais ao nível de 3,4 defeitos por milhão de itens e eliminar desperdícios no processo produtivo. O LSS conta ainda como uma estrutura hierarquia definida para equipe envolvida no projeto que visa auxiliar na sua estruturação e no processo de mentoria e transmissão de conhecimento. Desde seu treinamento e formação, a equipe é estruturada em sete níveis, chamados de “Belts”, conforme sua atuação e responsabilidades no projeto (Figura 1).

Figura 1 – Hierarquia do Lean Seis Sigma



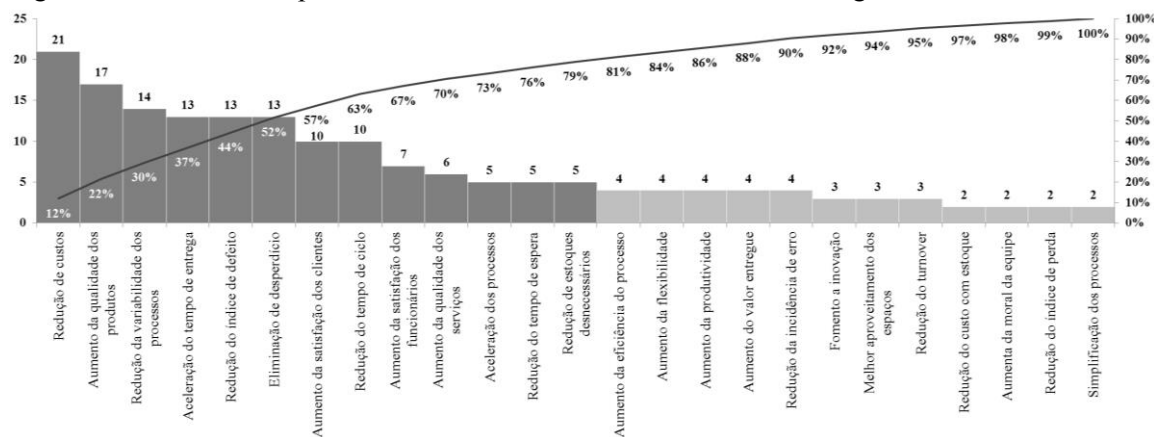
Fonte: Werkema (2012)

### 3. Impactos do Lean Seis Sigma nas organizações

Mostra-se relevante destacar que este estudo foi baseado em um anterior reportado por Freitas e Costa (2016), que possui foco no entendimento dos impactos gerados pelo LSS nas organizações. Os impactos levantados na etapa anterior por Freitas e Costa (2016), através de uma revisão sistematizada da literatura disponível sobre o tema na base SCOPUS, foram utilizados como base nesta pesquisa. Em seu trabalho os autores revisaram 396 “articles” e “reviews” publicados em “journals” sobre tema LSS, tendo sido refinados e selecionados desta base inicial 48 registros de maior alinhamento com o tema e que foram utilizados no levantamento dos impactos.

A partir da análise dos registros selecionados os autores identificaram 25 impactos causados pela utilização do LSS nas organizações, assim como a frequência com que os mesmos foram citados pelos autores estudados (Cit.). Foram selecionados os 13 impactos mais citados pelos autores através da realização de uma análise de Pareto (Figura 2), tendo sido identificados os impactos que representavam 80% do volume total de citações na literatura utilizada (Quadro 1).

Figura 2 – Pareto dos impactos identificados com base na revisão bibliográfica



Fonte: Freitas e Costa (2016).

Quadro 1 – Impactos do LSS selecionados para avaliação pelos especialistas (Continua)

Có d.	Impacto	Cit .	Autores
IPC -01	Redução de custos	21	Ahmed, Manaf e Islam (2013), Andersson et al. (2014), Arnheiter e Maleyeff (2005), Atmaca e Girenes (2003), Bucci e Musitano (2010), Byrne, Lubowe e Blitz (2007), Corbett (2011), Drohomerski et al. (2014), Fauss et al. (2013), Jayaraman, Kee e Soh (2012), Jeyaraman e Teo (2010), Koning et.al (2006), Laureani e Antony (2010), Laureani, Antony e Douglas (2008), Lee e Wei (2010), Lertwattanapongchai e Swierczek (2014), Niemeijer et al. (2012), Panat et al. (2014), Pepper e Spedding (2010), Salah, Rahim e Carretero (2010), Thomas, Barton e Chuke-Okafor (2009)

IPC -02	Aumento da qualidade dos produtos	17	Andersson et al. (2014), Arnheiter e Maleyeff (2005), Byrne, Lubowe e Blitz (2007), Campos (2013), Corbett (2011), Fauss et al. (2013), Gošnik, Beker e Kavčič (2014), Jayaraman, Kee e Soh (2012), Jeyaraman e Teo (2010), Laureani e Antony (2010), Laureani, Antony e Douglas (2008), Lee e Wei (2010), Lertwattanapongchai e Swierczek (2014), Panat et al. (2014), Pepper e Spedding (2010), Salah, Rahim e Carretero (2010), Thomas, Barton e Chuke-Okafor (2009)
---------	-----------------------------------	----	---

Quadro 1 – Impactos do LSS selecionados para avaliação pelos especialistas (Conclusão)

Cód.	Impacto	Cit.	Autores
IPC -03	Redução da variabilidade e dos processos	14	Andersson et al. (2014), Arnheiter e Maleyeff (2005), Atmaca e Girenes (2003), Campos (2013), Corbett (2011), Drohomeretski et al. (2014), Gošnik, Beker e Kavčič (2014), Laureani e Antony (2010), Laureani, Antony e Douglas (2008), Lee e Wei (2010), Lertwattanapongchai e Swierczek (2014), Pepper e Spedding (2010), Prieto-avalos et al. (2014), Salah, Rahim e Carretero (2010),
IPC -04	Aceleração do tempo de entrega	13	Ahmed, Manaf e Islam (2013), Andersson et al. (2014), Arnheiter e Maleyeff (2005), Corbett (2011), Drohomeretski et al. (2014), Jeyaraman e Teo (2010), Laureani, Antony e Douglas (2008), Lee e Wei (2010), Lertwattanapongchai e Swierczek (2014), Salah, Rahim e Carretero (2010), Salah, Rahim e Carretero (2010), Thomas, Barton e Chuke-Okafor (2009)
IPC -05	Redução do índice de defeito	13	Andersson et al. (2014), Ahmed, Manaf e Islam (2013), Byrne, Lubowe e Blitz (2007), Campos (2013), Drohomeretski et al. (2014), Fauss et al. (2013), Habidin e Yusof (2012), Laureani e Antony (2010), Laureani, Antony e Douglas (2008), Lee e Wei (2010), Pepper e Spedding (2010), Salah, Rahim e Carretero (2010), Salah, Rahim e Carretero (2010)
IPC -06	Eliminação de desperdício	13	Andersson et al. (2014), Arnheiter e Maleyeff (2005), Campos (2013), Corbett (2011), Fauss et al. (2013), Jeyaraman e Teo (2010), Laureani, Antony e Douglas (2008), Lee e Wei (2010), Lertwattanapongchai e Swierczek (2014), Panat et al. (2014), Pepper e Spedding (2010), Prieto-avalos et al. (2014), Thomas, Barton e Chuke-Okafor (2009)
IPC -07	Aumento da satisfação dos clientes	10	Atmaca e Girenes (2003), Bucci e Musitano (2010), Byrne, Lubowe e Blitz (2007), Campos (2013), Drohomeretski et al. (2014), Laureani e Antony (2010), Lertwattanapongchai e Swierczek (2014), Koning et al. (2006), Salah, Rahim e Carretero (2010), Thomas, Barton e Chuke-Okafor (2009)
IPC -08	Redução do tempo de ciclo	10	Atmaca e Girenes (2003), Bucci e Musitano (2010), Byrne, Lubowe e Blitz (2007), Campos (2013), Drohomeretski et al. (2014), Laureani e Antony (2010), Lertwattanapongchai e Swierczek (2014), Koning et al. (2006), Salah, Rahim e Carretero (2010), Thomas, Barton e Chuke-Okafor (2009)
IPC -09	Aumento da satisfação dos funcionários	7	Arnheiter e Maleyeff (2005), Atmaca e Girenes (2003), Bucci e Musitano (2010), Corbett (2011), Drohomeretski et al. (2014), Fauss et al. (2013), Gošnik, Beker e Kavčič (2014), Laureani e Antony (2010), Lertwattanapongchai e Swierczek (2014), South (2005)
IPC -10	Aumento da	6	Bucci e Musitano (2010), Campos (2013), Drohomeretski et al. (2014), Gošnik, Beker e Kavčič (2014), Laureani e Antony (2010),

	qualidade dos serviços		Laureani, Antony e Douglas (2008), Lertwattanapongchai e Swierczek (2014)
IPC -11	Aceleração dos processos	5	Andersson et al. (2014), Atmaca e Girenes (2003), Laureani e Antony (2010), Lertwattanapongchai e Swierczek (2014), Panat et al. (2014)
IPC -12	Redução do tempo de espera	5	Arnheiter e Maleyeff (2005), Bucci e Musitano (2010), Fischman (2010), Lee e Wei (2010), Niemeijer et al. (2012)
IPC -13	Redução de estoques desnecessários	5	Atmaca e Girenes (2003), Lee e Wei (2010), Pepper e Spedding (2010), Salah, Rahim e Carretero (2010), South (2005)

#### 4. Contextualização sobre Sustentabilidade Organizacional

A sustentabilidade organizacional surge da necessidade de reverter os impactos gerados pelas nossas criações e emissões, regenerando os impactos a fim de garantir a longevidade do planeta e das formas vivas que nele habitam (Sridhar, 2010). Segundo Hubbard (2009) a preocupação crescente da sociedade com os impactos ambientais e sociais causados pelas organizações ao criou um senso comum de que as empresas eram responsáveis por fatores que iam muito além do valor gerado pela mesma. Para Matos e Hall (2007), nas últimas décadas o conceito de sustentabilidade vem gerando diversos debates, mas alguns dilemas sobre o tema ainda persistem. Um desses dilemas é como transformar os conceitos de sustentabilidade em práticas. Segundo o autor ainda não existe consenso sobre o que sustentabilidade significa e como desenvolvê-la.

Diversos modelos para avaliação da sustentabilidade organizacional vêm sendo estudados e desenvolvidos nos últimos anos, porém não existe um modelo padronizado e utilizado de forma ampla pelas organizações ao redor do mundo. Um dos modelos para avaliação da sustentabilidade organizacional mais popular entre as empresas é o GRI (Global Reporting Initiative) que fornece orientações e estrutura de indicadores a ser adotado pelas empresas na divulgação de suas ações, resultados e estratégias futuras com Focus na sustentabilidade organizacional nos três pilares do TBL (Global Reporting Initiative, 2015).

A criação de relatórios para divulgação dos resultados baseados no TBL teve seu conceito estruturado inicialmente por Elkington (1997), sendo concebido com o objetivo principal de incorporar métricas relacionadas aos impactos gerados na sociedade, no meio ambiente e o desempenho econômico da organização, criando um processo contínuo de gestão, medição e divulgação dos resultados alcançados (Chapman e Milne, 2003). O objetivo central do modelo desenhado é garantir que as organizações apresentem equilíbrio entre os seguintes critérios (Figura 3): prevenção ecológica, eficiência financeira e igualdade social (Kraemer, 2012).

Figura 3 – Triple Bottom Line



Fonte: Kraemer (2012)

## 5. Metodologia

Para alcance dos objetivos definidos, o estudo foi estruturado a partir de uma ótica quantitativa, baseado no modelo de pesquisa de levantamento, com coleta de dados realizada através de pesquisa bibliográfica e aplicação de questionário, e foi estruturado em 4 etapas:

- (i) **Revisão da literatura:** Levantamento, na literatura científica, dos impactos gerados pelo LSS.
- (ii) **Elaboração do questionário:** Desenvolvimento de questionário com perguntas fechadas utilizado na etapa de levantamento de dados.
- (iii) **Coleta de dados:** Aplicação de questionário junto a especialistas em LSS;
- (iv) **Análise de dados:** Análise dos dados coletados através de métodos quantitativos e análises estatísticas descritivas e inferenciais com o intuito de responder às questões de pesquisa.

Para desenvolvimento da pesquisa foram estruturadas as seguintes questões de pesquisa que servirão de base para nortear a elaboração do questionário e análise dos dados coletados:

- (Q1): Qual o impacto do LSS mais influente sobre o TBL segundo os especialistas?
- (Q2): Qual é o pilar do TBL mais impactado pelo LSS segundo especialistas?
- (Q3): Existe correlação entre a influência dos impactos do LSS sobre o TBL e sua relevância para literatura?

## 6. Desenvolvimento do instrumento de pesquisa

Os 13 impactos selecionados por Freitas e Costa (2016) através da Análise de Pareto foram utilizados na construção do instrumento de coleta de dados devido a sua relevância para o tema desta pesquisa: IPC-01 – Redução de custos, IPC-02 - Aumento da qualidade dos produtos, IPC-03 - Redução da variabilidade dos processos, IPC-04 - Aceleração do tempo de entrega, IPC-05 - Redução do índice de defeito, IPC-06 - Eliminação de desperdício, IPC-07 - Aumento da satisfação dos clientes, IPC-08 - Redução do tempo de ciclo, IPC-09 - Aumento da satisfação dos funcionários, IPC-10 - Aumento da qualidade dos serviços, IPC-11 - Aceleração dos processos, IPC-12 - Redução do tempo de espera e IPC-13 - Redução de estoques desnecessários.

A fim de avaliar a percepção que os especialistas têm da influência que o LSS exerce sobre os três pilares do TBL (Financeiro, social e Ambiental), foi desenvolvida uma escala baseada na Escala de Likert para estruturação do modelo de avaliação a ser utilizado no questionário:

- **Muito Positiva:** O impacto possui forte correção positiva com o resultado do pilar
- **Positiva:** O impacto possui correção positiva moderada com o resultado do pilar
- **Sem correlação:** O impacto não possui correção com o resultado do pilar
- **Negativa:** O impacto possui correção negativa moderada com o resultado do pilar
- **Muito negativa:** O impacto possui forte correção negativa com o resultado do pilar

A primeira pergunta do instrumento de pesquisa (**Como você classificaria a correlação entre os impactos Lean Seis Sigma listados abaixo e o três pilares da sustentabilidade organizacional?**) foi estruturada em forma de matriz através da inclusão dos impactos em linhas e estruturação de três colunas paralelas para avaliação dos pilares Financeiro, social e Ambiental (Figura 5). A estrutura em forma de matriz foi selecionada devido à facilidade de preenchimento e possibilidade de comparação entre os três impactos no momento da avaliação. Os impactos foram organizados de forma randômicas na ferramenta de pesquisa a fim de evitar possíveis tendências nas respostas em função de sua ordenação.

Foram introduzidas duas perguntas ao final do questionário referentes à identificação do perfil apresentado pelo universo de respondentes à pesquisa. A segunda pergunta inserida ao questionário verificou: **Em qual nível você geralmente atua nos projetos Lean Seis Sigma?** Para seguinte questão foram disponibilizadas sete opções de resposta: (i) *White Belt* (ii) *Yellow Belt*, (iii) *Green Belt*, (iv) *Black Belt*, (v) *Master Black Belt*, (vi) *Champions* e (vii) *Outro*. A

questão inserida buscou identificar o grau de certificação do especialista participante e possibilitar uma posterior validação dos questionários e limpeza da base de dados.

A terceira questão de pesquisa buscou identificar: **Qual é o seu país de nascimento?**, tendo sido disponibilizadas 16 opções de países para resposta acrescidas da opção “Outros” para os especialistas pertencentes a países não disponíveis na lista apresentada.

O piloto do questionário foi aplicado junto a 5 especialistas em LSS entre os dias 16/11/2015 e 20/11/2015 a fim de verificar a necessidade de ajuste do instrumento de pesquisa desenvolvido, tendo sido então finalizada a elaboração do mesmo conforme modelo proposto.

## 7. Coleta de dados

O instrumento de coleta de dados foi desenvolvido na ferramenta de pesquisa *online*, *Survey Monkey*, e posteriormente aplicado junto a especialistas LSS a partir do link disponibilizado pela mesma. Os especialistas LSS selecionados para pesquisa foram identificados através de grupos profissionais existentes na ferramenta *LinkedIn*. No dia 17/11/2015 foi realizada busca na plataforma *LinkedIn*, utilizando a palavra “*Lean Six Sigma*” na base de “Grupos” existente, tendo sido identificados três grupos com maior número de integrantes (Tabela 1).

Tabela 1 – Três grupos com maior volume de especialistas no *LinkedIn*

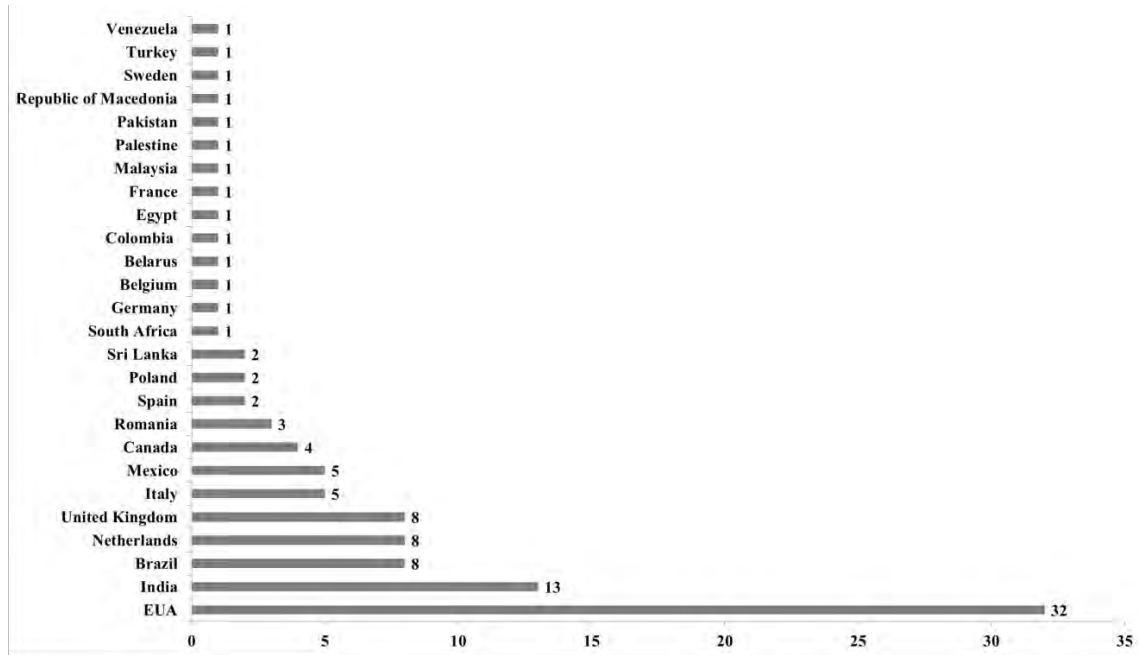
Grupo	Membros
Lean Six Sigma	392.813
Continuous Improvement, Six Sigma, & Lean Group	98.127
Lean Six Sigma Worldwide	36.029

Fonte: Elaborado pelos autores com base em pesquisa realizada na base SCOPUS em 18/11/2015.

Para identificação de especialistas LSS foi realizada uma seleção dentro dos três grupos identificados utilizando a palavra “Black Belt” no campo de pesquisa dos integrantes do grupo, com o intuito de identificar os especialistas com certificação LSS e maior tempo de experiência na área para participação na pesquisa. Foi convidado para participação na pesquisa um total de 520 especialistas certificados em LSS identificados nos grupos identificados. Dos especialistas convidados, 251 aceitaram participar da pesquisa de levantamento, representando um total de 49% do total inicial. A aplicação do questionário junto aos especialistas identificados foi realizada no período de 01/12/2015 a 14/12/2015.

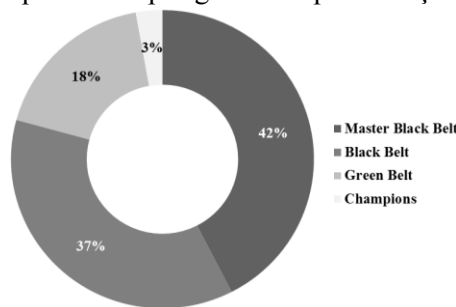
Sobre a distribuição por nacionalidade (Figura 4), o instrumento de pesquisa foi respondido por especialistas LSS de 26 países localizados ao redor do mundo. Os cinco países com maior quantidade de respondentes foram: (i) Estados Unidos (EUA), (ii) Índia, (iii) Brasil, (iv) Holanda e (v) Reino Unido, representando respectivamente 30,19%, 12,26%, 7,55%, 7,55% e 7,55% do total de especialistas.

Figura 4 – Distribuição de respondentes por nacionalidade



Dos 251 especialistas que receberam o questionário de pesquisa para avaliação, 106 responderam ao mesmo, representando 42% de taxa de retorno na coleta de dados. Todas as respostas foram consideradas como válidas em função do seu preenchimento ter sido realizado somente por *Green Belt*, *Black Belt*, *Master Black Belt* e *Champions* (Figura 5).

Figura 5 – Distribuição de respondentes por grau de especialização



### 8. Análise dos dados coletados

Após levantamento de percepção juntos aos especialistas em LSS as avaliações “Muito positiva”, “Positiva”, “Negativa” e “Muito negativa” foram agrupadas para identificação de todas as avaliações “Com correlação” (CC) recebidas pelos impactos e as avaliações “Sem correlação” foram classificadas como “Sem correlação” (SC). O total de “Respostas válidas” (RV) foi calculado através do somatório das avaliações “Com correlação” com as avaliações “Sem correlação”, dessa forma desconsiderando as avaliações “Não sei responder” (Tabela 2).

Tabela 2 – Distribuição de frequência das respostas coletados juntos aos especialistas (Continua)

Impacto	Ambiental			Financeiro			Social			TBL		
	CC	SC	RV	CC	SC	RV	CC	SC	RV	CC	SC	RV
Redução de custos	58	42	<b>100</b>	104	2	<b>106</b>	69	34	<b>103</b>	216	78	<b>294</b>
Aumento da qualidade dos produtos	70	30	<b>100</b>	101	4	<b>105</b>	80	21	<b>101</b>	251	55	<b>306</b>
Redução da variabilidade dos processos	70	29	<b>99</b>	101	4	<b>105</b>	67	35	<b>102</b>	238	68	<b>306</b>



Aceleração do tempo de entrega	50	47	<b>97</b>	97	8	<b>105</b>	71	30	<b>101</b>	218	85	<b>303</b>
Redução do índice de defeito	83	18	<b>101</b>	106	0	<b>106</b>	82	21	<b>103</b>	271	39	<b>310</b>
Eliminação de desperdício	93	10	<b>103</b>	106	0	<b>106</b>	88	15	<b>103</b>	287	25	<b>312</b>
Aumento da satisfação dos clientes	51	50	<b>101</b>	99	7	<b>106</b>	81	23	<b>104</b>	231	80	<b>311</b>
Redução do tempo de ciclo	50	47	<b>97</b>	106	0	<b>106</b>	66	34	<b>100</b>	222	81	<b>303</b>
Aumento da satisfação dos funcionários	43	56	<b>99</b>	86	20	<b>106</b>	90	12	<b>102</b>	219	88	<b>307</b>
Aumento da qualidade dos serviços	66	32	<b>98</b>	100	6	<b>106</b>	92	11	<b>103</b>	258	49	<b>307</b>
Aceleração dos processos	48	52	<b>100</b>	100	6	<b>106</b>	64	40	<b>104</b>	212	98	<b>310</b>
Redução do tempo de espera	41	54	<b>95</b>	87	14	<b>101</b>	63	35	<b>98</b>	191	103	<b>294</b>
Redução de estoques desnecessários	79	21	<b>100</b>	100	6	<b>106</b>	53	48	<b>101</b>	232	75	<b>307</b>

**(Q1): Qual o impacto do LSS mais influente sobre o TBL segundo os especialistas?**

Para identificação dos impactos mais influentes segundo os especialistas, foram elaborados ranking dos impactos para cada pilar e para o TBL considerando a proporção de avaliações “Com correlação” em relação ao total de respostas válidas. Na Tabela 3 é possível observar os cinco impactos de maior influência sobre o pilar Ambiental do TBL: (i) Eliminação de desperdício, (ii) Redução do índice de defeito, (iii) Redução de estoques desnecessários, (i) Redução da variabilidade dos processos e (ii) Aumento da qualidade de produtos.

Os cinco impactos de maior influência sobre o pilar Financeiro, foram identificados: (i) Redução do índice de defeito, (ii) Eliminação de desperdícios, (iii) Redução do tempo de ciclo, (iv) Redução de custos, (v) Aumento da qualidade dos produtos e (vi) Redução da variabilidade dos processos. Os impactos IPC-05, IPC-06 e IPC-08 apresentaram empate no ranking com frequência de 100,00%, assim como os impactos IPC-02 e IPC-03 com 96,19%. No pilar Social, os impactos com maior influência sobre o mesmo foram: (i) Aumento da qualidade dos serviços, (ii) Aumento da satisfação dos funcionários, (iii) Eliminação de desperdício, (iv) Eliminação do índice de defeito e (v) Aumento da qualidade dos produtos (Tabela 3).

Tabela 3 – Ranking de influência dos impactos do LSS quanto à correlação percebida com o TBL

Impacto	Dimensão	Ambiental		Financeiro		Social		TBL	
		%C C	Ran k	% CC	Ran k	% CC	Ran k	% CC	Ran k
Redução de custos	Custos	58,0 0	7°	98,1 1	4°	66,9 9	8°	74,7 6	7°
Aumento da qualidade dos produtos	Qualidade	70,0 0	5°	96,1 9	5°	79,2 1	5°	82,0 3	4°
Redução da variabilidade dos processos	Qualidade	70,7 1	4°	96,1 9	5°	65,6 9	10°	77,7 8	5°
Aceleração do tempo de entrega	Satisfação	51,5 5	8°	92,3 8	11°	70,3 0	7°	71,9 5	10°
Redução do índice de defeito	Custos	82,1 8	2°	100	1°	79,6 1	4°	87,4 2	2°

Eliminação de desperdício	Custos	90,29	1°	100	1°	85,44	3°	91,99	1°
Aumento da satisfação dos clientes	Satisfação	50,50	10°	93,40	10°	77,88	6°	74,28	8°
Redução do tempo de ciclo	Satisfação	51,55	8°	100	1°	66,00	9°	73,27	9°
Aumento da satisfação dos funcionários	Satisfação	43,43	12°	81,13	13°	88,24	2°	71,34	11°
Aumento da qualidade dos serviços	Qualidade	67,35	6°	94,34	7°	89,32	1°	84,04	3°
Aceleração dos processos	Satisfação	48,00	11°	94,34	7°	61,54	12°	68,39	12°
Redução do tempo de espera	Custos	43,16	13°	86,14	12°	64,29	11°	64,97	13°
Redução de estoques desnecessários	Custos	79,00	3°	94,34	7°	52,48	13°	75,57	6°

Através da análise de frequência foi possível responder a primeira questão de pesquisa: Segundo avaliação dos especialistas LSS, os cinco impactos que possuem maior influência sobre o TBL, considerando a proporção entre as avaliações “Com correlação” e o total de respostas, foram:

- **1ª) IPC-06 – Eliminação de desperdício:** Foi avaliado como o impacto de maior influência sobre o TBL, tendo se destacado tanto no pilar Financeiro (100,00%), quanto no pilar Ambiental (90,29%) e pilar Social (85,44%), mostrando a importância deste impacto para o TBL.
- **2ª) IPC-05 – Redução do índice de defeito:** Alcançou a segunda posição do ranking de influência sobre o TBL, porém não apresentou o mesmo equilíbrio entre os pilares identificado no impacto anterior, tendo alcançado a 2ª posição de pilar Ambiental, 1ª posição do pilar Financeiro, empatando com a Eliminação de desperdício, e 4ª posição do pilar Social.
- **3ª) IPC-10 – Aumento da qualidade dos serviços:** Apesar da baixa quantidade de citações deste impacto na literatura, o mesmo se mostrou relevante para a sustentabilidade organizacional, tendo alcançado a 3ª posição no ranking de influência do LSS sobre o TBL.
- **4ª) IPC-02 – Aumento da qualidade dos produtos:** Este impacto aparece como um dos seis mais citados na literatura científica e também na lista de impactos de maior influência sobre o TBL, tendo alcançado a 5ª posição nos três pilares avaliados.
- **5ª) IPC-03 – Redução da variabilidade dos processos:** Apesar do destaque obtido por este impacto nos pilares Ambiental e Financeiro, onde alcançou respectivamente a 4ª e 5ª posição entre os impactos de maior influência, o mesmo alcançou somente a 10ª posição no pilar Social, apresentando 65,69% de avaliações “Com correlação” e 34,31% de avaliações “Sem correlação”.

### (Q2): Qual é o pilar do TBL mais impactado pelo LSS segundo especialistas?

Para identificação do pilar mais influenciado pelo LSS, foi realizado um teste de hipótese de diferença entre proporções dos pilares do TBL com as seguintes hipóteses nulas ( $H_0$ ) e alternativas ( $H_a$ ):

- $H_0: \bar{p}_1 - \bar{p}_2 \leq 0$
- $H_a: \bar{p}_1 - \bar{p}_2 > 0$

Para comparação da proporção entre dois pilares com intervalo de confiança de 95%, o primeiro pilar avaliado ( $\bar{p}_1$ ) somente seria superior a segundo pilar avaliado ( $\bar{p}_2$ ) caso o Z calculado for maior do que 1,654. Para cálculo do valor Z referente à diferença entre as proporções, foram utilizadas as seguintes fórmulas (1) (2) (3) (ANDERSON et al., 2002):

$$(1) \quad \bar{p} = \frac{(n_1\bar{p}_1 + n_2\bar{p}_2)}{n_1 + n_2} \text{ onde } \begin{cases} \bar{p} = \text{proporção amostral} \\ n = \text{número de respondentes} \end{cases}$$

$$(2) \quad \sigma_{\bar{p}_1 - \bar{p}_2} = \sqrt{\bar{p}(1 - \bar{p})\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)} \text{ onde } \begin{cases} \sigma_{\bar{p}_1 - \bar{p}_2} = \text{Erro padrão de } \bar{p}_1 - \bar{p}_2 \\ \bar{p} = \text{proporção amostral} \\ n = \text{número de respondentes} \end{cases}$$

$$(3) \quad Z = \frac{\bar{p}_1 - \bar{p}_2}{\sigma_{\bar{p}_1 - \bar{p}_2}} \text{ onde } \begin{cases} \bar{p} = \text{proporção amostral} \\ \sigma_{\bar{p}_1 - \bar{p}_2} = \text{Erro padrão de } \bar{p}_1 - \bar{p}_2 \end{cases}$$

Após realização do teste foi identificado que somente no terceiro teste, na comparação entre o Financeiro ( $\bar{p}_1$ ) e Social ( $\bar{p}_2$ ), a Hipótese nula pode ser rejeitada (15,1341), indicando que a proporção de avaliações “Com correlação” apresentada pelo primeiro pilar é superior a do segundo pilar. Na análise comparativa entre o Ambiental pilar com o Social (-20,2982) e com o Financeiro (-5,8649), a Hipótese nula não pode ser rejeitada com 95% de intervalo de confiança, demonstrando que a proporção de avaliações “Com correlação” para este pilar é inferior a ambos os demais pilares (Tabela 4).

Tabela 4 – Teste de hipótese de diferença entre duas proporções com intervalo de confiança de 95%

	$\bar{p}_1$	n1	$\bar{p}_2$	n2	$\bar{p}$	$\sigma_{\bar{p}_1 - \bar{p}_2}$	Z
Pilar Ambiental x Pilar Financeiro	62,17 %	1.29 0	94,38 %	1.37 0	0,7876	0,0159	- 20,298 2
Pilar Ambiental x Pilar Social	62,17 %	1.29 0	72,91 %	1.32 5	0,6761	0,0183	-5,8649
Pilar Financeiro x Pilar Social	94,38 %	1.37 0	72,91 %	1.32 5	0,8382	0,0142	15,134 1

Após a realização das análises foi possível responder a segunda questão de pesquisa: Segundo especialistas o LSS possui maior influência sobre o pilar Financeiro, seguido pelo pilar Social e por último o pilar Ambiental, que é o menos influenciado. Foi observado também que o pilar Ambiental possui uma diferença de proporção com o pilar Financeiro quatro vezes maior do que com o pilar Social, mostrando um forte desequilíbrio na influência do LSS entre os três pilares.

**(Q3): Existe correlação entre a influência dos impactos LSS sobre o TBL e sua relevância para literatura?**

A fim de identificar a existência de correlação significativa entre a relevância do impacto avaliado para a literatura do tema LSS e sua influência sobre o TBL foi utilizando também o método de SPEARMAN. Nesta análise foi comprada a posição do impacto no ranking de influência sobre o TBL, segundo a opinião dos especialistas, e sua posição no ranking de frequência absoluta de citações elaborado por Freitas e Costa (2016), através de sua pesquisa bibliográfica. Para realização desta análise foi utilizado o teste de significância para coeficiente de SPEARMAN com intervalo de confiança de 95%, tendo sido desenvolvidas as seguintes hipóteses nulas ( $H_0$ ) e alternativas ( $H_a$ ), além da fórmula de cálculo (4) (TRIOLA, 2005):

- $H_0$ :  $r_s = 0$
- $H_a$ :  $r_s \neq 0$

$$(4) \quad r_s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{n(n^2-1)} \quad \text{onde} \quad \begin{cases} r_s = \text{Coeficiente de correlação de postos} \\ D = \text{Diferença entre postos do mesmo sujeito} \\ n = \text{número de respondentes} \end{cases}$$

Tabela 5 – Teste de significância para coeficiente de SPEARMAN entre a posição no ranking de influência e no ranking de citações com intervalo de confiança de 95%

Impacto	Relevância na literatura		Influência sobre o TBL		D <sup>2</sup>
	Qnt de citações	Rankig	% respostas CC	Rankig	
IPC-01 - Redução de custos	21	1	73,47%	8	49
IPC-02 - Aumento da qualidade dos produtos	17	2	82,03%	4	4
IPC-03 - Redução da variabilidade dos processos	14	3	77,78%	5	4
IPC-04 - Aceleração do tempo de entrega	13	4	71,95%	10	36
IPC-05 - Redução do índice de defeito	13	4	87,42%	2	4
IPC-06 - Eliminação de desperdício	13	4	91,99%	1	9
IPC-07 - Aumento da satisfação dos clientes	10	7	74,28%	7	0
IPC-08 - Redução do tempo de ciclo	10	7	73,27%	9	4
IPC-09 - Aumento da satisfação dos funcionários	7	9	71,34%	11	4
IPC-10 - Aumento da qualidade dos serviços	6	10	84,04%	3	49
IPC-11 - Aceleração dos processos	5	11	68,39%	12	1
IPC-12 - Redução do tempo de espera	5	11	64,97%	13	4
IPC-13 - Redução de estoques desnecessários	5	11	75,57%	6	25
					193
<b>Correlação de SPEARMAN</b>					<b>0,4698</b>

Para desenvolvimento do teste, deve-se comparar os resultado desta análise com os valores de referência disponibilizados por Olds (1938). A um nível de significância de 5,00% (intervalo de confiança de 95,00%) para uma amostra igual a 13, o valor de referência para rejeição da hipótese nula é de 0,566. Na análise realizada, rejeitou-se H<sub>0</sub>, pois o valor calculado para correlação de SPEARMAN (0,4698) foi inferior ao valor de referência (0,566), o que indica que não existe correlação significativa entre a influência do impacto e o volume de citações.

É possível observar que entre os seis impactos mais citados pelos autores quatro também compõem o ranking dos cinco impactos com maior influência sobre o TBL, sendo estes (i) Aumento da qualidade dos produtos, (ii) Redução da variabilidade dos processos, (iii) Redução do índice de defeito e (iv) Eliminação de desperdício. O impacto de Aumento da qualidade dos serviços, 3º lugar no ranking de influência sobre o TBL, não aparece dentre os seis impactos mais citados pelos autores, tendo este alcançado o 10º lugar no ranking de número de citações. Os impactos de (i) Redução de custos e (ii) Aceleração do tempo de entrega se destacam por, apesar do grande volume de citações do mesmo, não apresentar influência elevada sobre a sustentabilidade, tendo os mesmos alcançado a 8º e 10º posição no ranking de influência.

A terceira questão de pesquisa foi respondida da seguinte forma: Não existe correlação significativa entre a relevância dos impactos avaliados para literatura sobre o tema LSS e sua influência sobre o TBL, tendo sido identificados impactos que possuem elevada relevância na literatura, porém com baixa influência sobre o TBL e também situações inversas onde.

## 9. Conclusão

Após avaliação realizada pelos especialistas quanto à influência dos 13 impactos selecionados sobre a sustentabilidade organizacional, considerando o TBL, foi possível identificar uma elevada influência do LSS sobre a sustentabilidade organizacional, com 76,81% de avaliações “Com correlação” em relação ao total de respostas válidas, porém ainda é possível notar um desequilíbrio de influência dos impactos avaliados sobre os três pilares do TBL.

Segundo os especialistas, o LSS influencia de forma mais intensa o pilar Financeiro da sustentabilidade organizacional, que alcançou 94,38% das avaliações “Com correlação”. Através da comparação entre a influência apresentada pelo pilar Financeiro e pelo pilar Social do TBL, que alcançou o segundo lugar na avaliação de influência (72,91%), foi possível verificar uma diferença na frequência de avaliações de 21,47%, mostrando a existência de desequilíbrio entre os três pilares avaliados. Com 62,17% das avaliações, o pilar Ambiental se destaca como o menos influenciado pelo LSS.

Apesar do desequilíbrio identificado entre os pilares do TBL ser compreensível tendo em vista o contexto organizacional atual, ele somente reflete a maturidade da sociedade e, consequentemente da metodologia LSS, em relação aos ideais igualitários da sustentabilidade organizacional. Segundo seus conceitos, um sistema de gestão somente poderá ser considerado sustentável caso haja equilíbrio de resultados entre seus três pilares (Elkington, 1997; Chapman e Milne, 2003; Kraemer, 2012). Sugere-se que sejam realizadas pesquisas com o intuito adequar a metodologia utilizada nos projetos LSS a fim de se alcançar maior influência positiva sobre o relacionamento com a sociedade e meio ambiente e, desta forma, resultados mais sustentáveis.

Esta pesquisa identificou cinco impactos do LSS que se destacam como os mais influentes sobre a sustentabilidade organizacional: (i) Eliminação de desperdício, (ii) Redução do índice de defeito, (iii) Aumento da qualidade dos serviços, (iv) Aumento da qualidade dos produtos e (v) Redução da variabilidade dos processos. É importante salientar que a redução da variabilidade possui relação de causa e efeito com os demais impactos identificados como relevantes, pois a redução desta variabilidade gera redução de desperdícios e defeitos e aumento da qualidade.

Apesar de ser possível identificar semelhanças entre os impactos mais citados pelos autores e os impactos que apresentam maior influência sobre a sustentabilidade organizacional, ao avaliar a correlação existente entre o ranking de número de citações dos impactos na literatura científica e o ranking de influência dos mesmos sobre o TBL, não foi possível identificar uma correlação significativa entre as duas variáveis (0,4698), mostrando que nem todo impacto do LSS amplamente divulgado na literatura influencia a organização de forma holística e que alguns impactos do LSS significativos para a sustentabilidade organizacional são negligenciados pela literatura.

## 10. Referências

- ANDERSON, D.R.; SWEENEY, D.J.; WILLIAMS, T.A. Estatística aplicada à administração e economia. 2002.
- CHAPMAN, R.; MILNE, M.J. The triple bottom line: How New Zealand companies measure up. *International Journal of Sustainable Business*, v. 11, n. 2, p. 37-48, 2003.
- FREITAS, J.G.; COSTA, H.G. Impacts of Lean Six Sigma over organizational sustainability - A systematic literature review on SCOPUS base. **To appear in:** *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 7, n. 3, 2016.
- GLOBAL REPORTING INICIATIVE. G4 Sustainability Reporting Guidelines. 2015.
- HUBBARD, G. Measuring organizational performance: beyond the triple bottom line. *Business Strategy and the Environment*, v. 18, n. 3, p. 177-191, 2009.
- KRAEMER, M.E.P. Contabilidade rumo à pós-modernidade: um futuro sustentável, responsável e transparente. IX Convenção de Contabilidade do Rio Grande do Sul-13 a, v. 15, 2012.
- LAUREANI, A.; ANTONY, J. Reducing employees' turnover in transactional services: a Lean Six Sigma case study. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 59, n. 7, p. 688-700, 2010.
- MATOS, S.; HALL, J. Integrating sustainable development in the supply chain: the case of life cycle assessment in oil and gas and agricultural biotechnology. *Journal of Operations Management*, v. 25, n. 6, p. 1083-1102, 2007.
- OLDS, Edwin G. Distributions of sums of squares of rank differences for small numbers of individuals. *The Annals of Mathematical Statistics*, v. 9, n. 2, p. 133-148, 1938.
- PEPPER, M.P.J.; SPEDDING, T.A. The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 27, n. 2, p. 138-155, 2010.
- SALAH, S.; RAHIM, A.; CARRETERO, J.A. The integration of Six Sigma and lean management. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 1, n. 3, p. 249-274, 2010.
- SHAH, R.; CHANDRASEKARAN, A.; LINDERMAN, K. In pursuit of implementation patterns: the context of Lean and Six Sigma. *International Journal of Production Research*, v. 46, n. 23, p. 6679-6699, 2008.
- SHERIDAN, J.H. Lean sigma synergy. *Industry Week*, v. 249, n. 17, p. 81-82, 2000.
- SRIDHAR, K. A multi-dimensional criticism of the Triple Bottom Line reporting approach. *International Journal of Business Governance and Ethics*, v. 6, n. 1, p. 49-67, 2010.
- TRIOLA, M.F. et al. *Introdução à estatística*. Rio de Janeiro: LTC, 2005.
- WERKEMA, C. *Criando a Cultura Lean Seis Sigma*. Elsevier Brasil, 2012.