

Aplicação da abordagem híbrida Lean-TRIZ para melhoria na manufatura: Revisão bibliográfica sistemática

Thiago Bastos Fernandes (UFSC) thiago.bastos@posgrad.ufsc.br

Fernando Antônio Forcellini (UFSC) fernando.forcellini@ufsc.br

Resumo:

Fabricantes buscam por sistemas manufatureiros inovadores para aumentar a flexibilidade, produtividade e lucratividade, ao mesmo tempo reduzir custo operacional e tempo ocioso. Estas questões foram melhoradas pela fabricante Toyota, iniciando a manufatura enxuta. O conceito foi estudado e ocidentalizado por meio de aplicação de conceitos e ferramentas pouco adaptados das melhores práticas existentes na montadora, causando frequente insustentabilidade de aplicação. Tendo em vista que as soluções foram criadas com base no método científico e criatividade, este artigo apresenta a revisão sistemática realizada com foco nas aplicações híbridas da teoria de resolução inventiva de problemas – TRIZ – e conceitos Lean, assim identificando o estado da arte Lean-TRIZ.

Palavras chave: TRIZ, Manufatura Lean, Melhoria contínua.

Lean-TRIZ hybrid approach for manufacturing improvement: A Systematic Literature Review

Abstract

Manufacturers pursuit innovative manufacturing systems to increase flexibility, productivity and profitability, while reducing operating cost and idle time. These factors were improved by Toyota, starting lean manufacturing. The concept was studied and westernized by applying concepts and tools barely adapted from the best practices existing in the Japanese automaker, causing frequent unsustainability of application. Considering that solutions were created based on scientific method and creativity, this project aims to present a systematic literature review focused on the applications of a hybrid approach of the theory of inventive problem solving – TRIZ – and Lean concepts, identifying the state of the art Lean-TRIZ.

Key-words: TRIZ, Lean Manufacturing, Continuous improvement.

1. Introdução

Concorrência por mercado faz com que fabricantes gerem melhores produtos para atender requisitos de clientes – *Job to be done* – exigindo que a manufatura permaneça em constante mutação. Onde no passado a produção atendia uma grande variedade produtos – e.g. artigos artesanais – porém em pouca quantidade, o aumento da população demandou maior quantidade – e.g. Ford Modelo-T – mesmo que com menor variedade. Atualmente os requisitos dos clientes exigem a disponibilidade e variedade de produtos, que pode ser traduzido em meios produtivos mais ágeis (KOREN, 2010).

A fabricante japonesa de automóveis Toyota foi fundada em 1937, após 13 anos a empresa chegou próximo a falência devido a falhas de gerência. Então *Eiji Toyoda* e o chefe de produção *Taiichi Ohno* estudaram profundamente o processo e concluíram que produção em massa não

era viável para o mercado local, iniciando assim o Sistema Toyota de Produção – STP (WOMACK et.al, 1990). Devido às exigências da inter-relação mercado e suprimento, o STP busca constantemente aumentar flexibilidade, produtividade e lucratividade, e ao mesmo tempo reduzir custo operacional, tempo ocioso e outros tipos de *Muda* – palavra japonesa para desperdícios – tendo os sete principais apresentados no Quadro 1 (MORGAN, LIKER, 2008; SHINGO, 1998).

Quadro 1 – As sete principais fontes de desperdício

Desperdício	Significado
Produção em excesso	Produzir mais ou antes da necessidade do processo seguinte
Espera	Esperar por materiais, informações ou decisões
Transporte	Transferir materiais ou informações de um lugar para outro desnecessariamente
Processamento	Realizar tarefa desnecessária ou processamento desnecessário em uma tarefa
Estoque	Acumulo de materiais ou informações que não são utilizados
Movimentação	Excesso de movimentação ou atividade durante a execução da tarefa
Correção	Inspeção para detectar problemas de qualidade ou para consertar defeitos

Fonte: Adaptado de MORGAN, LIKER (2008) e SHINGO (1998)

O padrão de sucesso desenvolvido foi então ocidentalizado e vastamente divulgado como Manufatura Lean – ML – principalmente por meio de ferramentas e melhores práticas presentes na montadora japonesa. Atualmente diversos fabricantes compreendem as vantagens – e.g. carga de trabalho equilibrada – e os benefícios – e.g. conhecimento do fluxo de valor – da adoção da ML (BASHKITE et.al., 2012).

Processos de fabricação melhores e inovadores são considerados diferencial competitivo, provendo às empresas vantagem sobre os concorrentes, que pode ser traduzido em menor custo operacional, assim como aumento de flexibilidade e lucratividade, originando busca por formas de sistematicamente melhorar (SCHREIBER, 2012; ROTHER, 2009; SHINGO, 1998).

No processo de melhoria contínua, as melhores práticas existentes não são capazes de resolver todos os problemas e superar obstáculos inerentes à evolução do sistema. Recorrendo assim aos fundamentos da criação da abordagem: o método científico e a criatividade.

Neste contexto, devido ao alto número de alternativas de melhoria e incertezas inerentes às mudanças, a utilização de métodos de criatividade é de fundamental importância para geração de ideias e concepções inovadoras, satisfazendo assim as necessidades impostas para a evolução sistemática do processo. O conjunto de formas utilizadas de criatividade são mais explorados por profissionais de desenvolvimento de produto, tendo entre eles a utilização de *brainstorm*, *brainwrite*, *design thinking*, técnica MESCRAI, analogias – identificação e transferência de informações, eg. Biomimética – e teorias como a Teoria da Resolução Inventiva de Problemas (CLARKSON, ECKERT, 2005; NAKAGAWA, 2014).

A teoria da resolução inventiva de problemas foi originada por meio de análise de patentes de sucesso – cerca de 200.000 inicialmente – por *Genrich Altshuller* e seus colaboradores, visando identificar correlações e meios que levaram ao sucesso, assim sintetizando da TRIZ, acrônimo para nome em russo *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch* (SMITH, 2003).

As correlações e pontos comuns da evolução foram então utilizados para a criação de conceitos – e.g. *Trends of Evolution*, *Separation Principles* e *S-curves* – e ferramentas – e.g. Matriz de contradições, *Su-Field Analysis*, *FAA* e *Generic Solutions*. Onde a Matriz de contradições –

MC – é a ferramenta mais utilizada da teoria, formada por 39 parâmetros de engenharia – PEs – que se conflitam e as intercessões apresentam *insights* – Princípios Inventivos, PIs – de possíveis caminhos para solucionar o problema em questão (GADD, 2011).

De acordo com Savransky (2000) todo o conhecimento adquirido pelo homem (exceto matemática e filosofia) pode ser classificado em três grupos: estudo de eventos da natureza, comportamento humano e objetos artificiais. A singularidade da TRIZ é que ela combina conhecimento desses três grandes grupos. Em suma, TRIZ é uma teoria sistematizada para a resolução inventiva de problemas baseada em conhecimento e orientada pelo homem.

Desta forma, a combinação dos conceitos Lean e TRIZ pode resultar em uma maneira sistemática de resolver problemas na manufatura que não são devidamente abordadas pelas ferramentas Lean.

2. Revisão Bibliográfica Sistemática

Trabalhos de outros autores constituem a informação bruta para uma pesquisa, formando uma lista de materiais a ser analisada, porém, nenhum processo de busca é capaz de abranger integralmente o conhecimento, uma vez que materiais como teses e dissertações são de difícil coleta. Desta forma, o integrador do conhecimento deve trabalhar dentro de limitações dos tipos temporal e tipos de material (FELDMAN, 1971).

A revisão empregada nesta pesquisa, denominada revisão integrativa, tem o intuito de formar a fundamentação teórica e prática gerada por outros autores, desta forma, sintetizando o estado da arte sobre o tema e sua aplicação.

Este estudo se caracteriza por consultas a bancos de dados científicos e posteriormente indexação de materiais resultantes de busca exploratória. A mesma foi realizada conforme metodologia *SystematicSearchFlow* – SSF – composta pelo total de oito atividades capazes de fornecer alicerce desde a formação da estratégia de busca até a redação dos resultados, conforme Figura 1 (FERENHOF E FERNANDES, 2014).

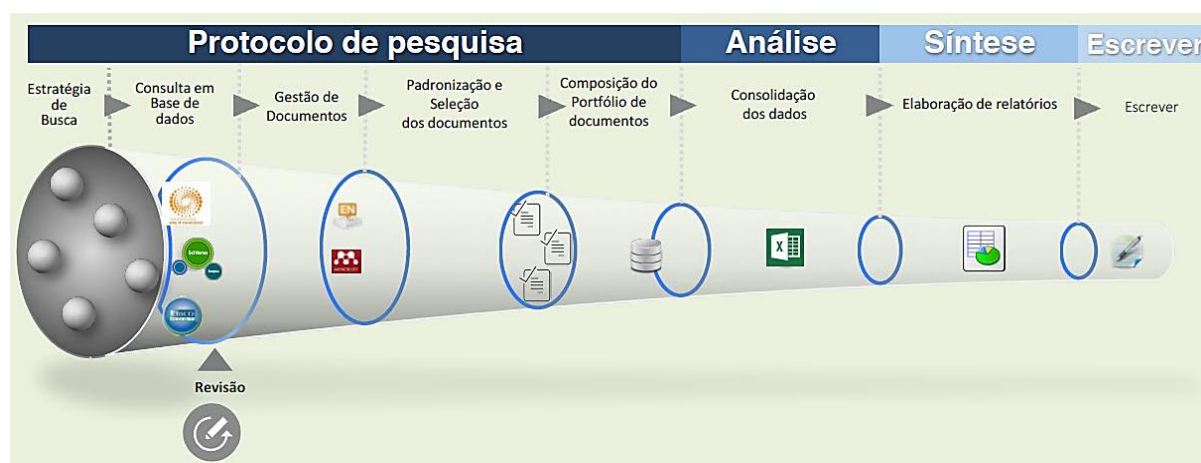


Figura 1 – Representação visual da metodologia SSF

Fonte: FERENHOF E FERNANDES, 2014

O protocolo de pesquisa é a primeira fase e contém cinco atividades, onde se apresenta a estratégia de busca, consulta em bancos de dados, gestão de documentos, padronização e seleção, e composição do portfólio de documentos, respectivamente. A estratégia de busca foi formulada partindo de requisitos relevantes ao projeto, para esta foi adotada a formulação de diagrama lógico e posteriormente sua tradução para lógica escrita, a qual foi necessária na realização dos *Queries*. Nota-se que para absorver variações de escrita, foram adotadas as

notações lógicas AND (e), OR (ou), “ ” (notação para frase exata) e * (notação utilizada para absorver variações de escrita). Ambas as formulações estão expostas por meio da Figura 2.

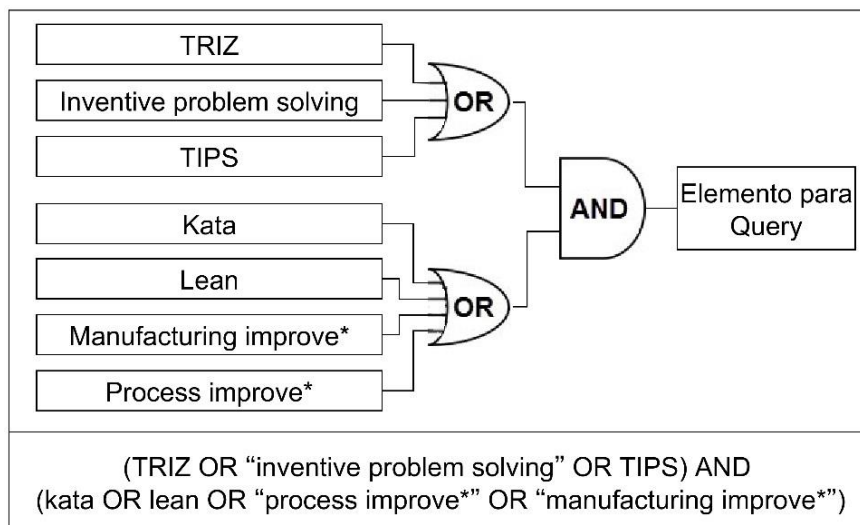


Figura 2 – Formulação do protocolo de pesquisa

Fonte: Autores

Os bancos de dados selecionados para a pesquisa foram os que apresentaram maior relevância para com a área de engenharia, sendo eles, *Scopus*®, *Web of Knowledge*®, *Ebsco*®, *Compendex*® e *ProQuest*®, com data de publicação 2001 e julho de 2017. Em sequência os dados colhidos foram gerenciados, comparados e avaliados com finalidade de formar o portfólio. A Tabela 1 apresenta quantidades de artigos indexados a cada base de dados, a identificação dos filtros aplicados e pôr fim a quantidade disponível para análise.

Tabela 1 – Resultado parcial da RBS

Base de dados	<i>Scopus</i>	12
	<i>Web of Knowledge</i>	10
	<i>Ebsco</i>	7
	<i>Compendex</i>	25
	<i>ProQuest</i>	55
Filtros	Não duplicados	96
	Título, Palavra chave e Resumo	23
	Disponíveis	15

Fonte: Autor

Nesta fase da metodologia, os dados foram exportados para futuras análises, quantificando 14 artigos de periódicos partindo do ano de 2003 e totalizando 8 países, conforme apresentado na Figura 3. Para facilitar a identificação e análise destes, foram atribuídos códigos no padrão de um numeral seguido da vogal ‘a’. O portfólio resultante – com identificações gerais – da busca foi apresentado no Quadro 2.

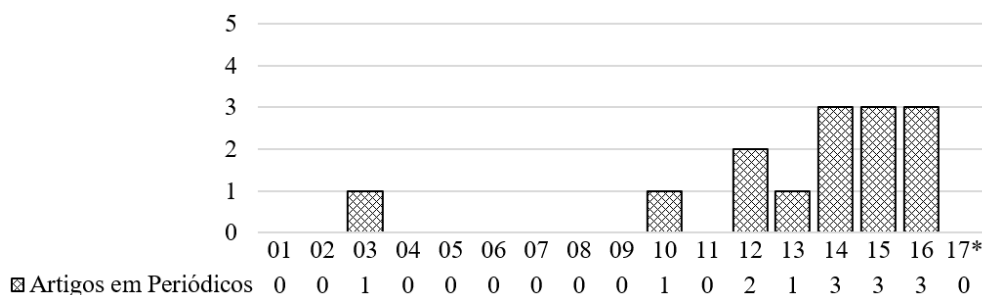


Figura 3 – Evolução temporal de publicações – RBS

Fonte: Autores

Quadro 2 – Resultados de publicações em periódicos – RBS

	Citações	Idioma	Autores	Data	Título	Nacionalidade
1a	300	Inglês	Stratton, R. Warburton, R. D. H.	2003	<i>The strategic integration of agile and lean supply</i>	Reino Unido
2a	75	Inglês	Fu-Kwun, W. Kao-Shan, C.	2010	<i>Applying Lean Six Sigma and TRIZ methodology in banking services</i>	Taiwan
6a	8	Inglês	Bashkite, I. Karaulova, A.	2012	<i>Integration Of Green Thinking Into Lean Fundamentals By Theory Of Inventive Problems-Solving Tools</i>	Áustria
7a	3	Inglês	Toivonen, T.	2015	<i>Continuous innovation - Combining Toyota Kata and TRIZ for sustained innovation</i>	Finlândia
9a	2	Inglês	Navas, H. V. G. Machado, V. A. C.	2015	<i>The lifeline" of technical systems in a TRIZ-LEAN environment"</i>	Portugal
8a	2	Inglês	Maia, L. C. Alves, A. C. Leão, C. P.	2015	<i>How could the TRIZ tool help continuous improvement efforts of the companies?</i>	Portugal
5a	2	Inglês	Toivonen, T. Siitonen, J.	2016	<i>Value Stream Analysis for Complex Processes and Systems</i>	Finlândia
4a	2	Inglês	Spreafico, C. Russo, D.	2016	<i>TRIZ Industrial Case Studies: A Critical Survey</i>	Itália
12a	2	Inglês	Navas, H. V. G. Cruz Machado, V.	2013	<i>Systematic innovation in a lean management environment</i>	Portugal
11a	2	Inglês	Lanke, A. Ghodrati, B.	2014	<i>Reducing defects and achieving business profitability using innovative and lean thinking</i>	Suécia
13a	1	Inglês	Cabrera, B. R. and Li, G. J.	2014	<i>A lean-triz approach for improving the performance of construction projects</i>	Portugal
10a	1	Inglês	Wang C., Huang Y., Le T., Ta T.	2016	<i>An Innovative Approach to Enhancing the Sustainable Development of Japanese Automobile Suppliers</i>	Taiwan
15a	0	Inglês	Moreira, D.	2012	<i>Component misplacement prevention on the ICOS tape reel process using TRIZ Lean</i>	Malásia
14a	0	Inglês	Annamalai, N. Kamaruddin, S., Azid, I. Yeoh, T. S.	2014	<i>Clustered Model TRIZ and Application in Industries</i>	Malásia

Fonte: Autores

Para a análise qualitativa foram observadas as formas com que a TRIZ foi utilizada para solução de problemas quanto aos sete tipos de desperdícios, conforme apresentado no Quadro 1, assim como utilização, resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultado qualitativo SSF

	PEs	PIs				
	Matriz de contradições		FAA	Generic Solutions	Trimming	Separation Principles
Defeito	[2A] [9A] [11A]	[14A] [15A]	–	[9A]	–	[1A]
Movimento	[15A]		–	–	–	–
Estoque	–		–	–	–	–
Sobre-processamento	[2A] [10A] [14A]		[10A]	–	[5A]	–
Transporte	–		–	–	–	–
Espera	[2A]		–	–	–	–
Superprodução	[2A] [10A] [14A]		[10A]	–	–	–

Fonte: Autores

Ao analisar o resultado da busca sistemática, pode ser observado que apenas cinco ferramentas da teoria foram utilizadas para solução de problemas relacionados a cinco – das sete – fontes de desperdícios. Onde, foi constatado que a Matriz de Contradições – MC – apresenta maior frequência de utilização, tendo sido utilizada por 75% dos autores e abordando as cinco fontes de desperdício, dentre os materiais com estudo de caso. Pode ser extraído também que as fontes de desperdício ‘defeito’, ‘sobre processamento’ e ‘superprodução’ são as fontes de desperdício com maior atenção entre os pesquisadores.

Uma busca em bases de dados mais abrangentes foi necessária, esta foi realizada através do *Software* livre ‘*Publish or Perish 5*’ baseado em *Google Scholar*, formando um portfólio de dissertações, livros e artigos de congressos.

A busca exploratória foi concentrada em estudos de caso, metodologias ou modelos de aplicação, itens carentes aos artigos resultando da RBS. Esta pesquisa resultou num total de 14 itens, sendo eles 2 livros, 11 artigos e 1 dissertações de mestrado, com datas de publicação partindo de 2001 – apresentado por meio da Figura 4 – até julho de 2017 e em 5 idiomas, conforme apresentado – com identificações gerais – no Quadro 3.

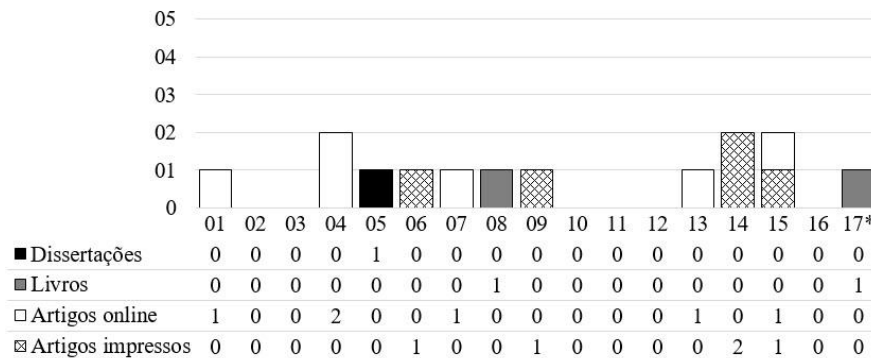


Figura 4 – Evolução temporal de publicações – Busca Exploratória

Fonte: Autores

Quadro 3 – Resultados de publicações – Busca Exploratória

	Citações	Tipo	Idioma	Autores	Data	Título	Nacionalidade
1b	337	Livro	Inglês	Rantanen K., Domb E.	2008	<i>Simplified TRIZ: 2º Ed</i>	EUA
4b	27	Artigo	Inglês	Ikovenko, S., Bradley, J.	2004	<i>TRIZ as a Lean Thinking Tool</i>	Rússia
7b	10	Artigo	Inglês	Poppe G., Gras B.	2001	<i>TRIZ in the process industry</i>	Holanda
15b	9	Artigo	Inglês	Bligh A.	2006	<i>The Overlap Between TRIZ and Lean</i>	EUA
16b	8	Artigo	Inglês	Campbell, B.	2004	<i>Lean TRIZ</i>	UK
6b	6	Artigo	Inglês	Coelho D. A.	2009	<i>Matching TRIZ engineering parameters to human factors issues in manufacturing</i>	Portugal
9b	2	Artigo	Inglês	Thurnes C. M., Zeihsel F., Hallfell F.	2014	<i>TRIZ for waste-elimination in a “Lean Production”-Environment</i>	Alemanha
8b	2	Dissertação	Português	Eduardo Demarque	2005	TRIZ aplicada a indústria automotiva	Brasil
14b	1	Artigo	Português	Pombo I. M. C., Navas, H., Santos R., Machado, V.	2015	Metodologias TRIZ e Lean numa Indústria de Unidades de Tratamento de Ar e de Ventilação	Portugal
17b	0	Artigo	Português	Navas H.	2015	Inovação sistemática e manutenção Lean	Portugal
13b	0	Artigo	Alemão	Thurnes C.	2014	<i>The 40 Inventive Principles For Lean Production – Lean Operators To Support The Principles’ Application In A Lean Environment</i>	Alemanha
12b	0	Artigo	Russo	Siberianos V.G., Lekomtseva E.B.	2007	<i>Lean production & Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)</i>	Rússia
11b	0	Artigo	Japonês	Thurnes C. M., Zeihsel F.	2013	<i>Not “TRIZ - Lean” but “Lean - TRIZ”</i>	Alemanha
10b	0	Livro	Inglês	Harrington, J.	2017	<i>Lean TRIZ: How to Dramatically Reduce Product-Development Costs with This</i>	EUA

Fonte: Autores

Os materiais coletados foram então analisados em busca de modelos, métodos e ferramentas da integração, assim como estudos de caso. Após esta análise, foram identificados três materiais

com informações relevantes ao escopo deste projeto, os mesmos foram designados na Tabela 3, com identificação da fonte de desperdício e ferramenta TRIZ utilizada.

Tabela 3 – Resultado qualitativo Busca Exploratória

	PEs Matriz de contradições	PIs Matriz de contradições	Su-Field Analysis	S-Curves	Trends of Evolution	Separation Principles
Defeito	[10B] [14B]	[5B] [14B]	–	–	–	[5B]
Movimento	–	–	–	–	–	–
Estoque	–	[14B]	–	–	–	–
Sobre- processamento	[10B]	–	[10B]	[10B]	–	–
Transporte	–	–	–	–	–	–
Espera	[10B]	[14B]	–	–	–	–
Superprodução	–	–	–	–	–	–

Fonte: Autores

Desta forma, apesar da evidente redução de publicações envolvendo a TRIZ nos últimos anos, publicações envolvendo Lean-TRIZ iniciaram em 2001 e apresentam pico de densidade em 2014 conforme Figura 5. Indicando assim que existe uma procura por formas mais eficientes e sistemáticas de solucionar problemas de melhoria contínua na manufatura.

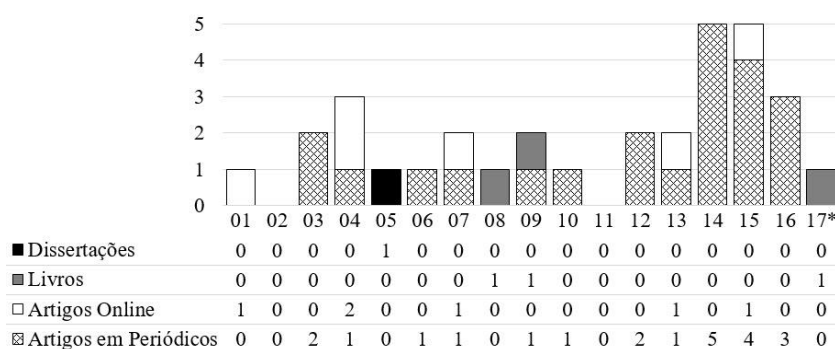


Figura 5 – Evolução temporal de publicações

Fonte: Autores

Uma das funções da síntese na metodologia SSF é a unificação dos dados para identificar o conhecimento atual no tema, conforme exposto por meio da Tabela 4, pode ser observada maior densidade de propostas envolvendo a matriz de contradições e abordando problemas de defeitos.

Tabela 4 – Resultado qualitativo da RBS

	PEs Matriz de contradições	PIs Matriz de contradições	Su-Field Analysis	FAA	Separation Principles	Generic Solutions	S-Curves	Trimming	Trends of Evolution
Sobre processamento	[2A] [10A] [14A] [10B]		–	[10A]	–	–	[10B]	[5A]	[10B]
Defeito	[2A] [9A] [11A] [14A] [15A] [10B] [14B]		[5B] [14B]	–	[1A] [5B]	[9A]	–	–	–
Superprodução	[2A] [10A] [14A]		–	[10A]	–	–	–	–	–
Estoque	–		[14B]	–	–	–	–	–	–
Espera	[2A] [10B]		[14B]	–	–	–	–	–	–
Movimento	[15A]		–	–	–	–	–	–	–
Transporte	–		–	–	–	–	–	–	–

Fonte: Autores

3. Análise dos dados

Com a identificação dos materiais mais relevantes para a pesquisa, assim como relação entre conceitos Lean e TRIZ, foi possível sintetizar o Quadro 4, onde a identificação dos materiais foi mantida conforme anteriores e se faz presente um breve resumo do trabalho e análise crítica dos resultados quanto ao escopo deste projeto.

Quadro 4 – Análise das propostas de outros autores

Id	Resumo	Resultados
1A	Utilização do <i>Separation Principle</i> para um caso de decisão entre produção local e <i>overseas</i> de vestimentas	Correlação entre princípios TRIZ e <i>Agile/Lean</i> para explicar a decisão tomada
2A	Proposta de integração de conceitos TRIZ na fase de melhoria do LSS (<i>Lean Six Sigma</i>), pela carência de forma sistemática de resolução de problemas na metodologia	Adaptação dos PEs e PIs para resolução de problemas quanto à defeito, processamento, espera e superprodução
9A	Utilização da TRIZ para lidar com equipamentos no fim da vida útil num ambiente Lean	Utilização da MC e <i>Generic Solutions</i> para solucionar defeitos em maquinários
10A	TRIZ para geração/evolução de ferramenta numa planta fornecedora de chicotes elétricos automotivos	Em busca de melhoria em sobre processamento e superprodução foram aplicados FAA e MC
11A	Numa empresa de fabricação de Imãs a teoria foi utilizada numa tentativa de atingir maior lucratividade	A MC com PIs adaptados foi utilizada no processo de identificação e redução em defeitos
14A	Um modelo híbrido foi proposto numa planta de fabricação de semicondutores	A MC foi utilizada na parte final da análise DMAIC para solucionar contradições
15A	Utilização de conceitos Lean e TRIZ para prevenção de erro de posicionamento de semicondutores em placas de circuito impresso	Para solucionar desperdícios de movimento e defeitos, foi aplicada a MC
4B	Proposta de utilização da TRIZ- <i>plus</i> para solução de problemas Lean	Correlação de ferramentas TRIZ e conceitos Lean para respostas alternativas
5B	Utilização de conceitos TRIZ num processo de fabricação de peças estampadas	Utilização de SSF e <i>Separation Principles</i> numa tentativa de solucionar problemas de defeito
10B	Proposta de metodologia Lean-TRIZ para produto e processo	Metodologia baseada <i>workshops</i> com utilização de conceitos e ferramentas TRIZ

Fonte: Autores

No Quadro 5 a análise foi realizada quanto à presença de metodologias, modelos ou sistematizações existentes entre os conceitos, classificando quanto ao conceito de melhoria contínua apresentada pela abordagem Lean.

Quadro 5 – Análise quanto a indicações de integração Lean-TRIZ

	Conceitos/Ferramentas Lean	Conceitos/Ferramentas TRIZ
	Estabelecer a Visão	IFR
	Estabelecer próxima condição	FAA
[7A]	Estabelecer condição atual	FAA e <i>System Operator Trends of Evolution</i>
	Definir desafio	<i>System Operator</i> e MC
[12A]	Superar obstáculos	Ferramentas TRIZ <i>plus</i>
[4B]	Superar obstáculos	Ferramentas TRIZ <i>plus</i>
[10B]	Definir desafio	<i>S-Curves</i>
	Superar obstáculos	MC e LP-TRIZ

Fonte: Autores

Desta maneira, pode ser observado quão abstrato ainda se faz o tema, tendo apenas indicações de integrações, mas nenhum modelo de operacionalizar os conceitos. Na análise geral dos artigos, foi observado que a grande maioria dos autores relata a utilização de ferramentas de forma não sistemática e se baseando em publicações sobre TRIZ não voltadas a processos de manufatura.

Foi constatado por meio da pesquisa sistemática e exploratória que a integração dos conceitos até o presente momento se faz pouco sistematizada, onde ferramentas e conceitos da teoria – TRIZ – são aplicados com maior frequência em momentos de geração de ideias para resolução de problemas, raramente utilizados para identificação dos problemas e/ou projeção de evoluções do sistema. Problemas quais focam em componentes dos sistemas, efetuando principalmente melhorias pontuais.

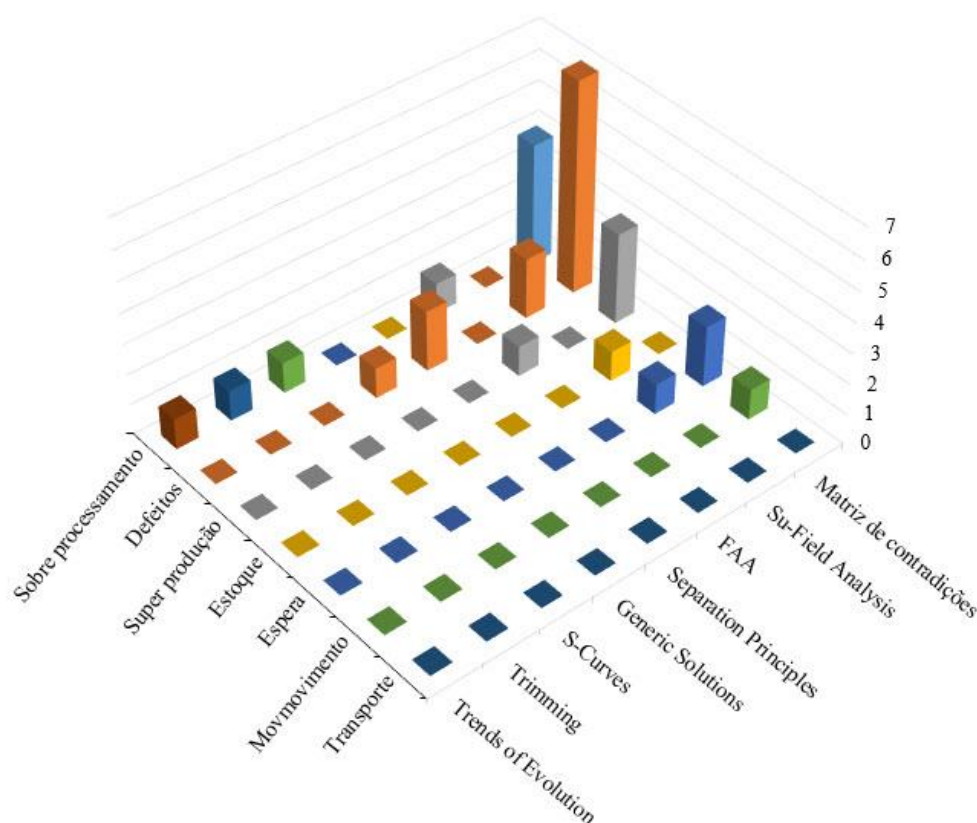


Figura 6 – Representação gráfica dos dados consolidados

Fonte: Autores

Os dados consolidados da Tabela 4 foram expostos por meio da Figura 6, onde se faz possível identificar a aglomeração de projetos de pesquisa que trataram de defeitos com a MC, ilustra também a baixa aplicação de abordagens TRIZ para resolução de problemas de desperdício, resultando em uma quantia aproximada de 27% das intercessões – entre ferramentas TRIZ e fontes de desperdício – com estudos de aplicação.

Onde a única proposta de metodologia de integração com aplicação Lean-TRIZ foi apresentada pela fonte 10B – HARRINGTON H. J. (2017) – em que o autor declara cinco fases para o processo de melhoria, sendo elas a identificação de oportunidades de melhoria, preparação do Workshop, condução do Workshop, implementação de mudanças e aferição de resultados. No qual encontros duram de 1 a 2 dias, com utilização das *S-Curves* para seleção do problema que será abordado, a MC e/ou LP-TRIZ – Conceito *Lean process* TRIZ – tem a função de superar obstáculos e as propostas de melhoria devem ser implementadas num prazo de até 30 dias.

4. Conclusões

A busca por meios de inovação sistemática relacionada à melhoria contínua se faz ainda abstrata, identificando que a grande maioria das publicações apresentam apenas correlações ou utilizações da abordagem híbrida Lean-TRIZ para resolução de problemas pontuais, sem relatos de aplicação e sustentabilidade das soluções. Desta maneira apresentando uma grande oportunidade de explorar e avançar a fronteira do conhecimento para resolução de problemas além das melhores práticas Lean, de forma sistemática e criativa.

Referências

- ANNAMALAI, N. et al. *Clustered Model TRIZ and Application in Industries*. International Journal of Innovation, Management and Technology, v. 5, n. 5, p. 368, 2014.
- BASHKITE, V.; KARAULOVA, T. *Integration of Green thinking into Lean fundamentals by Theory of Inventive Problems-Solving tools*. DAAAM International, Vienna, Austria, EU, p. 345-350, 2012.
- BLIGH, A. *The Overlap Between TRIZ and Lean*. Manufacturing Systems University of Rhode Island, p. 1-10, 2006.
- CABRERA, B. R.; LI, G. J.. *A lean-TRIZ approach for improving the performance of construction projects*. Proceedings IGLC-22, 2014.
- CAMPBELL, B. *Lean TRIZ*. the TRIZ Journal, 2004.
- CLARKSON, J.; ECKERT, C. (Ed.). *Design process improvement: a review of current practice*. Springer Science & Business Media, 2010.
- COELHO, Denis A. *Matching TRIZ engineering parameters to human factors issues in manufacturing*. Wseas Transactions on Business and Economics, v. 6, n. 11, p. 547-556, 2009.
- DEMARQUE, E. *TRIZ: teoria para a resolução de problemas inventivos aplicada ao planejamento de processos na indústria automotiva*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2005.
- FELDMAN, K. A. *Using the work of others: Some observations on reviewing and integrating*. Sociology of Education, p. 86-102, 1971.
- FERENHOF, H. A.; FERNANDES, R. F. *Passo-a-passo para construção da Revisão Sistemática e Bibliometria*. Acesso em, v. 18, 2015.
- GADD, K. *TRIZ for engineers: enabling inventive problem solving*. John wiley & sons, 2011
- HARRINGTON, H. J. *Lean TRIZ: How to Dramatically Reduce Product-Development Costs with This Innovative Problem-Solving Tool*. CRC Press, 2017.
- IKOVENKO, S; BRADLEY, J. *TRIZ as a lean thinking tool*. In: Proceedings of the TRIZ Future 4th World Conference, Florence. 2004.
- KOREN, Y. *Globalization and manufacturing paradigms*. The Global Manufacturing Revolution: Product-Process-Business Integration and Reconfigurable Systems, p. 1-40, 2010.
- LANKE, A.; GHODRATI, B. *Reducing defects and achieving business profitability using innovative and lean thinking*. In: Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2013 IEEE International Conference on. IEEE, 2013. p. 1026-1030.
- MAIA, L. C.; ALVES, A. C.; LEÃO, C. P.. *How could the TRIZ tool help continuous improvement efforts of the companies?*. TRIZ Future 2012, p. 1-10, 2012.
- MOREIRA, D.. *Component misplacement prevention on the ICOS tape reel process using TRIZ Lean*. IPC APEX EXPO, 2012.
- MORGAN, J. M.; LIKER, J. K. *Sistema Toyota de desenvolvimento de produto: integrando pessoas, processo e tecnologia*. Bookman Editora, 2008.
- NAKAGAWA, T. *TRIZ: Theory of Inventive Problem Solving Understanding and Introducing It*. Bulletin of Cultural and Natural Sciences in Osaka Gakuin University, n. 37, p. 1-12, 1998.
- NAVAS, H. V. G. *Inovação sistemática e manutenção lean*. 2011.
- NAVAS, H. V. G.; MACHADO, V. C. *Systematic Innovation in a Lean Management Environment*. In: IIE Annual Conference. Proceedings. Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE), 2013. p. 2138.
- NAVAS, H. V. G.; MACHADO, V. C.. *"The Lifeline" of Technical Systems in a TRIZ-LEAN Environment*. Procedia Engineering, v. 131, p. 232-236, 2015.
- POMBO, I. M. C.. *Metodologias TRIZ e Lean numa Indústria de unidades de tratamento de ar e de ventilação*. 2015. Tese de Doutorado.
- POPPE, G; GRAS, B. *TRIZ in the process industry*. The TRIZ journal, 2002.

- RANTANEN, K; DOMB, E.** *Simplified TRIZ: New problem solving applications for engineers and manufacturing professionals*. CRC press, 2010.
- ROTHER, M.** *Toyota kata*. McGraw-Hill Professional Publishing, 2009.
- SAVRANSKY, S D.** *Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving*. CRC Press, 2000.
- SCHREIBER, D.** *Inovação e desenvolvimento organizacional*. Editora Feevale, 2012.
- SHINGO, S.** *O sistema Toyota de produção*. Bookman Editora, 1996.
- SIBERIANOS V. G.; LEKOMTSEVA E. B.** *Lean production & Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)*. TRIZ conference. 2007.
- SMITH, Emily M.** *From russia with TRIZ*. Mechanical Engineering, v. 125, n. 3, p. D18, 2003.
- SPREAFICO, Christian; RUSSO, Davide.** *TRIZ industrial case studies: a critical survey*. Procedia CIRP, v. 39, p. 51-56, 2016.
- STRATTON, R.; Warburton, R. DH.** *The strategic integration of agile and lean supply*. International Journal of Production Economics, v. 85, n. 2, p. 183-198, 2003.
- THURNES, C. M.** *The 40 Inventive Principles For Lean Production – Lean Operators To Support The Principles Application In A Lean Environment*. Center of Competence OPINNOMETH. 2014.
- THURNES, C. M.; ZEIHSEL, F.** *Not "TRIZ - Lean" but "Lean - TRIZ"*. ETRIA TFC. 2013.
- THURNES, C. M.; ZEIHSEL, F.; HALLFELL, F.** *TRIZ for waste-elimination in a „Lean Production“-Environment*. In: Paper submitted to be presented at the 10th MATRIZ International Conference TRIZFest. 2014.
- TOIVONEN, T.** *Continuous innovation–combining Toyota Kata and TRIZ for sustained innovation*. Procedia Engineering, v. 131, p. 963-974, 2015.
- TOIVONEN, T.; SIITONEN, J.** *Value Stream Analysis for Complex Processes and Systems*. Procedia CIRP, v. 39, p. 9-15, 2016.
- WANG, C. N. et al.** *An innovative approach to enhancing the sustainable development of Japanese automobile suppliers*. Sustainability, v. 8, n. 5, p. 420, 2016.
- WANG, F. K.; CHEN, K. S.** *Applying Lean Six Sigma and TRIZ methodology in banking services*. Total Quality Management, v. 21, n. 3, p. 301-315, 2010.
- WOMACK, J P.; JONES, D T.; ROOS, D.** *Machine that changed the world*. Simon and Schuster, 1990.