CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI
ANTONIO FERREIRA JUNIOR

CONTRIBUIÇÃO DA METODOLOGIA LEAN MANUFACTURING NA ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE DAS EMPRESAS: ESTUDO DE CASO EM INDÚSTRIAS DE PROCESSAMENTO DE BORRACHAS DO SETOR AUTOMOTIVO NO ESTADO DE SÃO PAULO

São Bernardo do Campo
2020

No disclosure to third parties!

ANTONIO FERREIRA JUNIOR

CONTRIBUIÇÃO DA METODOLOGIA LEAN MANUFACTURING NA ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE DAS EMPRESAS: ESTUDO DE CASO EM INDÚSTRIAS DE PROCESSAMENTO DE BORRACHAS DO SETOR AUTOMOTIVO NO ESTADO DE SÃO PAULO

Dissertação apresentada ao Centro Universitário FEI, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica. Orientado pela Professora Ana Paula Vilas Boas Viveiros Lopes.

São Bernardo do Campo
2020

No disclosure to third parties!

Ferreira Junior, Antonio.
Contribuição da metodologia lean manufacturing na estratégia de sustentabilidade das empresas: estudo de caso em indústrias de processamento de borrachas do setor automotivo no estado de São Paulo / Antonio Ferreira Junior. São Bernardo do Campo, 2020.
98 p.

Dissertação - Centro Universitário FEI.
Orientadora: Prof.ª Dra. Ana Paula Vilas Boas Viveiros Lopes.

1. Manufatura enxuta. 2. melhoria contínua. 3. sustentabilidade. 4. tripé de sustentabilidade. I. Lopes, Ana Paula Vilas Boas Viveiros , orient. II. Título.

No disclosure to third parties!

centro universitário FEI

APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO
ATA DA BANCA EXAMINADORA

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Mecânica

Mestrado

PGM-10

Aluno: Antonio Ferreira Junior **Matrícula:** 218102-2

Título do Trabalho: Contribuição da metodologia lean manufacturing na estratégia de sustentabilidade das empresas: estudo de caso em indústrias de processamento de borrachas no setor automotivo no estado de São Paulo.

Área de Concentração: Produção

Orientador: Profª Drª Ana Paula Vilas Boas Viveiros Lopes

Data da realização da defesa: 26/11/2020 **ORIGINAL ASSINADA**

Avaliação da Banca Examinadora:

A banca decidiu que o aluno deve fazer os ajustes de formatação, bem como ajustes pontuais no texto para a entrega da versão final após defesa.

Demais ajustes solicitados ficaram como sugestão para o artigo acadêmico proviniente da pesquisa.

São Bernardo do Campo, / / .

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA	
Profª Drª Ana Paula Vilas Boas Viveiros Lopes	Ass.: _____
Profª Drª Claudia Aparecida de Mattos	Ass.: _____
Profª Drª Sandra Bergamini Leonardo	Ass.: _____

A Banca Julgadora acima-assinada atribuiu ao aluno o seguinte resultado:

APROVADO ☒ REPROVADO ☐

VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO

APROVO A VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO EM QUE FORAM INCLUÍDAS AS RECOMENDAÇÕES DA BANCA EXAMINADORA

_____

Aprovação do Coordenador do Programa de Pós-graduação

_____

Prof. Dr. Rodrigo Magnabosco

No disclosure to third parties!

A Deus e a minha família que me suportaram e apoiaram durante esta jornada.

No disclosure to third parties!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder coragem e perseverança para transformar em realidade um sonho.

A minha amada esposa, Rosilene, pela confiança, apoio e retaguarda em todos os momentos, sempre incentivando e suportando os meus desafios.

Aos meus filhos, Rafaela e Rian, pela paciência e entendimento pelos momentos de ausência.

Aos meus pais que tanto me incentivaram para me tornar a pessoa que sou hoje, sempre buscando o desafio com a orientação divina.

A minha orientadora Professora Doutora Ana Paula Vilas Boas Viveiros Lopes, começando pela atenção, preocupação, por acreditar no meu potencial e pelos ensinamentos que foram fundamentais a realização deste sonho.

A todos os executivos que participaram do estudo com uma contribuição relevante para consolidação de todas as informações.

Aos demais Professores do curso de mestrado Doutores Alexandre Augusto Massote, Claudia Aparecida Mattos, Dario Henrique Aliprandini, Gabriela Scur Almudi, Mauro Sampaio e Wilson de Castro Hilsdorf que muito contribuíram no aprendizado e na solidificação de um sonho.

Ao Centro Universitário FEI, por toda infraestrutura e disponibilidade de recursos essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

No disclosure to third parties!

“Confia os teus cuidados ao Senhor, e ele te susterá; jamais permitirá que o justo seja abalado.”

Salmos (55:22)

No disclosure to third parties!

RESUMO

O lean manufacturing teve um impacto significativo tanto no meio acadêmico quanto no ambiente industrial nas últimas décadas mostrando o poder da eliminação dos desperdícios. Somado a esta visão de otimização de recursos, recentemente a sustentabilidade deixou de ser vista apenas pelo prisma do meio ambiente e passou a agregar também a preocupação com aspectos sociais e ambientais. Atualmente, existe uma pressão crescente sobre as companhias para gerenciar suas operações de maneira responsável em relação aos seus impactos ambientais e sociais, motivando empresas e pesquisadores a identificar maneiras de implementação de operações sustentáveis. Estudar as relações entre lean manufacturing e sustentabilidade parece ser uma maneira tangível de responder à questão de como integrar e, portanto, implantar em conjunto essas duas iniciativas. Partindo de uma revisão sistemática de literatura sobre a metodologia lean manufacturing e os conceitos de sustentabilidade do triple bottom line (TBL), o objetivo deste trabalho foi avaliar como a implementação da metodologia lean manufacturing impacta a estratégia de sustentabilidade das empresas do setor automobilístico no estado de São Paulo que tem sua manufatura pautada no processamento de borracha. O método de pesquisa adotado foi o estudo de caso. Assim, com base na análise de dados obtidos foi possível constatar que existe uma grande contribuição da metodologia lean manufacturing na estratégia de sustentabilidade das empresas principalmente nos aspectos econômico e social, porém, a contribuição dentro do aspecto ambiental não se demostrou unanime.

Palavras-chave: Manufatura enxuta, melhoria contínua, sustentabilidade, tripé de sustentabilidade.

No disclosure to third parties!

ABSTRACT

Lean manufacturing has had a significant impact both in academia and in the industrial environment in recent decades showing the power of eliminating waste. In addition to this vision of resource optimization, sustainability has recently ceased to be seen only from the perspective of the environment and has also added concern with social and environmental aspects. Currently, there is increasing pressure on companies to manage their operations responsibly in relation to their environmental and social impacts, motivating companies and researchers to identify ways to implement sustainable operations. Studying the relationship between lean manufacturing and sustainability seems to be a tangible way to answer the question of how to integrate and, therefore, implement these two initiatives together. Starting from a systematic literature review on lean manufacturing methodology and triple bottom line sustainability concepts (TBL) in their social and environmental aspects, the objective of this research was to evaluate how the implementation of lean manufacturing methodology impacts the sustainability strategy of companies in the automobile sector in the state of São Paulo whose manufacture is based on rubber processing. For this purpose, multiple case studies were carried out. Thus, based on the analysis of the data obtained , it was possible to verify that there is a great contribution of the lean manufacturing methodology in the companies' sustainability strategy , mainly in the economic and social aspects, however, the contribution within the environmental aspect was not unanimous.

Keys-words: Lean manufacturing, continuous improvement, sustainability, triple bottom line.

No disclosure to third parties!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Princípios do lean manufacturing 20
Figura 2 – Pirâmide 4PS da cultura Toyota 21
Figura 3 – Os 14 princípios da cultura do modelo Toyota 22
Figura 4 – Modelo nível estratégico e operacional 23
Figura 5 – Os sete desperdícios 24
Figura 6 – Relação entre JIT, TQM, TPM e HRM 30
Figura 7 – Modelo de impacto das ferramentas Lean na performance 31
Figura 8 – Modelo alinhamento lean e sustentabilidade ambiental e social 32
Figura 9 – Pilares da sustentabilidade 34
Figura 10 – Relação entre dimensão e ações sustentáveis 35
Figura 11 – Modelo green-lean 39
Figura 12 – Modelo de relação entre lean manufacturing e sustentabilidade 42
Figura 13 – O impacto do pacote lean nas dimensões da sustentabilidade 43
Figura 14 – Publicações por ano 45
Figura 15 – Evolução das citações dos 17 artigos mais citados 48
Figura 16 – Rede de citações (organizações) 50
Figura 17 – Rede de citações (países) 51
Figura 18 – Rede de citações (autores) 52
Figura 19 – Rede de ocorrência de palavras contidas nos títulos e resumos 53
Figura 20 – Rede de citações (palavras-chave) 54
Figura 21 – Quadro conceitual do tema lean manufacturing 55
Figura 22 – Modelo a ser testado empiricamente 56
Figura 23 – Etapas do desenvolvimento do estudo de caso 57
Figura 24 – Policy Deployment empresa A 65
Figura 25 – Efeito do lean manufacturing no aspecto social 80
Figura 26 – Efeito do lean manufacturing no aspecto econômico 81
Figura 27 – Efeito do lean manufacturing no aspecto ambiental 83

No disclosure to third parties!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Artigos que relacionam lean manufacturing e sustentabilidade 39
Tabela 2 – Publicações por periódico e ano – Mínimo de 2 publicações..... 45
Tabela 3 – Artigos mais citados - mínimo de 50 citações..... 47
Tabela 4 – Artigos mais recentes..... 49
Tabela 5 – Relação das empresas a serem pesquisadas..... 58
Tabela 6 – Relação dos entrevistados..... 64
Tabela 7 – Os efeitos do lean manufacturing nos 3 aspectos de sustentabilidade 83

No disclosure to third parties!

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EBIT	Earnings Before Interest and Taxes
EBITDA	Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization
GRI	Global Reporting Initiative
HRM	Human Resource Management
ISO	International Organization for Standardization
JIT	Just in Time
LM	Lean Manufacturing
MIT	Massachusetts Institute of Technology
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OEM	Original Equipment Manufacturer
PD	Policy Deployment
ROS	Return on sales
RPA	Rapid Plan Assessment
SMED	Single Minute Exchange Die
TBL	Triple Bottom Line
TQM	Total Quality Management
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
VSM	Value Stream Map
WCED	World Commission on Environmental and Development

No disclosure to third parties!

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15
1.1 OBJETIVO GERAL 16
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO 16
2 EVOLUÇÃO DO LEAN MANUFACTURING 18
3 PRINCÍPIOS DO LEAN MANUFACTURING 20
3.1 ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIOS 23
3.2 JUST IN TIME (JIT) 26
3.3 GESTÃO QUALIDADE TOTAL - TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM) 27
3.4 MANUTENÇAO PRODUTIVA TOTAL OU TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) 28
3.5 GERENCIAMENTO DE RECURSOS HUMNOS OU HUMAN RESOURCES MANAGEMENT (HRM) 29
4 PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE 33
4.1 ASPECTOS AMBIENTAIS 35
4.2 ASPECTOS SOCIAIS 36
4.3 ASPECTOS ECONÔMICOS 37
5 RELAÇÃO DE LEAN MANUFACTURING E SUSTENTABILIDADE 38
6 METODOLOGIA DE PESQUISA 44
6.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA 44
6.1.1 Análise das publicações 44
6.1.2 Análise das citações 46
6.1.3 Construção do referencial teórico 54
6.2 PESQUISA DE CAMPO 56
6.3 PROTOCOLO DE PESQUISA 57
6.4. COLETA DE DADOS 59
7 EMPRESAS ESTUDAS 60
7.1 EMPRESA A – SISTEMA DE VEDAÇÃO 60
7.2 EMPRESA B – SISTEMA DE CONDUÇÃO 61
7.3 EMPRESA C – SISTEMA DE VEDAÇÃO 61
7.4 EMPRESA D – SISTEMA DE ANTIVIBRAÇÃO 62
8 RESULTADOS DA PESQUISA 64
8.1 PERFIL DOS ENTREVISTADOS 64
8.2 RESULTADO EMPRESA A 64
8.2.1 Estrutura lean manufacturing 64

No disclosure to third parties!

8.2.2 Políticas de sustentabilidade 67
8.2.3 Relação lean manufacturing e sustentabilidade 69
8.3 RESULTADO EMPRESA B 69
8.3.1 Estrutura lean manufacturing 69
8.3.2 Políticas de sustentabilidade 70
8.3.3 Relação lean manufacturing e sustentabilidade 71
8.4 RESULTADO EMPRESA C 71
8.4.1 Estrutura lean manufacturing 71
8.4.2 Políticas de sustentabilidade 72
8.4.3 Relação lean manufacturing e sustentabilidade 73
8.5 RESULTADO EMPRESA D 74
8.5.1 Estrutura lean manufacturing 74
8.5.2 Políticas de sustentabilidade 75
8.5.3 Relação lean manufacturing e sustentabilidade 76
9 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA 77
9.1 LEAN MANUFACTURING E SUSTENTABILIDADE SOCIAL 78
9.2 LEAN MANUFACTURING E SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA 80
9.3 LEAN MANUFACTURING E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL 82
10 CONCLUSÕES 84
10.1 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES DE PESQUISAS FUTURAS 84
REFERÊNCIAS 86
APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA 96

No disclosure to third parties!

1 INTRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção (STP) também conhecido como manufatura enxuta ou lean manufacturing (LM) surgiu no Japão em 1950 na fábrica da Toyota. O principal objetivo deste sistema era aumentar a produção usando o mínimo possível de recursos, bem como diminuir o esforço físico, o uso de equipamentos, o tempo, o movimento e o espaço para agregar valor ao produto (OLIVEIRA; SOUZA; CAMPOS, 2019).

Na época, o Japão havia sido dizimado por duas bombas atômicas durante a Segunda Guerra Mundial e muitas fábricas haviam sido destruídas, a plataforma de abastecimento era nula e os consumidores dispunham de pouco recurso financeiro (LIKER, 2005).

O termo lean manufacturing surgiu no desenvolvimento de um projeto realizado pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) denominado International Motor Vehicle Program. O projeto foi desenvolvido para identificar a significativa lacuna de desempenho das indústrias dos países ocidentais em relação as indústrias automotivas japonesas. Womack, Jones e Roos (1990) em seu livro intitulado “A Máquina que mudou o mundo” popularizaram o conceito lean na manufatura.

De acordo com Hines, Holweg e Rich (2004) desde sua primeira introdução na Toyota Motor Corporation na década de 1950, o lean manufacturing evoluiu simultaneamente com o foco de transição dos elementos do gerenciamento operacional.

Conforme definido por Shah e Ward (2007), o lean manufacturing é um sistema sociotécnico integrado, cujo objetivo principal é eliminar o desperdício. Todavia três pacotes de práticas de lean manufacturing são geralmente usados para medir o nível de implementação desta metodologia, JIT (Just in Time), TPM (Total Productive Maintenance ou Manutenção Produtiva Total) e TQM (Total Quality Management ou Gestão da Qualidade Total) (CUA; MCKONE; SCHROEDER, 2001; MARODIN et al., 2013).

No início dos anos 2000, quando a sustentabilidade começou a desempenhar um papel fundamental tanto no campo do gerenciamento de operações quanto no sistema de criação de valor como um todo, pesquisas buscaram compreender como um sistema operacional tradicional como o lean manufacturing poderia ser combinado com a gestão de práticas ambientais (KING; LENOX, 2001).

À medida que a população mundial cresce, os recursos não renováveis se tornam mais difíceis de serem obtidos e caros. Desta forma as empresas, governos e organizações precisam abraçar a sustentabilidade como uma das principais prioridades. Apesar do Relatório Brundtland de 1987 da Comissão Mundial das Nações Unidas para Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED, 1987), pelo menos até o final do século 20, as evidências sugerem que muitas empresas continuam a relegar proteção ambiental e responsabilidade social a posições abaixo do desempenho econômico (PAGELL; WU, 2009).

No disclosure to third parties!

Segundo Resta et al. (2017) uma das estruturas mais adotadas para implementar e medir a sustentabilidade dentro da gestão de operações foi desenvolvida pelo Global Reporting Initiative (GRI, 2015). Desta forma o lean manufacturing surge como uma estratégia de produção avançada para fornecer melhoria da produtividade, maximização da qualidade e eliminação de resíduos (RESTA et al., 2016). No entanto, há uma pressão crescente de todos os envolvidos na cadeia de valor, exigindo que essa busca contínua por eficiência e competitividade não custem ou prejudicam o meio ambiente e as condições sociais dos cidadãos (SAJAN et al., 2017).

Apesar do crescente interesse em pesquisas relacionadas aos efeitos do desempenho do lean manufacturing, estudos que relacionam lean manufacturing e sustentabilidade permanecem escassos (AZEVEDO et al., 2012, RESTA et al., 2017). Segundo Resta et al. (2017) a literatura existente fornece evidência limitada e conflitante de como o lean manufacturing e a sustentabilidade interagem e como estão interconectados.

Segundo Henao, Sarache e Gómez (2018) existem várias questões de pesquisas a serem trabalhadas na relação lean manufacturing e sustentabilidade, principalmente como o lean manufacturing ajuda a desenvolver capacidades para gerenciar o desempenho econômico, ambiental e social.

De acordo com Siegel et al. (2019) a relutância em relação a integração do Green-Lean é alimentada por uma falta de contribuição teórica nesta área, principalmente nas pequenas e medias empresas.

1.1 OBJETIVO GERAL

Com base na lacuna identificada na literatura, o objetivo deste trabalho é avaliar como a implementação da metodologia lean manufacturing impacta a estratégia de sustentabilidade das empresas do setor automobilístico no estado de São Paulo que tem sua manufatura pautada no processamento de borracha.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo está dividido em dez capítulos. O capítulo 1 apresenta o contexto do tema, bem como o objetivo geral da pesquisa. O capítulo 2 apresenta a evolução da metodologia lean manufacturing ao longo dos anos. O capítulo 3 descreve o detalhamento dos princípios lean manufacturing explorando o foco na eliminação dos desperdícios somado a apresentação das iniciativas lean como JIT (Just in Time), TQM (Total Quality Management), TPM (Total Productive Maintenance) e HRM (Human Resource Management). O capítulo 4 apresenta os princípios de sustentabilidade nos seus aspectos ambientais, sociais e econômicos. O capítulo

No disclosure to third parties!

5 detalha a relação entre o lean manufacturing e a sustentabilidade, identificando as principais lacunas. No capítulo 6 é desenvolvida a apresentação da metodologia da pesquisa iniciando pela revisão sistemática da literatura, com análise de publicações e citações, evoluindo para a construção do referencial teórico e finalizando com o protocolo de pesquisa e coleta de dados. Já no capítulo 7 são apresentadas as empresas participantes da pesquisa. O capítulo 8 descreve os resultados obtidos na pesquisa. O capítulo 9 apresenta uma análise e discussão dos resultados. Por fim o capítulo 10 apresenta as conclusões de todo o trabalho.

No disclosure to third parties!

2 EVOLUÇÃO DO LEAN MANUFACTURING

O conceito lean manufacturing surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial, quando as empresas japonesas perceberam que não podiam pagar o investimento maciço necessário para reconstruir instalações devastadas pela Segunda Guerra Mundial (BHAMU; SANGWAN, 2014). A situação da Toyota na época era de uma indústria automotiva que começava a florescer. O país havia sido dizimado por duas bombas atômicas, muitas fábricas haviam sido destruídas, a plataforma de abastecimento era nula e os consumidores dispunham de pouco dinheiro (LIKER, 2005).

Até a chegada da manufatura enxuta, o modelo de produção mais conhecido era o modelo de produção em massa ou fordismo. A prática era conhecida como a fabricação em grande volume de produtos padronizados para atender a uma grande demanda (WOMACK; JONES; ROOS, 1990).

No início dos anos 90, o conceito lean manufacturing foi visto como uma alternativa contraintuitiva à fabricação tradicional do modelo fordismo (WOMACK; JONES; ROOS, 1990). Ainda de acordo com a mesma pesquisa, John Krafick cunhou o termo lean manufacturing para descrever o Sistema Toyota de Produção, que é o termo adotado para o desenvolvimento deste trabalho. Variações do termo lean com respectivas correlações surgiram na literatura, como por exemplo lean production (SHAH; WARD, 2007), lean manufacturing relacionado às práticas de manufatura (SHAH; WARD, 2003), lean thinking (STONE, 2012), entre outros.

De acordo com Hines, Holweg e Rich (2004) o processo evolutivo do lean manufacturing pode ser apresentado em quatro momentos:

1. Conscientização durante os anos 80, com disseminação de práticas no chão de fábrica;
2. Foco na qualidade no início dos anos 90;
3. Busca por qualidade, custo e entrega no final dos anos 90;
4. Expansão para todo o sistema de valor a partir de 2000 em diante.

Segundo Bhamu e Sangwan (2014) o lean manufacturing é geralmente descrito sob duas perspectivas, sendo uma filosófica relacionada aos princípios orientadores e objetivos gerais (WOMACK; JONES; ROOS, 1996) e outra sob a perspectiva de um conjunto de práticas de gestão, ferramentas ou técnicas que podem ser observadas diretamente (SHAH; WARD, 2003).

Womack, Jones e Roos (2004) destacam que o pensamento lean é enxuto porque se refere a uma forma de fazer mais com menos recursos, menos esforço humano, menos equipamentos, menos tempo e menos espaço, e ao mesmo tempo, aproxima-se cada vez mais

No disclosure to third parties!

de oferecer aos clientes, exatamente os que eles desejam. Existe um consenso entre os pesquisadores que a variedade dos princípios e ferramentas que envolvem o assunto lean manufacturing tem um objetivo único: eliminar desperdícios (YANG; HONG; MODI, 2011; LONGONI; CAGLIANO, 2015; NAWANIR; LIM; OTHAMAN, 2016).

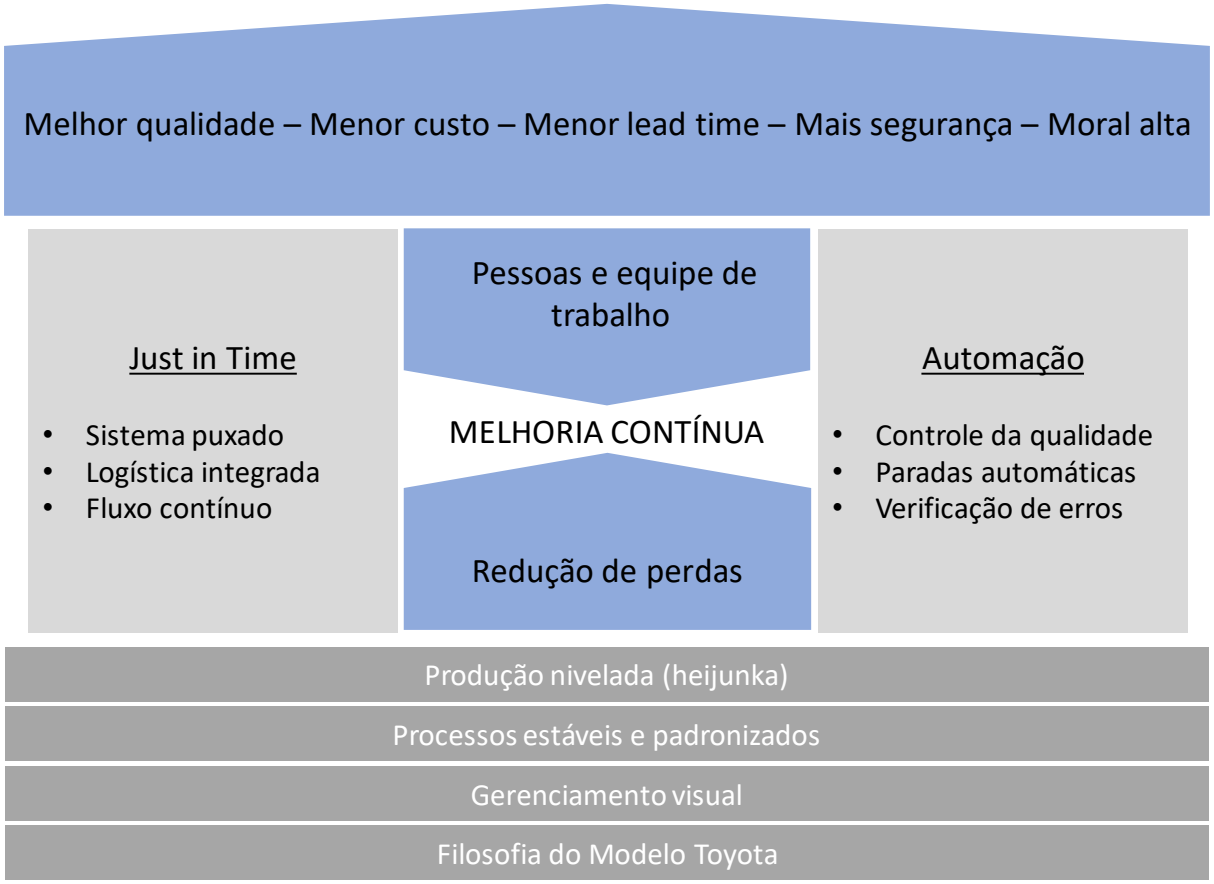
No disclosure to third parties!

3 PRINCÍPIOS DO LEAN MANUFACTURING

De acordo com Liker (2005), os princípios do lean manufacturing são representados no formato de uma casa, inicialmente caracterizada por Fujio Cho discípulo de Taiichi Ohno, conforme Figura 1 e descritos a seguir:

1. Como alicerce da casa: produção nivelada (heijunka); processos estáveis e padronizados; gerenciamento visual; filosofia do modelo Toyota;
2. Como sustentação estão duas colunas, uma simbolizando o Just in Time, que é provavelmente a característica mais reconhecida do Sistema Toyota de Produção e outra simbolizando a automação ou Jidoka, que significa não deixar um defeito passar para a próxima estação;
3. Como elementos centrais estão pessoas e equipe de trabalho e redução das perdas ou redução de desperdícios;
4. Ao centro e em destaque está melhoria contínua, também caracterizada como Kaizen ou como redução de desperdícios;
5. Por fim, o telhado descreve as metas de melhor qualidade, menor custo, menor lead time (tempo de colocação do produto no mercado), mais segurança e moral alta.

Figura 1 – Princípios do lean manufacturing



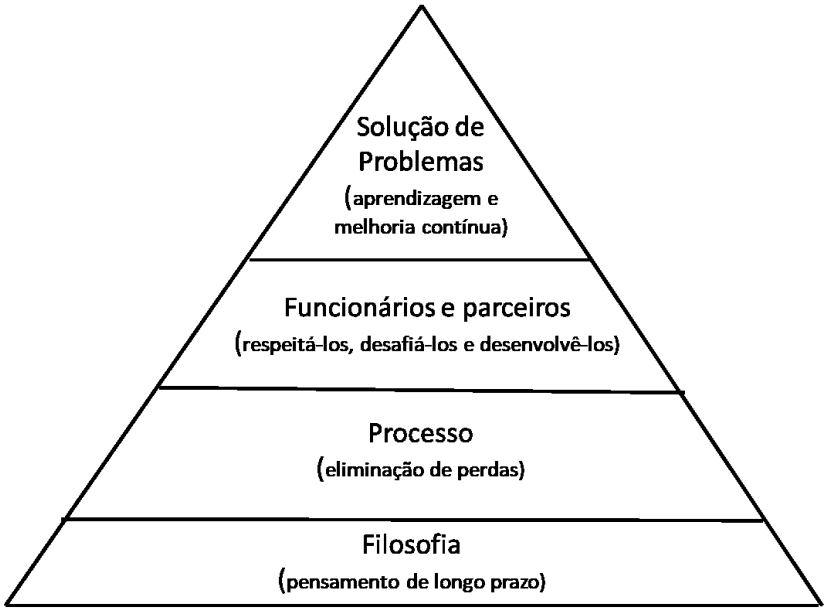
Fonte: Autor “adaptado” de Liker, 2005

No disclosure to third parties!

Para Womack, Jones e Roos (1996) o lean manufacturing é a melhor maneira de gerenciar uma organização com foco em funcionários, clientes e fornecedores. Eles também sustentam que a produção deve ser feita com menos esforço físico, menos equipamento, menos tempo e mais quantidade.

Para Liker (2009), a cultura Toyota é representada pela pirâmide 4Ps (problem solving; people and partners; process; philosophy) ou em português solução de problema (modo como os funcionários concentram seus esforços para a melhoria contínua); funcionários e parceiros (aqueles que impulsionam a empresa, sendo a cultura da Toyota a base sobre como agir, pensar e sentir para trabalhar em equipe em prol de um objetivo comum); processo (relacionado à crença da Toyota em excelência operacional e eliminação de perdas); filosofia (relacionada ao propósito da Toyota e ao porquê de sua existência), conforme Figura 2.

Figura 2 – Pirâmide 4PS da cultura Toyota

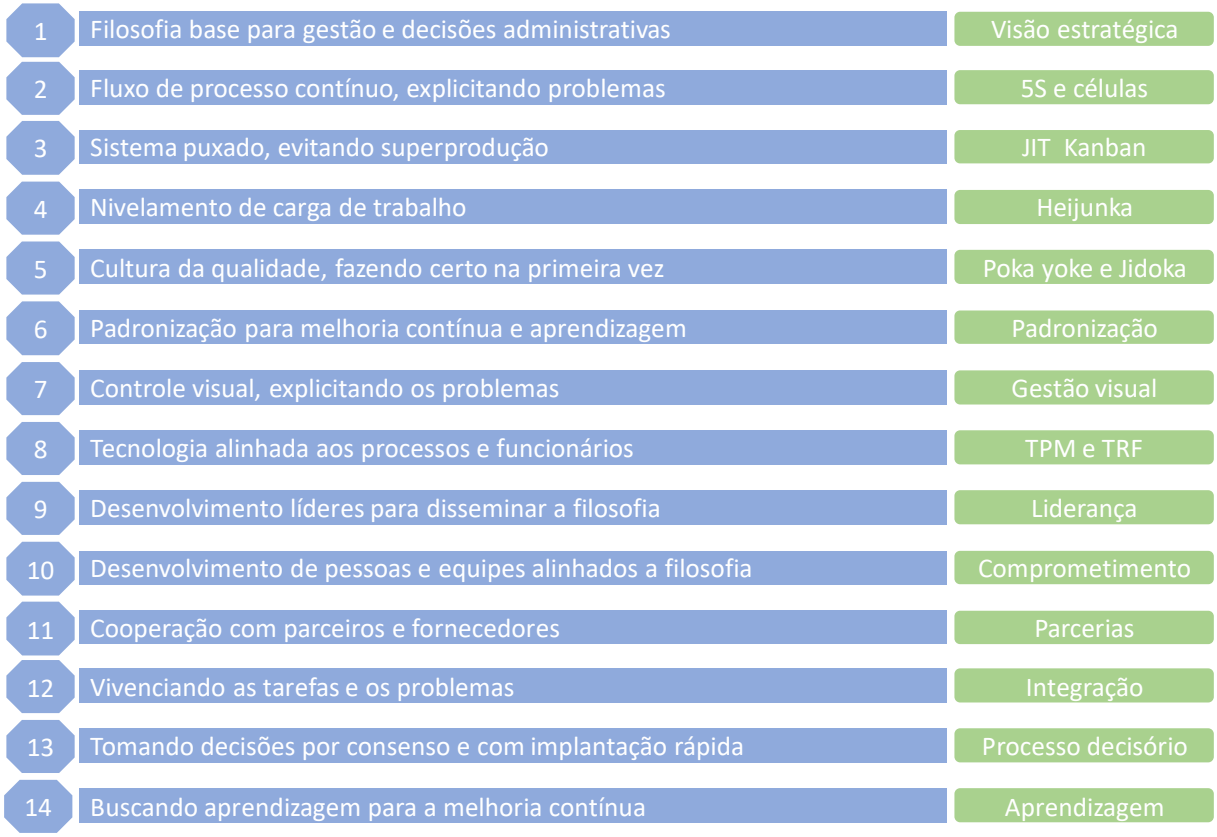


Autor "adaptado" de Liker, 2009

Segundo Liker (2005) a cultura do modelo Toyota pode ser detalhada em 14 princípios alinhados aos 4Ps, sendo o primeiro princípio associado a filosofia, princípios de 2 a 8 associados ao processo, princípios de 9 a 11 associados a funcionários e parceiros e por fim os princípios de 12 a 14 associados a solução de problemas, conforme apresentado na Figura 3.

No disclosure to third parties!

Figura 3 – Os 14 princípios da cultura do modelo Toyota



Fonte: Autor “adaptado” de Liker, 2005

Liker (2005) busca explicar porque as empresas automotivas americanas, na época da publicação do livro O Modelo Toyota, encontravam muitos problemas para obter o desempenho operacional da sua concorrente japonesa. De acordo com a pesquisa o principal problema era que as empresas americanas aproveitavam as ferramentas enxutas, mas não compreendiam o principal elemento de seu funcionamento.

Segundo Hines, Holweg e Rich (2004) existe um entendimento errado da concepção do que é naturalmente necessário para se implantar o pensamento enxuto. Para muitas empresas, o foco majoritário das implantações de produção enxuta ainda se encontra no chão de fábrica e na busca da vantagem competitiva. Hines, Holweg e Rich (2004) observaram que na própria indústria automotiva, mãe do pensamento enxuto, acentua-se o foco na dimensão chão de fábrica e na otimização das empresas montadoras de veículos e em seus fornecedores de primeira linha.

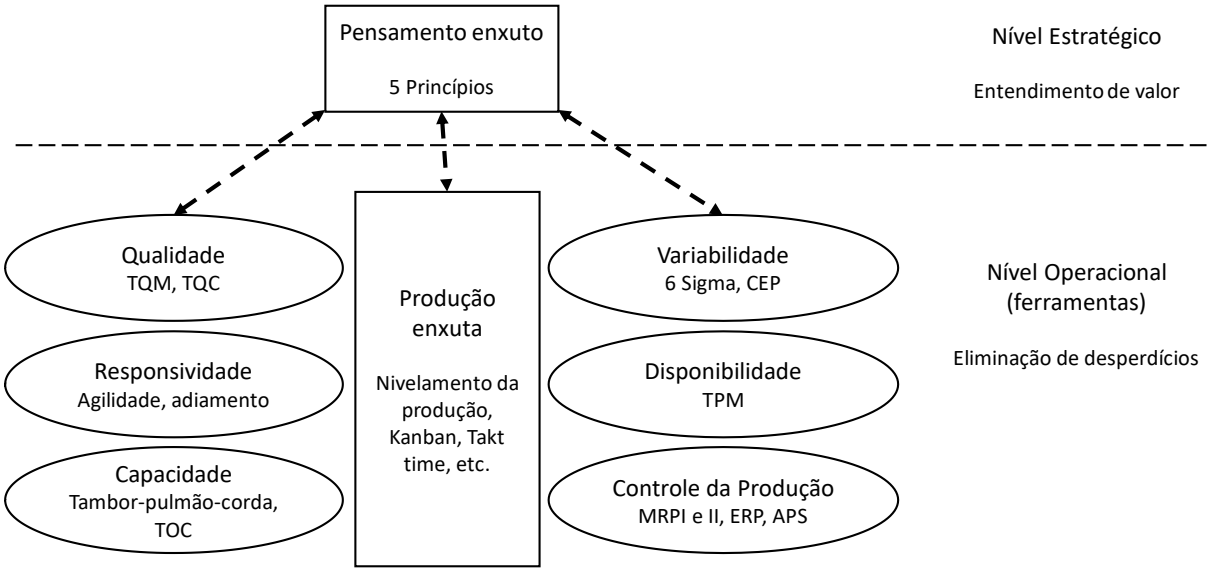
O resultado desta situação paradoxal de aplicação do lean manufacturing, em que o suprimento não está alinhado estrategicamente ao que agrega valor para o consumidor, é o fato de que as plantas automotivas mais produtivas da Europa sempre produziram no maior nível de estoques de produtos acabados (HINES; HOLWEG; RICH, 2004). Ainda de acordo com a mesma pesquisa, o valor está ligado aos requisitos dos clientes e não mais simplesmente ao

No disclosure to third parties!

desperdício no chão de fábrica. Assim, o valor é criado se os desperdícios internos são reduzidos e o valor aumentado.

Muitas críticas já foram realizadas à filosofia enxuta, em épocas diferentes, negligenciando o fato de que ela evoluiu e evolui para consolidar-se como filosofia de gestão e não como um conjunto de ferramentas operacionais. A filosofia enxuta abrange os níveis estratégico e operacional, descritos na Figura 4 (HINES; HOLWEG; RICH, 2004).

Figura 4 – Modelo nível estratégico e operacional



Fonte: Autor “adaptado” de Hines, Holweg e Rich, 2004

Assim, qualquer conceito que promova valor ao cliente pode estar alinhado com uma estratégia enxuta, mesmo que as ferramentas do chão de fábrica não sejam utilizadas. A diferenciação do pensamento enxuto no nível estratégico e no nível operacional são cruciais para entender a manufatura enxuta como um todo, de modo a empregar as ferramentas e as estratégias corretas para promover o valor ao cliente (HINES; HOLWEG; RICH, 2004).

Para Shah e Ward (2003), a produção enxuta é uma abordagem multidimensional que abrange uma ampla variedade de práticas de gerenciamento. Desde os anos 90, a manufatura enxuta atraiu a atenção das empresas de manufatura ocidental como uma abordagem para obter um melhor desempenho (HINES; HOLWEG; RICH, 2004; HOLWEG, 2007).

3.1 ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIOS

Desde a concepção do conjunto de montagem e o desenvolvimento do Sistema de Produção Toyota, a eficiência tem sido um objetivo central da fabricação (HOLWEG, 2007). Lean manufacturing se concentra na eliminação sistemática de perdas das operações de uma organização através de um trabalho sinérgico para atendimento da demanda real de serviços ou

No disclosure to third parties!

produtos (WOMACK; JONES; ROOS, 1990; FULLERTON; KENNEDY; WIDENER, 2013; SHAH; WARD, 2007).

Segundo Bhamu e Sangwan (2014), o lean manufacturing oferece as empresas uma vantagem competitiva ao reduzir custos e melhorar a produtividade e a qualidade. Pesquisas indicam vários benefícios quantitativos da implementação enxuta, como melhoria no lead time de produção, tempo de processamento, tempo de ciclo, tempo de configuração, inventário etc. Já os benefícios qualitativos incluem melhoria no emprego, eficácia na comunicação, satisfação no trabalho, limpeza padronizada, tomada de decisão em equipe, etc.

Muda é a palavra japonesa usada para desperdício num processo produtivo. Fujio Cho da Toyota, definiu desperdício como "tudo o que está para além da mínima quantidade de equipamento, materiais, peças, espaço e mão-de-obra, estritamente essenciais para acrescentar valor ao produto" (OHNO, 1997). Assim, tudo o que é executado e não acrescenta valor é considerado desperdício. Segundo Pinto (2014), as atividades que não criam valor consomem cerca de 95% do tempo nas organizações. Questões burocráticas, pausas excessivas ou mesmo reuniões improdutivas não trazem benefícios para as empresas e representam um desperdício de tempo e de dinheiro.

Segundo Melton (2005) qualquer atividade em um processo que não agrega valor ao cliente é chamado de desperdício. Às vezes, o desperdício é uma parte necessária do processo e agrega valor à empresa e isso não pode ser eliminado, como os controles financeiros, por exemplo. A Figura 5 ilustra os sete tipos de desperdícios.

Figura 5 – Os sete desperdícios

Autor "adaptado" de Melton, 2005

No disclosure to third parties!

A base do conceito de pensamento enxuto é a eliminação dos desperdícios dentro das empresas. Segundo Ohno (1997), desperdício se refere a todos os elementos de produção que só aumentam os custos sem agregar valor, ou seja, são atividades que não agregam valor ao produto, do ponto de vista do cliente, mas são realizadas dentro do processo de produção. Melton (2005) considera que os sete desperdícios para um processo são:

1. Superprodução: um dos piores desperdícios é o excesso de produção, pois gera problemas adicionais e oculta a sua verdadeira causa. Produzir mais do que é necessário, quando não é necessário, em quantidades desnecessárias. Quando esta situação se verifica, consomem-se matérias-primas, pagam-se salários e criam-se estoques desnecessários. Antecipam-se compras, aumentam-se as operações desnecessárias e o espaço de armazenamento. Além do aumento da complexidade e necessidade de mais meios para a gestão, a flexibilidade no planejamento diminui. Como consequência utilizam-se vários recursos sem que haja o esperado retorno financeiro (OHNO, 1997).
2. Espera: corresponde ao tempo passado por pessoas ou equipamentos à espera de algo. Este tipo de desperdício pode ocorrer devido a vários problemas como layout, obstruções nos fluxos, atrasos nas entregas por parte dos fornecedores ou ao balanceamento incorreto de processos (PINTO, 2014).
3. Transporte: refere-se a qualquer movimentação desnecessária de pessoas, informação, materiais, partes montadas ou acabadas. Os sistemas de transporte e movimentação ocupam espaço, apresentam custos de aquisição e manutenção, aumentam o tempo de produção e podem danificar os próprios produtos durante as movimentações (PINTO, 2014).
4. Processamento desnecessário: qualquer operação ou processo que não acrescente valor ao produto representa um desperdício para as empresas, além de potenciar o aparecimento de defeitos na peça. Este tipo de desperdício é geralmente originado por falta de formação dos operadores ou pela ausência de processos normalizados (PINTO, 2014).
5. Inventário: segundo Pinto (2014) o estoque é a "mãe de todos os males". As principais causas são a sobreprodução, o elevado tempo de mudança de ferramentas, a aceitação do estoque como parte do ativo da organização, a existência de gargalos na produção ou o mau balanceamento dos processos produtivos (com diferentes ritmos de trabalho) (PINTO, 2014).
6. Movimentação: envolve todos os movimentos efetuados que não acrescentam valor ao produto. Geralmente associado à má organização dos locais de trabalho, desrespeito pela ergonomia, resulta em mau desempenho e baixa eficiência,

No disclosure to third parties!

aumentando o risco de lesões nos colaboradores. Estudos de métodos e tempos podem ser realizados para eliminar desperdícios patentes na realização de tarefas por parte dos colaboradores, otimizando, consequentemente, os custos de produção. Aspetos como a localização e a posição de ferramentas e materiais ou a utilização da gravidade devem ser levados em conta na criação de postos de trabalho eficazes e eficientes. Outro aspecto determinante para o estudo dos movimentos é a ergonomia.

7. Defeitos: consiste na produção de materiais que têm de ser retrabalhados ou que são tidos como sucata. O refugo e o retrabalho representam custos para além dos desperdícios relacionados com espera no posto seguinte, acrescentando custo e lead time ao produto. Os problemas de qualidade e os defeitos dão origem a queixas por parte dos clientes, a inspeções e a reparações. Todos estes aspectos têm custos associados e diminuem a produtividade das empresas. A origem destes problemas deve-se, por norma, à ausência de padrões nas operações, à falta de sistemas de inspeção e autocontrole ou a erros humanos (PINTO, 2014).

Conforme definido por Shah e Ward (2007), o lean manufacturing é um sistema sóciotécnico integrado, cujo objetivo principal é eliminar o desperdício reduzindo ou minimizando simultaneamente a variabilidade interna do fornecedor, cliente interno e cliente externo. É uma abordagem multidimensional que abrange diversas práticas de gerenciamento que funcionam sinergicamente e se reforçam mutuamente (RESTA et al. 2017). Essas práticas podem ser agrupadas em quatro pacotes complementares (SHAH; WARD 2003): Just in Time (JIT), Gestão da Qualidade Total ou Total Quality Management (TQM), Manutenção Produtiva Total ou Total Productive Maintenance (TPM) e Gestão de Recursos Humanos ou Human Resources Management (HRM).

3.2 JUST IN TIME (JIT)

Ohno (1997) conceitua que o termo Just in Time significa a entrega em um processo do item necessário, quando necessário e na quantidade necessária. Corrêa e Corrêa (2012) apresentam que o JIT foi criado pela Toyota como um sistema de administração que pudesse coordenar a produção com demanda para diferentes modelos e cores de veículos. Ainda de acordo com a mesma pesquisa, os principais aspectos da filosofia JIT são: produção sem estoques, produção enxuta; eliminação de desperdícios, manufatura de fluxo contínuo e esforço contínuo na solução de problemas.

O JIT tem como objetivo principal reduzir continuamente e, finalmente, eliminar todas as formas de resíduos (OHNO, 1997). As principais práticas do Just in Time citadas na literatura são: redução tempo de troca, sistema de produção puxada, entrega JIT pelo fornecedor, layout

No disclosure to third parties!

de equipamentos funcionais, programação diária, liderança comprometida, planejamento estratégico, treinamento multifuncional e envolvimento dos funcionários (DAVY et al., 1992; MEHRA; INMAN, 1992; MCLACHLIN, 1997; SAKAKIBARA et al., 1997).

Para Womack, Jones e Roos (1996) os fornecedores de empresas montadoras automotivas são céticos quanto a implementação de JIT mediante a justificativa de que estoques e seus custos são administrados pelos próprios fornecedores, sem considerar que JIT deve ser implementado em toda a cadeia produtiva inclusive nos fornecedores de fornecedores. Womack, Jones e Roos (1996) ainda relacionam o termo JIT ao termo Kankan, e Corrêa e Corrêa (2006) detalham que Kankan é uma técnica de operacionalização de JIT por meio de cartões para indicar a autorização de movimentação de itens ao longo do processo produtivo.

3.3 GESTÃO QUALIDADE TOTAL - TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM)

Segundo Shah e Ward (2003) as práticas relacionadas à melhoria contínua e sustentabilidade de produtos e processos de qualidade inclui por exemplo, programas de gestão da qualidade, programas de melhoria contínua e capacitação da estabilidade de processo.

O TQM é um programa de fabricação que visa continuamente melhorar e sustentar produtos de qualidade e processos capitalizando o envolvimento de gestão, força de trabalho, fornecedores e clientes, para atender ou exceder as expectativas do cliente (DEAN; BOWEN, 1994; HACKMAN; WAGEMAN, 1995; POWELL, 1995). As principais práticas do TQM citadas na literatura são: projeto de produtos multifuncionais, gerenciamento de processos, gestão da qualidade do fornecedor, envolvimento do cliente, informações e feedback, liderança comprometida, planejamento estratégico, treinamento multifuncional e envolvimento dos funcionários (BLACK; PORTER, 1996; SAMSON; TERZIOVSKI, 1999).

Na literatura, estruturas de gestão da qualidade normalmente enfatizam a importância de design de produto e gerenciamento sistemático de processos, bem como o envolvimento dos clientes, fornecedores e funcionários para garantir qualidade produtos e processos. Finalmente, a gestão da qualidade enfatiza a importância de uma gestão compromissada e uma estratégia bem estabelecida.

Qualidade é um valor reconhecido por todos, mesmo sendo definido de maneira distinta pelos diversos grupos ou camadas da sociedade. O termo "Qualidade Total" tem inserido em seu conceito seis atributos que lhe conferem características de totalidade: qualidade intrínseca, custo, atendimento, moral, segurança e ética. A Gestão da Qualidade Total é uma alternativa para a reorientação gerencial das organizações e tem como pontos básicos o foco no cliente, trabalho em equipe permeando toda a organização, decisões baseadas em fatos e dados e a busca constante da solução de problemas e redução de erros (LONGO,1996).

No disclosure to third parties!

Longo (1996) relata ainda que a Gestão da Qualidade Total se trata de uma filosofia que surgiu na década de 1950, a partir da preocupação com o desenvolvimento e aplicação de conceitos, métodos e técnicas adequados a uma nova realidade e marcou o deslocamento da análise do produto ou serviço para a concepção de um sistema da qualidade.

3.4 MANUTENÇAO PRODUTIVA TOTAL OU TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)

A Manutenção Produtiva Total teve origem na década de 1960 e servia de suporte à manutenção de equipamentos. Ao longo dos anos estendeu a sua área de ação a todo o processo produtivo e o próprio conceito sofreu alterações (PINTO, 2014).

Para Womack, Jones e Roos (2004), o TPM é uma metodologia que visa alcançar o desempenho esperado dos equipamentos, garantindo que não surjam interrupções ao longo dos processos produtivos.

O TPM pode ser expresso como uma relação sinergética entre todas as funções organizacionais de uma empresa, especialmente entre a produção e manutenção. Esta ferramenta tem por objetivo a melhoria contínua da qualidade dos produtos, bem como, a eficiência operacional, dependendo tanto da produção como da manutenção. O aumento da eficiência de funcionamento do equipamento reduz o desperdício de energia. Quando as máquinas são otimizadas para realizar o trabalho desejado, os consumos de energia são mais reduzidos. O TPM salienta que a eficiência dos equipamentos pode levar à redução de custos, maior produtividade e menos defeitos. O TPM centra-se em seis grandes desperdícios que levam a ineficiência de equipamentos:

1. Avarias;
2. Tempos de preparação;
3. Paralisações e marcha lenta;
4. Redução de velocidade;
5. Defeitos e retrabalho;
6. Perdas do arranque de máquinas.

Ahuja e Khamba (2008) mencionam que um nível de desempenho elevado dos equipamentos e da produção está, de tal forma, intimamente ligado a uma manutenção eficiente e que a integração da manutenção em departamentos de engenharia se torna essencial. Por esta via conseguem-se ganhos de tempo e de dinheiro, diminuem-se os desperdícios e melhoram-se os processos de resolução dos problemas relacionados com a disponibilidade de equipamentos ou com o seu desempenho. Ainda de acordo com a mesma pesquisa uma gestão adequada da manutenção permite reduzir em um terço o valor de gastos de uma empresa, o que a torna um fator chave de sucesso. Venkatesh (2007) cita que entre os vários benefícios da implementação

No disclosure to third parties!

do TPM devem ser apontados o aumento da produtividade dos equipamentos, bem como a redução dos custos de produção e dos tempos de parada de equipamentos. Pode-se concluir que numa indústria como a automotiva, onde a concorrência é cada vez mais forte, a aplicação eficiente desta ferramenta permite atingir objetivos da produção lean e pode constituir uma importante vantagem competitiva no mercado.

Sharma, Kumar e Kumar (2006) enfatizam que a palavra Total na terminologia TPM tem três significados, que abrange as seguintes dimensões: eficiência total, manutenção total e participação total. No âmbito da eficiência total o TPM está em busca de eficiência econômica e rentabilidade, que inclui a produtividade, qualidade, custo, entrega, segurança, ambiente, saúde e moral. A manutenção total refere-se à manutenção preventiva e melhoria do equipamento, de modo a aumentar a confiabilidade, apoio e melhorias no projeto do equipamento. A terceira dimensão inclui a participação dos colaboradores em pequenos grupos de atividades e a realização da manutenção autônoma pelos operadores. Ainda de acordo com a mesma pesquisa, o TPM possui duas abordagens principais na literatura: a abordagem ocidental, que enfatiza o equipamento, com o entendimento que o operador e o envolvimento nos esforços TPM são requeridos, ou seja, com foco na melhoria dos equipamentos, e a abordagem japonesa, que enfatiza o trabalho em equipe, atividades em pequenos grupos e a participação de todos os colaboradores no processo TPM, ou seja, é mais focada em pessoas e processos.

O pacote TPM inclui práticas projetadas principalmente para maximizar a eficácia do equipamento por meio de manutenção preditiva e preventiva planejada dos equipamentos e do uso de técnicas de otimização de manutenção. De maneira geral, a ênfase na manutenção pode também se refletir na ênfase dada ao novo processo de aquisição de equipamentos ou de tecnologia (CUA; MCKONE; SCHROEDER, 2001).

Segundo Resta et al. (2017) TPM refere-se a ações para maximizar a eficácia do equipamento através de planejamento de manutenção preditiva e preventiva e uso de técnicas de manutenção de otimização.

3.5 GERENCIAMENTO DE RECURSOS HUMNOS OU HUMAN RESOURCES MANAGEMENT (HRM)

As práticas de recursos humanos podem ser conceituadas como a cola que une as práticas da produção lean (LONGONI et al. 2013; CUA; MCKONE; SCHROEDER, 2001). Os ambientes JIT podem ser caracterizados como sistemas dinâmicos que exigem conscientização e gerenciamento de processos de mudança. Há evidências que sugerem que a combinação e a ênfase da estratégia geral de recursos humanos empregada no ambiente JIT são potencialmente mais importantes que os elementos individuais.

No disclosure to third parties!

Segundo Longoni et al. (2013), o lean deve continuar sendo considerado uma prática recomendada, não apenas pelo seu potencial de melhorar os resultados operacionais, mas também pelo seu potencial de melhorar a saúde e a segurança dos trabalhadores. O importante a ser observado pelos profissionais é que a adoção do lean sem o componente humano é ruim para os resultados operacionais (LONGONI et al. 2013).

O pacote de gestão de recursos humanos tem importante suporte empírico. As práticas mais citadas são rotação de trabalho, design de trabalho, ampliação de trabalho, programas formais de treinamento, programas de treinamento cruzado, equipes de trabalho, grupos de solução de problemas e envolvimento dos funcionários (ICHNIOWSKI; SHAW; PRENNUSHI, 1994; MACDUFFIE, 1995). Resta et al. (2017) incluíram duas práticas no pacote HRM - trabalho flexível e equipes de trabalho multifuncionais e autodirigidas. Conceitualmente, para uma organização ter uma força de trabalho multifuncional e flexível, precisa ter um programa de rotação de tarefas, precisa considerar projeto de trabalho, treinamento formal e programas multifuncionais precisam estar em vigor. Da mesma forma, equipes de trabalho autodirigidas exigem que os funcionários estejam organizados em equipes de trabalho e envolvidos em grupos de solução de problemas.

Segundo Cua, Mckone e Schroeder (2001) as práticas comuns de recursos humanos abordam os seguintes assuntos: comprometimento da liderança, planejamento estratégico, treinamento multifuncional, envolvimentos dos empregados e feedback/informação. Na Figura 6 Cua, Mckone e Schroeder (2001) apresentam um modelo do relacionamento entre as técnicas básicas de JIT, TQM, TPM E HRM.

Figura 6 – Relação entre JIT, TQM, TPM e HRM

<table>
<tr>
<td>Técnicas básicas de TQM

▪ Desenho de produto multifuncional
▪ Gerenciamento de Processos
▪ Gerenciamento qualidade do fornecedor
▪ Envolvimento do cliente</td>
<td>Técnicas básicas de JIT

▪ Redução tempo de troca
▪ Produção sistema puxado
▪ Entrega JIT pelos fornecedores
▪ Layout do equipamento
▪ Aderência ao planejamento diário</td>
<td>Técnicas básicas de TPM

▪ Manutenção planejada e autônoma
▪ Ênfase tecnológica
▪ Desenvolvimento do equipamento</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3">Práticas comuns orientadas para empregados e estratégias

▪ Comprometimento da liderança
▪ Planejamento estratégico
▪ Treinamento multifuncional
▪ Envolvimento dos empregados
▪ Feedback e informação</td>
</tr>
</table>

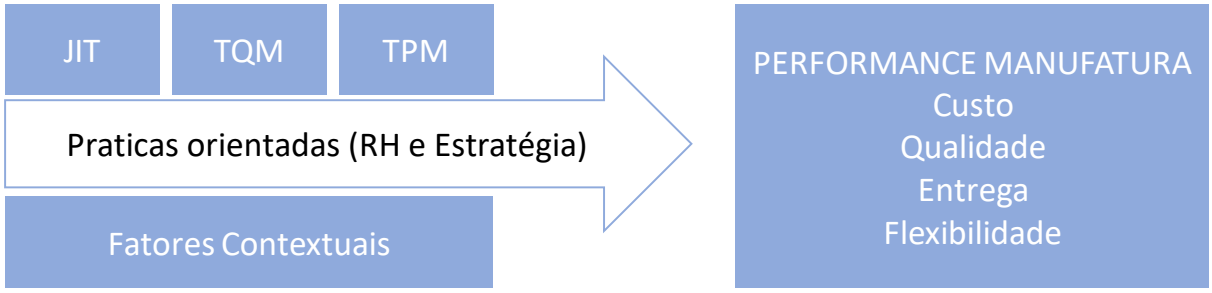
Fonte: Autor “adaptado” de Cua, Mckone e Schroeder, 2001

Segundo Cua, Mckone e Schroeder (2001) existem diferenças significativas no desempenho da manufatura determinado pelo nível de implementação dessas práticas, técnicas e outros fatores contextuais. A Figura 7 ilustra este modelo e os relacionamentos propostos por

No disclosure to third parties!

Cua, Mckone e Schroeder (2001), que aplicaram este modelo em uma pesquisa com 163 fábricas em diversos continentes/setores e conclui que empresas com alto níveis de performance apresentam altos níveis de implantação de práticas socialmente e tecnicamente orientadas nas técnicas de JIT, TPM E TQM. Ainda de acordo com a mesma pesquisa um nível mais alto de desempenho de fabricação pode ser esperado quando as diferentes práticas comuns e técnicas básicas são conjuntamente implementadas.

Figura 7 – Modelo de impacto das ferramentas Lean na performance

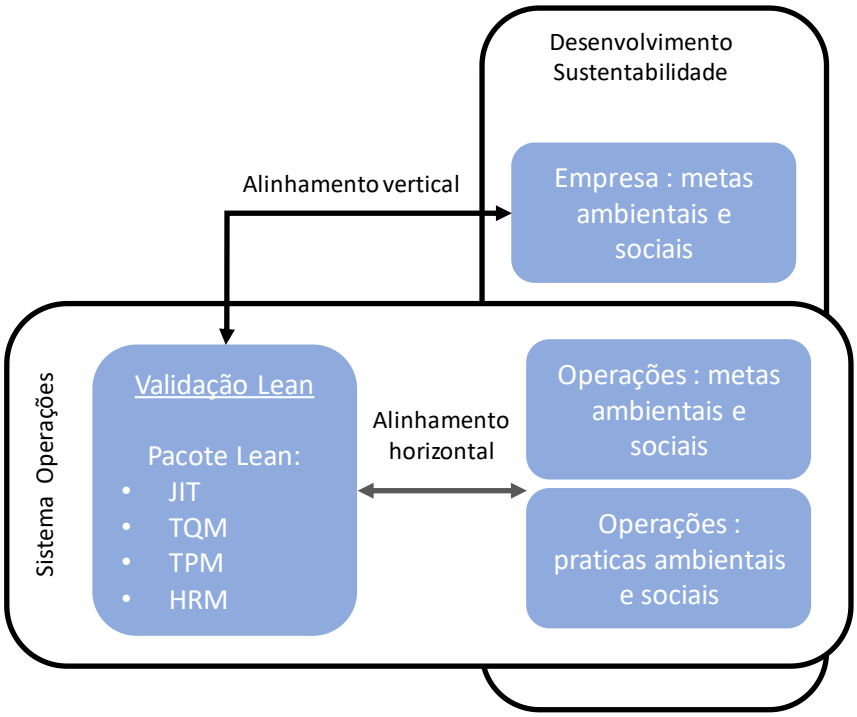


Fonte: Autor "adaptado" de Cua, Mckone e Schroeder, 2001

Longoni e Cagliano (2015) sumarizaram no modelo da Figura 8 os elementos de um alinhamento estratégico vertical e horizontal entre o lean manufacturing e a sustentabilidade ambiental e social. Os resultados demonstram que o envolvimento executivo multifuncional e envolvimento dos funcionários afeta positivamente o alinhamento estratégico da metodologia lean manufacturing e seus pacotes (JIT, TPM, TQM e HRM) com objetivos e práticas ambientais e sociais. Especificamente, o estudo revela o impacto do envolvimento executivo multifuncional na formulação de manufatura enxuta alinhada com sustentabilidade ambiental e social. O envolvimento do colaborador afeta positivamente a real implementação de manufatura enxuta alinhada à sustentabilidade ambiental e social.

No disclosure to third parties!

Figura 8 – Modelo alinhamento lean e sustentabilidade ambiental e social



Fonte: Autor “adaptado” de Longoni e Cagliano, 2015

No disclosure to third parties!

4 PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade pode ser definida como “uma ferramenta que pode ajudar os produtores e políticos a decidir quais as ações que devem tomar e quais não devem, na tentativa de tornar a sociedade mais sustentável” (DEVUYST; HENS; LANNOY, 2001, p. 37). O objetivo da avaliação de sustentabilidade é garantir que os planos e atividades contribuam de maneira ótima para o desenvolvimento sustentável (VERHEEM, 2002).

No entanto, a mais usual é a introduzida pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, através do Relatório Brundtland (Our Common Future), onde a sustentabilidade foi definida como “O desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. (WCED, 1987).

Desta forma, as empresas têm dedicado muitos esforços para criar em suas organizações uma cultura de sustentabilidade (GALPIN; WHITTTINGTON; BELL, 2015) e até mesmo repensando seus modelos de negócios (ALVES; ALVES, 2015). A sustentabilidade exige a plena integração de questões sociais e ambientais na visão, valores e operações da organização (QUINN; DALTON, 2009). As pressões são derivadas de várias fontes internas e externas, incluindo funcionários e administração, organizações socialmente conscientes, comunidades, governos e organizações não-governamentais.

Elkington (1994, 1998) propôs uma estrutura chamada “Triple Bottom Line” (TBL), instando empresas e organizações a medir seu desempenho usando uma perspectiva multidimensional que integra não apenas os índices tradicionais, como lucro, retorno sobre investimento ou valor da ação, mas também para incluir aspectos ambientais e aspectos sociais. O TBL responde por três pilares (econômico, ambiental e social) como base do desenvolvimento sustentável bem-sucedido e, portanto, pode ser usado como métrica para a avalição do desempenho das organizações. No entanto, não há padrão universal para cálculo do desempenho sustentável (HELLENO; MORAES; SIMON, 2017), dificultando as empresas na avaliação do impacto de suas políticas e estratégias, ou para se comparar com os outros.

O TBL fornece uma relação equilibrada entre fatores econômicos, sociais e ambientais. aspectos da gestão de negócios para que as metas de sustentabilidade sejam incluídas nas práticas de negócios. Mede os resultados econômicos da empresa, levando em consideração o grau de responsabilidade social e ambiental. Os três pilares que sustentam o conceito incluem:

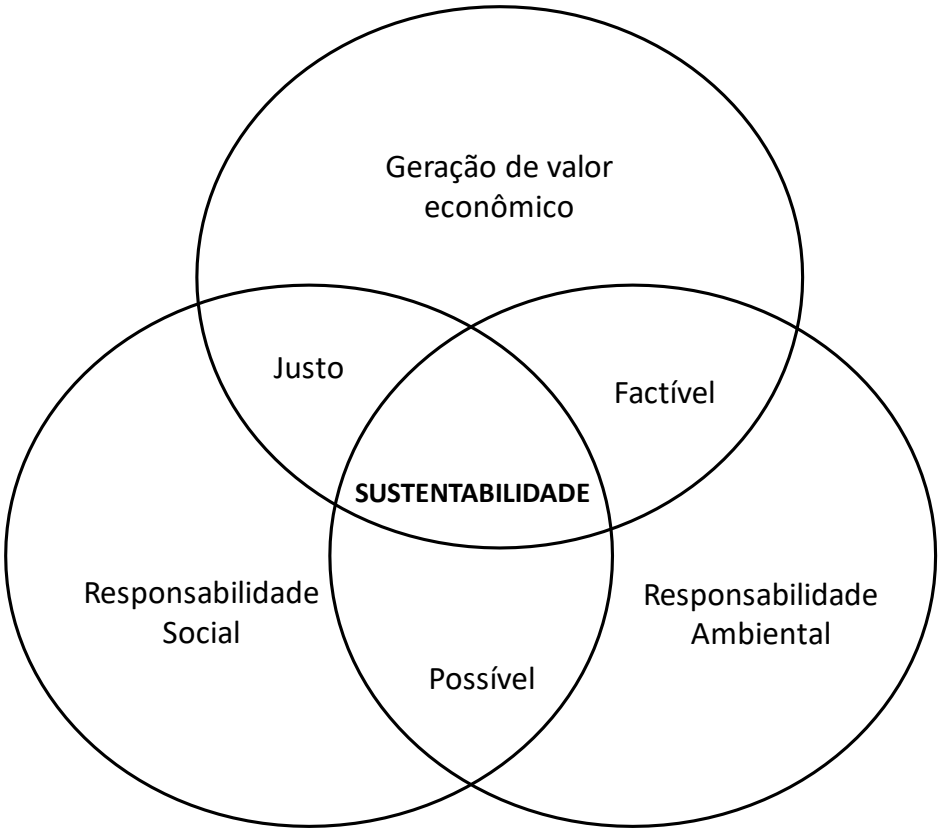
1. Lucro: concentra-se no valor econômico gerado pela empresa através de empresas viáveis para atender às expectativas acionistas ou para prover benefícios econômicos à comunidade e à sociedade do entorno;

No disclosure to third parties!

2. Pessoas: concentra-se no estabelecimento de práticas justas para funcionários, parceiros e a comunidade em que a empresa desenvolve suas atividades;
3. Planeta: concentra-se no uso de práticas ambientais sustentáveis e na redução do impacto ambiental diminuindo a geração de poluentes e resíduos nos processos produtivos.

A intersecção entre os pilares da sociedade (responsabilidade social) e o meio ambiente (responsabilidade ambiental) resulta em um relacionamento "possível" ou suportável, com crescente conscientização ambiental e práticas apropriadas em processos internos, resultando no menor impacto possível na comunidade e na região circundantes. Existe relação factível entre o meio ambiente e os pilares econômicos (geração de valor econômico), devido aos investimentos alinhados aos conceitos de produção mais limpa e redução de poluentes, práticas de reciclagem e participação no programa de crédito de carbono. Em termos de pilares sociais e econômicos, o relacionamento é "justo", onde há participação nos lucros impulsionada por uma parceria com fornecedores, revendedores, funcionários, comunidade e outras partes interessadas, e o estabelecimento de uma estrutura para apoiar outras atividades na região onde as atividades da empresa são focadas. A interseção dos três pilares resulta em uma relação de sustentabilidade (Ver Figura 9) (OLIVEIRA et al., 2009).

Figura 9 – Pilares da sustentabilidade



Fonte: Autor “adaptado” de Oliveira et al., 2009

No disclosure to third parties!

Araújo (2006) indica que o conceito de sustentabilidade está ligado às três dimensões e que para uma empresa ser considerada sustentável é necessário ter ações eficientes nessas três dimensões. Algumas ações podem ser consideradas como exemplos de ações sustentáveis nas três dimensões, conforme apresentado por Araújo (2006) na Figura 10.

Figura 10 – Relação entre dimensão e ações sustentáveis

DIMENSÃO	AÇÕES SUSTENTÁVEIS
Ambiental	▪ Redução das emissões de gases nocivos, de efluentes líquidos e de resíduos sólidos ▪ Consumo consciente dos recursos água e energia ▪ Conformidade com as normas ambientais ▪ Exigência de um posicionamento socioambiental dos fornecedores ▪ Uso racional dos materiais utilizados na produção ▪ Investimentos na biodiversidade ▪ Programa de reciclagem e preservação do meio ambiente
Econômica	▪ Aumento ou estabilidade do faturamento ▪ Tributos pagos ao governo ▪ Folha de pagamento ▪ Maior lucratividade ▪ Receita organizacional ▪ Investimentos ▪ Aumento das exportações (relacionamento com o mercado externo)
Social	▪ Desenvolvimento da comunidade/sociedade ▪ Segurança do trabalho e saúde ocupacional ▪ Responsabilidade social ▪ Treinamento ▪ Cumprimento das práticas trabalhistas ▪ Seguridade dos direitos humanos ▪ Diversidade cultural

Fonte: Autor “adaptado” de Araujo, 2006

4.1 ASPECTOS AMBIENTAIS

As empresas que reduziram com sucesso seus resíduos internos através de métodos de produção enxuta também implementaram práticas de melhor gerenciamento ambiental (MONTABON; SROUFE; NARASIMHA, 2007). Tais práticas expandem o escopo de esforços de redução de desperdícios pela eficiência com a organização (KLEINDORFER; SINGHAL; VAN WASSENHOVE, 2005). Todos os stakeholders envolvidos (por exemplo, clientes, acionistas, comunidades locais e reguladores governamentais) influenciam os processos de tomada de decisão e suas práticas estratégicas corporativas (YANG; HONG; MODI, 2011).

Gestão ambiental abrange desde o desenvolvimento do produto até a entrega final e descarte do produto (SROUFE, 2003). Norma ISO 14000 é um elemento essencial dentro do sistema de gestão ambiental que ajuda a avaliar, gerenciar, coordenar e monitorar atividades corporativas ambientais. Neste documento são elaborados todos os requisitos para o desenvolvimento das práticas de gestão ambiental, o controle de aspectos e impactos ambientais, o desempenho dos processos geradores de resíduos e o gerenciamento de resíduos gerados em todo o processo produtivo.

No disclosure to third parties!

Muitas vezes, a sustentabilidade ambiental é o caminho mais lucrativo para os negócios a longo prazo. Os argumentos de que custa mais para ser ambientalmente saudável são geralmente ilusórios quando o curso dos negócios é analisado por um período. Geralmente, as métricas de relatórios de sustentabilidade são mais bem quantificadas e padronizadas para questões ambientais do que sociais.

4.2 ASPECTOS SOCIAIS

A Global Reporting Initiative descreve os aspectos sociais como a dimensão da sustentabilidade que diz respeito aos impactos da organização sobre os sistemas sociais em que opera (GRI, 2015). A importância desse pilar da sustentabilidade é clara. Ainda existe um forte déficit na quantidade de literatura publicada sobre avaliação de impacto social (RESTA et al., 2017; BRANDENBURG et al., 2014). As Diretrizes para Relatórios de Sustentabilidade (GRI, 2015) visam ajudar as organizações a medir seu desempenho dentro das três dimensões da sustentabilidade. Devido à sua facilidade de uso e abrangência, este relatório é comumente utilizado pelas empresas para relatar e monitorar sua evolução em questões sustentáveis (RESTA et al., 2017; ROCA; SEARCY, 2012). Nestas diretrizes, o pilar social é dividido em quatro categorias: práticas trabalhistas, direitos humanos, sociedade e responsabilidade pelo produto. Dentro dessas categorias, vários critérios são descritos. Pesquisas anteriores utilizaram tais critérios no desenvolvimento de indicadores de avaliação social e também na revisão de métricas e indicadores de impactos sociais, avaliando a cadeia de suprimentos da sustentabilidade social (JØRGENSEN et al., 2008; HUTCHINS; SUTHERLAND 2008). No entanto, a maioria das métricas é considerada subjetiva e qualitativa. Hutchins e Sutherland (2008) propuseram indicadores quantificáveis (equidade de trabalho, saúde, segurança e filantropia) que, mesmo que não cubram todas as dimensões dos aspectos sociais, podem ser usados na tomada de decisões. Existe então a necessidade de introduzir o conceito de sustentabilidade social no nível estratégico, onde a literatura é mais escassa (SEURING, 2013).

Frequentemente ignorada ou trabalhada superficialmente, a responsabilidade social das empresas gera grande impacto no contexto em que elas estão inseridas e em seus colaboradores. Há duas maneiras de ver a questão social por uma companhia: interna e externamente. É preciso exercer responsabilidade e boas práticas diante dos funcionários e estender essa atuação à comunidade**.** Nesse sentido, o mínimo que se espera dela é o atendimento a aspectos como: flexibilidade; remunerações justas; benefícios; inclusão e diversidade; suporte. Projetos sociais, valorização da mão de obra local e programas de apoio ao bem-estar e incentivo educacional são alguns dos melhores exemplos de atuação.

A restrição a aplicação do Triple Bottom Line está concentrada na dimensão social, pois esta recebe menos atenção em comparação aos aspectos ambientais e econômicos, mesmo que

No disclosure to third parties!

em muitos casos afete a reputação e o sucesso a longo prazo da organização (WANG et al. 2015).

Uma empresa dedicada ao Triple Bottom Line procura proporcionar benefícios a muitos grupos constituintes e não explorar ou pôr em perigo nenhum deles. Em termos concretos, esta empresa não usaria trabalho infantil e monitoraria todas as empresas contratadas quanto à exploração do trabalho infantil, pagaria salários justos a seus trabalhadores, manteria um ambiente de trabalho seguro e turnos de trabalho toleráveis. A quantificação desse resultado é relativamente nova, problemática e frequentemente subjetiva. A Global Reporting Initiative (GRI) desenvolveu diretrizes para permitir que empresas e ONGs relatem comparativamente o impacto social de uma empresa.

4.3 ASPECTOS ECONÔMICOS

Segundo a Global Reporting Initiative (GRI) a dimensão econômica da sustentabilidade diz respeito aos impactos da organização sobre as condições econômicas de seus stakeholders e sobre sistemas econômicos em nível local, nacional e global. A categoria econômica ilustra o fluxo de capital entre diferentes stakeholders e os principais impactos econômicos da organização sobre a sociedade como um todo.

Dentro do aspecto econômico as empresas nem sempre sabem como deve ser uma gestão mais sustentável e responsável financeiramente, então, o foco se limita ao lucro. O primeiro passo é cuidar do seu patrimônio de maneira responsável, com a renovação do que é necessário em nível de equipamentos e ferramentas, investindo para ter bons resultados. Esses cuidados internos são fundamentais para que a empresa tenha uma produção e uma prestação de serviços da melhor qualidade.

A adoção de medidas de gerenciamento ambiental de uma empresa aumenta a carga de custos que altera as estruturas de custos, levando à redução da rentabilidade. No entanto, esses investimentos melhoram o desempenho do meio ambiente quanto à redução de emissões, resíduos, tratamento de resíduos no local e energia consumo, que estão associados a melhores benefícios financeiros (KING; LENOX, 2001).

No disclosure to third parties!

5 RELAÇÃO DE LEAN MANUFACTURING E SUSTENTABILIDADE

No mercado globalizado atual, os consumidores geralmente definem seus próprios padrões e os preços são determinados pelo mercado. Para lidar com esta situação e aumentar a competitividade, as indústrias de manufatura precisam implantar várias estratégias. O lean manufacturing surge como uma estratégia de fabricação avançada para fornecer melhoria de produtividade, maximização da qualidade e eliminação de resíduos (RESTA et al., 2016).

Por um lado, argumenta-se que o lean manufacturing têm um efeito positivo nas atitudes dos trabalhadores devido ao trabalho variado, autonomia e motivação intrínseca. Porém, de acordo com Hines, Holweg e Rich (2004) o trabalho pode ser mais intenso, repetitivo e padronizado, com maior estresse, perda de autonomia e com pressão excessiva exercida sobre os trabalhadores.

Acadêmicos e gestores concordam amplamente que a manufatura enxuta representa uma poderosa ferramenta para melhorar o desempenho operacional e econômico (SHAH; WARD, 2003). No entanto, essa visão positiva da manufatura enxuta foi recentemente debatida fortemente, com muitos pesquisadores questionando o impacto potencialmente negativo da manufatura enxuta sobre sustentabilidade ambiental e social (LONGONI et al., 2013). Discussões semelhantes entre os profissionais também estão em andamento. Por exemplo, dezenas de grupos em redes sociais, como o LinkedIn, discutem questões ambientais e impactos sociais em um ambiente de manufatura enxuto.

A Tabela 1 apresenta artigos publicados nos últimos anos, os quais apresentam a avaliação da relação lean manufacturing e sustentabilidade.

No disclosure to third parties!

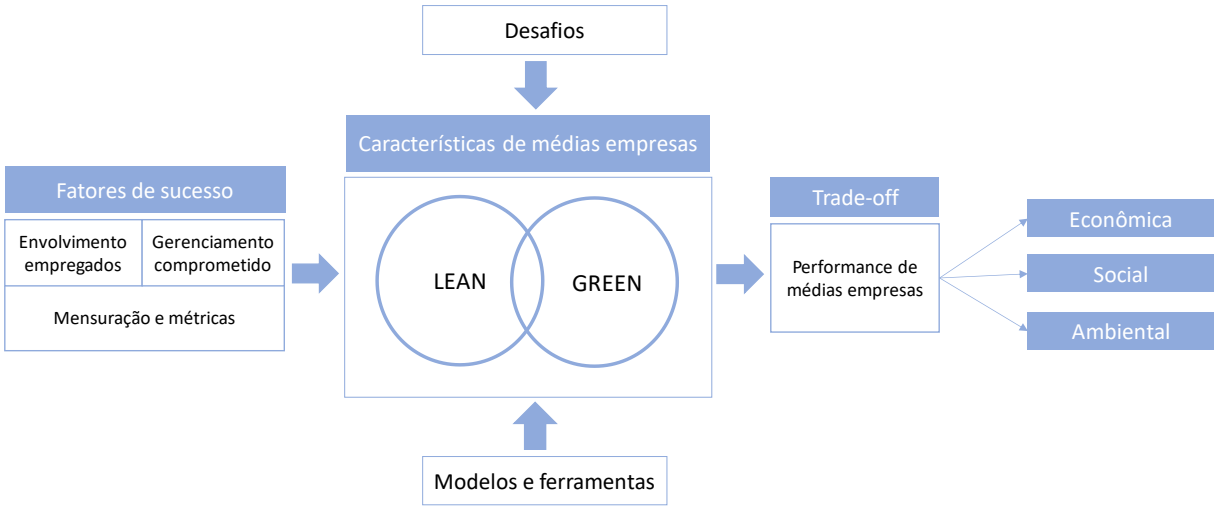
Tabela 1 – Artigos que relacionam lean manufacturing e sustentabilidade

	Artigo	Objetivo do artigo
1	Yang, Hong e Modi (2011)	Survey com várias empresas de setores distintos avaliando o **impacto do lean manufacturing e do gerenciamento ambiental** na performance das empresas
2	Martinez-Jurado e Moyano Fuentes (2014)	Avalia o estado da arte na pesquisa no **link entre gerenciamento lean, gerenciamento da cadeia de suprimentos e sustentabilidade**, identificado as relações
3	Jabbour et al. (2013)	Estudo de caso em empresas brasileiras com o objetivo de avaliar a influência do **gerenciamento ambiental na performance analisando a relação com o lean manufacturing** e gerenciamento humano
4	Piercy e Rich (2015)	Estudo de caso longitudinal com o objetivo de **investigar qual a relação entre a operação lean e a sustentabilidade operacional**
5	Hartino e Ciptomulyono (2015)	Revisão da literatura avaliando **a relação entre lean manufacturing e sustentabilidade na performance** da manufatura
6	Alves e Alves (2015)	Apresenta um **modelo gerenciamento de produção integrando os princípios lean manufacturing e sustentabilidade** suportado por uma cultura de transformação da empresa
7	Longoni e Cagliano (2015)	Aplicação de um estudo de caso com várias empresas com o objetivo de **avaliar o impacto do lean manufacturing nas estratégias de sustentabilidade ambiental e social**
8	Resta et al. (2017)	Desenvolve um modelo com aplicação de um estudo de caso avaliando **como o lean manufacturing afeta a criação dos valores sustentáveis (econômico, ambiental e social)**
9	Siegel et al. (2019)	Revisão da literatura com criação de um modelo de **integração do lean e sustentabilidade** para médias empresas
10	Henao, Sarache e Gómez (2019)	Revisão da literatura, no contexto da avaliação do **impacto da implantação da metodologia lean manufacturing na performance sustentáve**l das empresas

Fonte: Autor

Segundo Jabbour et al. (2013) não existem estudos que integrem a política de gerenciamento ambiental, desempenho operacional, lean manufacturing e recursos humanos. Cobert e Klassen (2006) relacionaram os dois conceitos no tema lean verde. Com o objetivo de encontrar uma precisa limitação em termos de lacuna na relação lean manufacturing e sustentabilidade Siegel et al. (2019) apresentaram o modelo da Figura 11.

Figura 11 – Modelo green-lean



Fonte: Autor “adaptado” de Siegel et al., 2019

No disclosure to third parties!

É necessário compreender a verdadeira natureza das operações lean manufacturing, bem como investigar os benefícios (ou não) dessa abordagem em uma ampla gama de questões de sustentabilidade (PIERCY; RICH, 2015).

De acordo com King e Lenox (2001) as empresas podem usar o lean manufacturing como um catalisador para melhorar as práticas ambientais, descrevendo os efeitos ecológicos como a boa divulgação pública das práticas lean. Martinez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014) identificaram três princípios subjacentes da complementaridade entre as práticas lean e green: redução de resíduos; foco centrado no processo; um alto nível de envolvimento e participação de pessoas.

Embora os pesquisadores reconheçam a sinergia entre a manufatura enxuta e verde, os conceitos em torno deste tópico permanecem não estruturados. Quando se trata de avaliação de desempenho, os elementos que permitem avaliar o desempenho integrado de lean e green ainda são desconhecidos, uma vez que cada sistema (enxuto e verde) tem uma lógica específica para avaliar o desempenho (FARIAS et al. 2019)

No entanto, apesar da evidência de relações positivas entre práticas lean e resultados ambientais, existem áreas onde as duas abordagens não podem ser combinadas devido a possíveis conflitos e trade-offs, resultando em relacionamentos complexos (ROTHENBERG; PIL; MAXWELL, 2001).

Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014) abordaram o gerenciamento da cadeia de suprimentos, vinculando esse conceito às práticas lean. Eles concluíram que são necessárias pesquisas complementares sobre as inter-relações entre lean manufacturing e as três dimensões do desempenho sustentável, especialmente o pilar social, pois o estudo abrange principalmente a sustentabilidade ambiental e a dimensão econômica (MARTÍNEZ LEON; CALVO-AMODIO, 2017).

Outra estrutura interessante para integração de lean manufacturing e sustentabilidade é proposta por Martínez Leon e Calvo-Amodio (2017). A pesquisa indica que essa integração não é trivial nem direta e sugerem seis proposições que podem facilitar esta integração: as proposições um e dois focam no alinhamento necessário entre as práticas do lean manufacturing e as de sustentabilidade; as proposições três e quatro relacionam-se à perspectiva ambiental, relacionada à gestão responsável de recursos nas práticas enxutas; a proposição cinco enfatiza a importância do componente humano; a proposição seis se concentra na necessidade de abordar a implementação de lean manufacturing de forma sistemática e estruturada.

Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM), considerado um ponto de partida para a implementação lean manufacturing, pode ser estendido para mapear os impactos ambientais em todo o ciclo de vida do produto, melhorando o desempenho ambiental (VINODH; RUBEN; ASOKAN, 2016). Treinamento de trabalhadores, capacitação, trabalho padronizado e

No disclosure to third parties!

gerenciamento visual tendem a proporcionar níveis mais altos de segurança do trabalhador (PIERCY; RICH, 2015), enquanto desenvolvimento de fornecedores (associado ao JIT e ao TQM) pode melhorar o desempenho ambiental, pois a sincronização com os fornecedores leva a menos superprodução e transporte.

Resta et al. (2017) realizaram um estudo de caso múltiplo em empresas de diferentes setores, explorando como a introdução de práticas de lean manufacturing contribuem para os objetivos de sustentabilidade. Suas descobertas apoiam a amplitude do relacionamento positivo entre o lean manufacturing e desempenho operacional, mas afirmam ainda que a adoção de práticas de recursos humanos ajuda a construir uma cultura enxuta na organização, impactando positivamente na performance social.

Sajan et al. (2017) encontraram em sua pesquisa efeitos positivos significativos do lean manufacturing nas três dimensões do TBL considerando as 252 pequenas e médias empresas indianas pesquisadas.

Segundo Henao, Sarache e Gómez (2018) existem várias questões de pesquisas a serem trabalhadas na relação lean manufacturing e sustentabilidade: o lean manufacturing ajuda a desenvolver capacidades cumulativas para gerenciar o desempenho econômico, ambiental e social?; as práticas ambientais e sociais são tratadas de maneira "contanto que valham a pena" pelas empresas?; os níveis mais altos de implementação da lean manufacturing impõem compromissos entre os recursos focados em resultados operacionais, ambientais e sociais?; quais problemas e desafios sociais surgem da implementação das práticas de lean manufacturing e como devem ser abordados?; o "encaixe na manufatura" pode ser considerado uma evolução adequada da lean manufacturing para o gerenciamento de questões de sustentabilidade e quais práticas devem ser consideradas / adicionadas como adequadas práticas?; o lean manufacturing pode ser configurado para funcionar em ambientes de baixa disponibilidade de recursos como uma filosofia de aprimoramento de desempenho a longo prazo?; o que as empresas pioneiras do lean manufacturing, como a Toyota, estão fazendo para lidar com a sustentabilidade?; Essas práticas já são conhecidas e implementadas pelas empresas ocidentais?; é possível projetar uma métrica holística de desempenho sustentável, usando a perspectiva TBL, que forneça resultados comparáveis entre diferentes empresas?

Segundo Resta et al (2017) uma das estruturas mais adotadas para implementar e medir a sustentabilidade dentro da gestão de operações foi desenvolvida pelo Global Reporting Initiative (GRI 2015). Este modelo é composto por 14 categorias que são divididas entre os três pilares da sustentabilidade. As categorias incluídas neste modelo são:

1. Sustentabilidade ambiental: uso de recursos, emissão ao ar, emissão para a água e emissão para a terra;

No disclosure to third parties!

2. Sustentabilidade social: emprego, relação trabalhista, segurança e saúde trabalho, treinamento e educação, diversidade e igualdade de oportunidade, igualdade de remuneração entre homens e mulheres e mecanismo de queixas e reclamações relacionados a práticas trabalhistas.
3. Sustentabilidade econômica: valor econômico gerado e distribuído.

A Figura 12 apresenta o modelo de relação entre lean manufacturing e sustentabilidade, proposto por Resta et al. (2017).

Figura 12 – Modelo de relação entre lean manufacturing e sustentabilidade

Fonte: Autor “adaptado” de Resta et al., 2017

Resta et al. (2017) concluíram que a adoção de lean manufacturing por uma empresa é frequentemente o primeiro passo em direção à sustentabilidade, desde que exista integração estratégica clara dos objetivos lineares e de sustentabilidade. Os resultados pautam que a filosofia lean manufacturing cria um ambiente favorável para a transição para a sustentabilidade, uma vez que é baseado em melhoria contínua. Por outro lado, a sustentabilidade pode ser um motivador mais poderoso que o lean manufacturing, porque inspira a consciência humana para se preocupar com a saúde das pessoas e o planeta. A Figura 13 sumariza o impacto do pacote lean nas dimensões de sustentabilidade (RESTA et al, 2017).

No disclosure to third parties!

Figura 13 – O impacto do pacote lean nas dimensões da sustentabilidade

		Impactos		
		Econômico	**Ambiental**	**Social**
Pacotes Lean	**JIT**	Baixo custo devido ao baixo WIP. Estoques, tempo de fabricação e espaço ocupado	Pouca perda e melhor eficiência com uso de recursos	Altos níveis de segurança e ergonomia, baixo número de acidentes e dores musculares e altos níveis de estress pela maioria dos funcionários
	TQM	Alta qualidade (baixo custo não qualidade e alta rototividade)	Baixa perdas e incremento do consumo de energia	Redução dos riscos para empregados e alta satisfação dos empregados
	TPM	Alta eficiência (baixo custo) e alta qualidade (baixo custo não qualidade e alta rototividade)	Baixa perdas e incremento do consumo de energia	Baixo risco para empregados e redução nível de estress
	HRM	Orientação de longo prazo	Não evidenciado	Alto comprometimento/ satisfação e baixo nível de estress

Fonte: Autor “adaptado” de Resta et al., 2017

Resta et al. 2017 concluíram também que o potencial retorno positivo da implementação de um sistema lean manufacturing não é meramente econômico, para o qual tal transformação geralmente é realizada, mas também apresenta impactos sociais e ambientais. Curiosamente, as práticas de recursos humanos são consideradas visando resultados positivos no longo prazo, porque eles contribuem para a construção de uma cultura enxuta dentro da organização. Por esse motivo, o social também foi considerado positivamente afetado pela metodologia lean manufacturing. Conclui-se que a adoção de lean manufacturing por uma empresa é frequentemente o primeiro passo em direção à sustentabilidade, desde que exista integração estratégica clara dos objetivos lineares e de sustentabilidade desde o início.

No disclosure to third parties!

6 METODOLOGIA DE PESQUISA

6.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Um trabalho científico tem início com a definição do foco da pesquisa, ou seja, o tema a ser pesquisado, o que leva à definição do método a ser utilizado (CRESWELL, 2014). O ponto de partida é a construção do referencial teórico para explicar os principais construtos e as relações entre eles (GHAURI; GRONHAUG, 2010; VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002). A construção do referencial teórico é feita por meio das varreduras horizontal e vertical da literatura (FLEURY, 2010). A varredura horizontal é motivada pela inquietação (primeiras ideias) e se caracteriza por uma busca mais abrangente. A varredura vertical se caracteriza por uma busca diretamente relacionada ao objetivo definido, com o intuito de analisar de maneira crítica a teoria envolvida com o problema de pesquisa (FLEURY, 2010).

Partindo de uma busca na base de dados Web of Science, é possível obter as seguintes redes de citações no software Vosviewer: publicações em coautoria (autores, organizações, países); ocorrência das palavras-chave nos textos; ocorrência de palavras nos títulos e resumos; citações, ou seja, um item citando o outro (documentos, fontes, autores, organizações, países)..

Uma metodologia de pesquisa sistemática é usada para garantir a consistência e a qualidade do trabalho desenvolvido e fornecer um exame adequado das decisões, procedimentos e conclusões (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003).

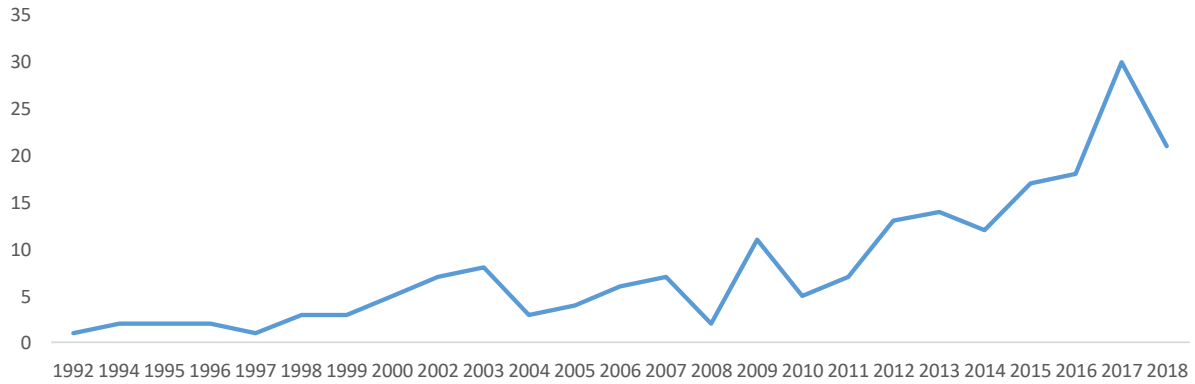
A base de dados escolhida para a amostra inicial foi a Web of Science e a busca foi realizada em maio de 2018 com o termo “Lean Manufacturing” no título, o que resultou em uma amostra de 204 artigos publicados.

6.1.1 Análise das publicações

A primeira análise foi a de publicações por ano (Ver Figura 14). Nota-se um pico de publicações no ano de 2017 e uma média de aproximadamente 15 publicações nos últimos 8 anos.

No disclosure to third parties!

Figura 14 – Publicações por ano



Fonte: Autor

A segunda análise foi a de periódicos por ano, a qual permitiu identificar os periódicos que mais publicaram, bem como a evolução destas publicações ao longo dos anos (Ver Tabela 2). Foram considerados apenas os periódicos com pelo menos 2 publicações. Um grupo de 7 periódicos (com pelo menos 5 publicações) concentra aproximadamente 27% do total de 204 publicações.

Tabela 2 – Publicações por periódico e ano – Mínimo de 2 publicações

Periódico	Ano																							
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
International Journal of Production Research							1		1		1		1		1	1		2	2	3	2		1	1	17
Manufacturing Engineering	1				1		1	2		1			1	1		1									9
International Journal of Operations & Production Management	1								2								1				1			2	7
International Journal of Advanced Manufacturing Technology															2					2		1	1		6
Production Planning & Control						1									1		1	1			1			1	6
Computers & Industrial Engineering			2														1				1		1		5
International Journal of Lean Six Sigma																						4		1	5
3c Tecnologia																					2	2			4
International Journal of Production Economics													1				1			1				1	4
Journal of Cleaner Production																		1	1				2		4
Journal of Manufacturing Technology Management																							4		4
Aircraft Engineering and Aerospace Technology								2	1																3
LIE Solutions				1	1	1																			3
Industrial Management & Data Systems									1										1			1			3
International Journal of Computer Integrated Manufacturing									1									1						1	3
International Journal of Productivity and Performance Management																						1		2	3
Journal of Industrial Engineering and Management-Jiem																						1	2		3
Journal of Manufacturing Systems												1											1	1	3
Robotics and Computer-Integrated Manufacturing								1						1									1		3
3c Empresa																							2		2
Aerospace America		1					1																		2
Forest Products Journal									1			1													2
Human Factors and Ergonomics In Manufacturing										1	1														2
International Journal for Quality Research																						1	1		2
International Journal of Engineering Research In Africa																						2			2
International Journal of Technology Management																		1				1			2
Journal of Operations Management									1											1					2
Tekstil Ve Konfeksiyon																		1			1				2

Fonte: Autor

No disclosure to third parties!

6.1.2 Análise das citações

A Tabela 3 apresenta a relação de artigos mais citados. Foram considerados os artigos que receberam ao menos 50 citações (17 artigos). Este grupo de 17 artigos receberam aproximadamente 67% do total de 3.901 citações dos 204 artigos. Nota-se que não houve concentração dos artigos mais citados em um grupo específico de autores, bem como de periódicos ou áreas. Isso reforça o fato de que o tema lean manufacturing é multidisciplinar e pode ser aplicado em diferentes áreas.

No disclosure to third parties!

Tabela 3 – Artigos mais citados - mínimo de 50 citações

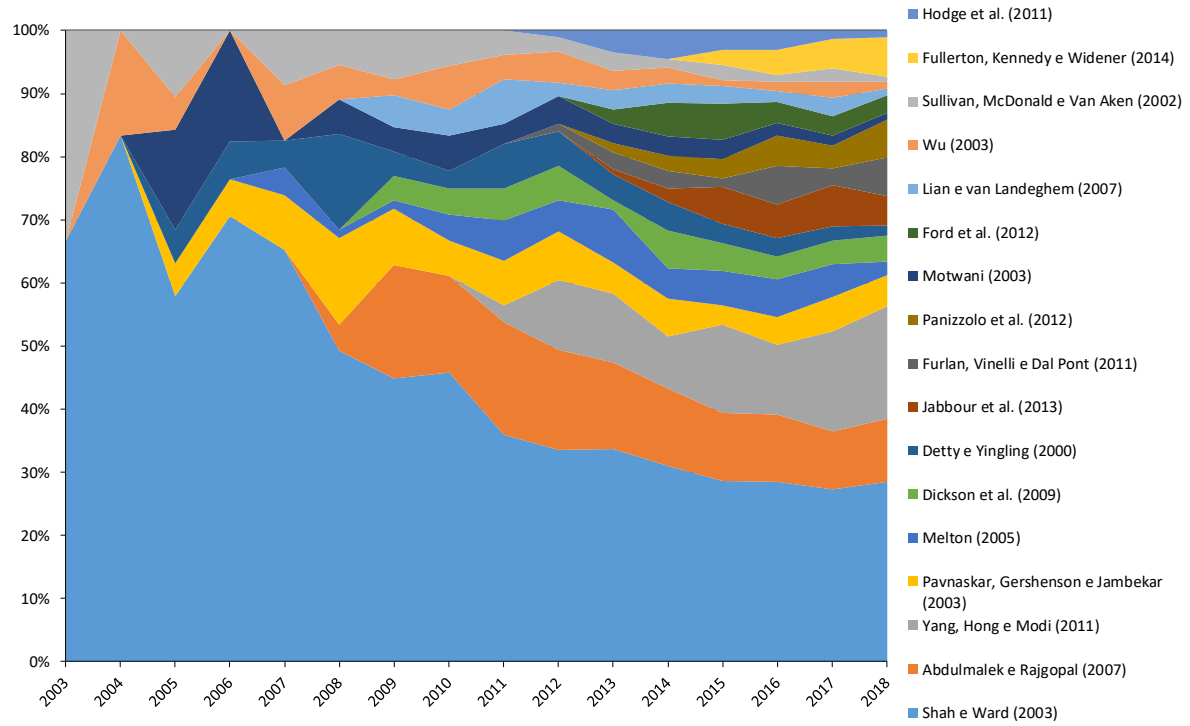
Artigo	Título	Periódico	Citações
Shah e Ward (2003)	Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance	Journal of Operations Management	838
Abdulmalek e Rajgopal (2007)	Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study	International Journal of Production Economics	298
Yang, Hong e Modi (2011)	Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms	International Journal of Production Economics	283
Pavnaskar, Gershenson e Jambekar (2003)	Classification scheme for lean manufacturing tools	International Journal of Production Research	144
Melton (2005)	The benefits of lean manufacturing - What lean thinking has to offer the process industries	Chemical Engineering Research & Design	125
Dickson et al. (2009)	Application of lean manufacturing techniques in the emergency department	Journal of Emergency Medicine	101
Detty e Yingling (2000)	Quantifying benefits of conversion to lean manufacturing with discrete event simulation: a case study	International Journal of Production Research	97
Jabbour et al. (2013)	Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing	Journal of Cleaner Production	86
Furlan, Vinelli e Dal Pont (2011)	Complementarity and lean manufacturing bundles: an empirical analysis	International Journal of Operations & Production Manageme	76
Panizzolo et al. (2012)	Lean manufacturing in developing countries: evidence from Indian SMEs	Production Planning & Control	73
Motwani (2003)	A business process change framework for examining lean manufacturing: a case study	Industrial Management & Data Systems	73
Ford et al. (2012)	Reducing Door-to-Needle Times Using Toyota's Lean Manufacturing Principles and Value Stream Analysis	Stroke	72
Lian e van Landeghem (2007)	Analysing the effects of Lean manufacturing using a value stream mapping-based simulation generator	International Journal of Production Research	68
Wu (2003)	Lean manufacturing: a perspective of lean suppliers	International Journal of Operations & Production Manageme	66
Sullivan, McDonald e Van Aken (2002)	Equipment replacement decisions and lean manufacturing	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing	63
Fullerton, Kennedy e Widener (2014)	Lean manufacturing and firm performance: The incremental contribution of lean management accounting practices	Journal of Operations Management	62
Hodge et al. (2011)	Adapting lean manufacturing principles to the textile industry	Production Planning & Control	53

Fonte: Autor

No disclosure to third parties!

Na Figura 15 é possível visualizar a evolução das citações destes 17 artigos mais citados, entre os anos de 2003 e 2018. Esta figura permite a análise da relevância destes artigos mais citados ao longo dos anos. Um exemplo disso é o artigo Shah e Ward (2003). Apesar de ele se mostrar bastante relevante entre 2003 e 2007, onde apenas 6 dos 17 artigos receberam citações, ele se mantém relevante e bastante citado até hoje. Este artigo trata da relação entre três fatores (tamanho da empresa em números de funcionários, idade da fábrica e status de sindicalização) com a provável implantação das 22 práticas de manufatura que são chaves para a metodologia lean manufacturing. Outro exemplo é o artigo Yang, Hong e Modi (2011) que apresenta um survey aplicado em 309 empresas de vários setores com o objetivo de validar hipóteses associadas a relação entre as práticas lean manufacturing, gerenciamento do clima organizacional e a performance do negócio.

Figura 15 – Evolução das citações dos 17 artigos mais citados



Fonte: Autor

A Tabela 4 apresenta a relação dos artigos mais recentes. Foi realizada uma análise detalhada nos 18 artigos publicados entre 2015 e 2018. Importante ressaltar que esta análise foi inicial. Ao longo do desenvolvimento deste trabalho foram consultados artigos publicados até março de 2020.

No disclosure to third parties!

Tabela 4 – Artigos mais recentes

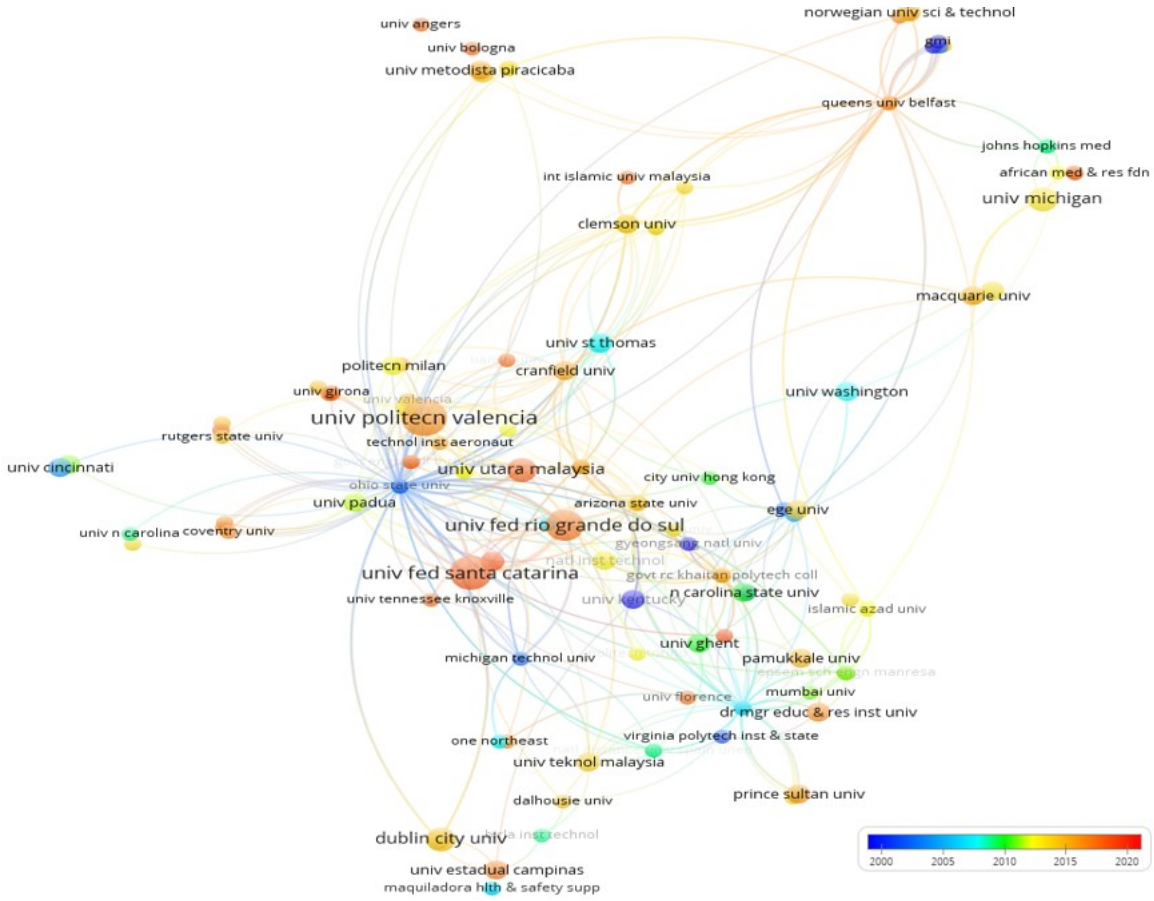
Artigo	Título	Periódico
Onyeocha, Khoury e Geraghty (2015)	Evaluation of multi-product lean manufacturing systems with setup and erratic demand	Computers & Industrial Engineering
Longoni e Cagliano (2015)	Cross-functional executive involvement and worker involvement in lean manufacturing and sustainability alignment	International Journal of Operations & Production Management
Alves e Alves (2015)	Production management model integrating the principles of lean manufacturing and sustainability supported by the cultural transformation of a company	International Journal of Production Research
Marin-Garcia e Bonavia (2015)	Relationship between employee involvement and lean manufacturing and its effect on performance in a rigid continuous process industry	International Journal of Production Research
Panwar et al. (2015)	On the adoption of lean manufacturing principles in process industries	Production Planning & Control
Anholon e Sano (2016)	Analysis of critical processes in the implementation of lean manufacturing projects using project management guidelines	International Journal of Advanced Manufacturing Technology
Abdelhad (2016)	Using lean manufacturing as service quality benchmark evaluation measure	International Journal of Lean Six Sigma
Zahraee (2016)	A survey on lean manufacturing implementation in a selected manufacturing industry in Iran	International Journal of Lean Six Sigma
Nawanir, Lim e Othman (2016)	Lean manufacturing practices in Indonesian manufacturing firms Are there business performance effects?	International Journal of Lean Six Sigma
Eaidgah et al. (2016)	Visual management, performance management and continuous improvement A lean manufacturing approach	International Journal of Lean Six Sigma
Botti, Mora e Regattieri (2017)	Integrating ergonomics and lean manufacturing principles in a hybrid assembly line	Computers & Industrial Engineering
Tortorella, Vergara e Ferreira (2017)	Lean manufacturing implementation: an assessment method with regards to socio-technical and ergonomics practices adoption	International Journal of Advanced Manufacturing Technology
Johansson e Osterman (2017)	Conceptions and operational use of value and waste in lean manufacturing - an interpretivist approach	International Journal of Production Research
Tortorella e Cauchick (2018)	Teaching lean manufacturing at a postgraduate level: Integrating traditional teaching methods and problem-based learning approach	International Journal of Lean Six Sigma
van der Steen e Tillema (2018)	Controlling lean manufacturing in multidivisional organisations: Highlighting local interests and constraints	International Journal of Operations & Production Management
Tortorella et al. (2018)	Lean manufacturing implementation: leadership styles and contextual variables	International Journal of Operations & Production Management
Buer, Strandhagen e Chan (2018)	The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda	International Journal of Production Research
Bellisario e Pavlov (2018)	Performance management practices in lean manufacturing organizations: a systematic review of research evidence	Production Planning & Control

Fonte: Autor

No disclosure to third parties!

As informações da amostra de 204 artigos foram exportadas da Web of Science e importadas no software Vosviewer. A primeira rede analisada foi a de citações (organizações) (Ver Figura 16).

Figura 16 – Rede de citações (organizações)



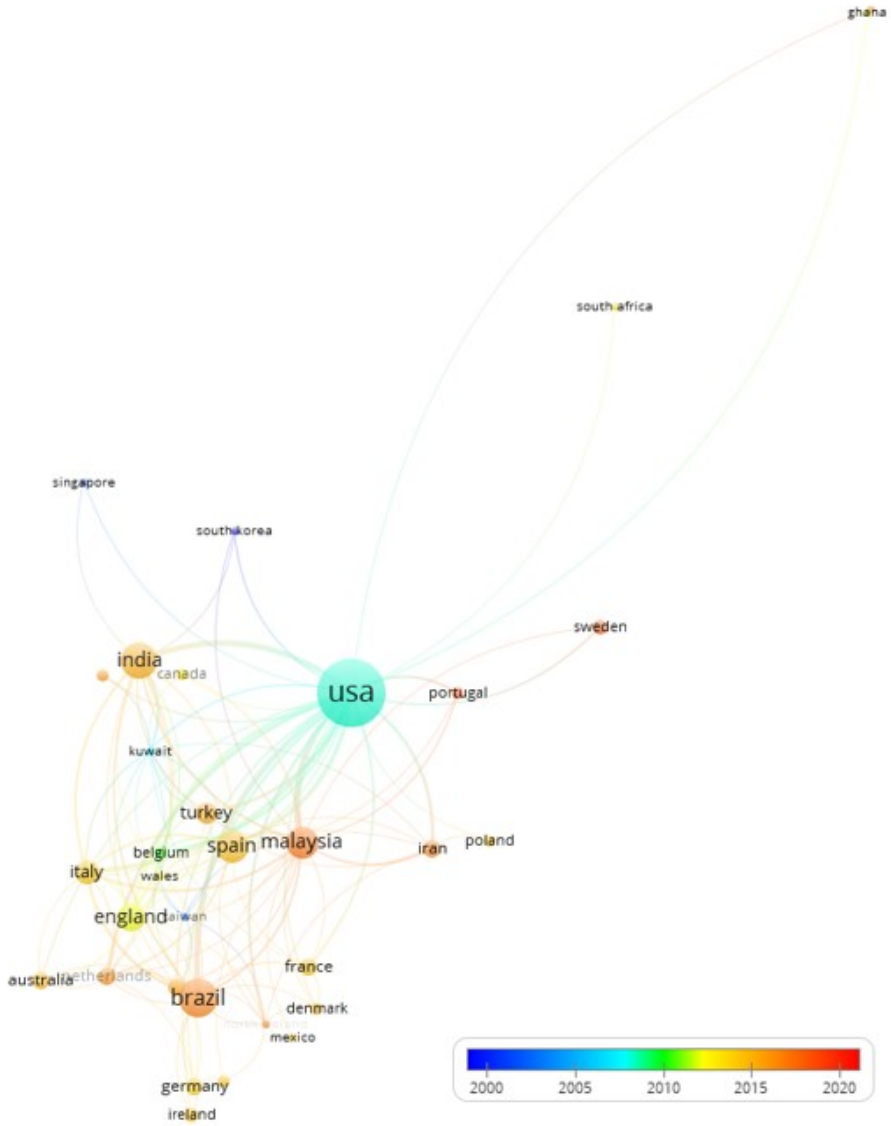
Fonte: Autor. Mínimo de duas citações. As cores representam uma escala temporal.

Nota-se uma extensa rede de estudos sobre o assunto lean manufacturing, onde se destacam sete grandes organizações conectando os principais clusters, sendo elas: Universidade Politécnica de Valencia, Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Utara da Malásia, Universidade de Michigan, Universidade da Cidade de Dublin e Universidade Metodista de Piracicaba. Três delas são brasileiras, o que demonstra um papel importante do Brasil nas pesquisas relacionadas ao lean manufacturing.

A Figura 17 apresenta a rede de citações (países). Nota-se um destaque dos Estados Unidos nesta rede, não apenas como um dos países com maior número de citações, mas também como um país importante na conexão entre grupos de países. O Brasil também se destaca nesta rede, aparecendo com muitas citações, bem conectado e com pesquisas atuais. Além dos Estados Unidos e Brasil, também se destacam Índia, Espanha e Malásia.

No disclosure to third parties!

Figura 17 – Rede de citações (países)

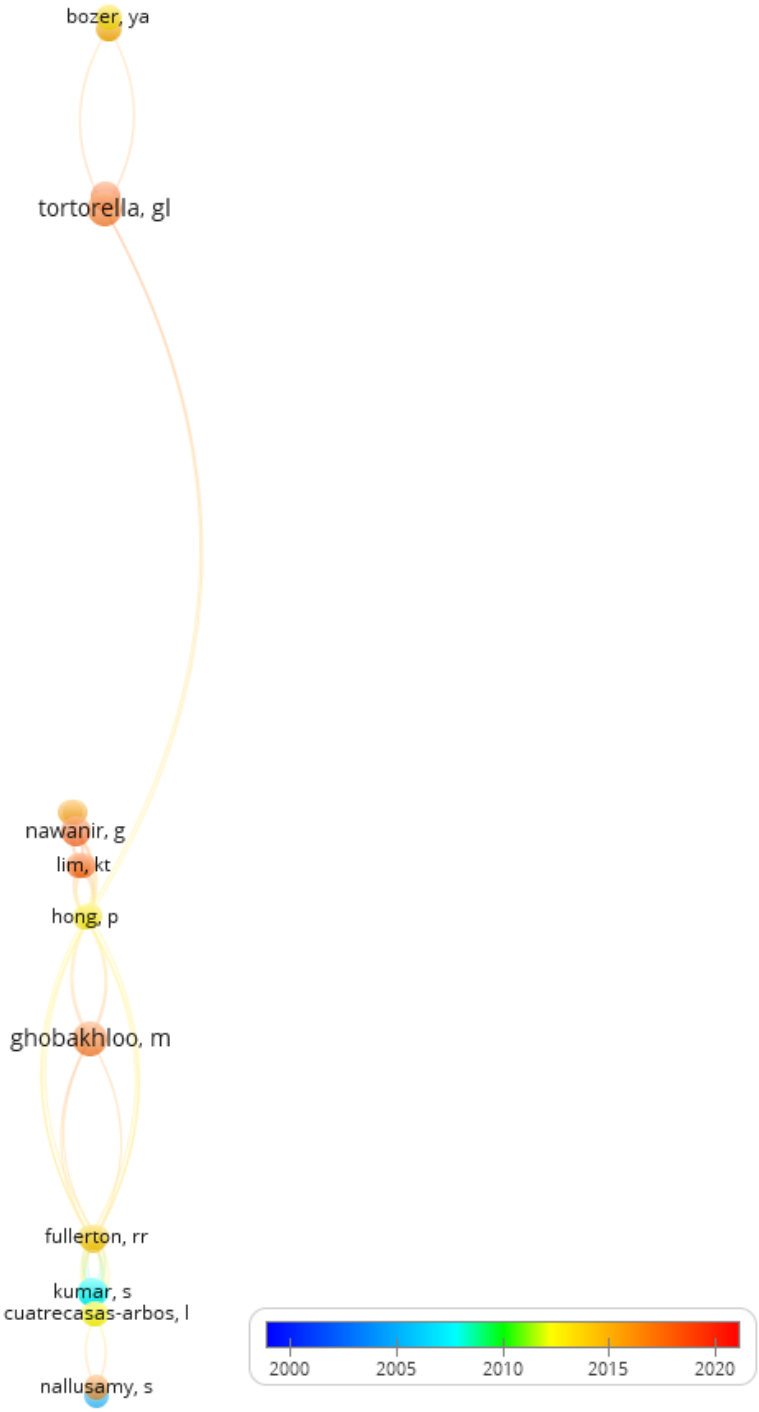


Fonte: Autor. Mínimo de uma citação. As cores representam uma escala temporal.

A Figura 18 apresenta e rede de citações (autores). Nota-se que os autores de maior destaque nesta rede são os que contém publicações recentes e que apareceram também na Tabela 4 (artigos mais recentes), como Guilherme Luz Tortorella e Gusman Nawanir.

No disclosure to third parties!

Figura 18 – Rede de citações (autores)



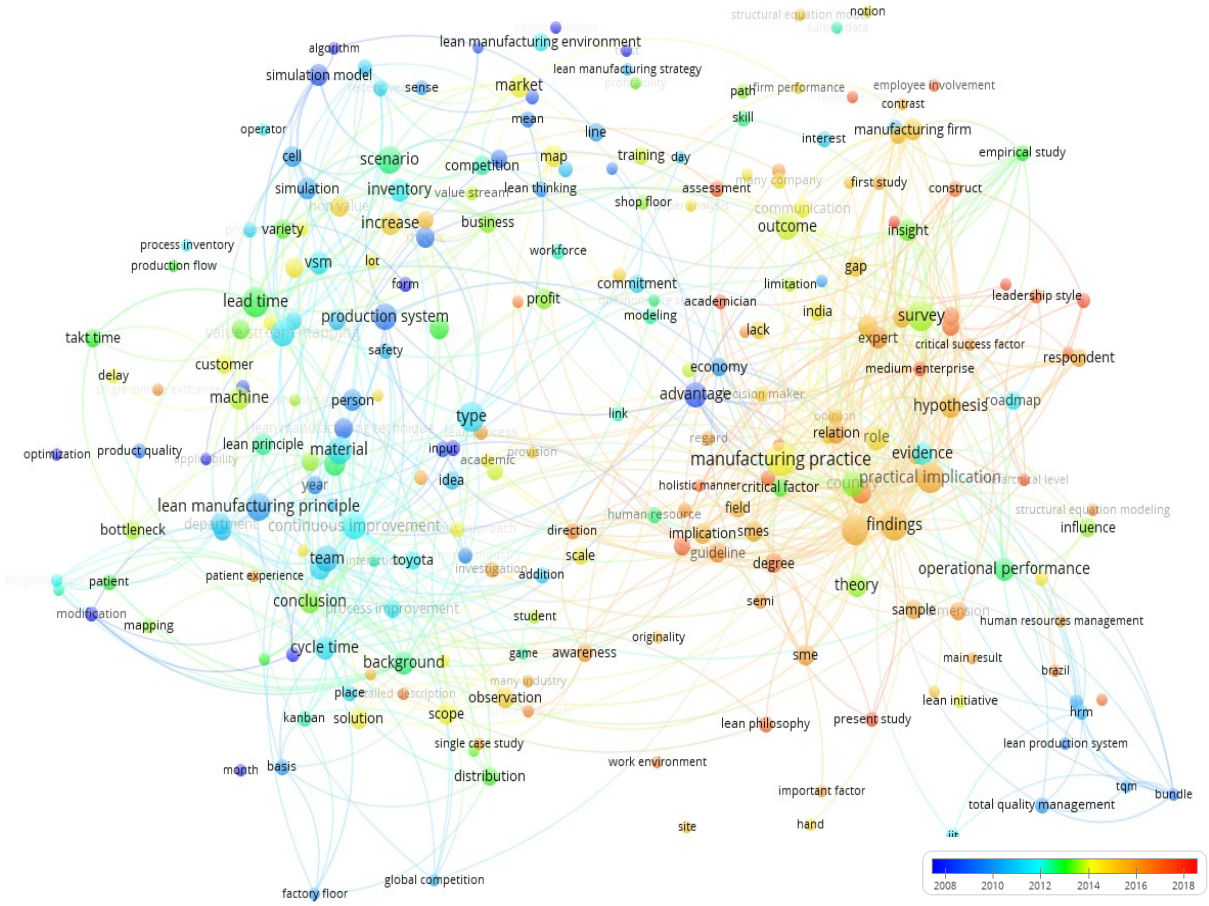
Fonte: Autor. Mínimo de duas citações. As cores representam uma escala temporal.

A análise seguinte é a ocorrência de palavras contidas nos títulos e resumos (Ver Figura 19). Um ponto a ser observado em uma análise temporal é que as pesquisas anteriores a 2012 estão mais relacionadas ao entendimento da metodologia lean manufacturing, com termos como por exemplo: lean manufacturing principle, lean manufacturing environment, production system, cell, simulation model etc. Já entre 2012 e 2014 as palavras utilizadas estão mais relacionadas às ferramentas e linha de produção, como por exemplo: lead time, takt time, machine, production flow etc. A partir de 2014 as pesquisas apresentaram uma visão mais

No disclosure to third parties!

focada no entendimento do impacto da utilização do lean manufacturing, como por exemplo: implication, critical success factor, finding, practical implication, performance operations, evidence, outcome etc.

Figura 19 – Rede de ocorrência de palavras contidas nos títulos e resumos

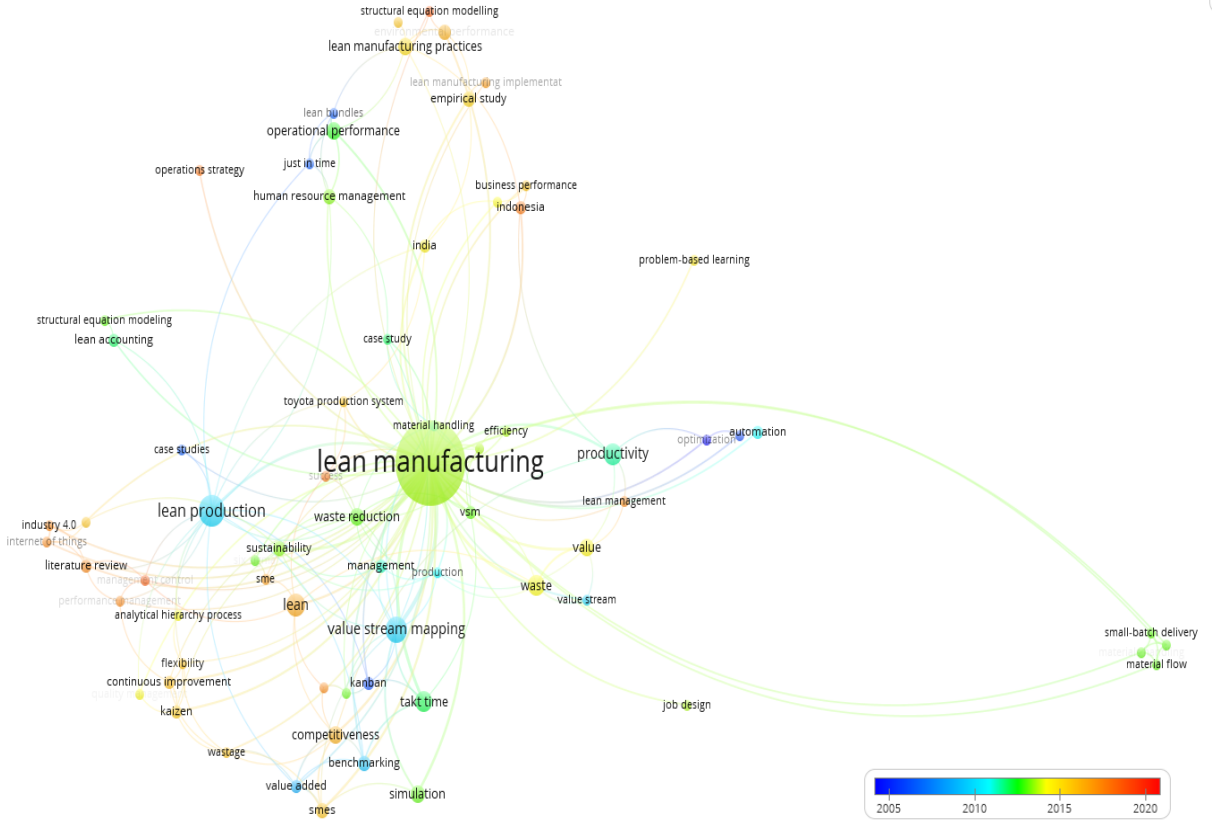


Fonte: Autor. Mínimo de três ocorrências. As cores representam uma escala temporal.

A Figura 20 apresenta a rede de citações (palavras-chave). Nota-se que para o termo lean manufacturing foram utilizadas palavras-chave similares, como lean production, e lean manufacturing practices. Tal análise auxilia o pesquisador na identificação de termos similares ou até mesmo de novas palavras-chaves relevantes no contexto. Em uma análise temporal pode-se pontuar que a pesquisa acadêmica durante o período entre 2005 e 2010 focou na avaliação da aplicação das ferramentas, utilizando palavras-chave como Kanban e Just in Time. Entre 2010 e 2015 surgem palavras relacionadas ao meio ambiente, como sustainability e waste reduction. Entre 2015 e 2018 aparecem palavras como competitiveness e continuous improvement.

No disclosure to third parties!

Figura 20 – Rede de citações (palavras-chave)



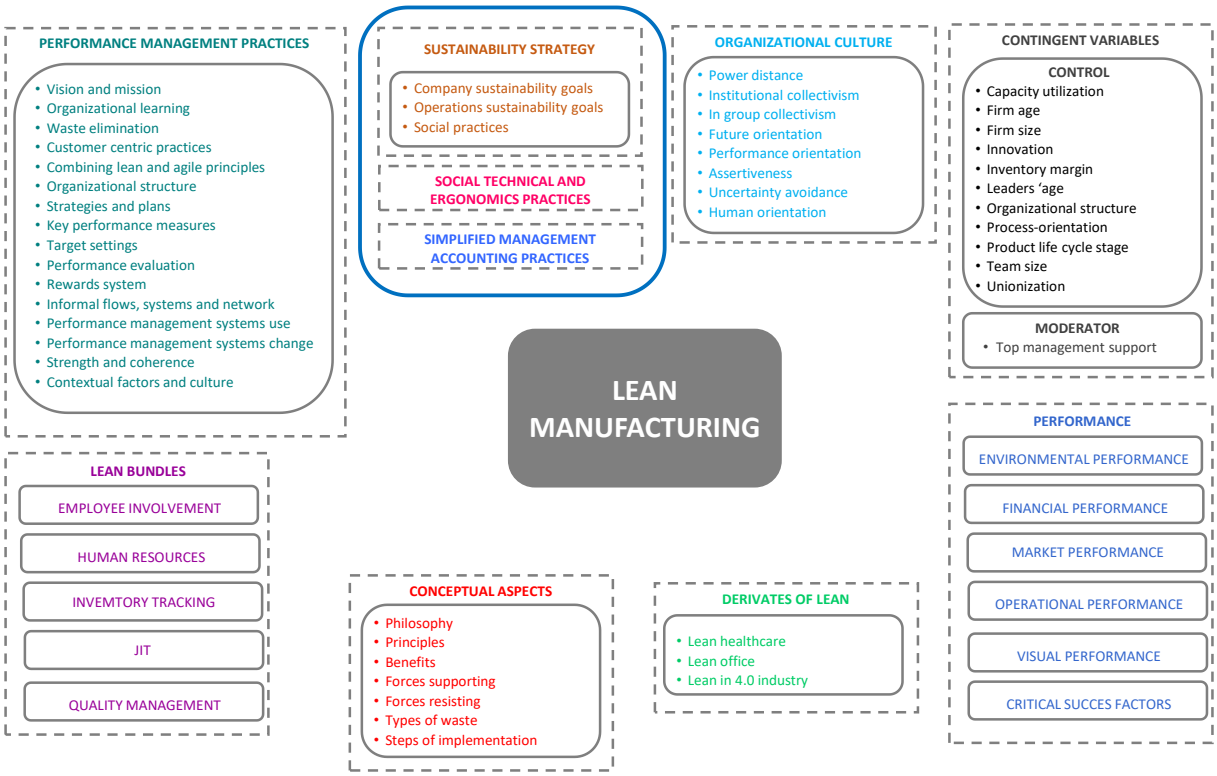
Fonte: Autor. Mínimo de duas citações. As cores representam uma escala temporal.

6.1.3 Construção do referencial teórico

Com base na revisão sistemática de literatura realizada, a Figura 21 apresenta um quadro conceitual do tema lean manufacturing.

No disclosure to third parties!

Figura 21 – Quadro conceitual do tema lean manufacturing



Fonte: Autor

Os principais temas que são apoiados pela maioria das referências bibliográficas analisadas durante a pesquisa dizem respeito: aos setores e unidades de produção onde o lean manufacturing é implementado; aos fatores que afetam sua implementação; às principais ferramentas utilizadas em sua implementação; à relação do fator humano e a sustentabilidade dentro do ambiente lean manufacturing; à avaliação dos resultados da implantação das estratégias das empresas relacionando as políticas de sustentabilidade.

A revisão sistemática de literatura permitiu identificar a necessidade de pesquisas empíricas qualitativas e quantitativas que analisem a relação da estratégia de operações pautada na estratégia de sustentabilidade da companhia com o suporte da metodologia lean manufacturing. Em função desta lacuna, foi realizada uma análise de conteúdo nos textos advindos da revisão sistemática de literatura que tratavam da relação lean manufacturing e sustentabilidade (Ver Tabela 1).

Dos modelos já testados e validados na literatura, o modelo da pesquisa realizada por Resta et al. (2017) apresentado na Figura 22 é o mais detalhado, que engloba as variáveis e as relações dos demais modelos e o mais recomendado para uma pesquisa com abordagem qualitativa.

No disclosure to third parties!

Figura 22 – Modelo a ser testado empiricamente

Fonte: Autor

O referencial teórico foi então subdividido, em um primeiro momento, nas práticas da metodologia lean que são utilizadas para medir o nível de implementação desta mentalidade que são JIT, TQM, TPM e HRM. Em um segundo momento o estudo foi planejado considerando o envolvimento nos conceitos do triple bottom line (sustentabilidade ambiental e social), independente do produto ou atividade pesquisada. Por último, o planejamento envolve a análise de como a implementação da metodologia lean manufacturing afeta a estratégia de sustentabilidade das empresas pesquisadas.

6.2 PESQUISA DE CAMPO

O objetivo deste trabalho foi avaliar como a implementação da metodologia lean manufacturing impacta a estratégia de sustentabilidade das empresas do setor automobilístico no estado de São Paulo que tem sua manufatura pautada no processamento de borracha.

Para responder ao objetivo desta pesquisa, optou-se pelo método de pesquisa estudo de caso, com abordagem qualitativa. Segundo Eisenhardt (1989), o estudo de caso é um método de pesquisa com ênfase no entendimento das dinâmicas em um determinado contexto. Miguel (2010) complementa afirmando que o estudo de caso é um estudo de natureza empírica, que investiga problemas inseridos em um contexto real.

O estudo de caso é a metodologia ideal para quando é necessária uma investigação holística e aprofundada. No entanto, é desenvolvida para apresentar as informações do ponto de vista dos participantes, usando múltiplas fontes de dados. Se colocam questões do tipo “como” e “por que” e normalmente o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos (YIN, 2016).

Yin (2016) define o estudo de caso como uma investigação empírica que analisa um fenômeno em que o contexto não está claramente definido. Em sua forma mais simples,

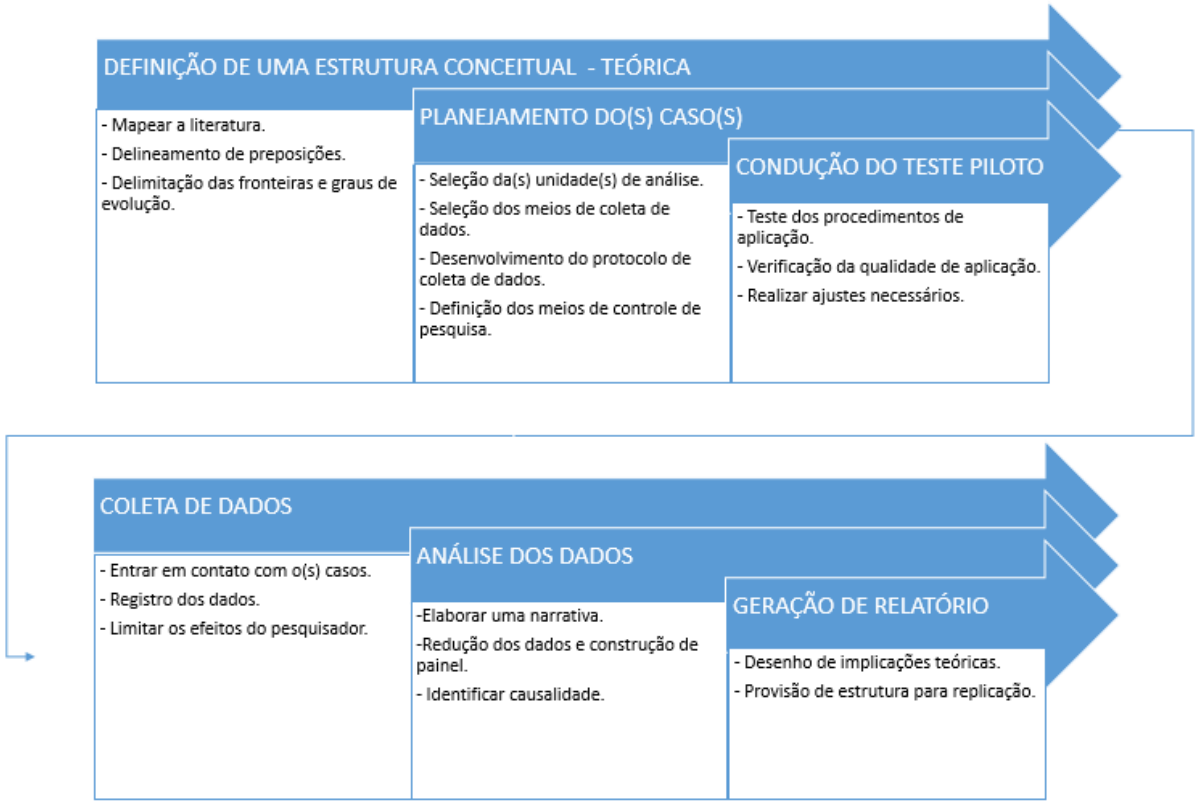
No disclosure to third parties!

conduzir um estudo empírico significa definir algo para ser investigado, coletar os dados relevantes, analisar e interpretar os resultados, e extrair conclusões baseadas nos resultados empíricos.

Yin (2016) identificou alguns tipos específicos de estudos de caso: exploratório, explicativo e descritivo. Caso exploratório às vezes é considerado como um prelúdio para a pesquisa, ou seja, pode ser usado para testar as perguntas norteadoras do projeto, as hipóteses e, principalmente, os instrumentos e procedimentos. Estudos de casos explicativos podem ser usados para realizar investigações causais e os casos descritivos requerem uma teoria descritiva a ser desenvolvida antes de iniciar o projeto.

A Figura 23 apresenta as etapas para o desenvolvimento do estudo de caso.

Figura 23 – Etapas do desenvolvimento do estudo de caso



Fonte: Autor “adaptado” de Miguel, 2010

6.3 PROTOCOLO DE PESQUISA

O protocolo de pesquisa aplicado foi o mesmo utilizado na pesquisa realizada por Resta et al. (2017), com o consentimento dos próprios autores, conforme Apêndice A. Não houve um teste piloto do protocolo, uma vez que o mesmo já havia sido validado na pesquisa de Resta et al. (2017).

Desta forma, buscando-se uma melhor validação e aprofundamento do estudo, foram escolhidas quatro principais empresas do setor automotivo, presentes no estado de São Paulo, que apresentam seu core business na processabilidade da borracha (Tabela 5). A primeira

No disclosure to third parties!

empresa avaliada é a maior fabricante mundial de sistema de vedação (retentores e juntas) para conjuntos de powertrain (motores, caixas de transmissão e sistemas de eixos), atendendo mercado OEM e de reposição no Brasil e com várias plantas de manufaturas espalhadas pelo mundo, todavia, a pesquisa apresentada será apenas da manufatura da planta do Brasil. A segunda empresa atua no mercado nacional de condução de fluidos para motores à combustão (mangueiras de borracha reforçadas) atende apenas mercado original e apresenta apenas uma planta de manufatura. A terceira empresa também atua no mercado de sistemas de vedação, suprindo o mercado OEM e de reposição onde é líder nacional, atua com duas plantas de manufatura e tem seu capital social 100% brasileiro. Por fim, a quarta empresa atua apenas no mercado OEM oferecendo produtos para sistema de vibração para veículos leves e pesados, sendo líder de mercado e uma empresa multinacional de capital alemão. Todas estas empresas apresentam em sua manufatura a processabilidade da borracha, seja por processo de injeção, compressão ou extrusão.

Tabela 5 – Relação das empresas a serem pesquisadas

Empresa	Produto	Localização	País de origem
A	Sistema de vedação	Diadema	Alemanha
B	Sistema de condução	Diadema	Brasil
C	Sistema de vedação	Mogi Mirim	Brasil
D	Sistema de autovibração	Taubaté	Alemanha

Fonte: Autor

O critério utilizado para a escolha das empresas foi baseado no nível de utilização da metodologia lean manufacturing, sendo que tais empresas apresentam níveis e tempos de implantação diferentes, apresentando desta forma um campo fértil a ser explorado durante a pesquisa de campo. As empresas selecionadas apresentam a implantação da metodologia lean manufacturing e são certificadas na norma ISO 14.000 outra premissa adotada para a escolha das empresas. Todas atuam no setor automotivo na região do estado de São Paulo. Essas indústrias apresentam como característica comum a manufatura pautada no processamento de borracha, fornecedores de sistemas de vedação, antivibração ou condução do sistema de motorização ou de carroceria dos veículos.

No disclosure to third parties!

6.4. COLETA DE DADOS

Para realizar a pesquisa, foram utilizadas várias fontes de coletas de dados, como as entrevistas realizadas com os gestores das empresas, as observações executadas durante as visitas no chão de fábrica e os documentos fornecidos pelas empresas, tais como relatórios; licenças; certificações; demonstrativos de resultados; gráficos de indicadores da gestão industrial e ambiental; registros de auditorias internas e externas; pesquisa de satisfação de funcionários, etc. As diversas fontes de evidências permitiram um processo de triangulação de dados promovendo um robusto conjunto de informações.

As empresas não autorizaram nenhuma gravação de áudio ou imagem. Todavia o protocolo de pesquisa foi enviado com antecedência de 20 dias da data de realização da entrevista, proporcionando ao respondente uma análise antecipada do conteúdo das questões, otimizando o tempo da entrevista.

O período de entrevistas e coleta de dados se desenvolveu ao longo dos meses de junho a agosto de 2020. Diante do contexto da pandemia de Covid, optou-se por trabalhar dados informações da empresa até o primeiro semestre de 2020, onde os resultados ainda não haviam sofrido nenhum impacto decorrente do contexto da pandemia.

Vale salientar que a realização da pesquisa de campo ocorreu em plena pandemia de COVID 19, em que houve recomendação por parte do Ministério da Saúde do governo brasileiro e da Secretaria da Saúde do estado de São Paulo quanto ao isolamento social com o objetivo de reduzir a transmissão do vírus e consequentemente evitar o colapso hospitalar e preservar vidas. Diante disso, foram utilizados recursos como fone conferência, mensagens de texto e troca de arquivos eletrônicos associados a protocolos sanitários de forma a cumprir com o rigor acadêmico necessário para a realização do trabalho.

Foram realizadas quatro entrevistas na empresa A, duas entrevistas na empresa B, três entrevistas na empresa C e três na empresa D. O conteúdo das entrevistas foi transcrito e enviado aos respondes para validação, evitando qualquer interpretação equivocada das informações.

Os dados foram organizados e todo o conteúdo foi analisado. Num primeiro momento os dados foram analisados em cada uma das empresas e posteriormente houve uma análise comparativa entre elas.

No disclosure to third parties!

7 EMPRESAS ESTUDAS

7.1 EMPRESA A – SISTEMA DE VEDAÇÃO

A primeira empresa é uma multinacional alemã focada na produção de sistema de vedação (retentores e juntas) para conjuntos de powertrain (motores, caixas de transmissão e sistemas de eixos), atendendo mercado OEM (Original Equipment Manufacturer) e de reposição no Brasil e com várias plantas de manufaturas espalhadas pelo mundo. Todavia, a pesquisa considera informações referentes apenas a planta do Brasil, localizada na cidade de Diadema. A empresa atua no Brasil há mais de 42 anos sempre com a manufatura alocada no mesmo site.

A empresa emprega mais de 400 funcionários diretos com média de 18 anos de tempo de trabalho na unidade e 100 funcionários terceirizados, distribuídos em um site de 28 mil metros quadrados na região do ABC paulista, dos quais 14 mil metros quadrados são destinados as áreas de manufatura. Dentro do site existem três prédios de manufatura, quatro prédios utilizados como estoque de produto acabado e matéria-prima e um escritório das áreas administrativas e comercial.

A primeira camada da estrutura organizacional é composta por um presidente e na camada abaixo existe a diretoria de operações, a diretoria comercial OEM, a diretoria comercial aftermarket, a diretoria administrativo/financeiro e a gerência de recursos humanos. Como report direto da diretoria de operações existe uma gerência industrial, gerência de qualidade/segurança e meio ambiente, gerência de engenharia e gerência de melhoria contínua, grupo que participou intensamente da pesquisa realizada.

O processo produtivo se encontra dividido em três macros processos sendo: produção interna de borracha para suprimento das áreas produtivas, recebimento/abastecimento de matéria prima as áreas de manufatura e produção de peças vulcanizadas (processo injeção e compressão) com posterior envio para a expedição. Sua capacidade de produção é superior a 7 milhões de peças/dia, todavia nos últimos 6 meses a produção diária se estabeleceu na ordem de 5 milhões de retentores. Diariamente são consumidos 1.500 quilos de borracha para a produção de retentores, onde se estima um descarte de 5% deste material em perdas de engenharia e geração de scrap (rejeitos).

Toda a produção gerada nesta planta é direcionada para o mercado local atendendo os mercados de montadoras de veículos e fornecedores da cadeia automotiva na ordem de 60% e o restante atende o mercado de peças de reposição.

No disclosure to third parties!

7.2 EMPRESA B – SISTEMA DE CONDUÇÃO

A segunda empresa é uma unidade de capital nacional com geração de valor de mais de 60 anos no Brasil, atuando apenas no mercado nacional de condução de fluidos para motores à combustão (mangueiras de borracha reforçadas) e confecção de tapetes de assoalho para a linha pesada. Sua única unidade fabril se encontra na cidade de Diadema dentro da região metropolitana do estado de São Paulo.

Todo o capital humano desta empresa se encontra com a contribuição de 300 funcionários nas duas unidades de negócio e distribuídos nas áreas produtivas e administrativas. A empresa contrata mão de obra terceirizada apenas para as operações de suporte como manutenção e operação de utilidades. O tempo médio de serviços prestados desta mão de obra se define na ordem de 5 anos.

A estrutura organizacional é composta por um presidente com uma diretoria de operações, diretoria comercial e diretoria comercial administrativa. Como report direto da diretoria de operações existe uma gerência de operações, gerência de qualidade, gerência de engenharia, gerência de manutenção, gerência de compras e gerência de recursos humanos/segurança do trabalho.

Nos últimos 10 anos a empresa passou por dois grandes processos de reformulação das estratégias de negócio, sendo o primeiro uma associação com um grande grupo automotivo espanhol e o segundo a dissociação desta parceria. Estes processos impactaram tanto na estruturação da metodologia lean manufacturing quanto na política de sustentabilidade.

Atualmente a empresa opera em sua sede própria em terreno de 30 mil metros quadrados, onde sua manufatura está baseada na confecção interna de borracha para abastecimento das áreas de produção e moldagem das peças nas células de vulcanização e acabamento, com posterior geração do produto acabado. A produção diária de borracha no segundo semestre de 2019 se definiu na ordem de 8 mil quilos por dia, todavia, a empresa não tem um controle das quantidades de perdas após o processamento deste material.

A produção gerada nesta unidade de negócio atende apenas as grandes montadoras de veículos instaladas no Brasil com direcionamento de sua produção de 70% para clientes que atuam o mercado de linha pesada (caminhões/ônibus e chassis) e 30% para clientes que atuam no mercado de linha leve (veículos de passeio e utilitários).

7.3 EMPRESA C – SISTEMA DE VEDAÇÃO

A terceira é uma empresa nacional com 78 anos de atuação na manufatura dentro do Brasil, sendo que até 2013 era considerada a única multinacional brasileira no setor de

No disclosure to third parties!

autopeças. Com a venda dos negócios da Europa e Estados Unidos ela concentrou seu foco no Brasil.

A empresa emprega mais de 1.100 funcionários, com tempo médio de casa de 15 anos. Tal recurso humano se encontra distribuído em três plantas de produção sendo duas no Brasil (uma na cidade de São Paulo e outra na região do município de Campinas) e uma unidade fabril na Argentina que atende apenas o mercado de reposição. O site da cidade de São Paulo abrange também o estoque de produto acabado de todos os itens na América do Sul, sendo também o centro administrativo do grupo.

A estrutura organizacional é composta por um presidente com report direto de uma diretoria de operações, diretoria comercial OEM, diretoria comercial aftermarket e gerência de recursos humanos. Como report direto da diretoria de operações existe uma gerência produção, gerência de qualidade e gerência de engenharia de processos.

Nas três plantas o processo produtivo é muito similar dividido em dois macros processos, gerenciamento do recebimento/abastecimento de matéria prima/componentes para as áreas de manufatura e produção de peças em processos vulcanização (injeção ou compressão) com consequente envio de produto acabado para o estoque. Toda a produção de borracha é terceirizada, proporcionando as áreas de manufatura o foco apenas na vulcanização e acabamento de peças. Sua capacidade de produção é superior a 5 milhões de peças/dia, todavia nos últimos 6 meses a produção diária se estabeleceu na ordem de 3 milhões de retentores. Diariamente são consumidos 900 quilos de borracha para a produção de retentores, onde se estima um descarte de 10% deste material em perdas de engenharia e geração de scrap.

Os principais clientes desta empresa estão focados no ramo de reposição, sendo que sua participação neste mercado se define na ordem de 86%. Atualmente a empresa fornece também para as principais montadoras de veículos no mercado nacional, sendo responsável por 50% do mercado OEM.

7.4 EMPRESA D – SISTEMA DE ANTIVIBRAÇÃO

A quarta empresa é uma multinacional alemã líder global no mercado de soluções antivibração para sistemas de chassis, motor e transmissão. Sua única unidade fabril se encontra na cidade de Taubaté dentro da região metropolitana de São José dos Campos, porém até 2017 toda a manufatura se concentrava na cidade de Guarulhos.

A força de trabalho está pautada em mais de 410 funcionários diretos com média de três anos de tempo de trabalho na unidade, distribuídos em um site de 12 mil metros quadrados, dos quais 7 mil metros quadrados são destinados as áreas de manufatura. Dentro do site existe um prédio destinado apenas para as áreas de manufatura, dois prédios utilizados como estoque de

No disclosure to third parties!

produto acabado e matéria-prima e um prédio que concentra as áreas administrativas, comercial e engenharia.

A estrutura organizacional é composta por um presidente com uma diretoria de operações, diretoria de vendas, diretoria de compras, diretoria financeira e diretoria de recursos humanos. Como report direto da diretoria de operações existe uma gerência de operações, gerência de qualidade, gerência de engenharia de processo, gerência de melhoria contínua e um especialista em segurança do trabalho, grupo que muito contribuiu para a pesquisa.

O processo produtivo se encontra dividido em dois macros processos, gerenciamento do recebimento e abastecimento de matéria prima/componentes para as áreas de manufatura e produção de peças com consequente envio do produto acabado para o estoque. Toda a produção de borracha é terceirizada, proporcionando as áreas de manufatura o foco apenas na vulcanização e acabamento de peças. Sua capacidade de produção é superior a 10 mil peças/dia, todavia no primeiro trimestre de 2020 se utilizou apenas 60% desta disponibilidade. Diariamente são consumidos 8.000 quilos de borracha para a produção de coxins, onde se estima um descarte de 12% deste material em perdas de engenharia e geração de scrap.

Ao longo de 2016 a empresa passou por um grande processo de mudança, pois, em função de acordos comerciais foi necessária a transferência de toda a sua manufatura para uma nova planta na cidade de Taubaté.

A produção gerada nesta unidade de negócio atende apenas as grandes montadoras de veículos instaladas no Brasil com direcionamento de sua produção de 90% para clientes que atuam no mercado de linha leve (veículos de passeio e utilitários) e 10% para clientes que atuam o mercado de linha pesada (caminhões/ônibus e chassis). Sua participação no mercado brasileiro OEM de sistema antivibração é de aproximadamente 60%.

No disclosure to third parties!

8 RESULTADOS DA PESQUISA

8.1 PERFIL DOS ENTREVISTADOS

Foram realizadas entrevistas com gestores de diversas áreas e de diferentes níveis hierárquicos, sempre procurando envolver os responsáveis pela área de melhoria contínua (lean manufacturing) e os responsáveis pela estratégia de sustentabilidade. Outro ponto avaliado foi entrevistar colaboradores que tenham participação ativa em todos os processos avaliados, diversos deles formadores de opinião e responsáveis por decisões estratégicas das empresas. A Tabela 6 apresenta o perfil dos entrevistados.

Tabela 6 – Relação dos entrevistados

Empresa	Cidade	Entrevistado	Função
A	Diadema	Entrevistado 1	Diretor de Operações
		Entrevistado 2	Gerente Industrial
		Entrevistado 3	Gerente Segurança e Meio Ambiente
		Entrevistado 4	Gerente Melhoria Contínua
B	Diadema	Entrevistado 5	Diretora Operacional
		Entrevistado 6	Gerente Fábrica
C	Mogi Mirim	Entrevistado 7	Diretor de Operações
		Entrevistado 8	Gerente Produção
		Entrevistado 9	Engenheiro Segurança e Meio Ambiente
D	Taubaté	Entrevistado 10	Gerente Operações
		Entrevistado 11	Especialista Segurança e Meio Ambiente
		Entrevistado 12	Coordenador Melhoria Contínua

Fonte: Autor

8.2 RESULTADO EMPRESA A

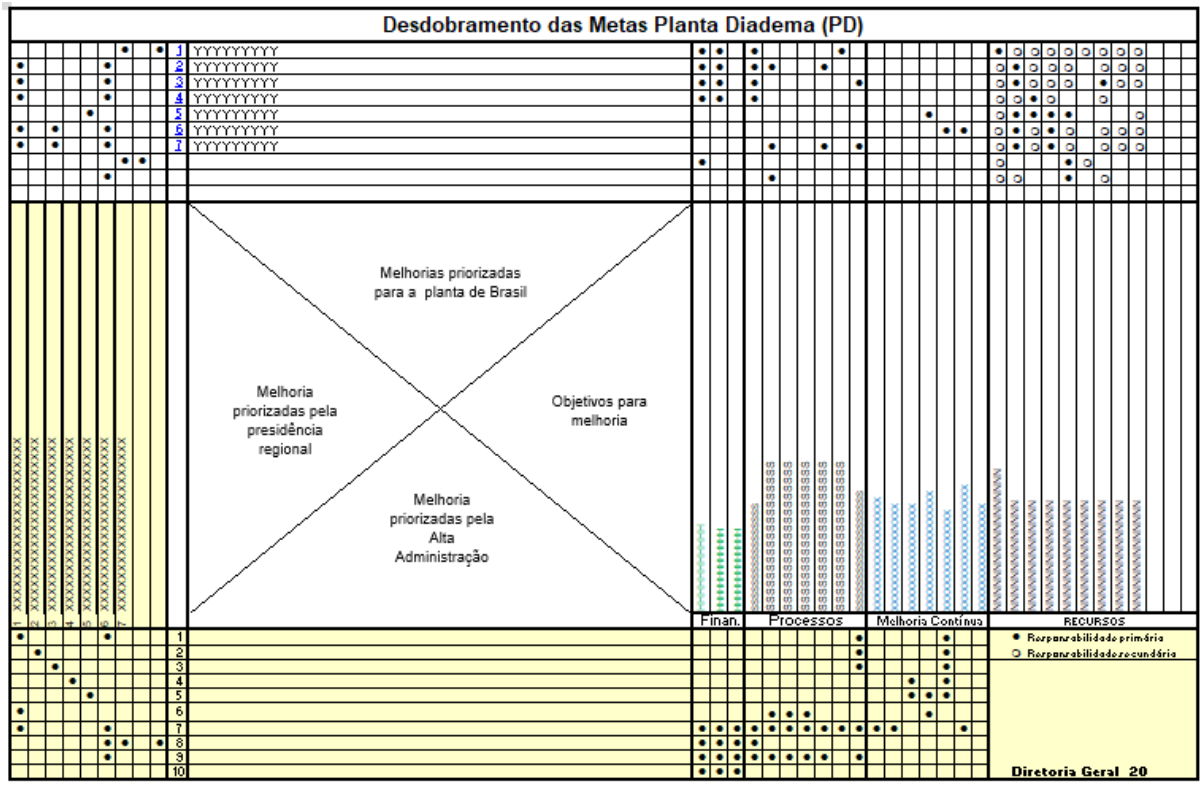
8.2.1 Estrutura lean manufacturing

Segundo o diretor de operações um dos principais pilares de crescimento global da empresa A está alicerçado no pensamento enxuto com execução de projetos de melhoria contínua em todas as áreas. O lean manufacturing se encontra implementado na unidade de Diadema desde início de 2002, onde os primeiros funcionários foram treinados por um time da própria empresa alocados em um escritório central nos Estados Unidos. A empresa tem uma estrutura corporativa que suporta todas as plantas nos vários continentes, sendo que existe uma vice presidência que gerencia os trabalhos de melhoria nas Américas e uma outra vice presidência que suporta os trabalhos na Europa, China e Índia. Localmente existe uma gerência de melhoria contínua, internamente denominada de departamento GROWTTH que organiza e suporta todos os trabalhos lean manufacturing da planta de Diadema reportando diretamente para o Diretor de Operações e matricialmente para a vice presidência das Américas. O time de

No disclosure to third parties!

liderança da fábrica exerce um papel muito importante na sustentação de todos os trabalhos propostos pelo time de melhoria contínua, reforça o entrevistado 1. Anualmente o Diretor de operações recebe do vice presidente global de operações o PD (Policy Deployment) conforme Figura 24. Este documento apresenta o desdobramento dos principais objetivos corporativos que precisam ser atendidos para suporte no negócio. Com a definição dos direcionadores através do PD o diretor de operações, juntamente com a gerente de melhoria contínua organizam os Kaizens que deverão ser executados ao longo do ano para suportar o plano. Tais Kaizens estarão atrelados a diferentes tipos de ferramentas do lean manufacturing, sempre focando o treinamento de colaboradores de diferentes áreas (operacional e administrativa), implementação das ferramentas do lean, monitoramento do plano de ação através de documentos definidos como modelo A3 e avaliação da eficácia das ações através de indicadores definidos no início do Kaizen.

Figura 24 – Policy Deployment empresa A



Fonte: Autor

O entrevistado 2 comentou que anualmente o sistema lean manufacturing da planta é avaliado por uma auditoria global denominada RPA (Rapid Plant Assessment), realizada por membros do departamento de melhoria contínua corporativo global que consiste em uma régua de avaliação distribuída em 10 tópicos:

1. Gerenciamento Visual e 5S;
2. Segmentação de processos;

No disclosure to third parties!

3. Comportamento da liderança;
4. Solução de problemas;
5. Sistema puxado e fluxo contínuo;
6. Inovação e trabalho em equipe;
7. Estratégia;
8. Estabilidade de processos;
9. Lean administrativo;
10. Introdução de novas ferramentas.

Esta auditoria é realizada em todas as plantas da empresa A e após uma tabulação de dados as empresas são divididas em três grupos: empresas benchmarking, empresas em evolução e empresas que necessitam de suporte. As unidades pertencentes ao último grupo recebem um suporte anual do time corporativo com foco na melhoria dos tópicos com piores pontuações de avaliação.

Segundo o entrevistado 4 a empresa mostrou nos últimos 5 anos uma grande evolução na aplicação do JIT com redução de 30% nos inventários de matéria-prima. Isso se deu com a implantação de kaizens focados nas áreas de almoxarifado e no setor de preparação de borracha e de melhorias de 35% no OEE (Overall Equipment Effectiveness), que é um indicador de produtividade de máquinas com a implantação de um kaizen denominado sequenciamento de produção, onde com suporte do time corporativo implementou um novo processo de planejamento de produção.

Foi apresentado pelo entrevistado 2 o programa TPM aplicado em todo o site, onde existe uma grande interação dos operadores e do time da manutenção com resultados de melhoria do OEE na ordem de 15 % comparando os anos de 2016 a 2019. Todo o processo de TPM da empresa A foi considerado benchmarking dentro da corporação, onde o time local apresentou em um evento global a metodologia e conquistas com o TPM. Ainda de acordo com o mesmo entrevistado foram aplicadas 200 horas de treinamento em todo o time envolvido para garantir o entendimento de todos com a ferramenta.

O entrevistado 3 apresentou os certificados de IATF 16949 e ISO 14.000 e informou que todo o sistema da qualidade é avaliado anualmente por uma entidade externa e se apresenta de forma robusta com poucas necessidades de melhoria. Reforçou que tais certificações não trouxeram para a empresa uma melhoria significativa no resultado financeiro, mas com certeza contribuíram para uma evolução dos processos internos e uma exposição positiva no mercado, pois, a empresa conquistou novos clientes como montadoras de veículos leves japonesas, proporcionando um aumento do negócio.

Uma grande preocupação pontuada pelo entrevistado 2 é o cuidado com o principal ativo da empresa, o recurso humano. Nesta linha de raciocínio foram apresentados os resultados de

No disclosure to third parties!

uma pesquisa de clima organizacional, realizada de dois em dois anos, os quais indicam uma satisfação macro na ordem de 75% do time operacional e 85% do grupo administrativo e mesmo com estes dados de avaliação a empresa implementou um plano de melhoria. Outro tópico apresentado foi a preocupação com o treinamento dos funcionários, principalmente do time operacional, haja vista que o processo produtivo da empresa A apresenta uma necessidade intensiva de mão de obra. Foram apresentados registros de treinamentos e provas de avaliação dos operadores, os quais totalizam em média 60 horas por ano em atividades de operação e inspeção.

8.2.2 Políticas de sustentabilidade

De acordo com o entrevistado 1 o assunto sustentabilidade é muito discutido internamente, tanto no âmbito nacional como global. Na matriz na Alemanha existe um time de colaboradores corporativos responsáveis por essa missão e que reportam diretamente para o CEO (Chief Executive Officer) global. Conforme comentado anteriormente dentro do PD recebido anualmente pelo diretor de operações existem metas de sustentabilidade a serem atingidas. O time global corporativo elabora normas internas de sustentabilidade a serem seguidas pela planta em Diadema. Todavia, segundo o diretor de operações existe flexibilidade para adaptação as normas brasileiras. Existe uma certa autonomia do time local para implementação de projetos, porém, projetos com necessidades de investimento acima de 5.000 euros são necessárias aprovações da matriz.

Durante a visita foi apresentado pelo entrevistado 3 um programa global chamado de "We all take care", onde o principal objetivo é garantir a segurança dos funcionários e mitigar todos os impactos da operação para o meio ambiente. Anualmente este programa global premia os melhores projetos com foco na melhoria de segurança e sustentabilidade das operações. Em 2019 a planta de Diadema foi finalista com um projeto desenvolvido internamente para a redução do consumo de energia elétrica, o qual obteve uma redução de 45% no consumo no período 2017 e 2019, conquistado com adequação do layout da fábrica, eliminação de equipamentos antigos e remanejamento de transformadores de média tensão.

O entrevistado 2 informou que existe uma reunião mensal de análise crítica de todos os indicadores do site com a presença e apresentação de todos os gestores. Nesta reunião é apresentado pelo entrevistado 3 os indicadores de sustentabilidade os quais são:

1. Consumo de energia elétrica;
2. Consumo de gás natural;
3. Consumo de água;
4. Descarte de resíduos de borracha;

No disclosure to third parties!

5. Reclamações da comunidade ao redor do site e órgãos públicos.

Para todo indicador existe um objetivo baseado no histórico do indicador ao longo dos últimos 5 anos e benchmarking entre as várias plantas da corporação no mundo com processos semelhantes. Os resultados fora da meta necessitam de apresentação de plano de ação dentro deste fórum.

Com relação a projetos filantrópicos o entrevistado 4 comentou que existe uma grande participação dos colaboradores nos projetos propostos pela empresa. Foi apresentado um projeto denominado "Aprender para Transformar" que consiste em aulas de reforço escolar para jovens de 15 a 19 anos, onde os próprios colaboradores, após treinamento e utilizando material já desenvolvido, lecionam aulas de matérias do ensino médio e ensino profissionalizante. Muitos jovens que participaram deste projeto no passado hoje fazem parte do quadro de funcionários. O entrevistado 3 apresentou outro projeto realizado pela CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes) composto de arrecadação interna de livros, agasalhos, brinquedos e alimentos, respectivamente em março, maio, setembro e novembro para posterior entrega a comunidade ou instituições que necessitam ajuda.

Segundo o entrevistado 3 existe uma grande preocupação da empresa sobre a saúde dos colaboradores operacionais que trabalham na área de preparação de massas, devido as condições insalubres. Todavia existem inúmeras ações implementadas para mitigar este problemas como: investimento de 5 milhões de reais nos últimos 5 anos em novos equipamentos com sistema de carga automático e equipamentos de exaustão para retirada de pó da atmosfera, exames mensais para avaliar potenciais doenças, plano de ação pra melhoria das condições ergonômicas e diálogos diários sobre segurança do trabalho. Anualmente a corporação mundial organiza um encontro com todos os gestores de segurança do trabalho e meio ambiente da América do Sul com o objetivo de nivelamentos das estratégias corporativas e benchmarking das melhores práticas aplicadas nas unidades de negócio.

O entrevistado 1 explicou que a empresa tem um programa restrito para concessão de bolsa de estudos para todos os níveis da estrutura organizacional, onde anualmente são avaliadas novas inclusões em função de orçamento já validado e podem existir exclusões devido a comportamentos fora da política de liberação de bolsas de estudo. Com relação ao assunto de gerenciamento do stress e respeito aos colaboradores a empresa disponibiliza e divulga um ramal interno de acesso apenas pela gerente de RH, onde o colaborador pode utilizar, deixando mensagem sobre assuntos que no ponto de vista dele está em desacordo com as políticas da empresa. Este canal é livre e restrito garantindo a não identidade do funcionário, sendo o assunto tratado pelo departamento de recursos humanos.

No disclosure to third parties!

Foi descrito pelo entrevistado 1 que os indicadores financeiros monitorados pela empresa são: receita líquida de todos os mercados, margem de contribuição, lucro operacional, ROS (Return on Sales) e geração de caixa, sendo ambos monitorados semanalmente dentro do comitê executivo composto por todos diretores e presidente e avaliados no detalhe em uma reunião mensal de gestão estratégica constituída pelos diretores e presidente.

8.2.3 Relação lean manufacturing e sustentabilidade

Segundo o entrevistado 1 a relação lean manufacturing e sustentabilidade foi construída ao longo do tempo. Desde 2002 o tema lean manufacturing é exaustivamente discutido dentro da empresa. Já o tema sustentabilidade teve o mesmo nível de detalhamento apenas após o ano 2010 com a definição de uma política clara pela companhia e patrocinada no detalhe pela alta administração fora do Brasil.

Um exemplo que solidifica este ponto de vista do entrevistado 1 foi pautado pelo entrevistado 2, que apresentou o projeto de redução de energia elétrica que foi premiado pela matriz. Este projeto teve início em função da necessidade de atender o indicador de sustentabilidade (consumo de energia elétrica), todavia ele proporcionou uma redução de 35% no custo financeiro deste recurso.

O entrevistado 3 reforçou que é clara a evolução na relação dos dois assuntos, mas ainda existem muitos pontos de melhoria, principalmente com relação a liberação de investimento, onde a dificuldade para conseguir liberação de verba de um projeto lean manufacturing com ganhos financeiros é menor do que a validação de um projeto de sustentabilidade com ganhos ambientais.

Segundo o entrevistado 4, existe uma diretriz da empresa para 2021 de consolidar a auditoria de avaliação de performance das plantas de manufatura da companhia, denominada RPA com as diretrizes da política de sustentabilidade, proporcionando desta forma uma integração entre o lean manufacturing e a estratégia de sustentabilidade da empresa.

8.3 RESULTADO EMPRESA B

8.3.1 Estrutura lean manufacturing

De acordo com o entrevistado 5, a empresa iniciou em 2011 a jornada lean manufacturing. Todo o processo de absorção da metodologia foi patrocinado pelo diretor operacional da época que deslocou da estrutura organizacional um time de colaboradores para aprendizado e posterior desdobramento do projeto.

Todo o plano de implantação da metodologia lean manufacturing se iniciou pelas áreas produtivas, mais especificamente áreas de produção com a implementação iniciando pela

No disclosure to third parties!

organização do 5S, passando por um processo de melhoria do gerenciamento visual, implantação do SMED (Single Minute Exchange Die) e estruturação do TPM.

Segundo o entrevistado 6 que no início do projeto era um dos colaboradores da nova estrutura treinada, a participação da mão obra direta era em grande volume, principalmente no programa sugestões de melhorias o qual recebia premiações. Na fase inicial da implantação do lean manufacturing ocorreu uma grande resistência dos gestores do chão de fábrica com a metodologia, atividade esta que disparou ações de ajuste do quadro de colaboradores.

A diretoria operacional descreveu que após 2014 com a mudança do controle acionário da empresa, foram realizadas mudanças na diretoria e devido a severos cortes no quadro de colaboradores a metodologia lean manufacturing não foi priorizada pela corporação.

O entrevistado 6 comentou que em 2016, com a necessidade da implantação de um programa de melhoria de qualidade e produtividade exigida por um grande cliente automotivo, a nova diretoria decidiu resgatar todas as ferramentas lean manufacturing reativando a metodologia. Neste reinício foram priorizadas apenas algumas ferramentas da metodologia lean manufacturing como sistema puxado, criação de células de fluxo contínuo para as células de acabamento e a implantação do programa 5S. Outro ponto comentado pelos entrevistados 5 e 6 se baseia no envolvimento espontâneo dos colaboradores com os programas de melhoria , principalmente focados na perpetuidade do negócio.

8.3.2 Políticas de sustentabilidade

De acordo com o entrevistado 5, existe uma grande evolução da empresa na questão de política de sustentabilidade, todavia, existem oportunidades para melhorias. A empresa é certificada pela norma ISO 14.000 e se adequa as regulamentações referentes ao meio ambiente.

O entrevistado 6 informou que existe uma reunião trimestral de análise crítica com apresentação dos indicadores para a diretoria. Nesta reunião são apresentados os seguintes indicadores associados a política de sustentabilidade:

1. Consumo de energia elétrica;
2. Consumo de vapor;
3. Consumo de água;
4. Descarte de resíduos de borracha.

O entrevistado 5 apresentou um projeto de sustentabilidade que teve início com uma ideia do time da manutenção, finalizando com o reaproveitamento da água utilizada no processo produtivo para uso nos vasos sanitários.

Um outro projeto kaizen realizado em 2018 foi apresentado pelo entrevistado 6, projeto este focado na redução do consumo de vapor através de um estudo de rearranjo de ferramentais

No disclosure to third parties!

dentro das autoclaves que foi desenvolvido por um time multifuncional, produção, planejamento de produção, engenharia de processo e qualidade.

Segundo o entrevistado 6 não existe uma política de concessão de bolsa de estudos para os funcionários, mas a empresa procura anualmente realizar um cronograma para atender todas as necessidades de treinamentos apontadas pelos gestores. Outro ponto apresentado foram os registros de uma pesquisa de clima realizada a cada dois anos com o objetivo de avaliar as principais lacunas no clima organizacional.

8.3.3 Relação lean manufacturing e sustentabilidade

Segundo o entrevistado 5, a empresa está passando por um processo de adequação de cultura organizacional após a separação com o parceiro comercial espanhol e desta forma muitos pontos ainda não apresentam níveis de maturidade que contribuam de forma significativa. Um destes exemplos é a relação lean manufacturing e sustentabilidade, onde a metodologia lean manufacturing está passando por um processo de reativação e em paralelo existe uma nova política de sustentabilidade em desenvolvimento, porém, ainda em sua forma embrionária, necessitando muito do suporte da alta administração.

O entrevistado 6 apresentou informações e registro da participação dos funcionários na metodologia lean manufacturing, através de trabalhos de melhoria, porém, reforçou que não existe este mesmo comprometimento com os projetos associados apenas as questões de sustentabilidade. Para ele a metodologia lean manufacturing tem um impacto positivo na política de sustentabilidade, porém, esta interação poderia ser otimizada principalmente com o patrocínio da diretoria e presidência.

8.4 RESULTADO EMPRESA C

8.4.1 Estrutura lean manufacturing

Segundo o entrevistado 7 a empresa se encontra em um processo evolutivo constante em busca do estado da arte em um sistema de produção lean e green. A jornada lean manufacturing se iniciou em 2005 com suporte de uma consultoria, onde a mesma treinou um grupo de colaboradores multifuncionais que posteriormente suportaram a disseminação da metodologia em todas as áreas da empresa. Esta parceria com tal consultoria se estendeu ao longo de vários anos, sendo esta entidade também responsável pelas auditorias do sistema lean. Ao longo deste período inicial de aprendizado foi realizado benchmarking com empresas de segmentos diversos nacionais e internacionais e participação em fóruns específicos do tema.

O entrevistado 8 descreveu que no início da implantação da metodologia lean o principal objetivo estava pautado na necessidade de competitividade de custos, entregas robustas em

No disclosure to third parties!

termos de qualidade, partindo da condição de se obter uma estabilidade básica dos processos produtivos. Reforçou que as técnicas implementadas foram em um primeiro momento focadas na estabilidade básica como gembas (palavra de origem japonesa que se refere ao local da fábrica onde as coisas efetivamente ocorrem) e melhoria do gerenciamento visual, passando por uma estruturação das células de manufaturas aplicando o conceito de fluxo contínuo e posterior criação do sistema puxado com implementação de kanbans e criação de JIT na cadeia logística.

Foram apresentados pelo entrevistado 7 documentos de projeto com nome A3, o qual é distribuído em cinco grandes grupos de informações: objetivo, situação atual, situação futura, plano de ação e indicadores, documento este similar ao aplicado na montadora Toyota. Um destes projetos apresentava uma redução de 15% no inventário de produto semiacabado com a aplicação do sistema puxado com fornecedores de alma metálica.

O entrevistado 8 apresentou os certificados de IATF 16949 e ISO 14.000, bem como de outras certificações recebidas de outros clientes. Ele comentou também que todo o sistema da qualidade é avaliado anualmente por uma entidade externa e se apresenta de forma robusta com poucas necessidades de melhoria

De acordo com o entrevistado 7 existe atualmente um grande engajamento dos colaboradores na participação e solidificação da metodologia lean, todavia nos primeiros dez anos de desenvolvimento da metodologia houve uma resistência de alguns integrantes da equipe. Ao longo dos anos, a organização passou a absorver a gestão de mudanças, gerenciamento dinâmico de projetos com maior facilidade. As áreas corporativas engajaram mais tarde, bem como as comerciais em momento mais maduro do processo, todavia todo o processo de mudança sendo puxado e suportado pelo time industrial.

Com relação as principais barreiras de implementação existiu a velocidade na gestão de recursos humanos e fatores jurídicos de governança que precisaram ser repensados, como por exemplo a gestão de contratos correntes com processos validados com clientes do mercado original, velocidade de enxugamento de processos versus contexto operacional macroeconômico do país, que não permitia gerar oportunidade de escala suficiente para reaproveitar recursos, pontos comentados pelo entrevistado 7.

8.4.2 Políticas de sustentabilidade

Foi comentado pelo entrevistado 7 que a empresa chegou a possuir plantas na Europa, América do Norte e Ásia, todavia recentemente voltou a concentrar-se apenas na América do Sul. A matriz brasileira sempre direcionou as estratégias com relação a sustentabilidade.

Ainda de acordo com o entrevistado 7 a empresa avalia a performance ambiental com mapeamentos de demandas das partes interessadas e contexto da organização, mantendo vivo o PGA (Programa de Gestão Ambiental), estrutura do sistema ambiental com definição de

No disclosure to third parties!

políticas e ações para abordar riscos e oportunidades de impacto ambiental. Foi comentado também que existe a medição do IDA (Índice de Desempenho Ambiental) que inclui os 3Rs (Reduzir, Reutilizar, Reciclar) com peso absoluto e custos nos descartes.

De acordo com o entrevistado 8 toda sustentabilidade social é suportada pela avaliação dos indicadores de absenteísmo, integração com as partes interessadas (comunidade), participação colaborativa em atividades de voluntariado, inclusão social de aprendizes e pessoas com deficiência (PcD) e diversificação da força de trabalho. Comentou também que a empresa não tem programa de bolsa de estudos para funcionários e não realizada pesquisa de clima organizacional.

Foi descrito pelo entrevistado 7 que os principais indicadores financeiros monitorados pela empresa são: through-put de matéria prima (custo da matéria prima pela receita), margem de contribuição absoluta e relativa, EBIT (Earnings Before Interest and Taxes) operacional e EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization), sendo ambos avaliados em uma reunião mensal de gestão estratégica pelos diretores e presidente.

8.4.3 Relação lean manufacturing e sustentabilidade

Segundo o entrevistado 7 a relação lean e sustentabilidade é diretamente proporcional, pois, a contribuição do lean manufacturing em todos os aspectos de sustentabilidade apresentaram interessantes resultados para a empresa. Existe uma contribuição latente do lean manufacturing para a sustentabilidade principalmente pautada no comportamento das pessoas, pois, a visão do lean de fazer mais com menos se adapta aos conceitos de sustentabilidade na retórica de fazer mais gastando menos.

O entrevistado 8 reforçou que é clara a evolução na relação dos dois pontos, mas existem muitos pontos de melhoria, principalmente no assunto liberação de investimento, onde a dificuldade para conseguir liberação de verba de um projeto lean com ganhos financeiros é menor do que a validação de um projeto de sustentabilidade com ganhos ambientais.

O entrevistado 7 apresentou um projeto de redução de custos de transporte de matéria prima, o qual foi desenvolvido em função das ferramentas lean manufacturing relacionadas ao JIT, todavia contribuíram positivamente para os aspectos ambientais com uma redução expressiva de consumo de combustível e geração de CO2 e consequentemente uma redução na ordem de 10% nos custo de transportes.

No disclosure to third parties!

8.5 RESULTADO EMPRESA D

8.5.1 Estrutura lean manufacturing

Segundo o entrevistado 10 a instabilidade do mercado automotivo o qual a empresa se encontra é um grande desafio para manter os padrões de produtividade, qualidade e sustentabilidade, todavia o lean manufacturing é uma metodologia que bem implementada contribui para mitigar esta adversidade.

De acordo com o entrevistado 12 a jornada lean manufacturing dentro da empresa iniciou-se em 2014 com a contratação de profissionais do mercado para a organização de um departamento de melhoria contínua. No início da implementação todo o cronograma de treinamento foi ministrado por profissionais da área de melhoria contínua sem suporte de consultoria, porém, com a realização de benchmarking em empresas do segmento automotivo e grandes clientes. Todo este processo de implantação da metodologia lean manufacturing se iniciou pela planta de Guarulhos.

O entrevistado 10 comentou que as primeiras ferramentas lean manufacturing aplicadas foram com foco na busca de estabilidade básica de processos, entre os quais estão gestão visual com a criação de uma cadeia de ajuda para o operador em casos de anormalidades no sistema de produção, implementação do 5S em todos os seus níveis incluindo auditorias mensais de avaliação célula a célula e aplicação do TPM nas células de vulcanização focando principalmente o pilar de manutenção autônoma.

Foi ressaltado pelo entrevistado 12 que apesar de todos os esforços a evolução da metodologia lean manufacturing não apresentava resultados satisfatórios, sendo a cultura da planta a principal barreira de evolução. Todavia em 2017 a empresa mudou sua planta produtiva da cidade de Guarulhos para um novo site na cidade de Taubaté.

O entrevistado 10 comentou que a mudança de site promoveu um novo modelo mental para as pessoas contribuindo para uma profunda mudança cultural, sendo que apenas 5% da mão de obra operacional foi transferida para a nova planta. Reforçou que a nova planta tem uma área industrial 30% menor que a anterior e com 35% a menos de equipamentos, todavia com uma receita líquida na ordem de 55% maior. O principal objetivo de mudança de site estava focado na mudança de cultura do time operacional e busca pelo equilíbrio financeiro do negócio.

Segundo o entrevistado 12 neste novo site foram dedicadas várias horas de treinamentos, principalmente no time operacional e mostrou in loco as mesmas ferramentas aplicadas no site anterior, todavia, os resultados se mostraram totalmente diferentes. A eficácia dos treinamentos realizados é formalizada por matriz de versatilidade atualizada mensalmente pela liderança da fábrica.

No disclosure to third parties!

Desde 2017 anualmente é elaborado pelo gerente de operações juntamente com o time industrial e validado pelo presidente o planejamento de metas do ano, que consiste na definição dos projetos suportados pela metodologia lean manufacturing para garantir o equilíbrio financeiro do negócio. Todos os documentos e registros deste processo foram apresentados pelo time entrevistado.

Dentro de uma visão de gerenciamento da qualidade o entrevistado 10 apresentou o certificado na norma IATF 16949 e comentou que tal certificação contribui muito para a robustez do sistema, todavia, não gera nenhum fator competitivo no mercado, apenas garantindo a manutenção do processo.

Existe um grande envolvimento dos colaboradores na metodologia lean manufacturing, reforça o entrevistado 12, durante a explicação do programa de sugestão de ideias. Este programa é aberto a todos os funcionários que podem participar através do preenchimento de formulário com propostas de melhorias nos indicadores pautados nos critérios de criatividade, redução de custo, melhoria da segurança, melhoria do meio ambiente ou melhoria da qualidade. Segundo ele existe uma proposta a ser validada para a implantação da metodologia lean manufacturing nas áreas administrativas ao longo do ano de 2021.

8.5.2 Políticas de sustentabilidade

O entrevistado 10 comentou que os indicadores de sustentabilidade são mensalmente reportados para a matriz apenas com uma visão de monitoramento e que a empresa é certificada pela norma ISO 14.000 e se adequa as regulamentações referente ao meio ambiente. Outro ponto comentado foi o reforço diário aos colaboradores sobre a necessidade de cuidar dos assuntos relacionados a sustentabilidade, principalmente pelo fato que o tempo médio de empresa é de 2 anos e os colaboradores estão em fase de absorção da cultura da empresa sobre o tema.

O entrevistado 11 informou que a empresa avalia a performance ambiental através do monitoramento de alguns indicadores que são apresentados mensalmente ao comitê executivo como:

1. Consumo de energia elétrica;
2. Consumo de água;
3. Descarte de resíduos de borracha.

Foi apresentado um projeto kaizen realizado pelo time de melhoria contínua com foco na redução da quantidade de equipamentos que impactou diretamente no indicador ambiental consumo de energia elétrica. Outro ponto reforçado pelo entrevistado 11 é a busca constante da

No disclosure to third parties!

empresa pela redução da geração de resíduos de borracha, o qual tem um alto impacto nos indicadores financeiros e ambientais.

De acordo com o entrevistado 11 toda sustentabilidade social é suportada pela avaliação dos indicadores relacionados aos acidentes ou incidentes de trabalho, indicadores de absenteísmo e participação colaborativa em atividades de voluntariado. Comentou também que existe um comitê de ergonomia com foco na melhoria dos postos de trabalho com a participação direta dos colaboradores por meio de sugestões e uma sólida parceria com fornecedores. Anualmente a corporação mundial organiza um encontro com todos os gestores de segurança do trabalho e meio ambiente da América do Sul com o objetivo de nivelar as estratégias corporativas e benchmarking das melhoras práticas aplicadas nas unidades de negócio.

Foi descrito pelo entrevistado 10 que os indicadores financeiros mais importantes são: EBIT, EBITDA e plant savings (indicador criado para avaliar o retorno dos projetos de redução de custos), sendo ambos avaliados em uma reunião mensal de gestão estratégica pelos diretores e presidente. Foi reforçado que os custos apresentaram uma evolução na ordem de 35% de redução com a transferência dos sites de manufatura.

8.5.3 Relação lean manufacturing e sustentabilidade

Segundo o entrevistado 10 a relação lean manufacturing e sustentabilidade foi construída ao longo do tempo. Desde 2014 o tema lean manufacturing é exaustivamente discutido dentro da empresa, já o tema sustentabilidade gradativamente está sendo priorizado pela empresa em todos os seus aspectos.

Um exemplo que solidifica este ponto de vista do entrevistado 10 foi comentado pelo entrevistado 12 , onde apresentou o projeto com foco na liberação de espaço fabril que foi iniciado pelo time de melhoria contínua com o objetivo de reduzir o número de equipamentos obsoletos no site, mas logo se notou que teria um impacto interessante no consumo de energia elétrica, promovendo neste momento um detalhamento nos assuntos de sustentabilidade.

O entrevistado 11 reforçou que é clara a evolução na relação dos dois pontos, mas existem oportunidades de melhoria, principalmente em assuntos relacionados a geração de resíduos que poderiam ser otimizados através de estudos em ferramentais, todavia, com impactos em necessidades de investimentos.

Outro projeto que solidifica a contribuição lean manufacturing na política de sustentabilidade foi apresentado pelo entrevistado 11, iniciado com o objetivo de reduzir os custos de transporte de produto acabado para os clientes e estruturado na ferramenta JIT , contribuíram positivamente para a melhoria dos aspectos ambientais com uma redução expressiva de consumo de combustível e redução de geração de CO2 com a otimização das rotas de entrega.

No disclosure to third parties!

9 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

Entre os casos, foi possível distinguir entre as empresas que estão em processos de solidificação da metodologia lean manufacturing e aquelas que começaram a implementação há algum tempo e apresentam o conceito manufatura enxuta mais maturado. Empresas com projetos lean manufacturing em execução total e com grande número de práticas implementadas envolvendo todo sistema de produção, foram representadas pelas empresas A e C. A empresa D mesmo com um tempo curto de implantação dos conceitos lean manufacturing apresenta várias práticas implantadas, isso devido a mudança de site que promoveu uma aceleração de todo o processo. Empresas com implementações mais recentes de projetos de melhoria contínua, com menor número de práticas e resultados ainda não totalmente registrados, foi representado pela empresa B.

Tais estudos de caso oferecem uma oportunidade de comparar os efeitos a curto e longo prazo dos projetos de lean manufacturing e estudar a evolução de sua integração com a sustentabilidade.

Mesmo com as diferenças nos níveis de implementação, algumas semelhanças foram encontradas. Em todas as empresas, a exigência de mudança teve seu início no topo da pirâmide organizacional e expandiu-se para as camadas inferiores. Algumas empresas começaram a envolver funcionários de todos os níveis desde o início (empresas B e D), enquanto outras envolveu-os gradualmente após o treinamento dos gerentes por consultoria interna ou externa (empresas A e C). Isso estava de acordo com a literatura em uma pesquisa que enfatizou a necessidade de compromisso da gerência sênior ao introduzir com sucesso iniciativas de lean manufacturing em uma empresa (WOMACK; JONES; ROOS, 1996).

As ferramentas que constituem a espinha dorsal da metodologia lean manufacturing mais amplamente implementadas são as que incluem as abordagens com foco no aumento da eficiência do processo através da reorganização do local de trabalho com criação de um sistema de produção puxada entre as células de manufatura (por exemplo, 5S, balanceamento de operadores na célula e gerenciamento visual), avanço das competências dos funcionários (por exemplo, definição de tarefas padrão, matrizes de versatilidade e programas de treinamento de polivalência), melhoria da disponibilidade de equipamentos e confiabilidade (TPM) e implantação do sistema puxado (dimensionamento de supermercado de peças, heijunka e puxada via sinalização de kanban).

Empresas que estão em processo de transição para o lean manufacturing ainda estão testando e avaliando produção piloto ou linhas de montagem para reduzir custos e avaliar benefícios potenciais. Na amostra, restrições à seleção de práticas de lean manufacturing foram fornecidas pela natureza dos produtos e processos para cada empresa. Por exemplo, kanban e

No disclosure to third parties!

heijunka são ferramentas valiosas do sistema puxado apenas se houver um alto nível de padronização do produto e produção que é caracterizado por um volume de produção alto, estável e com poucos itens de produção chamados part number. Por outro lado, quando o portfólio de produtos é amplo, ou seja, baixo volume e alta quantidade de itens de produção, as técnicas de troca rápida de ferramentais (SMED) são mais prováveis de serem implementadas. Independentemente do tipo do produto ou processo, a maioria das empresas estão aplicando técnicas e métodos para implementar rotinas práticas estruturadas de solução de problemas como o PDCA (Plan, Do, Check e Act), somado a promoção da cooperação e alinhamento de esforços (ferramentas de sugestão de ideias e reuniões diárias de pé próximas as células produtivas) em diferentes níveis organizacionais, tanto em níveis horizontais como verticais .

Todas as empresas envolvidas neste estudo implementaram ações sociais ou ambientais. A maioria das empresas começaram com ações de práticas ambientais, orientadas pela natureza de seus produtos ou processos, principalmente relacionados a assuntos de geração de resíduos de borracha e consumo de insumos naturais que precisavam se tornar cada vez mais ambientalmente amigáveis. Duas das empresas também eventualmente expandiram sua atenção para a esfera social, trazendo um compromisso total com a sustentabilidade, sendo a empresa A com um projeto muito interessante de reforço escolar para jovens da comunidade com participação dos funcionários nas aulas e a empresa C com a apresentação do parque industrial a faculdades próximas ao site. Por outro lado, um ponto que chamou muito atenção foi a forma como as empresas A e D gerenciam o aspecto social, principalmente relacionado as condições de segurança do posto de trabalho e dos operários, pois durante a pesquisa foram evidenciados comportamentos e documentos que mostram a solidez na tratativa corretiva e preventiva do assunto, sendo que ambas empresas pertencem ao mesmo grupo empresarial com matriz na Alemanha. Todas as empresas apresentaram uma ideia clara do seu impacto sobre o ambiente ao redor de seus sites de manufatura e a imagem que expõe para comunidade social.

Martinez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014) identificaram três princípios subjacentes da complementaridade entre as práticas lean e green: redução de resíduos; foco centrado no processo; um alto nível de envolvimento e participação de pessoas, esses pontos foram constatados nas 4 empresas ao longo da pesquisa.

9.1 LEAN MANUFACTURING E SUSTENTABILIDADE SOCIAL

A aplicação do lean manufacturing proporciona o aumento das habilidades pessoais e competências individuais através de programas de treinamento orientados para todo grupo de funcionários, melhorando a autoestima dos operários principalmente pelo fato de se sentirem mais úteis. O treinamento é fornecido para desenvolver polivalência, autonomia e rotação de tarefas. Em todos os casos, os trabalhadores se tornaram um ativo essencial para as empresas.

No disclosure to third parties!

Os trabalhadores também pareciam reagir positivamente a esse aumento da tarefa e variedade de habilidades, tornando-se mais proativo e não sentindo que eram apenas executores de tarefas. Apesar da reação positiva a longo prazo, em todos os casos os trabalhadores demonstraram algum medo inicial e em um primeiro momento uma reação de oposição ao novo método. Contudo, o benefício social provou ser o primeiro a surgir, uma vez que os casos com implementação muito recente do lean manufacturing também tiveram a mesma percepção. A resistência inicial foi aliviada pela comunicação dos gerentes com detalhamento dos princípios e as razões subjacentes à mudança, esta informação se apresenta em linha com o modelo da Figura 7 desenvolvido por Longoni e Cagliano (2015) que concluiu que o envolvimento dos executivos e funcionários afeta positivamente o alinhamento estratégico da metodologia lean manufacturing com objetivos e práticas sociais.

Algumas ferramentas da metodologia lean manufacturing como 5S, TPM e sistemas de sugestão de ideias proporcionam aos colaboradores um sentimento de participação ativa e ao mesmo tempo uma satisfação pelo fato de estar sendo beneficiado, seja com um melhor ambiente de trabalho ou brindes do programa de sugestões. Um outro ponto de melhoria apresentado principalmente pelas empresas A e D se relaciona ao assunto melhoria da ergonomia com impacto muito positivo no clima organizacional, principalmente pelo fato de a empresa mostrar o cuidado com seus colaboradores. Um aumento no nível de estresse foi encontrado principalmente relacionado a personalidade. As empresas parecem estar bem cientes desse risco e, por esse motivo, o problema é monitorado e endereçado conforme necessário. A maioria das empresas utilizam ferramentas de avaliação de clima organizacional para identificar tais lacunas. Melhoria nas condições de trabalho foram notadas não apenas pelos trabalhadores, mas também para os gerentes. Com os princípios lean manufacturing, os gerentes podem confiar em opiniões diversas e completas, proporcionando maior robustez aos processos de tomada de decisão. Tais impactos positivos foram confirmados pelo fato dos sindicatos não se oporem à mudança em direção ao sistema lean manufacturing. Por exemplo, nenhuma das empresas reduziu o número de empregados, promovendo o reaproveitamento de mão de obra liberada nos processos de kaizen executados em outras atividades, em alguns casos até reforçando o time de melhoria contínua. No entanto, impactos positivos podem ocorrer somente se a implementação seguir a filosofia correta. Nos casos em que o lean manufacturing não for implementado corretamente, pode acabar por ser extremamente prejudicial. Um exemplo pode ser o mau balanceamento de uma célula de produção com fluxo contínuo, onde a tomada equivocada do tempo de trabalho pelo engenheiro de processo poderá promover um aumento do estresse do trabalhador e provavelmente levar a retornos sociais negativos. Outro ponto de destaque na pesquisa na relação lean manufacturing e sustentabilidade social está pautado no fato de que empresa com maior tempo de aplicação dos conceitos enxutos promove

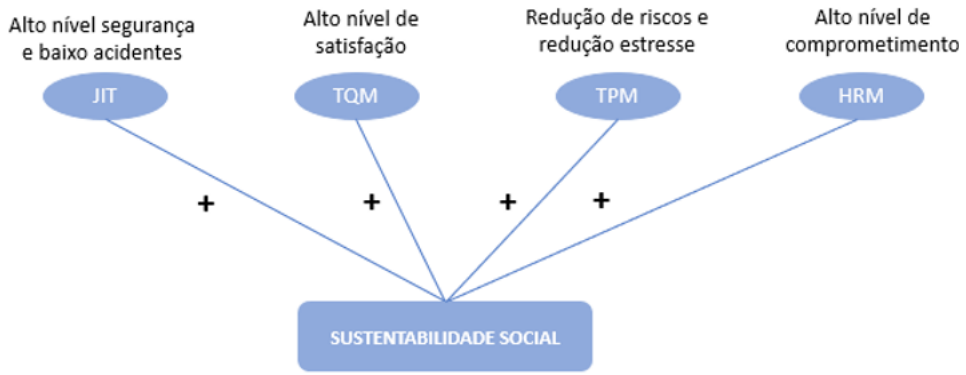
No disclosure to third parties!

uma maior interação social com a comunidade, como a empresa A com o projeto de reforço escolar e a empresa C com projetos de abertura de seu parque industrial para faculdades da região.

Em linha com Piercy e Rich (2015) os altos níveis de segurança do funcionário são alcançados através de treinamentos e implantação de trabalho padronizado, pontos constatados durante a pesquisa em todas as empresas pesquisadas.

A Figura 25 apresenta um resumo dos efeitos da metodologia lean manufacturing no aspecto social dos estudos de caso.

Figura 25 – Efeito do lean manufacturing no aspecto social



Fonte: Autor

9.2 LEAN MANUFACTURING E SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA

Todas as empresas conseguiram aumentar o nível de produção com um menor nível de utilização de recursos produtivos, o que significa que o lean manufacturing é eficaz no aumento da eficiência operacional. Os resultados econômicos não foram imediatos nos casos das empresas que tinham mais recentemente aplicado os princípios de manufatura enxuta, indicando um efeito a longo prazo. As companhias que viram uma melhoria mostram um aumento nos lucros e uma diminuição do capital de giro, principalmente devido à redução de estoque e material em processo. Por exemplo, a empresa A alcançou um aumento de 35% na produtividade nos últimos 5 anos após aplicação de projetos de melhoria focados em ferramentas lean manufacturing. Tais resultados foram conquistados com a diminuição da quantidade de produto semiacabado, impactando na redução do capital de giro, otimização de espaço com ganho de 4.000 metros quadrados em área fabril e redução do consumo de energia elétrica. Já a empresa B ainda não teve resultados expressivos, pois, a gestão está retomando a aplicação da metodologia e neste momento está focando na melhoria do gerenciamento visual e criação de células de produção, todavia, os números mostram evolução. A empresa C não detalhou os ganhos financeiros, mas reforçou que dentro de um contexto de competividade a empresa se tornou mais competitiva com a implantação do lean manufacturing.

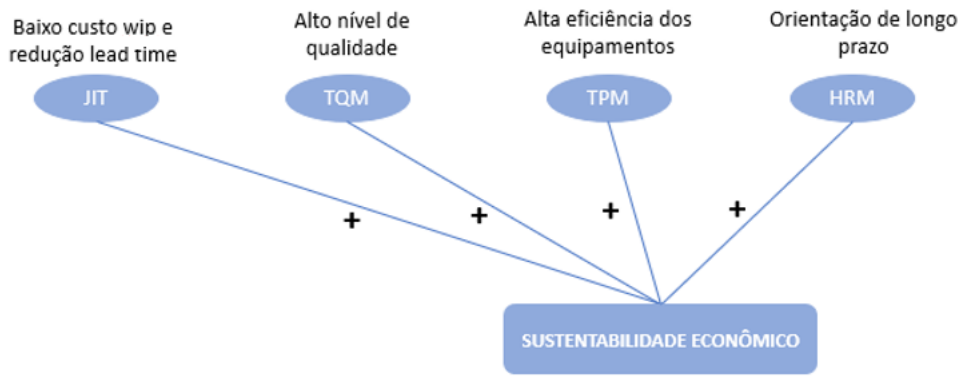
No disclosure to third parties!

A empresa D obteve resultados semelhantes, mas o benefício mais notável foi a drástica redução no custo de gerenciamento de resíduos, uma vez que com a reorganização do novo site e eliminação de antigos equipamentos ocorreu uma redução de 50% na geração de refugo. Outro grande ganho da empresa D foi uma redução de 60% nos custos de transportes com trabalhos de kaizen aplicados nas rotas de abastecimentos logísticos.

Outro benefício econômico que emergiu dos casos estudados é a queda dos custos da não qualidade (refugo, reclamações de clientes e seleção de peças não conforme), devido ao princípio TQM do lean manufacturing, segundo Siegel et al (2019) um dos principais resultados da relação Green-Lean são a redução de refugo e diminuição dos defeitos. Além disso, a empresa com implementação recente, apesar de ainda não perceber benefícios, está confiante sobre os resultados futuros. Gestores da empresa C, acreditam que o lean manterá um impacto positivo em seus lucros e posição competitiva. De fato, as empresas A e D declararam que o lean manufacturing ajudou-os a consolidar participação de mercado durante as quedas de demanda do mercado automotivo. Globalmente, embora lean manufacturing pareça implicar um retorno econômico para uma empresa, esses benefícios nem sempre são imediatamente mensuráveis e visíveis. Se os benefícios não aparecem, uma empresa deve primeiro entender se está implementando os princípios lean corretamente e com coerência para o contexto de negócios. Nas empresas da amostra, as principais causas da falta de sucesso econômico estavam relacionadas a problemas que surgiram no elemento humano durante a mudança para lean manufacturing. Isso indica que uma aplicação adequada das práticas de gerenciamento de recursos humanos pode ajudar a garantir economicamente resultados sustentáveis a longo prazo. Segundo Henao, Sarache e Gómez (2019) a positiva relação entre lean manufacturing e aspectos econômicos pode ser alcançada, na maioria dos casos, desde que os fatores humanos sejam considerados.

A Figura 26 apresenta um resumo dos efeitos da metodologia lean manufacturing no aspecto econômico dos estudos de caso.

Figura 26 – Efeito do lean manufacturing no aspecto econômico



Fonte: Autor

No disclosure to third parties!

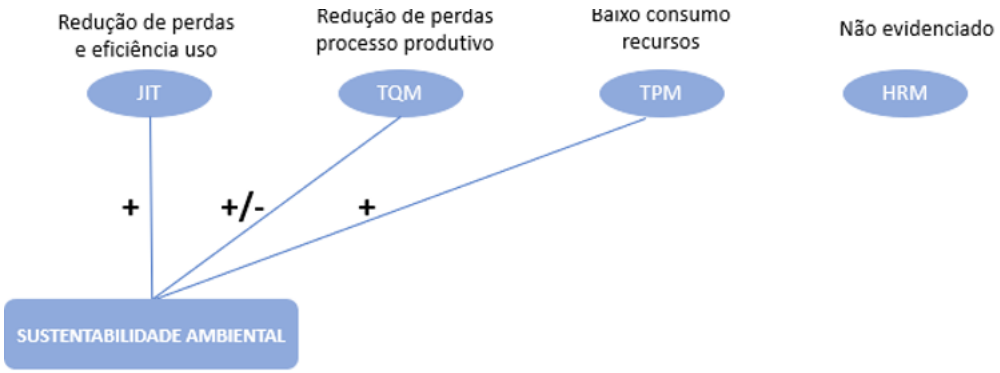
9.3 LEAN MANUFACTURING E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Diferentes dos unanimes resultados encontrados na relação positiva entre a metodologia lean manufacturing e os aspectos sociais e financeiros, tal avaliação se mostra diferente no caso dos aspectos ambientais. Nenhuma correlação explícita entre essas duas dimensões foi encontrada, exceto no caso de algumas iniciativas verdes que apresentam uma tendência de redução na geração de resíduos, consumo de energia e otimização na utilização de recursos. Algumas ideias pautadas nos aspectos ambientais podem ser indiretamente direcionadas por ferramentas lean manufacturing, como o programa de sugestão de ideias que contribui para a solução de problemas de produção, mas também poderia contribuir para solucionar problemas ambientais. O motivo pode ser que a metodologia lean manufacturing e as ações ambientais não conflitam em seu objetivo final, onde parece que ambos os assuntos se desenvolvem em duas linhas paralelas que vão na mesma direção, sem necessariamente estar integrado em uma única visão. A principal razão pela qual eles não colidem é que as duas visões pretendem reduzir o desperdício, mesmo que às vezes a redução de resíduos seja de natureza diferente. A empresa A que desenvolveu um sistema integrado com objetivo alinhado desde o início foi capaz de explorar as vantagens ambientais do lean manufacturing, porém, já está trabalhando com a necessidade de uma integração maior, promovendo a organização de uma auditoria sistêmica para 2021 com foco na avaliação dos aspectos ambientais e abordagem corporativa para acompanhamento das ações. Durante a pesquisa na empresa B não foi percebido nenhum benefício mútuo entre o lean manufacturing e os aspectos ambientais. Já a empresa C apresentou uma grande preocupação para atendimento a legislação vigente, todavia, não conseguiu realizar a integração do lean com aspectos ambientais. Na empresa D, foram evidenciados alguns trabalhos com impactos nos aspectos ambientais, principalmente ligados a menor utilização de recursos produtivos, porém, não fundamentados com uma abordagem sistêmica com a metodologia lean manufacturing. Os resultados mostram que apesar de relações positivas entre práticas lean manufacturing e resultados ambientais, existem áreas ou projetos onde as duas abordagens não se combinam, em linha com a pesquisa de Rothenberg, Pil e Maxwell (2001) que afirmam que esta relação é complexa devido a possíveis conflitos e trade-offs. Segundo Yang, Hong e Modi (2001) o lean manufacturing e as práticas de gerenciamento ambiental são distintos e impactam diferentemente na performance do negócio.

A Figura 27 apresenta um resumo dos efeitos da metodologia lean manufacturing no aspecto ambiental dos estudos de caso.

No disclosure to third parties!

Figura 27 – Efeito do lean manufacturing no aspecto ambiental



Fonte: Autor

A Tabela 7 apresenta um resumo dos efeitos do lean manufacturing nos três aspectos de sustentabilidade.

Tabela 7 – Os efeitos do lean manufacturing nos 3 aspectos de sustentabilidade

Pesquisa		Aspectos		
		Econômico	Social	Ambiental
Lean manufacturing	JIT	Baixo custo com redução WIP, redução lead time e menor uso área fabril	Alto nível segurança trabalho, plano de ergonomia e baixos índices de acidentes/ afastamentos	Redução de perdas e maior eficiência no uso de recursos
	TQM	Alta qualidade (redução custo não qualidade e reclamação de clientes)	Alto nível de satisfação dos funcionários	Redução de perdas processo produtivo
	TPM	Alta eficiência equipamentos (baixo custo)	Redução de riscos incidentes e redução nível estresse dos operários	Baixo consumo recursos e redução de perdas
	HRM	Orientação longo prazo	Alto nível de comprometimento, políticas claras e pesquisas frequentes	Não evidenciado

Fonte: Autor

No disclosure to third parties!

10 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi avaliar como a implementação da metodologia lean manufacturing impacta a estratégia de sustentabilidade das empresas do setor automobilístico no estado de São Paulo que tem sua manufatura pautada no processamento de borracha.

A contribuição científica deste trabalho está relacionada ao desenvolvimento de um modelo de pesquisa inovador que descreve e explica, de forma integrada e sistemática, como a introdução dos princípios e ferramentas lean manufacturing contribui para alcançar metas de sustentabilidade. Os gerentes podem usar essas descobertas para entender as possibilidades que surgem da integração da metodologia lean manufacturing e dos princípios de sustentabilidade.

O potencial retorno positivo da implementação da metodologia lean não é meramente econômico, para o qual tal transformação geralmente é realizada, mas também possui impactos sociais. Em particular, os resultados confirmam o impacto estritamente positivo da metodologia lean manufacturing no componente econômico de sustentabilidade, onde existe um objetivo em comum que é a eliminação do desperdício em todas as arestas dos processos, sejam produtivos ou administrativos. Curiosamente, as práticas de gestão de recursos humanos são a alavancagem considerada para manter os resultados positivos no longo prazo, porque elas contribuem para a construção de uma cultura enxuta dentro da organização. Por esse motivo, o social também foi considerado positivamente afetado pelo lean manufacturing. De fato, lean manufacturing e sustentabilidade social podem parecer conceitos distintos com objetivos diferentes, mas tomando um olhar mais atento sobre seus componentes e os resultados, eles se apresentam bem similares. O lean manufacturing atribui grande valor ao cuidado com as pessoas desde suas necessidades básicas como segurança até o suporte ao programa de remuneração se mostrando em linha com as metas de sustentabilidade social. Por outro lado, efeitos sobre a sustentabilidade ambiental não foram considerados correlacionados em alguns casos. Isso foi devido à falta de alinhamento entre o processo de implementação do lean manufacturing e estratégia de sustentabilidade, onde a pesquisa mostrou clareza na preocupação das empresas no atendimento a legislação vigente em relação aos aspectos ambientais, porém, não existe uma abordagem sistêmica entre a metodologia lean e os aspectos ambientais. Pode-se concluir que a adoção do lean manufacturing por uma empresa é frequentemente o primeiro passo em direção à sustentabilidade, desde que exista integração estratégica clara dos objetivos lean e da política de sustentabilidade desde o início.

10.1 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES DE PESQUISAS FUTURAS

Esta dissertação foi realizada por meio do método de pesquisa estudo de caso de caráter exploratório em empresas do setor automotivo, presente no estado de São Paulo, que

No disclosure to third parties!

apresentam em seu core business a processabilidade da borracha. Foram pesquisadas duas empresas líderes de mercado que atuam em sistema de vedação, uma empresa multinacional alemã líder de mercado que fornece sistema antivibração e por fim uma empresa de capital nacional atuante no mercado de condução de fluídos e combustíveis. Desta forma os resultados encontrados são limitados a estas empresas, não podendo ser generalizados para outras empresas.

Devido a pandemia de COVID 19, o desenvolvimento deste trabalho junto às empresas foi um grande desafio superado com visitas in loco atendendo todos os protocolos sanitários, também foram utilizados outros recursos como vídeo conferência, telefonemas, mensagens de texto e troca de arquivos eletrônicos, todavia, o comprometimento dos entrevistados foi o grande diferencial perante a este desafio.

A natureza qualitativa desta pesquisa atendeu aos objetivos propostos, porém no futuro, uma pesquisa quantitativa com muitas empresas com diferentes níveis de maturidade lean manufacturing e políticas de sustentabilidade, dos sistemas iniciais aos avançados, poderá ser realizada para testar as relações entre lean manufacturing e sustentabilidade

Outra sugestão de pesquisas futuras seria um estudo exploratório em empresas de segmentos parecidos como o segmento plástico, avaliando a contribuição do lean manufacturing na política de sustentabilidade das empresas, uma vez que a borracha e o plástico são processos similares.

Todos os resultados foram validados através de um processo de triangulação, no entanto, uma pesquisa quantitativa seria interessante para validar alguns resultados apresentados, por exemplo, qual o nível de contribuição do JIT para a redução do CO_2 gerado pelos caminhões no transporte tanto de matéria prima quanto produto acabado.

No disclosure to third parties!

REFERÊNCIAS

ABDELHADI, Abdelhakim. Using lean manufacturing as service quality benchmark evaluation measure. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 7, n. 1, p. 25-34, 2016. https://doi.org/10.1108/IJLSS-02-2015-0003.

ABDULMALEK, Fawaz A.; RAJGOPAL, Jayant. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. **International Journal of Production Economics**, v. 107, n. 1, p. 223-236, 2007. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.09.009.

AHUJA, I.P.S., KHAMBA, J.S. Total productive maintenance implementation in a manufacturing organisation. **International Journal Productivity and Quality Management,** v. 3, n. 3, 2008. https://doi.org/10.1504/IJPQM.2008.017504.

ANHOLON, Rosley; SANO, Alex Toshio. Analysis of critical processes in the implementation of lean manufacturing projects using project management guidelines. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 84, n. 9-12, p. 2247-2256, 2016. https://doi.org/10.1007/s00170-015-7865-9.

ALVES, José Roberto Xavier; ALVES, João Murta. Production management model integrating the principles of lean manufacturing and sustainability supported by the cultural transformation of a company. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 17, p. 5320-5333, 2015. https://doi.org/10.1007/s00170-015-7865-9.

ARAÚJO, Carlos AA. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em questão**, v. 12, n. 1, p. 11-32, 2006.

ARAÚJO, G.C. et al. **Sustentabilidade Empresarial**: Conceito e Indicadores. In Anais do III Congresso Online de Administração, São Paulo, 2006.

AZEVEDO, Susana G. et al. An integrated model to assess the leanness and agility of the automotive industry. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 66, p. 85-94, 2012. https://doi.org/10.1109/TEM.2012.2189108.

BELLISARIO, Andrea; PAVLOV, Andrey. Performance management practices in lean manufacturing organizations: a systematic review of research evidence. **Production Planning & Control**, v. 29, n. 5, p. 367-385, 2018. https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1432909.

BHAMU, Jaiprakash; SANGWAN, Kuldip Singh. Lean manufacturing: literature review and research issues. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 34, n. 7, p. 876-940, 2014. https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315.

BLACK, Simon A.; PORTER, Leslie J. Identification of the critical factors of TQM. **Decision Sciences**, v. 27, n. 1, p. 1-21, 1996. https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1996.tb00841.x.

No disclosure to third parties!

BOTTI, Lucia; MORA, Cristina; REGATTIERI, Alberto. Integrating ergonomics and lean manufacturing principles in a hybrid assembly line. **Computers & Industrial Engineering**, v. 111, p. 481-491, 2017.

BRANDENBURG, Marcus et al. Quantitative models for sustainable supply chain management: Developments and directions. **European Journal of Operational Research**, v. 233, n. 2, p. 299-312, 2014.

BUER, Sven-Vegard; STRANDHAGEN, Jan Ola; CHAN, Felix T. S. The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 8, p. 2924-2940, 2018. https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945.

CORBETT, Charles, J.; KLASSEN, Robert, D. Extending the horizons: environmental excellence as key to improving operations. **Manufacturing & Service Operations Management**, v. 8. N. 1, p. 5-22, 2006.

CORRÊA, Henrique Luiz; CORRÊA, Carlos Alberto. **Administração de produção e operações - Manufatura e serviços**: uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2012.

CRESWELL, John W. **Research design**: Qualitative & quantitative approaches. London: Sage Publications - 4th Edition, 2014.

CUA, Kristy O.; MCKONE, Kathleen E.; SCHROEDER, Roger G. Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. **Journal of Operations Management**, v. 19, n. 6, p. 675-694, 2001. https://doi.org/10.1016/S0272-6963(01)00066-3.

DAVY, Jeanette A. et al. A derivation of the underlying constructs of just-in-time management systems. **Academy of Management Journal**, v. 35, n. 3, p. 653-670, 1992.

DEAN JR, James W.; BOWEN, David E. Management theory and total quality: improving research and practice through theory development. **Academy of Management Review**, v. 19, n. 3, p. 392-418, 1994.

DETTY, Richard B.; YINGLING, John C. Quantifying benefits of conversion to lean manufacturing with discrete event simulation: a case study. **International Journal Production Research**, v. 38, n. 2, p. p 429-445, 2000.

DEVUYST, Dimitri; HENS, Luc, DE LANNOY, Walter. How green is the city. **Sustainability Assessment and the Management of Urban Environments**, v. 37, p. 37, 2001.

DICKSON, Eric W. et al. Application of lean manufacturing techniques in the emergency department. **The Journal of Emergency Medicine**, v. 37, n. 2, p. 177-182, 2009. https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2007.11.108

No disclosure to third parties!

EAIDGAH, Youness et al. Visual management, performance management and continuous improvement. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 7, n. 2, p. 187-210, 2016. https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028.

EISENHARDT, Kathleen M. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

ELKINGTON, John. Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. **California Management Review**, v. 36, n. 2, p. 90-100, 1994. https:// doi.org/10.2307/41165746.

ELKINGTON, John. Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st-century business. **Environmental Quality Management**, v. 8, n. 1, p. 37-51, 1998. https://doi.org/10.1002/ tqem.3310080106.

ELKINGTON, John. Sustentabilidade. Canibais com Garfo e Faca. São Paulo: Editora Pearson, 2012.

FARIAS, Luana Marques Souza; SANTOS, Luciano Costa; GOHR, Claudia Fabiana; DE OLIVEIRA, Lucas Carvalho; AMORIN Matheus Henrique da Silva. Criteria and practices for lean and green performance assessment: Systematic review and conceptual framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 218, p. 746-762, 2019. https://doi.org/ 10.1016/j.jclepro.2019.02.042.

FLEURY, Afonso. Planejamento do projeto de pesquisa e definição do modelo. In: MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. (Ed.). **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. São Paulo: Elsevier, 2010.

FORD, A.L. et al. Reducing door-to-needle times using Toyota's lean manufacturing principles and value stream analysis. **Stroke**, v. 43, n. 12, p. 3395-3398, 2012. https://dx.doi.org/10.1161/STROKEAHA.112.670687.

FULLERTON, Rosemary R.; KENNEDY, Frances A.; WIDENER, Sally K. Management accounting and control practices in a lean manufacturing environment. **Accounting, Organizations and Society**, v. 38, n. 1, p. 50-71, 2013. https://dx.doi.org/10.1016/j.aos.2012.10.001.

FULLERTON, Rosemary R.; KENNEDY, Frances A.; WIDENER, Sally K. Lean manufacturing and firm performance: The incremental contribution of lean management accounting practices. **Journal of Operations Management**, v. 32, n. 7-8, p. 414-428, 2014. https://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2014.09.002

FURLAN, Andrea; VINELLI, Andrea; DAL PONT, Giorgia. Complementarity and lean manufacturing bundles: an empirical analysis. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 31, n. 8, p. 835-850, 2011. https://doi.org/10.1108/01443571111153067.

No disclosure to third parties!

GALPIN, Timothy; WHITTTINGTON, J. Lee; BELL, Greg. Is your sustainability strategy sustainable? Creating a culture of sustainability. **Corporate Governance**, v. 15, n. 1, p. 1-17, 2015.

GHAURI, Pervez; GRONHAUG, Kjell. **Research Methods in Business Studies**. London: Prentice Hall - 4th Edition, 2010.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Sustainability Reporting Guidelines on Economic, Environmental, and Social Performance. Boston: GRI, 2015.

HACKMAN, J. Richard; WAGEMAN, Ruth. Total quality management: Empirical, conceptual, and practical issues. **Administrative Science Quarterly**, v. 40, n. 2, p. 309-342, 1995.

HARTINI, Sri; CIPTOMULYONO, Udisubakti. The relationship between lean and sustainable manufacturing on performance: literature review. **Procedia Manufacturing**, v. 4, p. 38-45, 2015. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.012.

HELLENO, André Luís; DE MORAES, Aroldo José Isaias; SIMON, Alexandre Tadeu. Integrating sustainability indicators and Lean Manufacturing to assess manufacturing processes: Application case studies in Brazilian industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 153, p. 405-416, 2017. https://doi.org/ 10.1016/j.jclepro.2016.12.072.

HENAO, Rafael; SARACHE, William; GÓMEZ, Iván. Lean manufacturing and sustainable performance: Trends and future challenges. **Journal of Cleaner Production**, v. 208, p. 99-116, 2019. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.116.

HINES, Peter; HOLWEG, Mathias; RICH, Nick. Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking**. International Journal of Operations & Production Management**, v. 24, n. 10, p. 994-1011, 2004 https://doi.org/10.1108/01443570410558049.

HODGE, George L. et al. Adapting lean manufacturing principles to the textile industry. **Production Planning & Control**, v. 22, n. 3, p. 237-247, 2011.

HOLWEG, Matthias. The genealogy of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 2, p. 420-437, 2007. https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001.

HUTCHINS, Margot J.; SUTHERLAND, John W. An exploration of measures of social sustainability and their application to supply chain decisions. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 15, p. 1688-1698, 2008. https//doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.06.001.

ICHNIOWSKI, C.; SHAW, K.; PRENNUSHI, G. The effects of human resource management practices on productivity. Working paper, Columbia University, New York, 1994.

JABBOUR, Charbel José Chiappetta et al. Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 129-140, 2013. https://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.010.

No disclosure to third parties!

JOHANSSON, Peter E.; OSTERMAN, Christer. Conceptions and operational use of value and waste in lean manufacturing–an interpretivist approach. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 23, p. 6903-6915, 2017. https://doi.org/10.1080/002075543.2017.1326642.

JØRGENSEN, Andreas et al. Methodologies for social life cycle assessment. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 13, n. 2, p. 96, 2008.

KING, Andrew A.; LENOX, Michael J. Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. **Production and Operations Management**, v. 10, n. 3, p. 244-256, 2001.

KLEINDORFER, Paul R.; SINGHAL, Kalyan; VAN WASSENHOVE, Luk N. Sustainable operations management. **Production and Operations Management**, v. 14, n. 4, p. 482-492, 2005.

KRAFCIK, J.F. The triumph of the lean production system. Sloan Management Review (Fall) 41–52, 1998.

LIAN, Y.-H.; VAN LANDEGHEM, Hendrik. Analysing the effects of Lean manufacturing using a value stream mapping-based simulation generator. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 13, p. 3037-3058, 2007.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIKER, Jeffrey K.; HOSEUS, Michael. **A cultura Toyota**: a alma do Modelo Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2009.

LONGO, Rose Mary Juliano. **Gestão da qualidade**: evolução histórica, conceitos básicos e aplicação na educação. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 1996.

LONGONI, Annachiara et al. When does lean hurt? – An exploration of lean practices and worker health and safety outcomes. **International Journal of Production Research**, v. 5, n. 11, p. 3300-3200, 2013.

LONGONI, A.; CAGLIANO, R. Cross-functional executive involvement and worker involvement in lean manufacturing and sustainability alignment. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 35, n. 9, p. 1332-1358, 2015. https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2015-0113.

MACDUFFIE, John Paul. Human resource bundles and manufacturing performance: Organizational logic and flexible production systems in the world auto industry. **ILR Review**, v. 48, n. 2, p. 197-221, 1995.

MARIN-GARCIA, Juan A.; BONAVIA, Tomas. Relationship between employee involvement and lean manufacturing and its effect on performance in a rigid continuous process industry.

No disclosure to third parties!

International Journal of Production Research, v. 53, n. 11, p. 3260-3275, 2015. https://doi.org/10.1080/00207543.2014.975852.

MARODIN, Giuliano Almeida; SAURIN, Tarcisio Abreu. Implementing lean production systems: research areas and opportunities for future studies. International Journal of Production Research, v. 51, n. 22, p. 6663-6680, 2013. https://dx.doi.org/10.1080/00207543.2013.826831.

MARTÍNEZ-JURADO, Pedro José; MOYANO-FUENTES, José. Lean management, supply chain management and sustainability: a literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 85, p. 134-150, 2014. https://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.00.042.

MARTÍNEZ-LEON, Hilda C.; CALVO-AMODIO, Javier. Towards lean for sustainability: Understanding the interrelationships between lean and sustainability from a system thinking perspective. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, n. 4, p. 4384-4402, 2017. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.132.

MCLACHLIN, Ron. Management initiatives and just-in-time manufacturing. **Journal of Operations Management**, v. 15, n. 4, p. 271-292, 1997.

MEHRA, Satish; INMAN, R. Antony. Determining the Critical Elements of Just-In-Time Implementation. **Decision Science**, v. 23, n. 1, p. 160-174, 1992.

MELTON, Trish. The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 83, n. 6, p. 662-673, 2005. https://doi.org/10.1205/cherd.04351

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações.** São Paulo: Editora Elsevier, p. 280, 2010.

MONTABON, Frank; SROUFE, Robert; NARASIMHAN, Ram. An examination of corporate reporting, environmental management practices and firm performance. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 5, p. 998-1014, 2007.

MOTWANI, Jaideep. A business process change framework for examining lean manufacturing: a case study. **Industrial Management & Data Systems**, v. 103, n. 5, p. 339-346, 2003. https://doi.org/10.1108/02635570310477398.

NAWANIR, Gusman; LIM, Kong Teong; OTHAMAN, Siti Norezam. Lean manufacturing practices in Indonesian manufacturing. Are there business performance effects? **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 7, n. 2, p. 149-170, 2016. https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2014-0013.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção**: Além da produção em larga escala. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

OLIVEIRA, Lucas Rabello et al. Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. Production, v. 22, n. 1, p. 70-82, 2009.

No disclosure to third parties!

OLIVEIRA, Rosenira Izabel; SOUSA, Sammya Oliveira; DE CAMPOS, Fernando Celso. Lean manufacturing implementation: bibliometric analysis 2007–2018. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 101, n. 1-4, p. 979-988, 2019.

ONYEOCHA, Chukwunonyelum Emmanuel; KHOURY, Joseph; GERAGHTY, John. Evaluation of multi-product lean manufacturing systems with setup and erratic demand. **Computers & Industrial Engineering**, v. 87, p. 465-480, 2015. . https://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2015.05.029.

PAGELL, Mark; WU, Zhaohui. Building a more complete theory of sustainable supply chain management using case studies of 10 exemplars. **Journal of Supply Chain Management**, v. 45, n. 2, p. 37-56, 2009.

PANIZZOLO, Roberto et al. Lean manufacturing in developing countries: evidence from Indian SMEs. **Production Planning & Control**, v. 23, n. 10-11, p. 769-788, 2012. https://dx.doi.org/10.1080/09537287.2011.642155.

PANWAR, Avinash et al. On the adoption of lean manufacturing principles in process industries. **Production Planning & Control**, v. 26, n. 7, p. 564-587, 2015. https://doi.org/10.1080/09537287.2014.936532

PAVNASKAR, S. J.; GERSHENSON, J. K.; JAMBEKAR, A. B. Classification scheme for lean manufacturing tools. **International Journal of Production Research**, v. 41, n. 13, p. 3075-3090, 2003. https://doi.org/10.1080/0020754021000049817

PIERCY, Niall; RICH, Nick. The relationship between lean operations and sustainable operations. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 35, n. 2, p. 282-315, 2015. https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2014-0143

PINTO, João Paulo. **Pensamento Lean**: A filosofia das organizações vencedoras. Lisboa: Lidel, 2014.

POWELL, Thomas C. Total quality management as competitive advantage: a review and empirical study. **Strategic Management Journal**, v. 16, n. 1, p. 15-37, 1995.

QUINN, Laura; DALTON, Maxine. Leading for sustainability: implementing the tasks of leadership. **Corporate Governance: International Journal of Business in Society**, v. 9, n. 1, p. 21-38, 2009.

RESTA, Barbara et al. Lean manufacturing and sustainability: an integrated view. In: **IFIP International conference on advances in production management systems**. Springer, Cham, p. 659-666, 2016. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51133-7_78

RESTA, Barbara et al. How lean manufacturing affects the creation of sustainable value: an integrated model. **International Journal of Automation Technology**, v. 11, n. 4, p. 542-551, 2017. https://doi.org/10.20965/ijat.2017.p0542.

No disclosure to third parties!

ROCA, Laurence Clément; SEARCY, Cory. An analysis of indicators disclosed in corporate sustainability reports. **Journal of Cleaner Production**, v. 20, n. 1, p. 103-118, 2012.

ROTHENBERG, Sandra, PIL, Frits K., MAXWELL, James. Lean green and the quest for superior environmental performance. **Production and Operations Management**, v. 10, n. 3, p. 228–243, 2001. https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2001.tb00372.x.

SAJAN, M. P. et al. Lean manufacturing practices in Indian manufacturing SMEs and their effect on sustainability performance. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 28, n. 6, p. 772-793, 2017. https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2016-0188

SAKAKIBARA, Sadao et al. The impact of just-in-time manufacturing and its infrastructure on manufacturing performance. **Journal of Management Science**, v. 43, n. 9, p. 1246-1257, 1997.

SAMSON, Danny; TERZIOVSKI, Mile. The relationship between total quality management practices and operational performance. **Journal of Operations Management**, v. 17, n. 4, p. 393-409, 1999.

SEURING, Stefan. A review of modeling approaches for sustainable supply chain management. **Decision Support Systems**, v. 54, n. 4, p. 1513-1520, 2013.

SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of Operations Management**, v. 21, n. 2, p. 129-149, 2003.

SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 4, p. 785-805, 2007. https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019

SHARMA, Rajiv Kumar; KUMAR, Dinesh; KUMAR, Pradeep. Manufacturing excellence through TPM implementation: a practical analysis. **Industrial Management & Data Systems**, v. 106, n. 2, p. 256-280, 2006.

SIEGEL, Rebecca et al. Integrated green lean approach and sustainability for SMEs: From literature review to a conceptual framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 240, 2019. https://doi.org/10.1016/jclepro.2019.118205.

SROUFE, Roberts. Effects of environmental management systems on environmental management practices and operations. **Production and Operation Management**, v. 12, n. 3, p. 416-431, 2003. https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2003.tb00212.x.

STONE, Kyle B. Four decades of lean: a systematic literature review. **International Journal of Lean and Six Sigma**, v. 3, n. 2, p. 112-132, 2012. https://doi.org/10.1108/20401461211243702

SULLIVAN, William G.; MCDONALD, Thomas N.; VAN AKEN, Eileen M. Equipment replacement decisions and lean manufacturing. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 18, n. 3-4, p. 255-265, 2002.

No disclosure to third parties!

TORTORELLA, Guilherme Luz; CAUCHICK-MIGUEL, Paulo Augusto. Teaching lean manufacturing at a postgraduate level: Integrating traditional teaching and problem-based learning approach. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 9, n. 3, p. 301-323, 2018. https://doi.org/10.1108/IJLSS-08-2017-0101.

TORTORELLA, Guilherme Luz; VERGARA, Lizandra Garcia Lupi; FERREIRA, Evelise Pereira. Lean manufacturing implementation: an assessment method with regards to socio-technical and ergonomics practices adoption. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 89, n. 9-12, p. 3407-3418, 2017. https://doi.org/10.1007/s00170-016-9227-7

TORTORELLA, Guilherme Luz et al. Lean Manufacturing implementation: leadership styles and contextual variables. **International Journal of Operations Management**, v. 38, n. 5, p. 1205-1227, 2018. https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2016-0453

TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Palminder. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British Journal of Management**, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.

VAN DER STEEN, Martijn Pieter; TILLEMA, Sandra. Controlling lean manufacturing in multidivisional organisations. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 38, n. 11, p. 2149-2168, 2018. https://doi.org/10.1108/IJOPM-09-2016-0563.

VENKATESH, Jindal. An introduction to total productive maintenance (TPM). The plant maintenance resource center, p. 3-20, 2007.

VERHEEM, B. **Strategic environmental assessment performance criteria**. Special Publications Series, 2002.

VINODH, S., BEN RUBEN, R., ASOKAN, P. Life cycle assessment integrated value stream mapping framework to ensure sustainable manufacturing: a case study. **Clean Technology. Environment**, v. 18, p. 279-295, 2016.

VOSS, Chris; TSIKRIKTSIS, Nikos; FROHLICH, Mark. Case research in operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.

WANG, C. et al. A parallel simulated annealing method for the vehicle routing problem with simultaneous pickup–delivery and time windows**. Computers & Industrial Engineering**, v. 83, p. 111-122, 2015.

WCED - World Commission on Environment and Development, Bruntland Commission). Our common future. Report of the world commission on environment and development, 1987.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T; ROOS, Daniel. **The machine that changed the world**. New York: Rawson Associates, 1990.

No disclosure to third parties!

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T; ROOS, Daniel. **Lean thinking, Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. New York: Simon and Schuster, 1996.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T; ROOS, Daniel. **A mentalidade enxuta nas empresas Lean Thinking**: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2004.

WU, Yen Chun. Lean manufacturing: a perspective of lean suppliers. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 23, n. 11, p. 1349-1376, 2003.

YANG, Ma Ga Mark; HONG, Paul; MODI, Sachin B. Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. **International Journal of Production Economics**, v. 129, n. 2, p. 251-261, 2011. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.10.017.

YIN, Robert K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Penso Editora, 2016.

ZAHRAEE, Seyed Mojib. A survey on lean manufacturing implementation in a selected manufacturing industry in Iran. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 7, n. 2, p. 136-148, 2016. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.10.017.

No disclosure to third parties!

APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA

LEAN MANUFACTURING

1. Quando começou a implementação do Lean manufacturing?
2. Que técnicas foram implementadas? (TPM, 5S, SMED, Kanban, visual management...)
3. Quem ou o que foi o grande motivo da mudança?
4. Qual o nível de envolvimento dos colaboradores no processo de mudança? (em várias fases)
5. A implantação do Lean na produção foi realizada em todos os departamentos / fábricas?
6. Quais foram as principais barreiras na implementação?
7. A implantação Lean foi suportada por uma consultoria?

INDICADORES E LEVANTAMENTO DE DADOS

1. Que métodos foram implementados para manter os princípios lean? (ficha de auditoria, sessões de treinamento, ...)
2. A empresa utilizou benchmarking com os concorrentes, parceiros, outras unidades com uma régua de avaliação?
3. A empresa avalia a performance ambiental? Se sim, quais são os indicadores?
4. A empresa avalia a sustentabilidade social? Se sim, como?
5. Quais são os mais importantes indicadores financeiros analisados em decisões corporativas? Quais são indicadores monitorados frequentemente?
6. Existe uma sistemática implantada que permite a revisão periódica da estratégia?

ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE

1. O assunto sustentabilidade é incluído das discussões estratégicas corporativas?
2. As decisões de sustentabilidade são globais ou locais? Qual o grau de autonomia das unidades de negócio neste assunto?
3. Foi realizado a adaptação de ferramentas (BSC ou VSM) a fim de contextualizar o conceito de sustentabilidade dentro da gestão da empresa?
4. Quais são as práticas de sustentabilidade implementadas?
5. A empresa tem iniciativas verdes implementadas?
6. A empresa está engajada em eventos filantrópicos?
7. A empresa patrocina eventos esportivos ou culturais?
8. A empresa oferece bolsas de estudo ou ensino acadêmico para funcionários ou familiares diretos?
9. O fator stress é levado em consideração na estratégia da empresa?

No disclosure to third parties!

LEAN MANUFACTURING & SUSTENTABILIDADE

LEAN&AMBIENTAL

1. No caso de a empresa ter implementado iniciativas de sustentabilidade, as mesmas foram realizadas antes, depois ou durante a implementação do lean manufacturing?
2. Os níveis de perdas de produção (físicos e números) foram alterados após a implementação do lean manufacturing? (contas que tiveram eliminação de perdas)
3. Foi trocada a base de fornecedores depois da introdução da metodologia lean manufacturing?
4. A empresa prioriza fornecedores geograficamente próximos da planta produtiva?
5. Os custos de transporte mudaram? Foi alterada a organização logística?
6. A empresa apresentou mudanças de emissão de gás ou consumo de água desde a introdução dos conceitos Lean?
7. As perdas naturais de processos foram mudadas?
8. Foi incluído as diretrizes de sustentabilidade dentro das ferramentas Lean?

LEAN&SOCIAL

1. A empresa teve resistência do sindicato ou dos empregados durante a introdução dos princípios Lean Manufacturing?
2. A introdução dos princípios Lean impactaram nos números dos funcionários?
3. A empresa aumentou o tempo dedicado ao treinamento dos funcionários desde a introdução do sistema Lean?
4. O grau de envolvimento dos funcionários aumentou com a implantação dos princípios Lean? (sistema de sugestão de ideias, sistema de encorajamento de ideias)
5. Você acredita que há barreiras culturais contra a adaptação dos lean? (se possível faça comparações com sites do grupo fora do Brasil)
6. A taxa de turnover de funcionários mudou desde a implementação do Lean Manufacturing?
7. O papel do empregado mudou com a filosofia Lean?
8. Os fornecedores foram treinados com os conceitos de sustentabilidade?
9. O papel do time de gerenciamento mudou?
10. Ocorreu a mudança/comportamento da figura do gerente?
11. O grau de autonomia dos operadores aumentou?
12. O número de lesões/afastamento relacionada a atividade laboral diminuiu após o Lean Manufacturing?
13. As mudanças do layout das estações de trabalho após a implantação do Lean melhoraram as condições laborais em termos de ergonomia?

No disclosure to third parties!

14. A polivalência e poli competência são importantes valores para a empresa? São monitorados e mensurados?
15. O mecanismo de job rotation está implementado na empresa? (evitar queda de atenção devido as tarefas repetitivas)
16. Foram realizadas alterações de salário desde a implementação do Lean Manufacturing?
17. A taxa de diversidade de gênero mudou após o Lean?
18. Após a implementação Lean ocorreu mudança no absenteísmo das áreas produtivas?
19. O grau de comprometimento dos empregados alterou?
20. Você acredita que os empregados compreendem na totalidade os princípios do Lean?
21. Você acredita que a autonomia dada aos operadores através do Lean manufacturing afeta o nível de stress dos operadores?

CERTIFICAÇÕES

1. A empresa tem certificação do sistema qualidade ISO 9000?
2. A empresa tem certificação do sistema ambiental ISSO 14000?
3. A empresa segue as regras pautadas nas normas ISO26000/OHSAS18000/SA8000, padrões de éticas/social?
4. Existe alguma outra certificação conquistada?
5. A conquista de tais certificações trouxe um melhor resultado financeiro?
6. Tais certificações contribuíram no aumento do negócio?

LEAN&ECONOMIC

1. A implantação Lean garantiu a posição competitiva corporativa?
2. A implementação do Lean disparou o fenômeno de nacionalização de componentes?
3. Com a implantação do Lean a empresa conseguiu conquistar novos mercados? (redução de custo)
4. Depois de quanto tempo os benefícios econômicos derivados do Lean apareceram?
5. O Lean manufacturing aumentou a produtividade do operador?
6. O processo de flexibilidade e resiliência tem afetado a adaptação do Lean?
7. A base de clientes aumentou após a adaptação de programas Lean e de sustentabilidade?
8. Ocorreu evolução nos custos de inventários?
9. Os custos de não qualidade foram reduzidos?
10. Qual foi o impacto nos custos de tempo de troca?
11. Os custos de transporte foram impactados com o Lean? Como?
12. Poderia ilustrar graficamente a tendência do lucro líquido ocorrido ao longo das implementações?

No disclosure to third parties!