

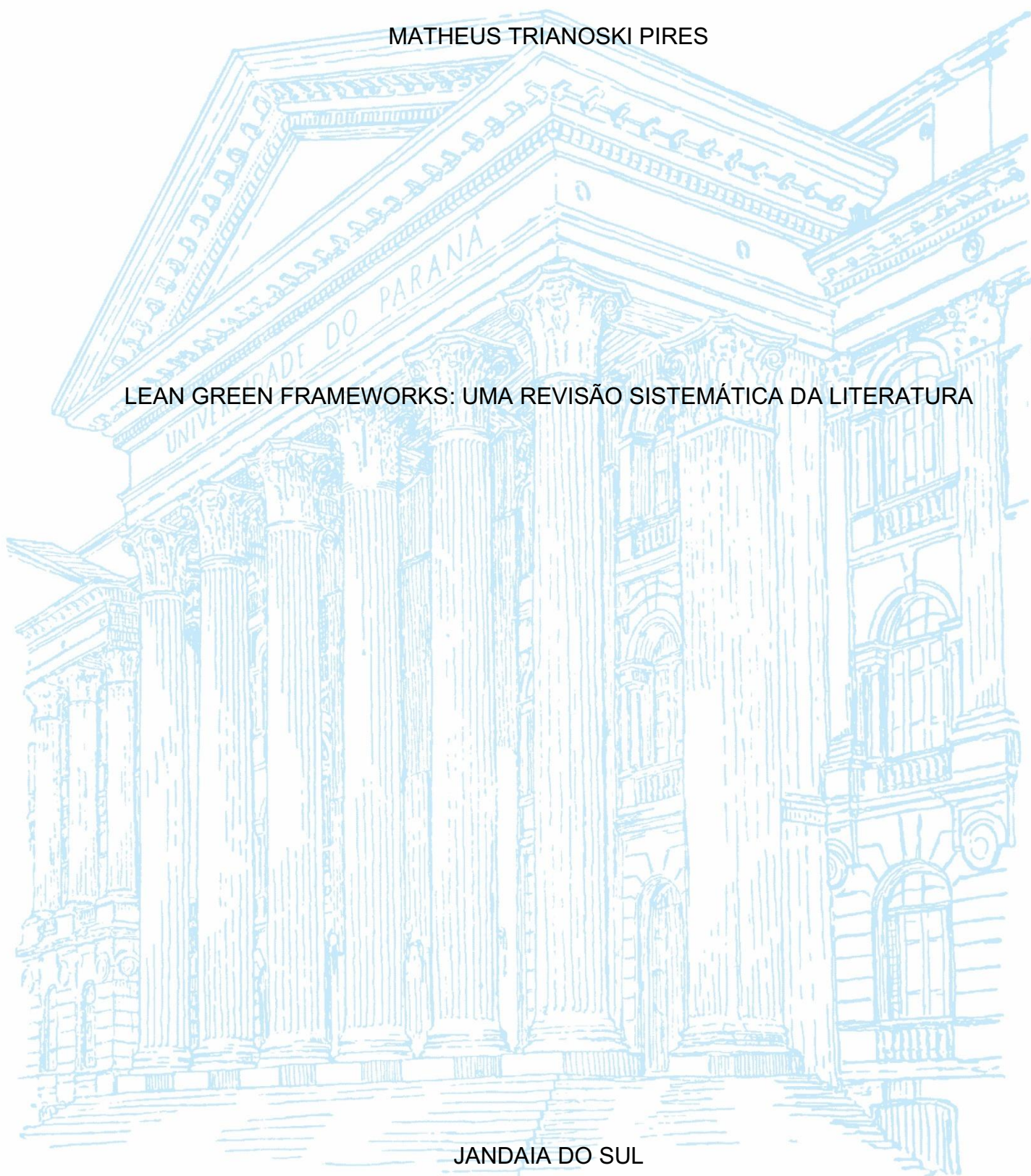
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MATHEUS TRIANOSKI PIRES

LEAN GREEN FRAMEWORKS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

JANDAIA DO SUL

2022



MATHEUS TRIANOSKI PIRES

LEAN GREEN FRAMEWORKS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção, Campus Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira

JANDAIA DO SUL

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA JANDAIA DO SUL

Pires, Matheus Trianoski

Lean Green Frameworks: uma Revisão Sistemática da Literatura.
/ Matheus Trianoski Pires. – Jandaia do Sul, 2022.
1 recurso on-line : PDF.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Paraná,
Campus Jandaia do Sul, Graduação em Engenharia de Produção.
Orientador: Prof. Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira.

1. Manufatura Enxuta. 2. Sustentabilidade. 3. Revisão
Sistemática de Literatura. 4. *Framework*. 5. *Lean*. 6. *Green*.
I. Oliveira, André Luiz Gazoli de. II. Universidade Federal do
Paraná. III. Título.

CDD 658.4

Bibliotecário: César A. Galvão F. Conde - CRB-9/1747



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PARECER Nº 76 - **MATHEUS TRIANOSKI PIRES/2022/UFPR/R/JA**
PROCESSO Nº 23075.079917/2019-87
INTERESSADO: @INTERESSADOS_VIRGULA_ESPACO@
TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Titulo: LEAN GREEN FRAMEWORKS: UMA VISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Autor (a): MATHEUS TRIANOSKI PIRES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau no curso de Engenharia de Produção, aprovado pela seguinte banca examinadora.

Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira (Orientador)

Dr. Giancarlo Alfonso Lovón Canchumani

Dr. Rafael Ariento Neto



Documento assinado eletronicamente por **ANDRE LUIZ GAZOLI DE OLIVEIRA, VICE-DIRETOR(A) DO CAMPUS AVANÇADO DE JANDAIA DO SUL - JA**, em 19/10/2022, às 11:58, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **GIANCARLO ALFONSO LOVON CANCHUMANI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/10/2022, às 14:38, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **RAFAEL ARIENTE NETO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/10/2022, às 15:05, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **5006003** e o código CRC **BEB57319**.

Dedico este trabalho a toda minha família, que sempre me apoiou e esteve presente em todos os momentos me dando forças para continuar a caminhada.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente à Deus pela saúde, força e por me guiar nesta caminhada.

À minha família, em especial minha mãe Teresa Trianoski, meu Pai Joanir Pires e meu irmão Lucas Trianoski Pires, por todo apoio, sabedoria e experiências adquiridas no decorrer da vida.

Aos amigos que conheci durante essa jornada, em especial nomes como Vinícius Henrique, Rayssa Braga, Gabriel Santos, Danúbia, Lorena, Gustavo Silvone, os gêmeos e outras amizades que sempre vou guardar recordações.

Ao meu orientador André Luiz Gazoli pela paciência, dedicação e todo ensinamento transmitido durante este trabalho e os anos da faculdade.

Aos professores da UFPR pelos conhecimentos adquiridos, experiências vivenciadas e pelo contato próximo que o campus proporciona.

Lutar sempre, vencer as vezes, desistir nunca! (Autor desconhecido)

RESUMO

As empresas atuam constantemente em um ambiente dinâmico e competitivo, que aumenta a necessidade de alterações rápidas, para se adequar as exigências dos consumidores. Atualmente além de buscar uma maior produtividade, redução dos seus custos, maior qualidade em seus produtos, as organizações estão buscando causar menos impactos ambientais em seus produtos e processos. Com esse objetivo estudos tem verificado a sinergia entre a abordagem da manufatura enxuta e da sustentabilidade, através das filosofias *lean manufacturing* e *green manufacturing*, destacando que os modelos unificados *lean* e *green* não foram amplamente explorados, tratando-se de um tema recente. Desse modo, o objetivo deste estudo é mapear a literatura dos modelos de implementação que relacionem a manufatura enxuta e a sustentabilidade. Para isso adota-se como método a Revisão Sistemática de Literatura (RSL), buscando realizar um levantamento bibliográfico sobre *frameworks* que relacionam a manufatura enxuta e a sustentabilidade, considerando os artigos publicados entre o período de 2011 a 2022. A RSL resultou em um total de 18 artigos, que foram analisados de maneira quantitativa e qualitativa, com análise de conteúdo e comparação dos *frameworks* identificados. Os artigos foram agrupados e classificados em 8 categorias, com base na abordagem utilizada ou tema de pesquisa identificado. Os resultados quantitativos indicam que o tema possui tendência de crescimento, com grande parte dos artigos posicionados entre os anos de 2019 e 2020. A abordagem mais utilizada pelas publicações foi o estudo de caso, com 66,6% das obras. Dos 18 estudos resultantes da RSL 4 pesquisas foram selecionadas para exemplificar as categorias de implementação em Manufatura Enxuta (ME), obtendo os estudos detalhados com relação ao framework proposto, os resultados alcançados e suas contribuições. A comparação entre os estudos apresentou as similaridades e diferenças entre as abordagens utilizadas, o método de coleta de dados e *frameworks* propostos. Ao final apresenta-se as contribuições do estudo e sugestões para o desenvolvimento de novas pesquisas.

Palavras-chave: 1. Manufatura Enxuta 2. Sustentabilidade 3. Revisão Sistemática de Literatura 4. *Framework* 5. *Lean* 6. *Green*

ABSTRACT

Companies constantly operate in a dynamic and competitive environment, which increases the need for rapid changes to adapt to consumer demands. Currently, in addition to seeking greater productivity, cost reduction, higher quality in their products, organizations are seeking to cause less environmental impacts in their products and processes. With this objective, studies have verified the synergy between the lean manufacturing approach and sustainability, through lean manufacturing and green manufacturing philosophies, highlighting that lean and green unified models have not been widely explored, being a recent topic. Thus, the aim of this study is to map the literature of implementation models that relate lean manufacturing and sustainability. For this, the Systematic Literature Review (RSL) is adopted as a method, seeking to carry out a bibliographic survey on frameworks that relate lean manufacturing and sustainability, considering the articles published between the period 2011 to 2022. The RSL resulted in a total of 18 articles, which were analyzed quantitatively and qualitatively, with content analysis and comparison of the identified frameworks. The articles were grouped and classified into 8 categories, based on the approach used or the research topic identified. The quantitative results indicate that the topic has a growth trend, with most of the articles positioned between the years 2019 and 2020. The approach most used by the publications was the case study, with 66.6% of the works. Of the 18 studies resulting from the RSL, 4 surveys were selected to exemplify the implementation categories in Lean Manufacturing (LM), obtaining detailed studies regarding the proposed framework, the results achieved and their contributions. The comparison between the studies showed the similarities and differences between the approaches used, the data collection method and proposed frameworks. At the end, the contributions of the study and suggestions for the development of new research are presented.

Keywords: 1. Lean manufacturing 2. Sustainability 3. Systematic Review of Literature 4. Framework 5. Lean 6. Green

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ESTRUTURA DA MONOGRAFIA.....	17
FIGURA 2 – OS 5 PRINCÍPIOS DO PENSAMENTO <i>LEAN</i>	21
FIGURA 3 – APRENDENDO A ENXERGAR MUDA.....	22
FIGURA 4 – MODELO TRIPIÉ DA SUSTENTABILIDADE	27
FIGURA 5 – COMPARAÇÃO ENTRE LEAN E GREEN	32
FIGURA 6 – ENQUADRAMENTO DA PESQUISA	35
FIGURA 7 – ETAPAS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA.....	36
FIGURA 8 – RESULTADO DA BUSCA NAS BASES DE DADOS	37
FIGURA 9 – PROCEDIMENTO PARA SELEÇÃO DE ARTIGOS.	40
FIGURA 10 – FASES DA PESQUISA.....	41
FIGURA 11 – MODELO APRESENTANDO AS FASES DA FERRAMENTA START	43
FIGURA 12 – ETAPAS PARA COLETA, TABULAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	44
FIGURA 13 – GRÁFICO DE EVOLUÇÃO DAS PUBLICAÇÕES	47
FIGURA 14 – PALAVRAS-CHAVE MAIS UTILIZADAS	49
FIGURA 15 – CLASSIFICAÇÃO DOS ARTIGOS QUANTO AO MÉTODO DE PESQUISA	50
FIGURA 16 – DESENVOLVIMENTO DO <i>FRAMEWORK</i> DE IMPLEMENTAÇÃO ...	56
FIGURA 17 – <i>FRAMEWORK</i> PARA ALCANÇAR A IMPLEMENTAÇÃO DO <i>LEAN</i> SUSTENTÁVEL BASEADA EM 6R.....	58
FIGURA 18 - <i>FRAMEWORK</i> DE AVALIAÇÃO LEAN E GREEN: VINCULANDO PRÁTICAS AO DESEMPENHO	59
FIGURA 19 – ROTEIRO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS <i>GREEN-LEAN</i>	64
FIGURA 20 – <i>FRAMEWORK</i> DE AVALIAÇÃO PARA INDÚSTRIA DE MINERAÇÃO DE CARVÃO EM PEQUENA ESCALA	66
FIGURA 21 – INDICADORES PROPOSTOS PARA INDÚSTRIA DE MINERAÇÃO DE CARVÃO DE PEQUENA ESCALA.....	67

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – ARTIGOS RESULTANTES DA REVISÃO SISTEMÁTICA	45
QUADRO 2 - PERIÓDICO DAS PUBLICAÇÕES.....	47
QUADRO 3 – FATOR DE IMPACTO DOS PERIÓDICOS	48
QUADRO 4 – CARACTERÍSTICAS DOS ARTIGOS RESULTANTE DA RSL	50
QUADRO 5 – COMPARAÇÃO DOS <i>FRAMEWORKS</i> SELECIONADOS PARA DETALHAMENTO	68

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

EUA	- Estados Unidos da América
ONU	- Organizações das Nações Unidas
RSL	- Revisão Sistemática de Literatura
STP	- Sistema Toyota de Produção
WIP	- <i>Work in Process</i>
ODS	- Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA	15
1.3	JUSTIFICATIVA.....	16
1.4	OBJETIVOS	17
1.4.1	Objetivo geral	17
1.4.2	Objetivos específicos.....	17
1.5	APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	LEAN MANUFACTURING.....	19
2.1.2	Sistema <i>Lean</i> de Produção	19
2.1.3	Os oito desperdícios do Lean	21
2.1.3.1	Movimento	22
2.1.3.2	Espera	23
2.1.3.3	Transporte	23
2.1.3.4	Correção	23
2.1.3.5	Excesso de processamento.....	24
2.1.3.6	Estoque	24
2.1.3.7	Excesso de Produção.....	24
2.1.3.8	Conhecimento sem ligação	25
2.2	SUSTENTABILIDADE	25
2.2.1	Sustentabilidade Ambiental	27
2.2.2	Sustentabilidade Econômica	27
2.2.3	Sustentabilidade Social	28
2.3	RELAÇÃO LEAN GREEN	30
3	METODOLOGIA.....	34
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	34
3.2	PROCEDIMENTOS PARA REVISÃO DE LITERATURA	35
3.3	PROTOCOLO DA PESQUISA	41
3.3.1	Planejamento da pesquisa	41
3.3.2	Coleta, tabulação e análise dos dados	42
4	RESULTADOS	45

4.1	REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA SOBRE FRAMEWORKS INTEGRATIVOS DA MANUFATURA ENXUTA E SUSTENTABILIDADE	46
4.1.1	Análise quantitativa sobre as pesquisas <i>lean green</i>	46
4.1.2	Análise do conteúdo das pesquisas sobre <i>lean green</i>	50
4.1.2.1	Yasir Maqbool <i>et al.</i> (2019)	55
4.1.2.2	Farias <i>et al.</i> (2019)	59
4.1.2.3	Duarte e Cruz-Machado (2019)	60
4.1.2.4	Yuliandra <i>et al.</i> (2018)	65
4.1.2.5	Comparação entre os <i>Frameworks</i>	68
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
	REFERÊNCIAS	72
	APÊNDICE A - PROTOCOLO DE REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	77

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

As empresas atuam constantemente em um ambiente dinâmico e competitivo, que aumenta a necessidade de alterações rápidas, para se adequar as exigências dos consumidores. Para buscar essas modificações elas procuram uma maior produtividade, redução dos seus custos, maior qualidade em seus produtos e mais recentemente que seus produtos e processos causem menos impactos ambientais (QUEIROZ, 2015).

Um meio que as organizações encontram para atingir alguns destes objetivos é adotar a Manufatura Enxuta, do inglês *Lean Manufacturing* (LM), uma filosofia de gestão da produção praticada por empresas de diversos setores mundiais, que buscam melhorar os seus resultados de custo, produtividade, prazo, qualidade e flexibilidade. Segundo Campos e Sant`nna (2015) a manufatura enxuta foca principalmente na eliminação dos desperdícios da cadeia produtiva de uma organização, produzindo somente de acordo com a demanda do cliente.

Durante as atividades de transformação, as indústrias geram muitos impactos ambientais, através da extração da matéria prima, emissões de gases na atmosfera e pelo descarte de resíduos. Desse modo muitas organizações sentiram a necessidade de se manter competitivas no mercado, desenvolvendo atividades com cunho mais sustentável (LOPES; SEVERINO, 2018).

Nesse contexto verifica-se a importância de uma organização além de ser enxuta, seja também verde, adotando soluções que contribuam para uma melhor utilização dos recursos materiais, porém minimizando os impactos e desperdício dos recursos naturais (FARIAS, 2018). Para auxiliar nesse objetivo destaca-se a estratégia *Green Manufacturing* (GM), onde segundo Pereira e Vieira (2014) a GM é uma estratégia preventiva e integrada, que pode ser utilizada em todas as fases do processo produtivo. Surgindo como uma prática que permite tornar os processos ambientalmente mais eficientes e reduzir o impacto ambiental de seus produtos (GARZA-REYES, 2015).

A utilização eficiente dos recursos naturais e minimização dos impactos produtivos se relaciona diretamente com os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável definidos pela ONU em 2015. Em especial para as indústrias de transformação, com o 12º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) de assegurar padrões de produção e consumo sustentáveis.

Desse modo esta pesquisa tem como objetivo mapear a literatura dos modelos de implementação que relacionem a manufatura enxuta e a sustentabilidade. Para isso foi utilizado a Revisão Sistemática de Literatura (RSL) para levantamento e análise de trabalhos contendo *frameworks* de implementação que relacionem a Manufatura enxuta e a sustentabilidade.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Diante da temática de manufatura enxuta e Sustentabilidade, identificou-se uma oportunidade de relacionar os dois temas através de um projeto de pesquisa, que relacione a manufatura enxuta, através da filosofia *lean* e a sustentabilidade através da filosofia *green*. Como abordado por Farias (2018) o estudo da relação *Lean-Green* ainda é recente, possuindo um grande potencial para pesquisa. Ainda segundo o autor é importante desenvolver um método que possibilite as empresas avaliarem o desempenho da implementação *lean* e do *green*, considerando a integração entre as duas abordagens.

Nesse sentido, o problema de pesquisa visa compreender como os frameworks integrativos relacionam os dois temas de pesquisa apresentados, através de uma revisão sistemática da literatura.

Desse modo a questão principal que pauta o projeto é “Os frameworks presentes na literatura relacionam a manufatura enxuta e a sustentabilidade, através da abordagem *lean-green*?”

Sob esse contexto, os tópicos seguintes apresentam a justificativa da pesquisa, e os objetivos geral e específicos definidos.

1.3 JUSTIFICATIVA

As mudanças em produtos e processos influenciou as organizações a melhorarem seus desempenhos ambientais, visando uma manufatura mais sustentável. Desse modo o pensamento que era somente *lean* evoluiu para um novo “pensamento *lean* e *green*”, como forma de implementar modelos mais sustentáveis e que integrem as duas filosofias de modo que se reduzam os desperdícios, melhorando a eficiência material e ambiental (CALDEIRA; DESHA; DAWES, 2017).

A manufatura enxuta, além de promover melhorias significativas nos indicadores de produção, pode contribuir para redução dos impactos ambientais. Porém a melhoria do desempenho ambiental não é mensurada e não é objetivo direto da abordagem *lean* (QUEIROZ *et al.*, 2015). A implantação simultânea de práticas *lean* e *green* requer métricas adequadas para medir a contribuição e o efeito de ambos, sobre o desempenho das organizações (GARZA-REYES, 2015).

Segundo Farias (2018) os trabalhos com temática *lean-green*, em grande parte, buscam apontar os ganhos ambientais relacionados a minimização de desperdício, proveniente da adoção da filosofia *lean* na empresa. Porém assim como abordado por Oliveira (2016 citado por FARIAS, 2018) a abordagem *green* também deve ser priorizada em primeiro plano e não somente como objetivo secundário.

Apesar da existência de uma quantidade considerável de estudos relacionando a manufatura enxuta e a sustentabilidade, verifica-se que a abordagem como modelo unificado *Lean and Green* não foi amplamente explorada, de maneira especial no Brasil (CAMPOS; SANT`NNA, 2015). Desse modo o presente estudo propõe uma análise sobre os frameworks implementados que relacionam a prática do *lean-green*, corroborando para trazer hipóteses referente a abordagem integrada nas organizações.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Esta pesquisa tem como objetivo mapear a literatura dos modelos de implementação que relacionem a manufatura enxuta e a sustentabilidade.

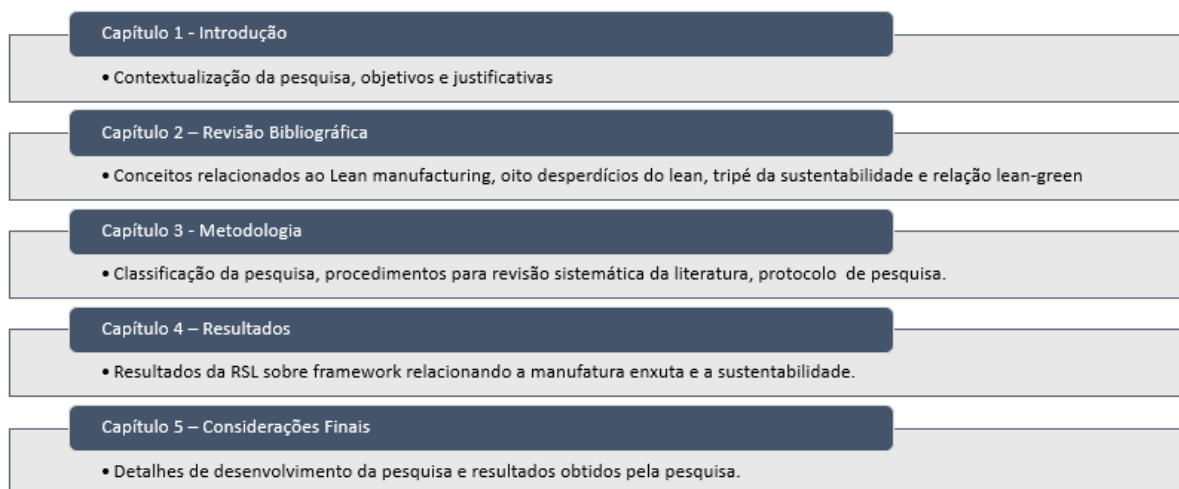
1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar os modelos de implementação que relacionem a manufatura enxuta e a sustentabilidade através de uma Revisão Sistemática de Literatura;
- Identificar as relações entre manufatura enxuta e sustentabilidade;
- Caracterizar os modelos identificados na literatura.

1.5 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Esta monografia foi estruturada em 5 capítulos, conforme observado na FIGURA 1.

FIGURA 1 – ESTRUTURA DA MONOGRAFIA



FONTE: O autor (2022)

No Capítulo 1 é apresentado a contextualização da pesquisa, objetivos e justificativas para o presente projeto de pesquisa.

No Capítulo 2 é apresentado a revisão bibliográfica, contemplando os conceitos relacionados ao *Lean manufacturing*, os oito desperdícios do *lean*, a sustentabilidade e os seus três pilares e a relação *lean-green*.

No capítulo 3 é apresentado a metodologia de pesquisa, contendo a classificação da pesquisa, os procedimentos para revisão sistemática da literatura e o protocolo de pesquisa.

No capítulo 4 são apresentados os resultados da RSL sobre framework relacionando a manufatura enxuta e a sustentabilidade, com uma análise quantitativa e de conteúdo sobre as obras, assim como uma comparação dos *frameworks* selecionados. E Por fim, o Capítulo 5 é apresentado as considerações finais sobre a pesquisa, expondo os detalhes de desenvolvimento da pesquisa, bem como uma síntese dos resultados obtidos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo abordará a revisão teórica sobre os conceitos tratados na monografia, contendo os seguintes subcapítulos: *Lean Manufacturing*, Sustentabilidade e Relação *Lean Green*.

2.1 LEAN MANUFACTURING

Nesta seção serão apresentados os conceitos referentes ao *Lean manufacturing*, conhecido também como Manufatura Enxuta (ME), abordando o contexto histórico, as definições trazidas pelo sistema *lean* de produção, assim como os oito desperdícios conhecidos dentro da filosofia.

2.1.2 Sistema *Lean* de Produção

Após a segunda guerra mundial, com o Japão em reestruturação, a Toyota não pôde competir com o sistema de produção em massa adotado nos EUA, principalmente considerando custo e qualidade (FARIAS, 2018). Dessa forma a Toyota optou por criar um novo sistema de gestão com foco em aumentar a produtividade e reduzir os desperdícios em todos os aspectos, esse sistema ficou conhecido como “Sistema Toyota de Produção” (STP) (DENNIS, 2011).

O STP foi desenvolvido por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo no Japão (FARIAS, 2018). Em um livro de 1990 chamado “A máquina que mudou o mundo”, é apresentada a diferença de desempenho entre as indústrias automotivas japonesas e ocidentais, em que as técnicas de melhoria aplicadas pela Toyota passaram a ser chamadas como “lean manufacturing” ou “lean production” (produção enxuta) (FARIAS, 2018). Pois apresentavam uma forma de como fazer mais com menos - menos tempo, menos espaço, menos esforço, menos material - e conseguir entregar o que o cliente deseja (DENNIS, 2011).

A produção enxuta é uma estratégia de gestão da produção que tem como foco principal a melhoria da qualidade através da eliminação dos desperdícios nas atividades que não agreguem valor ao produto (OHNO, 1997; WOMACK; JONES,

2004). Segundo Aziz e Hafez (2013) o objetivo da produção enxuta é projetar e produzir o produto de acordo com as exigências do cliente, de forma com que o sistema de produção seja usado de maneira eficiente. Além de oferecer valor ao cliente, os custos e desperdícios de todas as operações devem ser retirados do fluxo de produtos e informações, desde a aquisição de matéria prima até a saída do produto acabado (CRUZ-MACHADO, 2013). Dessa forma é possível se obter um sistema eficiente e organizado para que se aplique a melhoria contínua.

Segundo Womack e Jones (2004) existem cinco princípios básicos que precisam ser adotados por uma organização, no objetivo de implementar o *lean*,. São eles (FARIAS, 2018; QUEIROZ, 2015), conforme apresentado na FIGURA 2:

- 1) Especificar valor: Compreender as reais necessidades do consumidor final e o que ele está disposto a pagar;
- 2) Identificar o fluxo de valor: Identificar dentro das etapas produtivas, quais os processos realmente são necessários, para um produto ou serviço ser entregue ao consumidor final;
- 3) Estabelecer um fluxo contínuo: Com base na eliminação das perdas e desperdícios identificados, se faz necessário criar um fluxo sem paradas ou interrupções, para as etapas que agregam valor ao produto;
- 4) Puxar a produção: Este princípio refere-se a produzir de acordo com o que o cliente deseja e somente quando solicitado por ele, ou seja, deixar que o cliente dispare a produção, sendo produzido quando necessário e na quantidade solicitada;
- 5) Buscar a perfeição: Este princípio refere-se à eliminação contínua dos desperdícios, empregado por meio da continuidade de aplicação dos 4 princípios citados anteriormente, na busca pela melhoria contínua.

FIGURA 2 – OS 5 PRINCÍPIOS DO PENSAMENTO *LEAN*

FONTE: Adaptado de Womack e Jones (2004)

Segundo Queiroz *et al.* (2017) as principais práticas utilizadas na produção enxuta são: Mapeamento do fluxo de valor, 5S, Kaizen, Kanban, Fluxo contínuo, Jidoka, Just-in-time, Poka-yoke, entre outras. De maneira integrada, visam eliminar as formas identificadas de desperdício dentro da organização.

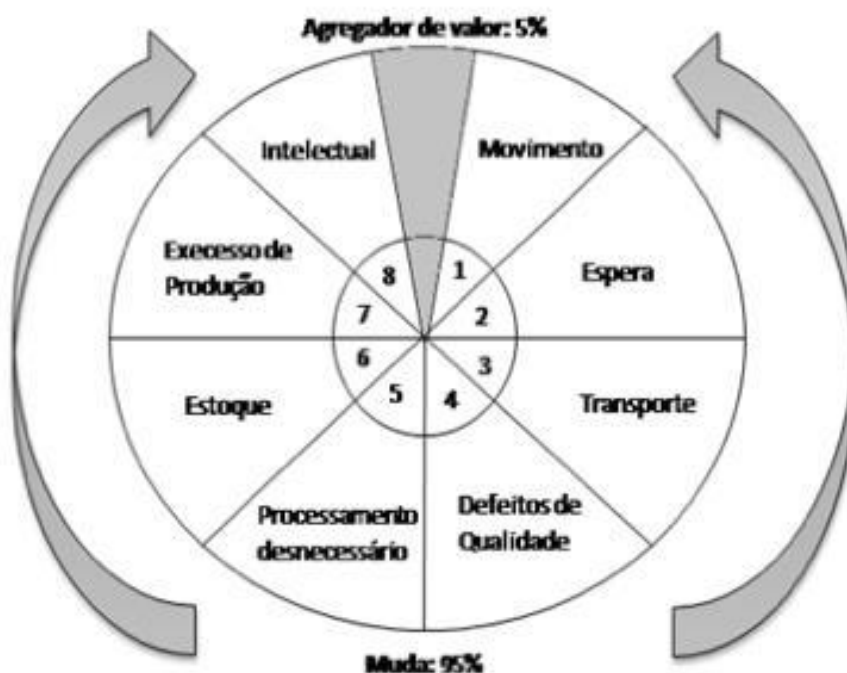
As atividades que não agregam valor geram os desperdícios (FARIAS, 2018), esses desperdícios são classificados em oito tipos, conforme descritos no próximo tópico.

2.1.3 Os oito desperdícios do Lean

Segundo Souza (2014) o desperdício atua como palavra chave para o desenvolvimento da produção enxuta, como necessidade de sua eliminação ou busca pela minimização dos seus efeitos. O sistema Toyota concentra-se em atacar *muda* (desperdício), através do envolvimento de membros de equipe em atividades de melhoria padronizadas (DENNIS, 2011). Segundo Womack e Jones (2004), desperdício é definido como qualquer atividade que não agrega valor ao produto. Através desta lógica Dennis (2011) classifica os desperdícios em oito tipos, conforme observado na FIGURA 3, sendo eles: Movimento, espera, transporte, correção,

excesso de processamento, estoque, excesso de produção e conhecimento sem ligação.

FIGURA 3 – APRENDENDO A ENXERGAR MUDA



FONTE: Dennis (2011)

O objetivo de eliminar esses desperdícios é aumentar a eficiência das operações, reduzir custos e melhorar o tempo de resposta do cliente, contribuindo para melhorar a qualidade e os parâmetros dentro e fora da organização (FARIAS, 2018).

2.1.3.1 Movimento

Segundo Dennis (2011) existem dois tipos de desperdício de movimento, o humano e o mecânico. O desperdício de movimento humano está relacionado a ergonomia do local de trabalho, o que faz com que o operador precise caminhar, se esticar e realizar movimentações desnecessárias sob o ponto de vista de agregar valor ao produto (FONTES E LOOS, 2016). O desperdício de movimento mecânico também está relacionado com distância, como exemplificado por Dennis (2011), se uma máquina está distante da peça, o operador precisará se deslocar de maneira desnecessária, para realizar a operação.

2.1.3.2 Espera

O desperdício devido à espera pode ser relacionado quando funcionários ficam parados esperando que uma máquina processe uma peça (DENNIS, 2011).

Segundo Oliveira (2012) o tempo de operação parada ocorre, geralmente devido a aproveitar ao máximo os recursos produtivos, o que pode ocasionar um excesso de material produzido, não absorvido pelo próximo posto de trabalho. Também pode ocorrer devido à uma parada na linha produtiva para resolução de problemas, ou para esperar uma ordem de produção. Segundo Dennis (2011) a espera aumenta o lead time, resultando em um maior tempo entre o pedido do cliente e o recebimento do produto, sendo segundo o autor uma medida crucial dentro do sistema *lean*.

2.1.3.3 Transporte

O desperdício de transporte está relacionado aos movimentos realizados entre lotes de produtos de um departamento para o outro, ou em muitos casos, movimentações dos produtos com máquinas entre os ambientes (FONTES e LOOS, 2016). Para Dennis (2011) esse desperdício em grande escala é causado pelo layout ineficiente no ambiente de trabalho, somado ao tamanho das máquinas e pela produção tradicional de lotes, ao invés de produzir lotes menores. Para Oshiro, Almeida e Vilela (2017) a alteração do layout é o método que melhor gera resultado para diminuição ou até eliminação das movimentações de matéria prima ou da mão de obra.

2.1.3.4 Correção

O desperdício de correção envolve o retrabalho do material que deveria estar em processo e com isso acarretando em perda de recursos de produção, tempo dedicado pela mão de obra, armazenagem e outros (SOUZA, 2014). Dessa forma esse desperdício está relacionado diretamente a consertar produtos defeituosos que foram produzidos.

Segundo Oliveira (2012) é necessário um controle que possa apontar previamente as possíveis falhas nos produtos que serão disponibilizados no mercado. O autor acrescenta que esse controle deve ser realizado durante as várias etapas de execução do processo.

2.1.3.5 Excesso de processamento

Segundo Dennis (2011) o desperdício de excesso de processamento está relacionado a produzir mais do que o cliente necessita. Para Oshiro, Almeida e Vilela (2017) esse desperdício está relacionado a toda operação que pode ser removida do processo sem que essa retirada afete as características ou funções do produto ou serviço. De acordo com Fontes e Loos (2016) é realizar tarefas desnecessárias para processar as peças, podendo ser relacionado a má qualidade das ferramentas e podendo ocasionar deslocamentos desnecessários ou produzir peças defeituosas.

2.1.3.6 Estoque

Segundo Oshiro, Almeida e Vilela (2017) o desperdício de estoque pode ser relacionado a produção de um produto que não foi demandado pelo cliente, o que resulta em material em processo, WIP (*Work in Process*). Desse modo sendo um desperdício de espaço para armazená-lo, assim como de capital para fabricá-lo.

Para Dennis (2011) este desperdício resulta em um fluxo reprimido em uma fábrica e no caso em que a produção é puxada, ou seja, não está ligada ao ritmo do mercado.

2.1.3.7 Excesso de Produção

De acordo com Fontes e Loos (2016) o excesso de produção é um desperdício que gera todos os outros desperdícios. Pode ser quantitativo por produzir mais que o necessário, ou temporal por produzir antes do que o necessário. Produzir algo que não será vendido, aborda uma sistemática diferente do pregado pelo *Just-in-time*.

2.1.3.8 Conhecimento sem ligação

O desperdício conhecido como conhecimento sem ligação, ou desperdício intelectual é gerado segundo Fonte e Loos (2016) através do esforço humano que não agrega nenhum valor ao produto sob a ótica do cliente. Para Dennis (2011) esse desperdício ocorre quando há falta de comunicação dentro da organização, ou entre a empresa e seus clientes e fornecedores. Resultando em um bloqueio do fluxo de conhecimento, ideias e criatividade. Para o autor quando a empresa e seus fornecedores estão em sintonia é mais fácil identificar e agir contra desperdícios, o que representa um benefício mútuo.

Segundo Farias (2018) na literatura a gestão *lean* apresenta práticas com efeito positivo no desempenho operacional. Entretanto sob a visão do desempenho ambiental, é abordado uma área estreita e que não cobre todos os fluxos de recursos de uma perspectiva de ciclo de vida. Os desperdícios relacionados pelo *lean* contemplam os materiais, porém não caracterizam outros recursos como energia, água, que são trabalhados sob a ótica da sustentabilidade. Dessa forma a próxima subseção abordará os conceitos relacionados a sustentabilidade.

2.2 SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade embora seja muito conhecida e seu termo seja muito utilizado, na literatura científica e nas políticas públicas, não possuem um consenso em termos de conceito (FEIL; SCHREIBER, 2017). O significado segundo os autores pode variar na literatura de acordo com o campo de atuação. Segundo a ONU (1991) a sustentabilidade pode ser definida no meio empresarial como estratégias adotadas no desenvolvimento de produtos, serviços e bens, sem afetar as necessidades das gerações futuras. Desse modo é preciso que as organizações tenham um planejamento estratégico e ações previstas, que relacionem a sustentabilidade.

A prática da sustentabilidade nas empresas pode ser vista como uma vantagem competitiva e vem sendo utilizado na pauta das organizações como uma ação estratégica (SANTOS *et al.*, 2020). Berlato, Saussen e Gomez (2015) acrescentam que com a grande concorrência pelos produtos e serviços no mercado, as empresas

são quase obrigadas a buscar um ponto de diferenciação e que a sustentabilidade empresarial se mostra uma grande oportunidade.

Antes da década de 1960, pouco era discutido sobre os impactos do homem no meio ambiente, sendo tratados de maneira superficial. Um dos marcos a gerar as primeiras discussões políticas sobre a ação do homem e no meio ambiente ocorre em 1962, quando a bióloga Rachel Carson publica *Primavera silenciosa*, que tinha como objetivo alertar o público sobre os abusos dos pesticidas químicos utilizados nas plantações e que segundo ela estava causando a morte de pássaros e interferindo no ecossistema local (OLIVEIRA, LEONETI, CEZARIANO, 2019). A partir dos anos posteriores começou-se a observar um aumento nos encontros entre países para discutir a temática ambiental.

Com a publicação do relatório “Nosso futuro comum”, a expressão “desenvolvimento sustentável” passou a ganhar notoriedade (BERLATO, SAUSSEN, GOMEZ, 2015). O documento foi base para as discussões da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), conhecida também como ECO 92 ou RIO 92. O principal objetivo era a formação de um plano de ação, para criação de políticas focadas na proteção ambiental e mobilizando as nações mundiais (FEIL; SCHREIBER, 2017).

O desenvolvimento sustentável é definido no relatório Brundtland de 1987 como “desenvolvimento que atende as necessidades das gerações atuais, sem comprometer a capacidade de gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987, p.43). Para Berlato, Saussen, Gomez (2015) o desenvolvimento sustentável busca um equilíbrio entre o crescimento econômico, a equidade social e a proteção do meio-ambiente. Esses fundamentos aliados à uma alteração no pensamento das empresas, que tinham como único foco o lucro, passaram por uma concepção de desenvolvimento sustentável, dando origem ao conhecido como tripé da sustentabilidade - social, ambiental e econômico (VENTURINI; LOPES, 2015), conforme ilustrado pela FIGURA 4.

FIGURA 4 – MODELO TRIPIÉ DA SUSTENTABILIDADE



FONTE : Adaptação dos três pilares de Elkington (1997)

2.2.1 Sustentabilidade Ambiental

O pilar ambiental da sustentabilidade se refere a todas as ações que possam ter algum impacto no meio ambiente, seja este de curto, médio ou longo prazo (NOVAES *et al.*, 2017). Ao uso dos recursos energético de maneira eficiente, redução da emissão de gases poluentes e outras ações que visam reduzir os impactos ao meio ambiente.

A sustentabilidade ambiental surge como uma prática que busca preservar a natureza com relação a produção econômica e nas técnicas do desenvolvimento, definindo categorias para fabricação que garantam a sobrevivência e um bom futuro para as próximas gerações e sendo ecologicamente correta (VENTURINI; LOPES, 2015).

Segundo Oliveira, Leoneti, Cezariano (2019) a dimensão ecológica da sustentabilidade está ligada ao uso consciente e com a mínima deterioração dos recursos que estão presentes nos diversos ecossistemas.

2.2.2 Sustentabilidade Econômica

A sustentabilidade econômica trata do desempenho econômico e financeiro vinculado à administração correta dos recursos naturais (Aquino *et al.*, 2015). O pilar

econômico da sustentabilidade trata que a empresa deve ser capaz de produzir e oferecer seus produtos/serviços de maneira que estabeleça uma relação justa de competitividade (NOVAES *et al.*, 2017).

Segundo Oliveira, Leoneti e Cezariano (2019) o desenvolvimento econômico não deve causar desequilíbrio no ecossistema ao seu redor, de modo que o impacto de suas práticas comerciais, não prejudique as futuras gerações.

Segundo Aquino *et al.* (2015) o desenvolvimento econômico é inevitável e necessário, porém para a empresa garantir lucro a longo prazo é preciso combinar a dimensão econômica com a social e ambiental, para que se tenha responsabilidade com a comunidade e preservação do meio ambiente. Santos *et al.* (2020) ainda acrescenta que para uma empresa ser economicamente sustentável, ela deve ser capaz de produzir e oferecer seus produtos ou serviços de maneira que estabeleça uma relação de competitividade justa em relação aos demais concorrentes do mercado.

2.2.3 Sustentabilidade Social

A sustentabilidade social está relacionada aos bens que o ser humano pode ganhar e assegurará perante a sociedade uma qualidade de vida decente (OLIVEIRA, LEONETI, CEZARIANO, 2019). O pilar social da sustentabilidade trata do capital humano, que está envolvido diretamente nas atividades desenvolvidas por uma organização (NOVAES *et al.*, 2017). Assim, o autor ainda assegura que a sustentabilidade social está vinculada ao padrão estável de crescimento, melhor distribuição de renda, com redução das diferenças sociais.

A sustentabilidade social deve ser vista principalmente sobre a área de atender as necessidades básicas, buscando retratar a situação social, a distribuição de renda e garantir as condições de vida da população (AQUINO *et al.*, 2015). Desse modo preocupa-se em estabelecer ações justas para a sociedade.

Os três pilares da sustentabilidade apresentados, devem interagir de forma harmoniosa para que uma empresa possa se desenvolver de forma sustentável. Esses princípios citados estão relacionados com os 17 Objetivos do Desenvolvimento

Sustentável (ODS) definidos pelo encontro de 193 países membros da ONU, para criação da agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Essa agenda, foi criada como forma de haver uma universalização sobre o cumprimento das obrigações das nações acerca dos desafios mundiais (SOUZA, 2020). Deste modo os 17 ODS são (Confederação Nacional de Municípios, 2022):

- ODS 1: Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares;
- ODS 2: Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável;
- ODS 3: Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades;
- ODS 4: Assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos;
- ODS 5: Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas;
- ODS 6: Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos;
- ODS 7: Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos;
- ODS 8: Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos;
- ODS 9: Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;
- ODS 10: Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles;
- ODS 11: Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis;

- ODS 12: Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis;
- ODS 13: Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos;
- ODS 14: Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável;
- ODS 15: Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade;
- ODS 16: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis;
- ODS 17: Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável;

O ODS 12 se relaciona com as cadeias produtivas das empresas, tendo como objetivo focar as cadeias de consumo, sem o exagero na produção e no consumo dos bens, o que ocasiona desperdícios, volume inadequado de lixo e maior utilização dos recursos naturais (GOIS *et al.*, 2020). Deste modo vai de encontro com os princípios da filosofia *lean* e *green*, de evitar desperdícios e consumir os recursos naturais de maneira eficiente.

2.3 RELAÇÃO LEAN GREEN

Nesta seção busca-se apresentar a relação entre a filosofia *lean* e a filosofia *green*.

A manufatura *lean* evoluiu do Sistema Toyota de Produção (STP), que tinha como foco a melhoria do desempenho em qualidade, bem como a melhoria dos tempos de ciclos dos processos e custos, que se baseavam no treinamento e

envolvimento dos funcionários com foco na eliminação do desperdício (BARBOSA; ASSUMPÇÃO, 2016). A eliminação do desperdício é pauta da gestão ambiental também, que debate sobre os impactos negativos provocados pelas operações das empresas. Apesar de possuírem dois objetivos distintos, *lean manufacturing* e *green manufacturing* passaram a apresentar um funcionamento sinérgico (PEREIRA; VIEIRA, 2014). Os autores ainda acrescentam que isso se deve em razão da semelhança entre as filosofias, que buscam pela eliminação dos desperdícios.

Segundo Pereira e Vieira (2014) o desenvolvimento sustentável se converteu em uma nova meta para as organizações, já que a responsabilidade socioambiental passou a ser exigida por parte dos consumidores. Porém neste cenário a produtividade ainda precisa ser preservada, de modo que a responsabilidade socioambiental não impacte negativamente na produção.

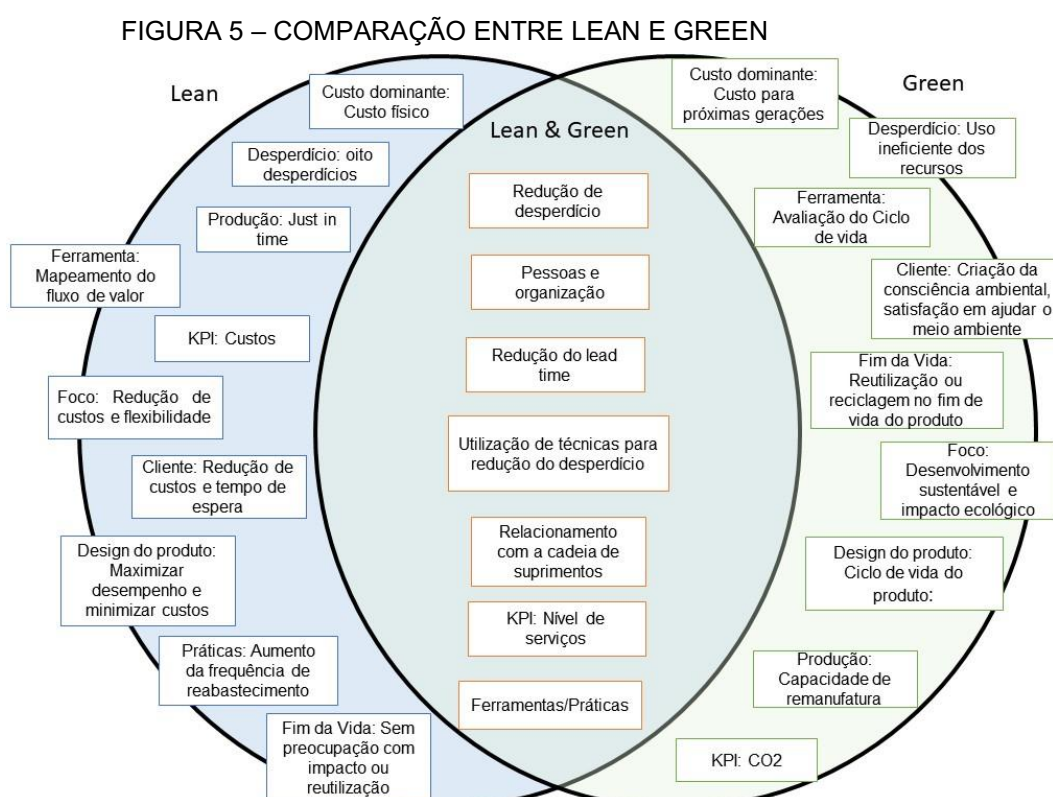
Ao se direcionar na busca pela redução do desperdício, a produção enxuta e a gestão ambiental contribuem para uma melhoria da competitividade das empresas, visto que reduzir o consumo de recursos da produção e a emissão de resíduos e poluentes, resulta em uma redução dos gastos financeiros, assim como adquirir valor socioambiental (PEREIRA; VIEIRA, 2014).

Segundo Farias (2018) a literatura científica recente propôs estudos que interligam a filosofia *lean* com a melhoria da sustentabilidade ambiental. O foco na minimização de resíduos e na melhoria da eficiência dos recursos pregada pela filosofia *lean* vai de encontro com o objetivo do desenvolvimento sustentável segundo Farias, Silva e Marinho (2020) e consequentemente sugere uma relação com a filosofia *green*.

Segundo Barbosa e Assumpção (2016) a implementação das práticas *lean* pode levar a uma consequente melhoria da sustentabilidade das empresas. Dües (2012) acrescenta que por mais que os dois paradigmas visem diferentes formas de resíduos, eles podem ser combinados para que a organização possua um melhor desempenho econômico e ambiental, de modo que a adoção de uma filosofia favoreça a implementação de outra.

Segundo Farias *et al.* (2017) em um de seus estudos, foi percebido que o maior volume de publicações encontradas sobre o tema, se concentrou entre os anos de 2015 e 2016, que segundo os autores demonstrou um padrão crescente de publicações, constatando também que o tema *lean-green* é um campo de pesquisa novo e emergente, como relacionado pelos autores.

Com o intuito de sintetizar a relação do *lean* e *green* é apresentado na FIGURA 5, as principais áreas de interesse de cada filosofia, bem como áreas de interesse entre ambos.



FONTE: Adaptado de Rezende, Moris e Silva (2018)

Pela análise comparativa entre as abordagens *lean* e *green*, conclui-se que ambas focam na redução de resíduos, adotando técnicas mais apropriadas para cada. Buscam também a redução do *lead time*, embora com objetivos diferentes, enquanto a produção enxuta quer a minimização de custos, a gestão ambiental visa diminuir a emissão de poluentes (BARBOSA; ASSUMPÇÃO, 2016). Ambas adotam indicadores chave de desempenho e ferramentas para avaliação dos processos, porém com focos distintos, enquanto a gestão ambiental prioriza a preservação ambiental e diminuição do consumo de recursos naturais, o *lean* busca a redução dos custos físicos.

Neste capítulo são tratados dos conteúdos teóricos abordados na monografia, contendo as definições do *lean manufacturing*, com o detalhamento sobre o contexto histórico e os princípios do sistema *lean* de produção. Um sistema de gestão da produção que tem como foco aumentar a produtividade e reduzir os desperdícios de toda a cadeia produtiva da organização (CAMPOS; SANT'ANNA, 2015). No capítulo ainda se trata da sustentabilidade e seus três pilares (Ambiental, Econômica e Social), apresentando as definições e o relacionamento com o desenvolvimento sustentável, que se mostra como um termo mais recente que engloba os três pilares citados. Por fim apresenta-se a relação *lean-green*, onde são relacionadas as práticas de cada filosofia, ressaltando as convergências e divergências entre ambas. Conclui-se por fim através da literatura que a adoção da prática *lean* é complementar ao desempenho ambiental e que a implementação conjunta das duas práticas é vantajosa para organização.

3 METODOLOGIA

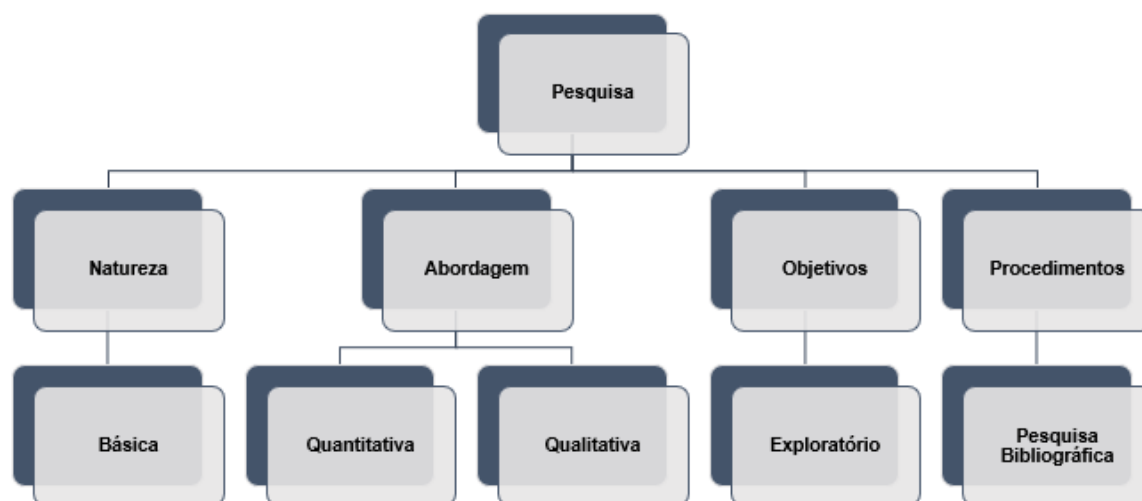
Neste capítulo será abordado sobre a metodologia utilizado na monografia, contemplando a classificação de pesquisa, os procedimentos para desenvolvimento da revisão sistemática, o protocolo de pesquisa, contendo as fases da pesquisa e os passos para coleta, análise e tabulação de dados.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa pode ser categorizada do ponto de vista da sua natureza como básica, pois segundo Silva e Menezes (2005) o objetivo de uma pesquisa básica é gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista, envolvendo verdades e interesses universais. Do ponto de vista de seus objetivos a pesquisa pode ser enquadrada como exploratória, pois visa aprofundar o conhecimento através de pesquisas bibliográficas. Segundo Gil (2002) pesquisas exploratórias objetivam facilitar familiaridade do pesquisador com o problema objeto de pesquisa, para permitir a construção de hipóteses ou tornar a questão mais clara.

A pesquisa segue uma abordagem qualitativa e quantitativa. Inicialmente o desenvolvimento ocorrerá de maneira qualitativa, onde o pesquisador tende a analisar seus dados indutivamente com relação à pesquisa e seleção dos trabalhos científicos, posteriormente para análise e apresentação dos resultados será desenvolvido de maneira quantitativa, com a utilização de recursos e técnicas estatísticas (SILVA E MENEZES, 2005). E em relação aos procedimentos técnicos, a pesquisa utiliza a pesquisa bibliográfica para o desenvolvimento do projeto de pesquisa, onde segundo Gil (2002) a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituindo livros, artigos científicos, artigos de periódicos e materiais disponibilizados na internet. A FIGURA 6 resume o enquadramento desta pesquisa, conforme as categorias apresentadas.

FIGURA 6 – ENQUADRAMENTO DA PESQUISA



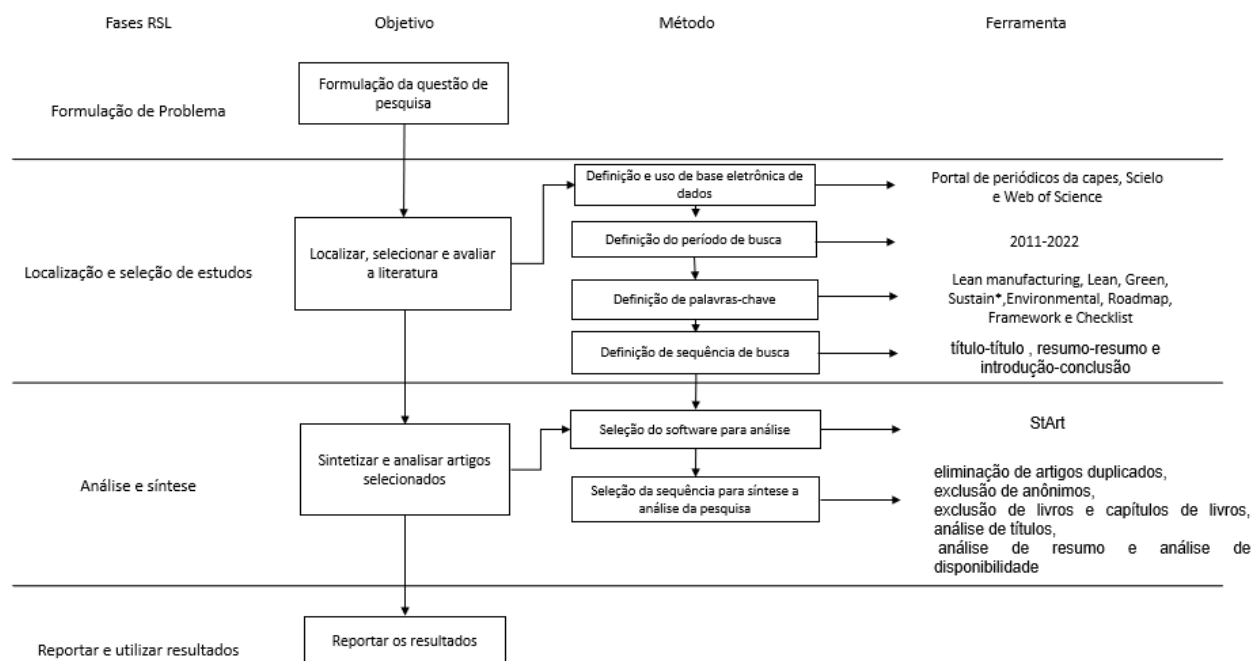
FONTE: O autor (2022)

3.2 PROCEDIMENTOS PARA REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo são apresentados os procedimentos para desenvolvimento da revisão da literatura, que foi desenvolvida utilizando o método da Revisão Sistemática de Literatura (RSL). Segundo Gil (2002) uma das principais vantagens da pesquisa bibliográfica está no fato de o pesquisador conseguir investigar uma gama de fenômenos mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Conforto (2011) acrescenta que se busca alcançar maior qualidade nas pesquisas e resultados da revisão bibliográfica, ou seja, compreender o “estado da arte” do assunto pesquisado, e que para isso é necessário adotar procedimentos, passo, técnicas e ferramentas específicas.

Para o desenvolvimento da revisão sistemática, adotou-se como base o modelo de Garza-Reyes (2015), o qual determina fases para a revisão sistemática de literatura e apresenta o objetivo, método e ferramenta em cada etapa. O modelo foi dividido em 4 etapas sendo elas: (1) formulação de problema, (2) localização e seleção dos estudos, (3) análise e síntese, e (4) reportar e utilizar resultados, A FIGURA 7 ilustra e resume as fases da RSL.

FIGURA 7 – ETAPAS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA



FONTE: Adaptado de Garza-Reyes (2015)

Para formulação de problema, fase inicial da revisão sistemática, objetivou-se responder algumas indagações, a qual permitirá um foco maior nas buscas pela literatura. Definido assim, duas questões de pesquisa, inicialmente “como a relação *lean* e *green* tem sido abordado na literatura?”, para obter um panorama geral sobre as pesquisas que abordam o tema, e em seguida a questão “quais frameworks trabalham a relação da manufatura enxuta e sustentabilidade?”, como forma de direcionar os objetivos da pesquisa.

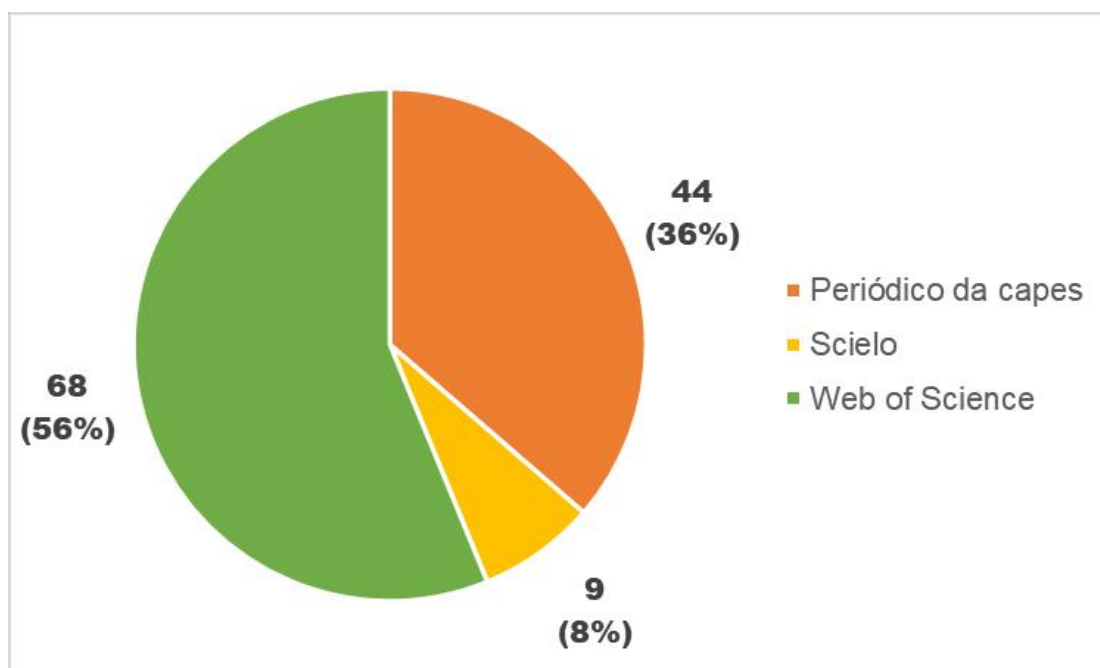
Para localização e seleção dos estudos, foram definidas as bases de dados *Periódicos da Capes*, *Scielo* e *Web of Science* para busca de artigos. O período de busca utilizado foi de 2011 a 2022, destacando que as pesquisas ocorreram no mês de julho de 2022, selecionando os estudos até esta data. Para as bases de dados descritas, foram utilizadas três grupos de palavras, de modo que os sinônimos fossem reunidos no mesmo grupo:

- Grupo 1: Lean manufacturing OR Lean
- Grupo 2: Green OR Sustain* OR Environmental
- Grupo 3: Roadmap OR Framework OR checklist

As palavras foram combinadas de maneira que os sinônimos não seriam utilizados mais de uma vez, desse modo em cada base foram combinadas três palavras, como por exemplo, “Lean *AND* green *AND* Roadmap”. Destaca-se que não foram utilizadas as combinações de duas palavras, visto que a quantidade de estudos obtida foi muito elevada e um grande volume de artigos apresentava-se fora do escopo da pesquisa. A sequência de busca utilizada foi: título-título para as bases *Portal de Periódico da capes* e *Web of Science* e resumo-resumo, para base *Scielo*, visto que somente a pesquisa por títulos, não resultou em novos estudos. As bases foram acessadas através do portal de periódico da capes.

Como resultado das buscas de artigos no banco de dados, obteve-se um total de 121 publicações, no periódico da capes obteve-se 44 publicações, na *Scielo* a quantidade encontrada foi de 9 publicações e na *Web of Science* encontrou-se 68 artigos, conforme observado na FIGURA 8. Após a busca de artigos, foi desenvolvido a etapa de análise e síntese dos trabalhos, utilizando como ferramenta o software StArt (State of the Art through Systematic Review), para sintetizar e selecionar os artigos que se relacionam com o tema pesquisado, seguindo a sequência: eliminação de artigos duplicados, exclusão de anônimos, exclusão de livros e capítulos de livros, análise de títulos, análise de resumo e análise de disponibilidade.

FIGURA 8 – RESULTADO DA BUSCA NAS BASES DE DADOS



FONTE: O autor (2022)

O software StArt identifica de maneira automática artigos duplicados, desta forma foi possível realizar a primeira seleção das publicações. Posteriormente foi realizado uma análise por título e resumo das publicações, sendo eliminado aquelas fora do enfoque da pesquisa. Após esta etapa foi realizada uma leitura por completo dos artigos resultantes de maneira a compor os estudos da revisão sistemática. Este procedimento corresponde à etapa de extração da pesquisa.

Ao final da análise foram selecionados 18 artigos, para compor os estudos da revisão sistemática da literatura, detalhada no capítulo 4. Conforme seleção dos trabalhos foi realizada uma análise quanto ao conteúdo das pesquisas, identificando e categorizando os elementos presentes nos estudos. Para análise do conteúdo dos artigos, utilizou-se a abordagem apresentada por Mostafa *et al.* (2013), onde segundo os autores as iniciativas de implementação em Manufatura Enxuta (ME) podem ser divididas em cinco tipos: Frameworks conceituais, frameworks de implementação, roteiro de implementação, framework descritivo e lista de avaliação. Para exemplificar as definições são trazidos alguns estudos da RSL e definições do estudo de Mostafa *et al.* (2013):

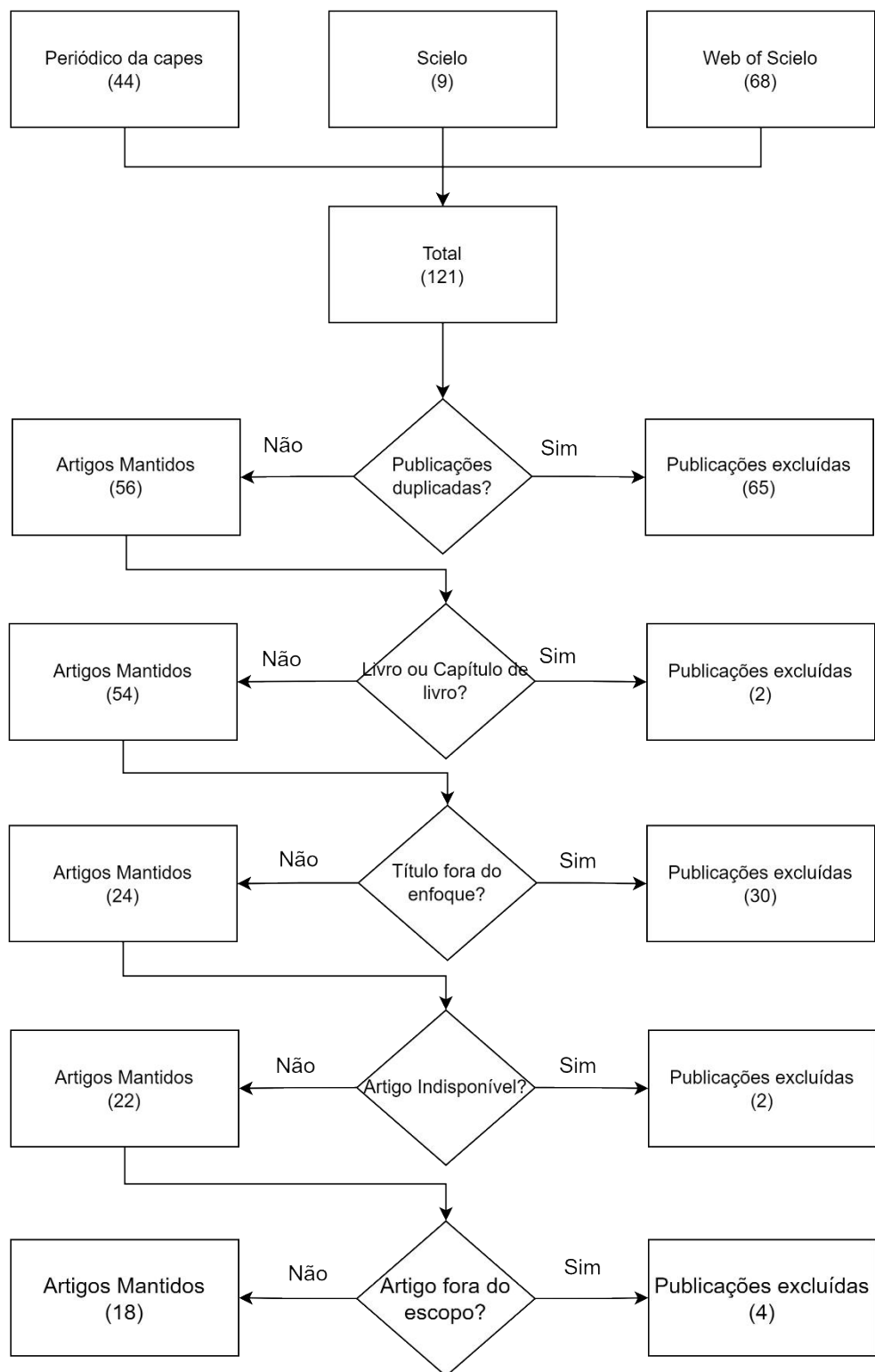
- Framework conceitual: Ming *et al.* (2019) propõem um *framework* conceitual para analisar os custos de equipamentos, baseado no conceito de construção enxuta e construção verde, com objetivo de minimizar a poluição ambiental e aumentar a produtividade;
- Framework de implementação: Kumar *et al.* (2020) Estruturou em sua pesquisa um *framework* para implementação, com objetivo de melhorar os índices ambientais das PMEs. Adotando práticas do *lean* e da inovação orientada para a sustentabilidade;
- Roteiro de implementação: Jadhav *et al.* (2014) desenvolvem um roteiro para implementação do *lean* sustentável, com intuito de melhorar o desempenho ambiental da instituição, utilizando modelagem estrutural integrada.
- Framework descritivo: Para exemplificação desta categoria, Mostafa *et al.* (2013) apresenta a pesquisa de Jina *et al.* (1997), detalhando um

diagrama descritivo na aplicação de princípios enxutos para se adequação de empresas com baixo volume e alta variedade. No geral as pesquisas desta categoria retratam o processo de implementação com estilo descritivo.

- Lista de avaliação: Por fim para exemplificação da lista de avaliação, o estudo de Thanki e Thakkar (2018) desenvolve um *framework* quantitativo para avaliar o desempenho lean e green da cadeia de suprimentos. O framework é baseado nos conceitos de Balanced Scorecard e mapa estratégico.

A FIGURA 9 apresenta o detalhamento do procedimento para seleção dos artigos, demonstrando a quantidade de publicações que foram excluídas e permaneceram para cada critério estabelecido.

FIGURA 9 – PROCEDIMENTO PARA SELEÇÃO DE ARTIGOS.



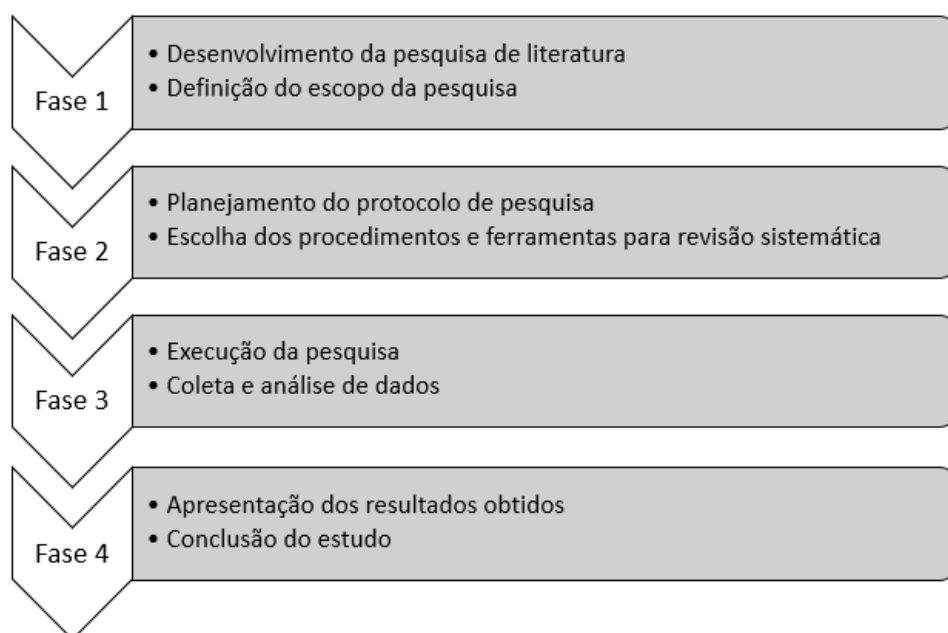
FONTE: Adaptado de Farias (2018)

3.3 PROTOCOLO DA PESQUISA

3.3.1 Planejamento da pesquisa

O presente estudo está estruturado em 4 fases, conforme FIGURA 10, onde serão detalhadas as ações previstas para desenvolvimento do projeto de pesquisa.

FIGURA 10 – FASES DA PESQUISA



FONTE: O autor (2022)

Fase 1: Nesta fase é desenvolvido a pesquisa de literatura através de artigos, teses e livros, para embasamento sobre o tema pesquisado. Ainda na primeira fase do estudo é delimitado o tema de pesquisa e definido o escopo do projeto, através do objetivo geral e específico.

Fase 2: Esta fase do estudo pode ser considerada uma das mais importantes, visto que o planejamento do protocolo de pesquisa envolve todas as etapas que serão realizadas na RSL. São definidos os objetivos geral e específico e a estratégia de busca, envolvendo a pergunta de pesquisa, base de dados, os termos de busca, os critérios de inclusão e exclusão, os tipos de estudos pretendidos e os critérios de qualidade aceitos. No apêndice A, é apresentado o protocolo de pesquisa utilizado, contendo as informações da estratégia de busca adotada.

Nesta fase é realizado a escolha dos procedimentos e ferramentas para a revisão, conforme descrito no capítulo 3.2

Fase 3: Após definido o protocolo de pesquisa, as informações são inseridas no software Start, servindo como uma ferramenta auxiliar para o desenvolvimento das etapas da revisão. Se inicia a execução da pesquisa, sendo realizadas as buscas nas bases de dados definidas e os estudos filtrados com base nos critérios definidos na etapa anterior.

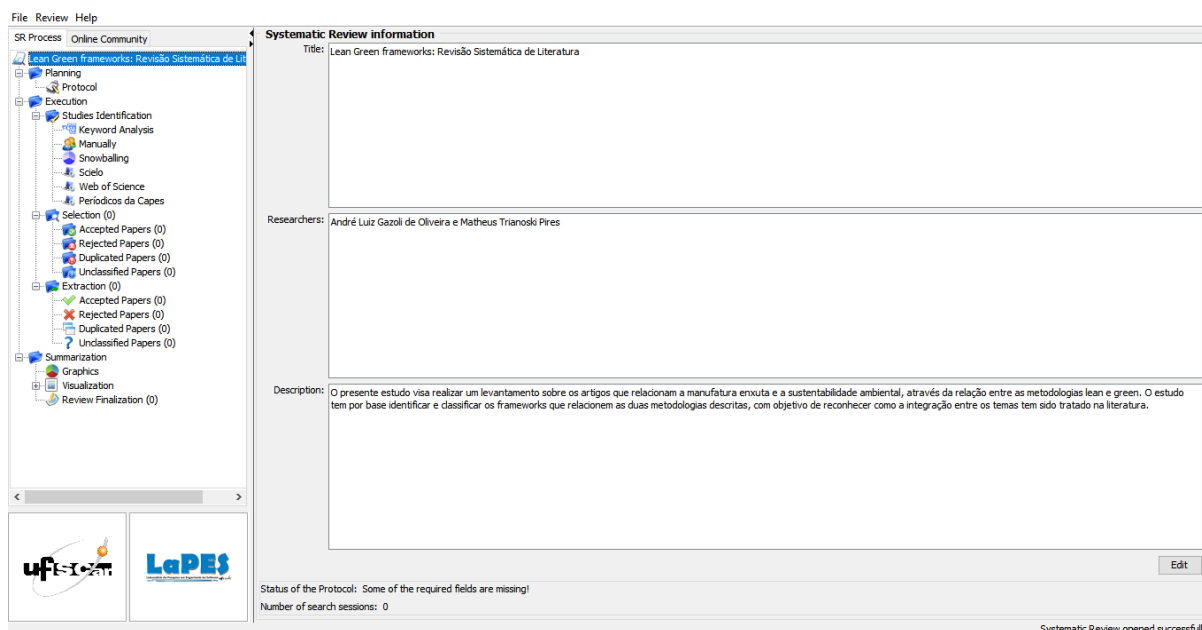
Com auxílio do software os estudos são coletados e podem ser analisados, para que tenha uma categorização. Ao final desta etapa os resultados podem ser analisados de acordo com os critérios selecionados.

Fase 4: Na última fase da pesquisa, após os artigos serem classificados e selecionados os resultados obtidos são apresentados. Através de uma análise quantitativa, com detalhamento por autor, periódico, método de pesquisa e qualitativamente, com detalhamento do conteúdo das pesquisas. Ao final desta fase chega-se à conclusão do estudo.

3.3.2 Coleta, tabulação e análise dos dados

Para desenvolvimento da RSL se faz necessário a coleta, análise e organização dos estudos obtidos. Inicialmente na etapa de identificação dos estudos se executam as *strings* de busca adaptadas para cada base de dados. De acordo com os estudos retornados, os dados foram expostos em formato Bibtex para que sejam importados para a ferramenta auxiliar de análise, o StArt. O StArt é uma ferramenta desenvolvida pelo laboratório de pesquisa em engenharia de Software (LaPES) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), para dar suporte a RSL (Ferreira, 2019). A ferramenta é dividida em três etapas, sendo elas: planejamento, execução e publicação, conforme visto na FIGURA 11.

FIGURA 11 – MODELO APRESENTANDO AS FASES DA FERRAMENTA START



FONTE: Ferramenta StArt

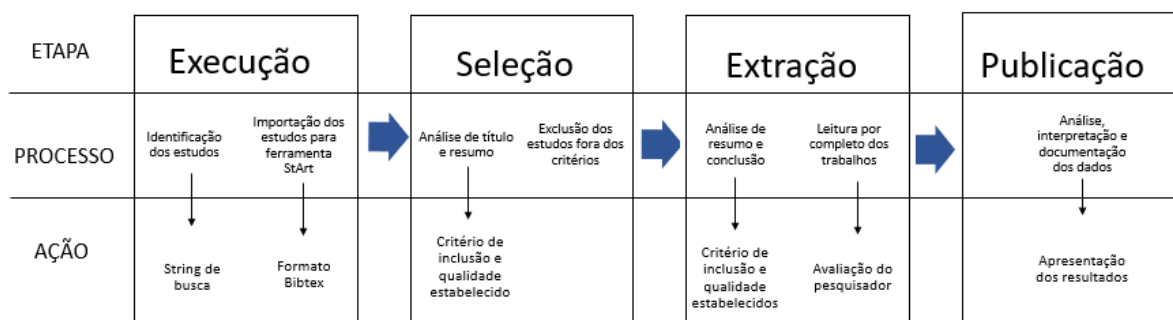
Na etapa de seleção, de acordo com os estudos obtidos foi executado uma análise referente a cada título individualmente, analisando inicialmente o resumo de cada obra e descartando aqueles estudos que não estavam relacionados à estratégia de busca, ou que não se enquadraram nos critérios de inclusão e critério de qualidade estabelecidos. No apêndice A, é detalhado o protocolo da pesquisa, contendo as principais informações, com relação a estratégia de busca que foi adotada, com detalhamento das *strings* de busca para cada base de dados, os critérios de inclusão, exclusão e qualidade, assim como outras informações relevantes. Os estudos excluídos nesta fase não passarão para próxima etapa.

A lista de trabalhos selecionados foi submetida a uma etapa de extração. Neste passo, realizou-se uma leitura parcial do artigo. De acordo com a leitura, foram avaliados os critérios de inclusão, exclusão e qualidade novamente. Como resultado desta etapa obteve-se a lista de estudos completa.

Com a lista de estudos obtida, foi realizado a leitura por completo dos trabalhos resultantes. Após avaliado a qualidade dos estudos e extraído os dados básicos de caracterização do estudo, assim como os dados específicos relacionados a pergunta de pesquisa, atualizando os campos referente ao estudo e anexando informações complementares.

Após finalizada a extração dos dados, os resultados obtidos foram analisados, interpretados e documentados. Os artigos foram detalhados, com apresentação dos resultados, métodos e técnicas utilizadas. Na ferramenta StArt esta etapa é denominada publicação, onde os resultados podem ser apresentados em formato de gráfico, tabelas e outros formatos de visualização. A FIGURA 12 resume as etapas para coleta, tabulação e análise de dados.

FIGURA 12 – ETAPAS PARA COLETA, TABULAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS



FONTE: O autor (2022)

4 RESULTADOS

Neste capítulo será apresentado os resultados de uma revisão sistemática de literatura, cujo os procedimentos para desenvolvimento foram descritos no capítulo 3. A revisão sistemática abrangeu artigos do período de 2011 a 2022, resultando em 18 estudos, conforme observado no QUADRO 1 que relaciona os artigos ao método de pesquisa utilizado.

Inicialmente será apresentada uma análise quantitativa dos artigos de modo a expor um panorama geral sobre as pesquisas atualmente, posteriormente será apresentada uma análise qualitativa dos trabalhos, extraindo os pontos principais dos artigos e por fim foi realizado uma comparação entre os 4 artigos selecionados para detalhamento.

QUADRO 1 – ARTIGOS RESULTANTES DA REVISÃO SISTEMÁTICA

Nº	Autor	Ano	Título	Método de Pesquisa
1	Sorli et al.	2012	Expanding Lean Thinking to the Product and Process Design and Development within the Framework of Sustainability	Estudo experimental
2	Jadhav et al.	2014	Development of framework for sustainable Lean implementation: an ISM approach	Estudo experimental
3	Thanki e Thakkar	2016	A quantitative framework for lean and green assessment of supply chain performance	Estudo de caso
4	Li, Qiang e Found	2016	Lean and Green Supply Chain for the Product-Services System (PSS): Literature Review and A conceptual Framework	Revisão de literatura
5	Ruben, Vinodh e Asokan	2017	Implementation of Lean Six Sigma framework with environmental considerations in an Indian automotive component manufacturing firm: a case study	Estudo de caso
6	Yuliandra et al.	2018	An Assessment Framework for Small-Scale Coal Mining Based on Lean Thinking and Green Mining Concept	Estudo de Caso
7	Coutinho <i>et al.</i>	2019	A critical review on lean green product development: state of art and proposed conceptual framework	Revisão de literatura
8	Maqbool <i>et al.</i>	2019	An Implementation Framework to Attain 6R-Based Sustainable Lean Implementation: A Case Study	Estudo de caso

9	Farias <i>et al.</i>	2019	Criteria and practices for lean and green performance assessment: Systematic review and conceptual framework	Revisão de literatura
10	Duarte e Cruz-Machado	2019	Green and lean supply-chain transformation: a roadmap	Estudo de caso
11	Sony e Naik	2019	Green Lean Six Sigma implementation framework: a case of reducing graphite and dust pollution	Estudo de caso
12	Ming et al.	2019	Proposing a “lean and green” framework for equipment cost analysis in construction	Estudo de caso
13	Tiwari et al.	2020	A sustainable lean production framework with a case implementation: Practice-based view theory	Estudo de caso
14	Mellado e Louc	2020	Building information modelling, lean and sustainability: An integration framework to promote performance improvements in the construction industry	Revisão de literatura
15	Kumar et al.	2020	Impact of Lean and Sustainability Oriented Innovation on Sustainability Performance of Small and Medium Sized Enterprises: A Data Envelopment Analysis-based framework	Estudo de caso
16	Hammadi e Herrou	2020	LEAN INTEGRATION IN MAINTENANCE LOGISTICS MANAGEMENT: A NEW SUSTAINABLE FRAMEWORK	Estudo de caso
17	Ahmed et al.	2021	An integrated lean and ISO 14001 framework for environmental performance: an assessment of New Zealand meat industry	Estudo de caso
18	Mathiyazhagan et al.	2022	A framework for implementing sustainable lean manufacturing in the electrical and electronics component manufacturing industry: An emerging economies country perspective	Estudo de Caso

FONTE: O autor (2022)

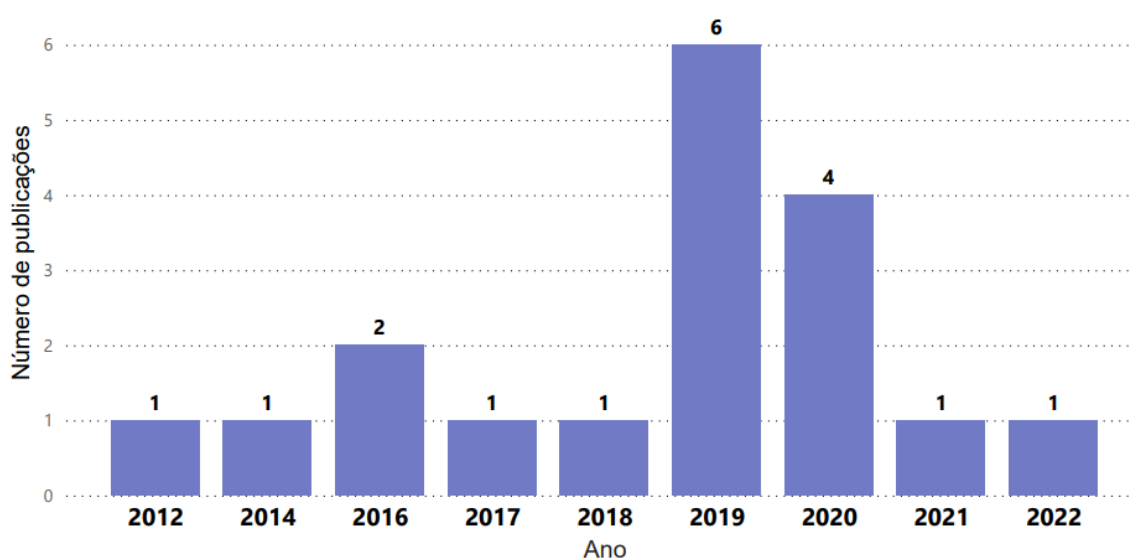
4.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA SOBRE FRAMEWORKS INTEGRATIVOS DA MANUFATURA ENXUTA E SUSTENTABILIDADE

4.1.1 Análise quantitativa sobre as pesquisas *lean green*

A evolução das publicações sobre frameworks que relacionem o *lean* e *green* podem ser observados na FIGURA 13. percebe-se que o maior volume de publicações se concentra entre os anos de 2019 e 2020, representando 55,5% do portfólio de artigos da revisão sistemática. Esse alto volume de publicações recentes sugere que o tema *frameworks* integrativos *lean* e *green* é um campo de pesquisa novo e com

grande potencial para crescimento do número de pesquisas, assim como representado pelo número de amostras da pesquisa. Um fator que pode ter influenciado a queda no número de publicações principalmente para o ano de 2021 e 2022 foi devido a pandemia da COVID-19, que pode ter pausado ou até adiado algumas publicações com temas semelhantes.

FIGURA 13 – GRÁFICO DE EVOLUÇÃO DAS PUBLICAÇÕES



FONTE: O autor (2022)

Analisando os periódicos das publicações, o que obteve maior número de artigos foi o *Journal of Cleaner production*, com um total de 3 artigos publicados. Em seguida aparece o *Production Planning & Control* com 2 artigos publicados e os demais periódicos possuem 1 artigo publicado, conforme observado no QUADRO 2.

QUADRO 2 - PERIÓDICO DAS PUBLICAÇÕES

Periódico	Número de Artigos
Journal of cleaner production	3
Production Planning & Control	2
4TH Manufacturing Engineering Society International Conference	1
Environmental Engineering and Management Journal	1
Frontiers of Engineering Management	1
IEEE access	1
INSIST (International Series on Integrated Science and Technology)	1
International Journal of Lean Six Sigma	1
International journal of production economics	1
International Journal of Productivity and Performance Management	1
International Journal of Sustainable Engineering	1

Journal of industrial engineering international	1
Management and Production Engineering Review	1
Product-Service Systems Across Life Cycle	1
Sustainable Cities and Society	1

FONTE: O autor (2022)

Os periódicos foram classificados de acordo com o fator de impacto, como apresentado no QUADRO 3, para isso utilizou-se como referência os parâmetros estabelecidos pelo JCR - Jornal Citation Reports – baseado no índice de 2021. Observa-se que o periódico *International journal of production economics* possui o maior fator de impacto dentre os periódicos, seguido do *Journal of cleaner production*, que como demonstrado anteriormente possui o maior número de publicações dentro da RSL, desta forma pode-se considerar que as pesquisas desenvolvidas sobre a temática podem ser consideradas relevantes. Nota-se que conforme pesquisado no site JCR através do portal de periódico da capes, 4 revistas (*4TH MANUFACTURING ENGINEERING SOCIETY INTERNATIONAL CONFERENCE (MESIC2011)*, *INSIST (International Series on Integrated Science and Technology)*, *Journal of industrial engineering international* e *PRODUCT-SERVICE SYSTEMS ACROSS LIFE CYCLE*) não foram encontradas dentro da pesquisa no site, desta forma não obtendo o fator de impacto quantificado, como apresentado no QUADRO 3.

QUADRO 3 – FATOR DE IMPACTO DOS PERIÓDICOS

Periódico	Fator de Impacto
International journal of production economics	11,251
Journal of cleaner production	11,072
Sustainable Cities and Society	10,696
Production Planning & Control	6,846
International Journal of Lean Six Sigma	5,686
IEEE access	3,476
Environmental Engineering and Management Journal	0,858
International Journal of Productivity and Performance Management	0,700
Frontiers of Engineering Management	0,470
International Journal of Sustainable Engineering	0,360
Management and Production Engineering Review	0,210
4th Manufacturing Engineering Society International Conference (MESIC2011)	-
INSIST (International Series on Integrated Science and Technology)	-
Journal of Industrial Engineering International	-
Product-Service Systems Across Life Cycle	-

FONTE: O autor (2022)

Com relação à análise das palavras-chave, utilizando o software Start, foi possível observar as mais utilizadas dentre os artigos resultantes da RSL. Como observado na FIGURA 14, as palavras-chave são separadas, de acordo com a incidência de utilização, desta forma apresentam-se em tamanhos diferentes. As mais destacadas são: “*Lean-Manufacturing*” e “*Sustainability*”, comprovando que os estudos selecionados correspondem à temática da pesquisa. Outro grupo de palavras-chave que aparecem em segundo plano são: “*Framework*”, “*Six-sigma*” e “*Lean*”, correspondendo a filosofia, princípios e modelos adotados pelas pesquisas.

FIGURA 14 – PALAVRAS-CHAVE MAIS UTILIZADAS



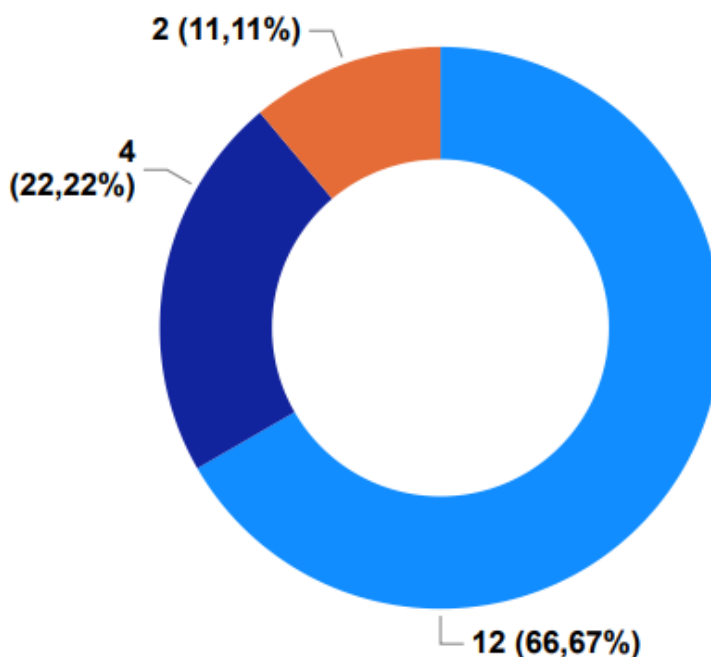
FONTE: Adaptado Start (2022)

Através da análise mais aprofundada dos artigos foi possível identificar o método de pesquisa empregado nas publicações. Como observa-se na FIGURA 15, que demonstra a classificação dos artigos quanto ao método de pesquisa, houve uma predominância do estudo de caso, representando 66,67% dos artigos, seguido da revisão de literatura, com 22,22% das publicações e a pesquisa experimental, com 11,11% dos trabalhos. Desse modo verifica-se uma predominância nos estudos qualitativos (Estudo de caso e revisão de literatura), em comparação com estudos quantitativos. Um fato que pode ser relacionado ao elevado número de pesquisas utilizando a abordagem de estudo de caso, está no fato das pesquisas desenvolverem novos *frameworks* para implementação, validação ou melhoria das organizações,

desta forma muitas empresas são utilizadas como referência para abordagem desejada.

FIGURA 15 – CLASSIFICAÇÃO DOS ARTIGOS QUANTO AO MÉTODO DE PESQUISA

Método de pesquisa ● Estudo de caso ● Revisão de literatura ● Estudo experimental



FONTE: O autor (2022)

4.1.2 Análise do conteúdo das pesquisas sobre *lean green*

A partir dos resultados da RSL foram identificados os artigos que apresentam *frameworks* teóricos ou de implementação, relacionando a manufatura enxuta e a sustentabilidade. O QUADRO 4 apresenta as características dos artigos, com recorte do tema principal abordado e a categoria do *framework* quanto ao método de implementação em ME.

QUADRO 4 – CARACTERÍSTICAS DOS ARTIGOS RESULTANTE DA RSL

Artigo	Tema principal	Categoria
Sorli <i>et al.</i> (2012)	Proposição de um <i>framework</i> conceitual que relaciona os princípios <i>lean</i> com a sustentabilidade, inserido no processo de desenvolvimento de produtos (PD)	<i>Framework</i> conceitual

Jadhav <i>et al.</i> (2014)	Desenvolvimento de um roteiro para implementação do lean sustentável, utilizando modelagem estrutural integrada	Roteiro de implementação
Li, Qiang e Found (2016)	Estruturação de um <i>framework</i> conceitual relacionando a abordagem <i>lean</i> e <i>green</i> na cadeia de suprimentos de uma organização.	<i>Framework</i> conceitual
Ruben, Vinodh e Asokan (2017)	Estudo sobre a implementação de um <i>framework</i> , abordando o <i>Lean Six Sigma</i> , com considerações ambientais em uma empresa de fabricação de componentes automotivos.	<i>Framework</i> de implementação
Yuliandra <i>et al.</i> (2018)	Desenvolvimento de um <i>framework</i> para avaliação da mineração em pequena escala, baseado no pensamento <i>lean</i> e mineração verde.	Lista de avaliação
Thanki e Thakkar (2018)	Propor um <i>framework</i> quantitativo baseado em <i>Balanced Scorecard</i> (BSC) e mapa estratégico, para avaliar o desempenho <i>lean</i> e <i>green</i> da cadeia de suprimentos.	Lista de avaliação
Duarte e Cruz-Machado (2019)	Desenvolvimento de um roteiro para implementação das práticas <i>green</i> e <i>lean</i> na cadeia de suprimento de uma indústria automotiva	Roteiro de implementação
Farias <i>et al.</i> (2019)	Proposição de um <i>framework</i> conceitual para avaliação do desempenho operacional e ambiental de uma organização, através das práticas <i>lean</i> e <i>green</i> .	<i>Framework</i> conceitual
Maqbool <i>et al.</i> (2019)	Desenvolvimento de um <i>framework</i> de implementação para atingir sistemas de produção enxutos e sustentáveis, baseados em práticas <i>lean</i> e 6R (reduzir, reutilizar, reciclar, recuperar, redesenho e remanufatura)	<i>Framework</i> de implementação
Ming <i>et al.</i> (2019)	Proposição de um <i>framework</i> para análise de custos de equipamentos, baseados no conceito de construção enxuta e construção verde, com objetivo de minimizar a poluição ambiental e aumentar a produtividade	<i>Framework</i> conceitual
Coutinho <i>et al.</i> (2019)	Desenvolve um <i>framework</i> denominado LGPD, relacionando as práticas e <i>drivers</i> do <i>lean</i> e do <i>green</i> , para desenvolvimento de produtos	<i>Framework</i> conceitual
Kumar <i>et al.</i> (2020)	Estruturação de um <i>framework</i> para análise do impacto combinando as práticas <i>lean</i> e da inovação orientado para a sustentabilidade no desempenho ambiental de PMEs.	<i>Framework</i> de implementação
Tiwari <i>et al.</i> (2020)	Proposição de um <i>framework</i> de produção enxuta sustentável, baseado na abordagem <i>lean six sigma</i> e sustentabilidade.	<i>Framework</i> de implementação
Sony e Naik (2020)	Estruturação de um <i>framework</i> para implementação do <i>Green Lean Six Sigma</i> (GLSS) para atingir melhorias ambientais dentro da organização.	<i>Framework</i> de implementação
Hammadi e Herrou (2020)	Desenvolver um <i>framework</i> que aborda os princípios <i>lean</i> e sustentável para melhoria dos índices ambientais e financeiros de uma organização produtora de ferro.	<i>Framework</i> conceitual
Mellado e Louc (2020)	Proposição de um <i>framework</i> conceitual denominado BLS, para melhoria de desempenho ambiental e financeiro,	<i>Framework</i> conceitual

	baseado nas abordagens BIM (Building Information Modeling), práticas <i>lean</i> e sustentáveis.	
Ahmed <i>et al.</i> (2021)	Desenvolvimento de um <i>framework</i> conceitual, integrando as abordagens <i>lean</i> e ISO 14001 em uma indústria de carne.	<i>Framework</i> conceitual
Mathiyazhagan <i>et al.</i> (2022)	Identificação dos Fatores críticos de sucesso para implementação da manufatura enxuta sustentável em uma organização.	<i>Framework</i> de implementação

FONTE: O autor (2022)

Os resultados da RSL foram analisados, quanto ao conteúdo das publicações, por meio de uma categorização dos artigos apresentados no quadro 3, em grupos ou individualmente, conforme a abordagem ou tema dos estudos. Deste modo os *frameworks* foram agrupados em 8 categorias, sendo eles: relacionados a cadeia de suprimento, Processo de desenvolvimento de produtos, *framework* de avaliação, relacionados a abordagem Lean Six Sigma (LSS), relacionado a abordagem 6R, que tratam dos fatores Críticos de Sucesso (FCS), integração do *lean* e ISO 14001 e outras abordagens.

Os estudos que são relacionados a cadeia de suprimentos, apresentam diferentes abordagens de pesquisa e complexidade de desenvolvimento. O estudo de Li, Qiang e Found (2016) desenvolve uma revisão sistemática de literatura, para estruturação de um *framework* conceitual, para gestão da cadeia de suprimentos *lean* e *green*, com intuito de orientar futuras aplicações. Já o estudo de Thanki e Thakkar (2018) propõe um *framework* quantitativo, para avaliar o desempenho *lean* e *green* da cadeia de suprimentos de uma empresa têxtil indiana. O *framework* utiliza o *Balanced Scorecard* para avaliação da cadeia de suprimentos. Os resultados obtidos no estudo de caso revelaram que “desempenho de entrega”, “rentabilidade” e “custo operacional” são as medidas de desempenho mais cruciais. O estudo de Duarte e Cruz-Machado (2019) tem como objetivo identificar os critérios para se obter uma cadeia de suprimentos ambientalmente correta e proporcionando bons resultados, com base nos princípios *lean*. Para isso é desenvolvido um *framework* para cadeia de suprimentos de uma indústria automotiva em formato de roteiro para sua implementação. As ferramentas e práticas são descritas em 8 fases, exemplificando o estado atual e o estado futuro da organização, após a sequência do roteiro descrito.

Analizando os estudos relacionados ao processo de desenvolvimento de produtos, na pesquisa de Sorli *et al.* (2012) propõem-se um *framework* conceitual, para melhoria dos índices ambientais, com base nos princípios *lean*, sendo incorporado no início do desenvolvimento do produto e prolongando por todo ciclo de vida dele. No estudo de Coutinho *et al.* (2019) se desenvolve uma revisão sistemática de literatura sobre as práticas *lean* e *green* dentro do desenvolvimento de produtos e posteriormente se propõe um *framework* denominado LGPD, que relaciona as práticas e drivers do *lean* e *green*, para desenvolvimento de produtos.

Com relação aos *frameworks* de avaliação: Yuliandra *et al.* (2018) desenvolve no seu estudo um *framework* para avaliação da mineração de pequena escala, que se baseia no conceito de pensamento enxuto (*lean thinking*) e mineração verde (*green mining*). O *framework* é composto de 10 critérios de avaliação e 55 indicadores no total, que podem ser usados para avaliar a mineração em pequena escala. O estudo de Farias *et al.* (2019) Propõe um *framework* conceitual para avaliar o desempenho operacional e ambiental das organizações por meio de práticas *lean* e *green*. A abordagem utilizada na pesquisa é a revisão de literatura, para levantamento das práticas e critérios *lean* e *green*, relacionados a avaliação de desempenho. Na pesquisa de Kumar *et al.* (2020) o objetivo é analisar o efeito da integração entre a inovação orientada para sustentabilidade e as práticas enxutas, no desempenho ambiental de PME da Índia. O estudo de Ming *et al.* (2019) desenvolve um *framework* para análise dos impactos ambientais e financeiros na utilização de diferentes equipamentos na construção. São utilizados conceitos da construção enxuta (*lean construction*) e construção verde (*green construction*) para definição dos equipamentos, com base nas emissões geradas e no consumo de energia e fatores relacionados a utilização.

Com relação aos estudos que abordam a metodologia *Lean six Sigma*: Ruben, Vinodh e Asokan (2017) desenvolvem um *framework* de implementação para melhoria do desempenho ambiental e financeiro. A pesquisa é realizada em uma empresa de fabricação de componentes automotivos e considera o *lean six sigma* para desenvolvimento do modelo e para implementação na empresa. Na pesquisa de Tiwari *et al.* (2020) adota-se como abordagem o estudo de caso, desenvolvido em uma indústria de painéis. O estudo desenvolve um *framework* para transformar os

procedimentos e métodos da organização em enxutos e sustentáveis, integrando o *lean six sigma* e a sustentabilidade. Os resultados desta integração se mostram promissores, com redução da emissão de CO₂, economia de energia e incidentes de segurança na organização. No estudo de Sony e Naik (2020) apresenta-se um *framework* para implementação do *Green Lean Six Sigma* (GLSS) dentro da organização, para melhoria dos índices ambientais, organizacionais e financeiros.

Com relação a abordagem 6R, somente um estudo trata deste tema, a pesquisa de Maqbool *et al.* (2019) que fornece um *framework* para melhoria dos índices ambientais e financeiros dentro da organização. O *framework* utiliza os conceitos da manufatura enxuta em conjunto com a abordagem 6R. O estudo demonstra a eficácia do *framework* com uma diminuição no lead-time de produção, redução na mão de obra e substituição de fornos a óleo por fornos a gás, que reduzem a emissão de poluição.

Sobre os Fatores críticos de sucesso, na pesquisa de Mathiyazhagan *et al.* (2022) são identificados e priorizados os fatores críticos de sucesso para implementação dos conceitos de manufatura enxuta sustentável em uma organização indiana. Um total de 20 fatores críticos foram identificados para implementação do *lean* sustentável.

Sobre a integração do *lean* e ISO 14001, novamente uma pesquisa aborda o tema destacado. Trata-se do estudo de Ahmed *et al.* (2021) que fornece suporte empírico para implementação do *lean* e da ISO 14001 como estratégia integrada para melhoria do desempenho ambiental na indústria de carnes. Os resultados das entrevistas realizadas com especialistas sugerem que uma implementação integrada entre o *lean* e a ISO 14001 pode aumentar a produtividade operacional e melhorar o desempenho ambiental com base no impacto sinérgico das duas estratégias.

Por fim são apresentadas as pesquisas que contém outras abordagens, como o estudo de Mellado e Louc (2020) que desenvolve uma revisão de literatura, para estruturação do *framework* proposto, que tem como objetivo melhorar o desempenho organizacional, através da integração de conceitos do *Building Information Modeling* (BIM), *lean* e sustentabilidade. O *framework* denominado BLS visa melhorar os indicadores organizacionais, porém ainda não obteve uma validação do modelo, se encontrando como modelo conceitual. Na pesquisa de Hammadi e Herrou (2020)

utiliza-se uma abordagem de estudo de caso, em 2 empresas de produção de ferro, uma localizadas no Canadá e outra no Marrocos. Desenvolve-se uma revisão de literatura para embasamento teórico e um *framework* conceitual é proposto para melhoria da gestão da manutenção, com foco nas três dimensões da sustentabilidade (social, econômico e ambiental). O estudo de Jadhav *et al.* (2014) tem como objetivo desenvolver um *framework* em formato de roteiro para implementação do *lean* sustentável. A pesquisa adota a abordagem de estudo experimental, contribuindo de maneira conceitual para fornecer abordagens para implementação bem sucedida do *lean* sustentável, trazendo uma revisão de literatura das práticas *lean* robusta.

Para um maior detalhamento das pesquisas, foi selecionado dentre os 18 artigos resultantes da RSL 4 *frameworks*, representando um de cada iniciativa de implementação em ME, conforme apresentado por Mostafa *et al.* (2013), sendo estes: *Framework* de implementação, *Framework* conceitual, Roteiro de implementação (*roadmaps*) e Lista de avaliação (*assessment framework*). Esse procedimento foi adotado como forma de exemplificar cada abordagem utilizada pelos métodos citados. Deste modo dentre os estudos resultantes não foi identificado nenhum artigo que representa a categoria de *framework* descritivo.

Como exposto foi selecionado um modelo de cada iniciativa de implementação em ME, sendo selecionado dentre as categorias artigos considerados relevantes para detalhamento. Com base na descrição inicial dos estudos escolhidos, realiza-se a exposição de cada artigo, com enfoque no detalhamento do *framework* de cada estudo, bem como nos resultados e contribuições gerados. Os estudos selecionados são: Yasir Maqbool *et al.* (2019), Farias *et al.* (2019), Duarte e Cruz-Machado (2019) e Yuliandra *et al.* (2018).

4.1.2.1 Yasir Maqbool *et al.* (2019)

Yasir Maqbool *et al.* (2019) desenvolveram um *framework* de implementação que utiliza os princípios da manufatura enxuta, integrado ao modelo sustentável 6R (reduzir, reutilizar, reciclar, recuperar, redesenho e remanufatura). O *framework* foi proposto com base em uma revisão de literatura e visa atingir sistemas de produção enxutos e sustentáveis, baseados no modelo 6R. A metodologia adotada pela

pesquisa é o estudo de caso, aplicado à uma indústria fabricante de produtos ferroviários, que possui uma grande variedade de itens como parafusos, porcas, rolamentos e outros. O desenvolvimento do framework é apresentado na FIGURA 16, contendo 4 fases e 17 procedimentos.

FIGURA 16 – DESENVOLVIMENTO DO *FRAMEWORK* DE IMPLEMENTAÇÃO

Phases	Define required Steps	Reference from previous literature
Phase 1- Preparation phase	1. Formulation of lean Expert Team 2. Build Sustainable lean knowledge with trainings 3. Review lesson learned on sustainable manufacturing 4. Get command on implementation tools/techniques related to lean, suitability management 5. Define strategic Goals	Anvari, et al. [20], Rafique, et al. [24], Mostafa, et al. [27], Womack and Jones [59], Garza-Reyes, et al. [60] Anvari, et al. [20], Rafique, et al. [24], Mostafa, et al. [27], Boyer [61] Mostafa, et al. [27], Abdulmalek and Rajgopal [34], Scherrer-Rathje, et al. [62] Rafique, et al. [24], Mostafa, et al. [27] Garza-Reyes, et al. [60]
Phase 2- Current assessment phase	1. Data Collection Methodology 2. Go to Gemba Walk at Actual place 3. Identify product family and sustainable manufacturing requirements related to it.	Mostafa, et al. [27], Jasti and Kodali [30], Garza-Reyes, et al. [60] Rafique, et al. [24], Abdulmalek and Rajgopal [34] Rafique, et al. [24], Garza-Reyes, et al. [60]
Phase 3- Analysis and elimination phase	1. Create Current state VSM 2. Identify and measure Sustainable waste in current system 3. 6R Implementation 4. Waste Eliminate/Minimize (Eight guideline Questions) 5. Propose future state map (verified through simulation)	Rafique, et al. [24], Mostafa, et al. [27], Abdulmalek and Rajgopal [34], Garza-Reyes, et al. [60] Rafique, et al. [24], Garza-Reyes, et al. [60] Jawahir, et al. [15] Anvari, et al. [20], Rafique, et al. [24], Rother and Shook [25], Mostafa, et al. [27], Pampanelli, et al. [47], Ng, et al. [49], Garza-Reyes, et al. [60] Rafique, et al. [24], Rother and Shook [25], Mostafa, et al. [27], Ng, et al. [49], Garza-Reyes, et al. [60], Singh and Sharma [63]
Phase#4Action phase	1. Formulation of implementation plan for future state map 2. Implementation of plan to achieve future state map 3. Follow through outcomes of implementation plan 4. Sustainable improvements	Anvari, et al. [20], Rafique, et al. [24], Rother and Shook [25], Mostafa, et al. [27], Abdulmalek and Rajgopal [34], Ng, et al. [49], Garza-Reyes, et al. [60], Kumar and Phrommathed [64], Behrouzi and Wong [65]

FONTE: Yasir Maqbool *et al.* (2019)

A apresentação dos procedimentos bem como o detalhamento das fases pode ser observada a seguir:

Fase 1: Fase de preparação

- Esta é a fase inicial da implementação *lean* e segundo os autores deve-se formar uma equipe de especialistas com conhecimento *lean*, que tenham

conhecimento sobre as ferramentas e técnicas da manufatura enxuta. É realizada a formação da equipe de especialistas, assim como treinamento para desenvolver os conhecimentos em *lean* sustentável. Desse modo é possível definir a estratégia para continuidade do projeto, após conhecimento das ferramentas e técnicas enxutas.

Fase 2: Avaliação atual

- Nesta fase é selecionado a metodologia para coleta de dados, que no estudo em questão define-se a observação prática da planta fabril, através da abordagem “GEMBA Walk”, que segundo os autores é uma técnica de gerenciamento popular que facilita a compreensão do sistema real e colabora na criação do mapa de estado atual, bem como explora oportunidades de melhoria do estado em que a organização se encontra. Após a coleta dos dados, é iniciado a etapa de análise dos dados, para estruturar o mapa do estado atual. Ainda nesta etapa é realizada a identificação da família de produtos e os requisitos para fabricação sustentável dos itens.

Fase 3: Análise e eliminação

- Inicialmente nesta fase é criado o mapa de fluxo de valor do estado atual do setor, bem como identificado os resíduos presentes no sistema atual. Posteriormente é realizada uma análise para identificar as oportunidades de minimizar ou eliminar os resíduos identificados, utilizando a abordagem 6R, essa abordagem é utilizada para reduzir parâmetros como: custo de fabricação, tempo de produção, consumo de energia e matéria prima. Para propor o mapa do estado futuro, foram utilizadas 8 questões de orientação, que auxiliavam o processo passo a passo.

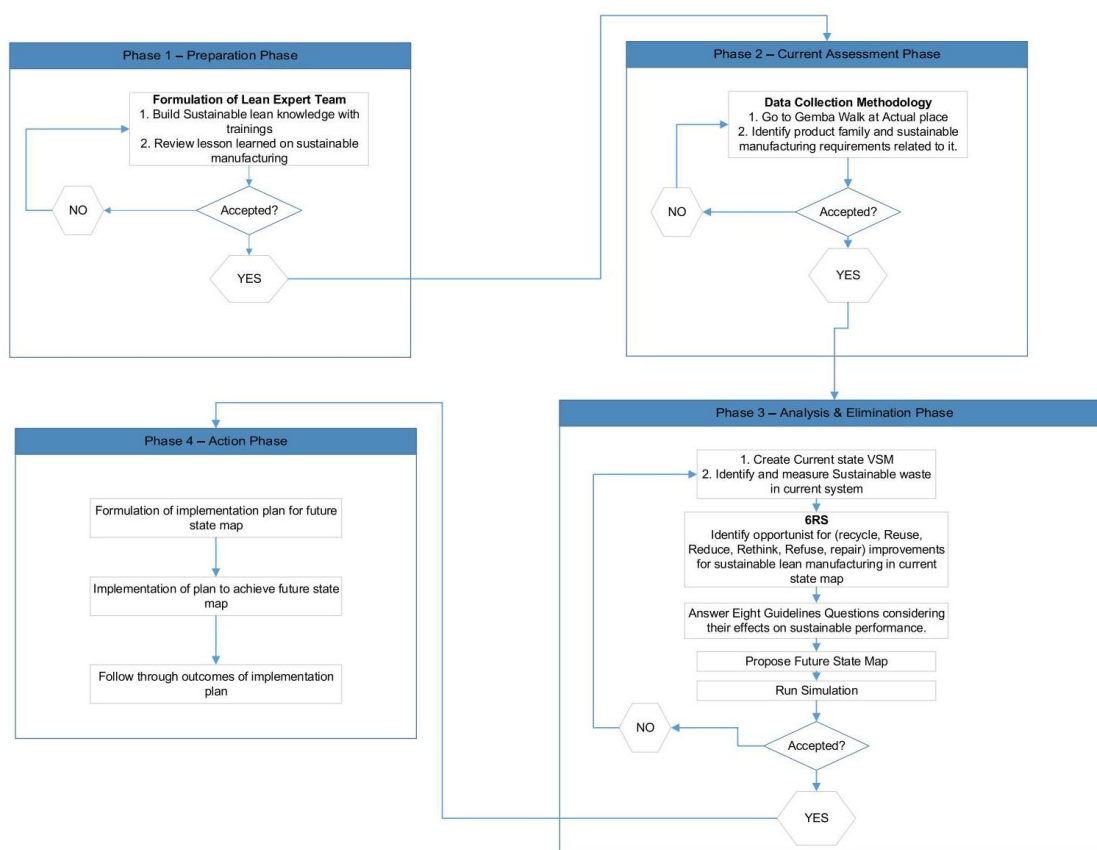
Fase 4: Fase de ação

- Nesta última fase é realizado o desenvolvimento e documentação do plano para implementação do mapa de estado futuro. Após finalizado o plano é realizado a implementação das estratégias adotadas, bem como acompanhamento dos resultados da implementação para a família de produtos

identificada. Os autores destacam que após implementado o plano para uma família de produto, todos os outros processos devem passar pela mesma alteração, de modo a aumentar a eficiência geral da indústria.

Com relação ao *framework* proposto por Yasir Maqbool *et al.* (2019), a FIGURA 17 representa o modelo adotado no estudo de caso do trabalho. A indústria em questão é uma fabricante de produtos ferroviários, com capacidade produtiva para mais de 300 itens, dentre parafusos, porcas, arruelas e outros.

FIGURA 17 – *FRAMEWORK* PARA ALCANÇAR A IMPLEMENTAÇÃO DO *LEAN* SUSTENTÁVEL BASEADA EM 6R



FONTE: Yasir Maqbool *et al.* (2019)

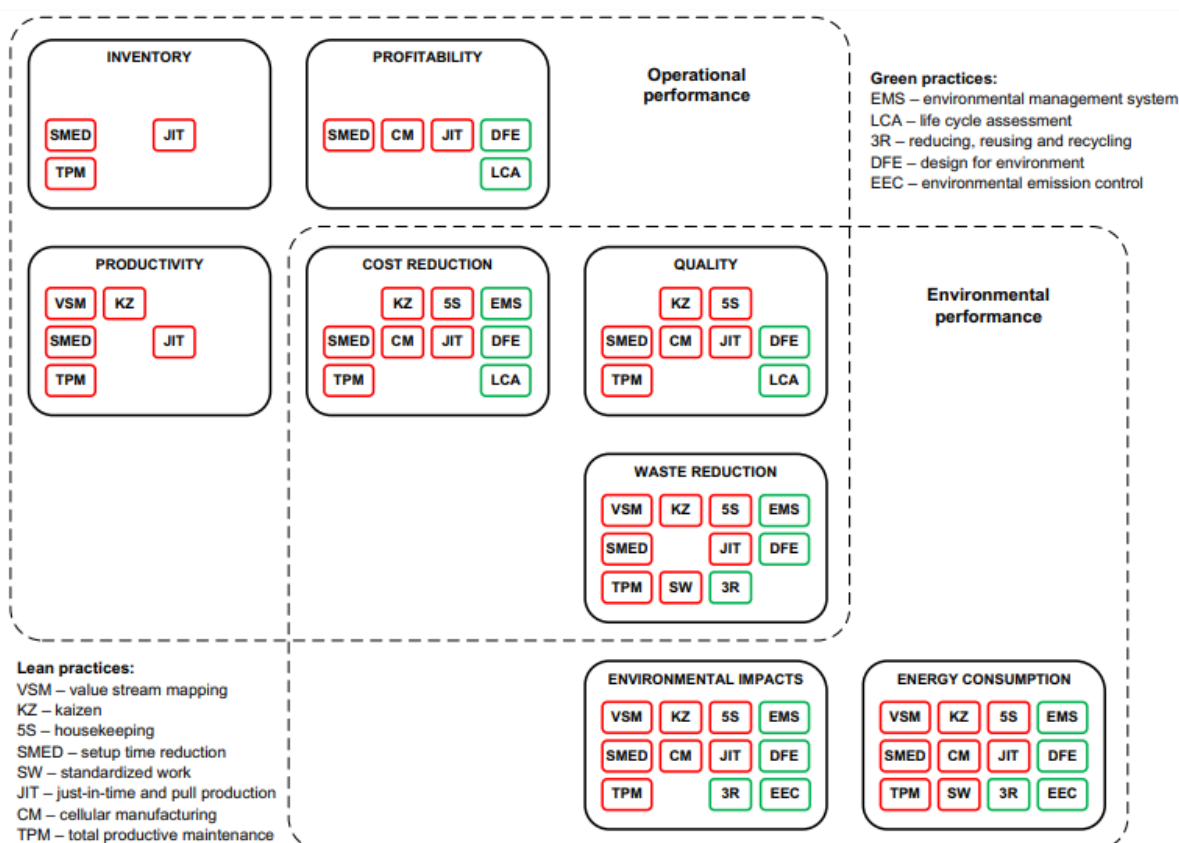
Os resultados apresentados pela integração das abordagens 6R com técnicas enxutas se mostraram extremamente favoráveis, além de tornarem os produtos e processos sustentáveis. O resultado da integração é uma melhoria no desempenho social, econômico e ambiental da organização. Isso deve impulsionar o crescimento

econômico, bem como direciona a organização para o desenvolvimento sustentável, relacionado com o tripé da sustentabilidade (econômico, social e ambiental).

4.1.2.2 Farias *et al.* (2019)

Farias *et al.* (2019) desenvolveram um *framework* conceitual para avaliação do desempenho operacional e ambiental, por meio de práticas *lean* e *green*. O estudo utiliza o método de revisão sistemática de literatura, para realizar o levantamento bibliográfico, com foco em identificar trabalhos que apresentem relacionamento entre as práticas *lean* e os critérios do desempenho *green*. Com base nos estudos levantados na literatura os autores desenvolvem um *framework* referente à avaliação do desempenho *lean* e *green*, conforme observado na FIGURA 18.

FIGURA 18 - *FRAMEWORK* DE AVALIAÇÃO LEAN E GREEN: VINCULANDO PRÁTICAS AO DESEMPENHO



FONTE: Farias *et al.* (2019)

Como contribuição da pesquisa os autores identificaram os principais critérios de desempenho ambiental e operacional e as práticas consideradas enxutas e verdes, para avaliação do desempenho *lean* e *green*.

O *framework* conceitual proposto por Farias *et al.* (2019) apresenta o relacionamento entre as práticas *lean* e *green*, de maneira estruturada e expõe suas influências nos critérios de desempenho. Os 8 critérios são separados para performance organizacional, ambiental e uma categoria intermediária entre ambos. Deste modo para cada critério, as práticas com maior influência para melhoria do desempenho são relacionadas. Os autores ainda mencionam que além de avaliar os critérios, as práticas são de suma importância, visto que estas podem servir de impulsionadoras para o sistema *lean-green*, devido a uma maior facilidade para identificar oportunidades de melhoria para as práticas que estão sendo adotadas.

O estudo apresentado por Farias *et al.* (2019) traz grande contribuição para evolução das pesquisas relacionadas ao *lean-green*, interligando as principais práticas de ambas filosofias, de modo a separar dentro dos 8 critérios estabelecidos, as práticas que possuem maior aplicabilidade para se obter melhoria no desempenho. Como passo inicial para avaliação de um sistema integrado *lean-green*, a pesquisa apresenta boas iniciativas, porém como sequência do estudo sugere-se uma aplicação do *framework* elaborado e um detalhamento das práticas, visto que como método de aplicação pode haver conflito entre as práticas utilizadas.

4.1.2.3 Duarte e Cruz-Machado (2019)

Duarte e Cruz-Machado (2019) desenvolvem um roteiro de implementação para integrar as abordagens *green-lean* na organização. Este roteiro pretende ser uma ferramenta orientada para a implantação da abordagem *green-lean*. A metodologia da pesquisa aborda um estudo de caso, realizado no setor automotivo e concentra-se em uma única cadeia de suprimentos, que envolve cinco empresas: a montadora (empresa focal), três fornecedores de primeira linha e um provedor de logística.

A seguir será detalhado o *framework* proposto por Duarte e Cruz-Machado (2019), um roteiro que apresenta as etapas para a implementação das iniciativas *green-lean*, sendo dividido em 8 fases, conforme observado na FIGURA 19.

O roteiro se inicia com o “estado atual” da organização, mostrando onde ela está posicionada e termina no “estado futuro”, localizando onde ela deve estar após as implementações das iniciativas *green-lean*.

A primeira fase (1), descrita como decisão do processo de transformação, pode ser entendida como “compreender a necessidade das mudanças na organização”, relacionando o comprometimento da alta administração para a implementação *green-lean*. Os autores pontuam que sem o envolvimento da alta administração, a empresa como um todo não perceberá a importância da transformação. A liderança atua como papel fundamental nesta fase, para evidenciar as necessidades e vantagens da nova abordagem.

Na próxima fase (2), é definido a estratégia para transformação do ambiente. Deste modo precisa-se compreender o fluxo de valor atual da cadeia de suprimentos, analisando o “estado atual” da empresa, servindo como ponto de partida para identificar os pontos de melhoria. De modo geral os objetivos da organização devem ser traçados e direcionados para seguir nas etapas de melhoria. Destaca-se o fato das medidas *green-lean* serem adotadas como estratégia principal e não somente como abordagem paralela na organização.

A mudança na cultura da organização (3) é uma fase importante na implementação da abordagem *green-lean*. A cultura da empresa deve caminhar com as mudanças adotadas para uma transformação da cadeia de suprimentos, envolvendo gestores, funcionários e todos interessados.

Para continuidade da implementação *green-lean*, a estrutura organizacional (4) deve estar adequada para as novas abordagens. De modo a unir as entidades pertencentes a cadeia de suprimentos, para que todas sigam na mesma direção. Os parceiros e fornecedores devem estar envolvidos, para contribuírem com a implementação *green-lean*, padronizando processos, simplificando as tomadas de decisões, através da redução nos níveis da organização, são exemplos de iniciativas, descritas pelos autores.

A criação de um novo plano de ação (5), representa a próxima fase. Este plano deve ajudar a compreender os objetivos internos e externos da empresa, de modo

que priorize as iniciativas *green-lean*. Para execução deste plano, os envolvidos devem ser informados e inseridos dentro deste processo. Os autores destacam que devem ser estabelecidos treinamentos para os colaboradores, assim como o plano de transformação deve ser conhecido por todos, de modo com que se tenha um alinhamento estratégico com as partes interessadas, bem como treinamento e aprimoramento dos funcionários se mostram como fator principal desta fase.

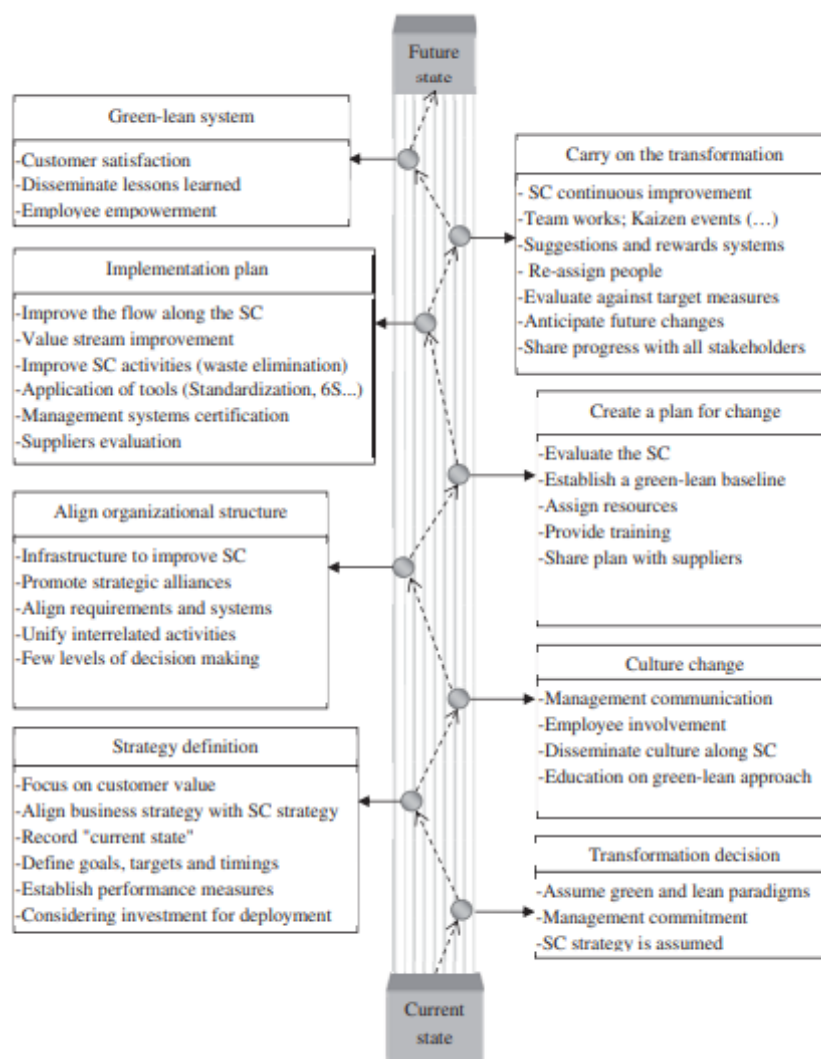
Segundo os autores está fase (6), pode ser considerada uma das mais complexas do roteiro de implementação, devido a implementação das iniciativas operacionais definidas na fase anterior. O plano definido deve ser implantado, com o conhecimento das ferramentas e práticas *green* e enxutas. Destaca-se nesta fase a importância de uma padronização dentro do ambiente organizacional, no sentido de todas as áreas passarem pela iniciativa de implementação em conjunto e de forma sistemática. Os stakeholders devem acompanhar o processo, para que a implementação seja realizada nas diferentes áreas funcionais de maneira simultânea.

Após a implementação das iniciativas, é importante continuar a transformação (7), construindo uma rotina para fiscalizar diariamente as mudanças adotadas. Os autores destacam a importância de monitorar e medir as realizações adotadas pelo plano, para avaliar como o ambiente organizacional está após ocorrerem estas mudanças. Essa rotina deve incluir mudanças, se necessário e incluir a melhoria contínua das atividades. Desta forma com o conhecimento das ferramentas e informações, os autores apresentam iniciativas essenciais para preservação e melhoria nesta fase:

- (i) Descrição das tarefas bem definidas e registradas, para que os colaboradores realizem as atividades de forma semelhante;
- (ii) Envolver os colaboradores nos desafios e problemas da empresa;
- (iii) Realocar os colaboradores de acordo com as habilidades apresentadas
- (iv) Incentivar os colaboradores a darem sugestões de melhoria nas atividades
- (v) Eventos kaizen, para melhorar os processos
- (vi) Planejar futuras alterações na legislação e regulamentações
- (vii) Compartilhar o progresso com todos os funcionários e demais partes interessadas

Na última etapa do roteiro (8) as abordagens *green-lean* devem ser executadas em velocidade constante, de modo que não parem, mas que não seja acelerada demais. Isso se deve ao fato de que uma empresa que obtém sucesso em uma implementação das abordagens descritas se diferencia no mercado, se comprometendo a fabricar produtos de boa qualidade e ao mesmo tempo se empenhando em reduzir os impactos ambientais da sua cadeia produtiva. Os autores pontuam medidas que podem posicionar a empresa em local de destaque, gerando maior credibilidade e consequentemente visibilidade no mercado. Algumas dessas medidas são:

- (i) Desenvolver pesquisa de satisfação;
- (ii) Compartilhar os conhecimentos e experiências adquiridas na implementação das iniciativas *green-lean*;
- (iii) Habilitar feedback aos gestores, funcionários e stakeholders;
- (iv) Atender as necessidades e expectativas dos clientes;
- (v) Se destacar no atendimento ao cliente.

FIGURA 19 – ROTEIRO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS *GREEN-LEAN*

FONTE: Duarte e Cruz-Machado (2019)

Ao final do roteiro a empresa chegará ao “estado futuro”, porém novas abordagens *green-lean*, podem ser identificadas em pesquisas futuras. Está abordagem mostra que novos “estados futuros”, podem tornar-se “estado atual”, o que indica a aplicação de um novo ciclo do roteiro. Porém algumas abordagens podem ser desconsideradas em um novo ciclo de aplicação do roteiro, devido a organização já possuir uma implementação realizada das iniciativas *green-lean*.

O *framework* apresentado por Duarte e Cruz- Machado (2019) representa uma solução macroscópica, com temas essenciais para transformação bem sucedida da cadeia de suprimentos de uma organização, com princípios verdes e enxutos. O estudo abordou a cadeia de suprimentos de uma organização automotiva e possui a limitação de não ser aplicável a qualquer empresa. Destaca-se a evolução no

relacionamento entre os paradigmas *lean* e *green*, no sentido de avançar o conhecimento adquirido sobre o tema e estrutura-lo como um roteiro para implementação.

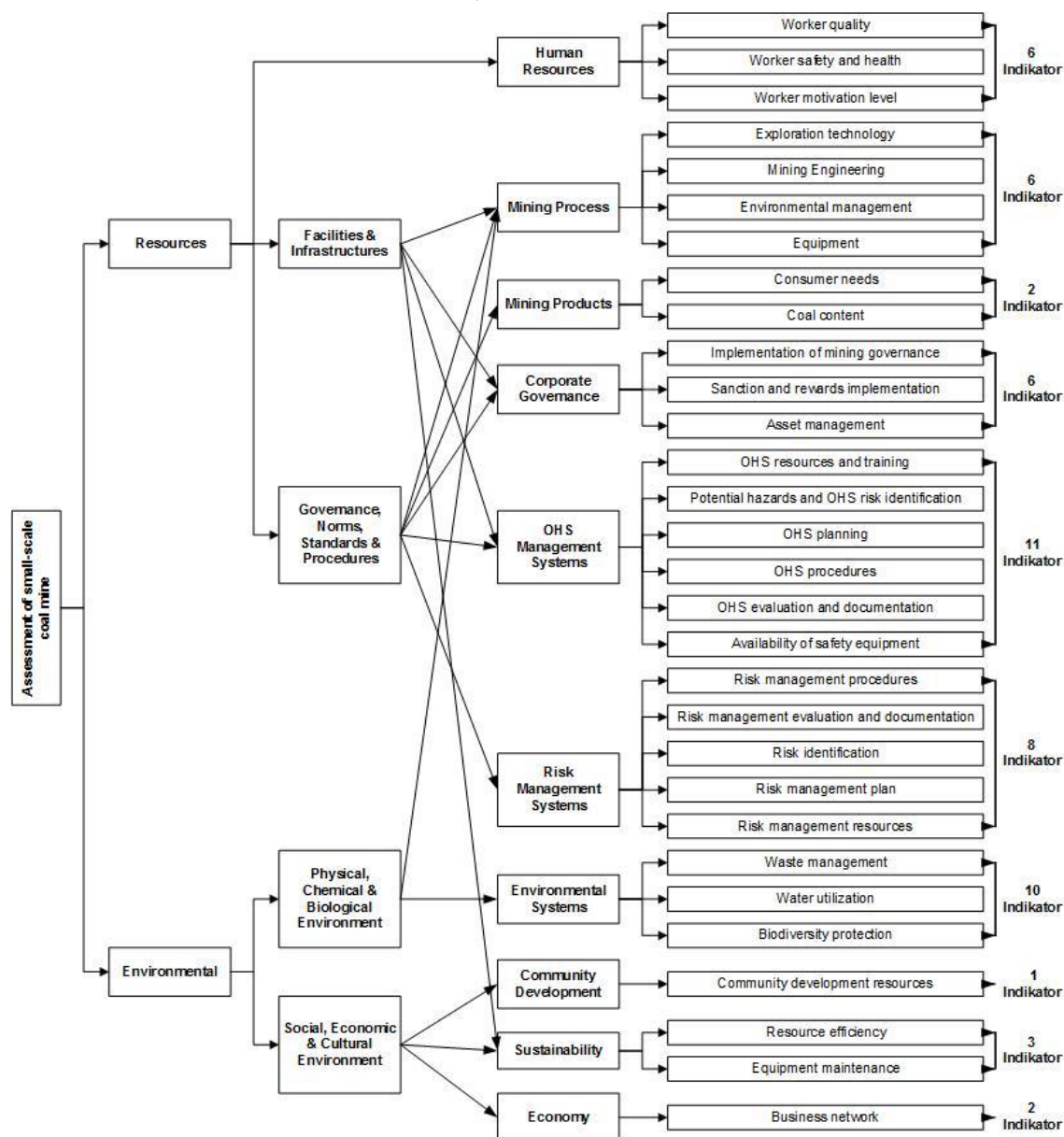
4.1.2.4 Yuliandra *et al.* (2018)

Yuliandra *et al.* (2018) desenvolveram uma lista de avaliação (*assessment framework*) combinando conceitos do pensamento enxuto e conceitos de mineração verde, para avaliação das mineradoras de carvão artesanal e de pequena escala na cidade de Sawahlunto (Indonésia). Este estudo se mostra pioneiro, pois foi estruturado com foco para o segmento de mineração em uma região específica da Indonésia, onde segundo os autores somente pequenas mineradoras atuam. O estudo foi realizado pelo método descritivo, utilizando as entrevistas, como técnica de coleta de dados primária. A validação dos critérios e indicadores identificados na pesquisa são realizados através da discussão de grupos focais. O *framework* proposto contém 10 critérios de avaliação, com 55 indicadores.

Os critérios e indicadores foram extraídos dos dados primários e secundários, sendo combinados para formar o *framework* de avaliação. Desse modo foram incorporados conceitos do pensamento enxuto, mineração verde (*green mining*) e boas práticas da mineração.

Para desenvolvimento dos indicadores para avaliação das mineradoras, são utilizados critérios que estão divididos em 10 categorias: Recursos humanos, Processo de mineração, Produtos da mineração, Governança corporativa, Sistema de gestão OHS, Sistema de gestão de risco, Sistema ambiental, desenvolvimento da comunidade, Sustentabilidade e Economia. Dentro destes critérios são apresentados os indicadores de cada variável, conforme observado na FIGURA 20.

FIGURA 20 – FRAMEWORK DE AVALIAÇÃO PARA INDÚSTRIA DE MINERAÇÃO DE CARVÃO EM PEQUENA ESCALA



FONTE: Yuliandra *et al.* (2018)

Como exemplificação do framework, inicialmente tem-se dois critérios, os recursos e o meio-ambiente. Dentro dos recursos são encontrados os critérios de recursos humanos, infraestrutura e instalações e normas governamentais, padrões e procedimentos (que se encaixam normas como a ISO e OHS). Para compreender o *framework*, se uma avaliação tivesse como foco os recursos, para recursos humanos são relacionados 6 indicadores, conforme observado na FIGURA 21, os 6 indicadores para recursos humanos. Já se o foco da avaliação fosse ambiental, para Riscos químicos, físicos e biológicos, o critério relacionado seria processo de mineração e sistema ambiental, com 6 indicadores para o primeiro e 10 para o segundo

respectivamente, conforme observado na FIGURA 21, 6 indicadores para mineração e 10 para sistemas ambientais.

FIGURA 21 – INDICADORES PROPOSTOS PARA INDÚSTRIA DE MINERAÇÃO DE CARVÃO DE PEQUENA ESCALA

No.	Indicators of each Variable
S	Human Resource
S1	The percentage of qualified recruitment
S2	Improvement of basic competence, certification and managerial
S3	The level of employees and their family health quality
S4	The level of K3 implementation
S5	The percentage rate of labor productivity
S6	The percentage level of worker motivation
P	Mining Process
P1	The level of exploration technology used
P2	Mining techniques applied are guided by rules
P3	The percentage of erosion and sedimentation control measures
P4	Waste reduction rate
P5	The equipment investment value
P6	Overall Equipment Effectiveness (OEE)
H	Mining Products
H1	The level of compliance with consumer needs
H2	The percentage of fixed carbon
T	Corporate Governance
T1	The percentage level of governance implementation quality
T2	Number of affirmations and strict sanctions on work ethics violations
T3	The level of operation efficiency and assets maintenance
T4	The quality level of routine checks on asset conditions and performance
T5	The certainty level of assets rehabilitation or replacement
T6	Total disposal or asset rationalization
L	Environmental Systems
L1	Total resource for hazardous and toxic waste utilization
L2	The number of personnel with hazardous and toxic waste utilization competence
L3	Total resource for non hazardous waste utilization
L4	The number of personnel with waste utilization competence (non hazardous waste)
L5	Total resources for air pollution reduction
L6	The number of personnel with competencies related to air pollution reduction measures
L7	Total resources for water efficiency and waste water pollution reduction
L8	The number of personnel with relevant water efficiency and waste water pollution reduction competencies
L9	The number of personnel with competencies related to biodiversity protection
L10	The number of cooperation with other organizations related to biodiversity protection
P	Community Development
P1	The number of personnel with competencies related to community development
C	Sustainability
C1	Electricity and fuel savings as well as periodic inspection of equipment and operational vehicles
C2	The funding for ancillary equipment maintenance
C3	Total periodic maintenance and inspection of gas emissions on ancillary equipment
K	OH&S Management System
K1	Number of resources used to implement occupational health and safety (OHS)
K2	The number of competent workers for potential hazards and OSH risk assessment
K3	Plans related to specific products, processes, projects or workplaces
K4	Availability of procedures and work instructions for product use
K5	Availability of supplier evaluation procedures based on OSH requirements
K6	The number of competent personnel for risk assessment on work process
K7	The number of suitable protective equipment
K8	Availability of procedures to identify potential emergency
K9	Labor health monitoring system
K10	Availability of hazard reporting procedures
K11	The number and type of suitable OSH training
R	Risk Management System
R1	Maximum Residue Limits (MRL)
R2	Availability of risk management reporting scheme
R3	Availability of risk management Standard Operating Procedure (SOP)
R4	Number of risk management resources
R5	Number of resources allocated for risk management
R6	Availability of risk management plan
R7	Availability of alternative risk management plans
R8	Level of risk owner's involvement as a source of information on risk management implementation
E	Economy
E1	The number of cooperation with business and local partners
E2	The number of assisted partners and distribution cooperation cluster

FONTE: Yuliandra et al. (2018)

No total existem 55 indicadores propostos que podem ser utilizados para avaliar a mineração de carvão em pequena escala. Futuras pesquisas podem aplicar o *framework* proposto no estudo de Yuliandra *et al.* (2018) e identificar dentro desta estrutura como a relação destes critérios e seus indicadores impactaram na mineração de pequena escala.

4.1.2.5 Comparação entre os *Frameworks*

Nesta seção apresenta-se uma comparação entre os 4 estudos detalhados na seção anterior. Os parâmetros utilizados para análise foram baseados no estudo de Severino e Ferreira (2021) sendo eles: (1) objetivo – identificar as intenções dos pesquisadores; (2) tópicos abordados - representa as principais questões abordadas em cada *framework*; e (3) metodologia – identifica quais métodos de coleta de dados foram utilizados. O QUADRO 5, apresenta a comparação dos estudos.

QUADRO 5 – COMPARAÇÃO DOS *FRAMEWORKS* SELECIONADOS PARA DETALHAMENTO

N	Autores	Objetivos	Tópico abordado	Metodologia	Categoria do <i>Framework</i>
1	Yasir Maqbool <i>et al.</i> (2019)	Implementação das práticas enxutas por meio da abordagem 6R, para obtenção de sistemas enxutos e sustentáveis.	Etapas e elementos para implementação do <i>lean</i> sustentável, baseado na abordagem 6R	Estudo de caso; observação prática do local	Framework de implementação
2	Farias <i>et al.</i> (2019)	Elaborar um sistema de avaliação único de desempenho, interligando as práticas e critérios de desempenho <i>lean-green</i> .	Crítérios e práticas para avaliação do desempenho <i>lean-green</i>	Revisão de literatura	Framework conceitual
3	Duarte e Cruz-Machado (2019)	Desenvolver um roteiro para implementação da cadeia de suprimentos <i>green-lean</i> de maneira integrada.	Fases e procedimentos estruturados para transformação da cadeia de suprimentos em <i>green-lean</i> .	Estudo de caso; Entrevistas, documentos e site	Roteiro de implementação
4	Yuliandra <i>et al.</i> (2018).	Desenvolver um <i>framework</i> para avaliar a mineração em pequena escala, baseado no conceito de pensamento enxuto, mineração verde e boas práticas da mineração.	Crítérios e indicadores para se obter a mineração verde, com base no pensamento enxuto.	Entrevista; coleta de documentos, livros e relatórios	Lista de avaliação

FONTE: adaptado de Severino e Ferreira (2021)

Conforme observado no QUADRO 5, em relação aos objetivos dos *frameworks* podemos classifica-los em 2 categorias: Implementação de princípios, técnicas e práticas *lean* (YASIR MAQBOOL *et al.*, 2019; DUARTE E CRUZ-MACHADO, 2019) e avaliação de princípios, técnicas e práticas *lean* (FARIAS *et al.*, 2019; Yuliandra *et al.*, 2018). Os estudos se diferenciam quanto ao método adotado para coleta de dados, enquanto Yasir Maqbool *et al.* (2019) utilizaram a coleta de dados, com observação prática do local estudado, em uma empresa de fabricação de produtos ferroviários, o estudo de Duarte e Cruz-Machado (2019) coletou os dados por meio de entrevistas,

observações diretas, site e documentos internos para analisar a cadeia de suprimentos do setor automotivo. Farias *et al.* (2019) realizaram uma revisão da literatura para extrair as principais contribuições e lacunas, relacionadas a literatura *lean* e *green*. Outra forma foi a adotada na pesquisa de Yuliandra *et al.* (2018) que dividiu a coleta de dados em duas etapas, como coleta de dados primário os pesquisadores utilizaram a entrevista com mineradores e posteriormente coletaram dados secundários de documentos oficiais, livros e relatórios sobre pesquisas de mineração na cidade de Sawahlunto (Indonésia).

Com relação aos tópicos abordados, cada *framework* possui uma individualidade para sua elaboração: No estudo de Yuliandra *et al.* (2018), são apresentados os critérios e práticas para adoção da mineração verde, com base no pensamento enxuto. Duarte e Cruz-Machado (2019) apresentam as fases e procedimentos estruturados para transformação da cadeia de suprimentos em *green-lean*, Farias *et al.* (2019) trazem os critérios e práticas para avaliação do desempenho *lean-green* e Yasir Maqbool *et al.* (2019) demonstra as etapas e elementos para implementação do *lean* sustentável, baseado na abordagem 6R.

Por fim vale ressaltar que os *frameworks* apresentam algumas semelhanças e diferenças entre eles. Dentre eles, modelos de implementação bem estruturados, que seguem um passo a passo esquematizado, de modo que auxilia sua adoção destacando os passos e detalhando as fases do *framework* (YASIR MAQBOOL *et al.*, 2019; DUARTE E CRUZ-MACHADO, 2019). Um *framework* apresenta os critérios e indicadores de maneira mais genérica, sem detalhamento das perspectivas e indicações para validação (YULIANDRA *et al.*, 2018). E Um *framework* traz a divisão bem estruturada dos critérios, porém não detalha as ferramentas e procedimentos que precisam ser adotados para melhoria (FARIAS *et al.*, 2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo mapear a literatura para identificar *frameworks* que relacionem a manufatura enxuta e a sustentabilidade. Com esse objetivo, foi realizado uma RSL. O período estipulado para busca de artigos na literatura foi de 2011 à 2022 (mais especificamente julho, quando foram realizadas as pesquisas nas bases de dados) e foram utilizadas as bases de dados Periódico da Capes, *Scielo* e *Web of Science*. Para desenvolvimento da RSL, foi utilizada a ferramenta StArt, para auxílio na coleta de dados das bases citadas, assim como para condução da revisão, pois a ferramenta possui passos bem definido, que colaboram com a condução da revisão sistemática.

Com relação ao portfólio de artigos da RSL, obteve-se um total de 18 artigos dentre os 121 identificados inicialmente na etapa de seleção, desse total a base que mais teve contribuição foi a *Web of Science* com 68 artigos, seguido do periódico da capes com 44 publicações e a *Scielo* com 9 estudos. Com relação aos resultados, os anos com maior número de publicações foram 2019 e 2020, representando 55,5% dos artigos totais e demonstrando a significância atual do tema. Em relação aos periódicos o que obteve o maior destaque foi o *Jornal of Cleaner Production*, com 3 publicações no total e o segundo maior fator de impacto dentre os periódicos analisados. Sobre a metodologia adotada pelas pesquisas destacou-se o estudo de caso, com 66,6% das abordagens adotadas pelas pesquisas, demonstrando a preferência desta metodologia com relação a este tema de pesquisa.

Através da análise do conteúdo das publicações foi possível observar que dentre as 8 categorias criadas para apresentação dos artigos a que teve maior quantidade de artigos foi o *framework* de avaliação, com 4 pesquisas identificadas. Dentre os 18 artigos do portfólio final desta RSL, foram selecionados 4 para detalhamento e comparação. Como mencionado cada estudo apresentou uma categoria de *framework* de implementação em ME, para exemplificação de cada abordagem.

Essa pesquisa possui algumas limitações. Com relação a abordagem de RSL adotada, ainda que se utilize procedimentos e passos estruturados para pesquisa, pode-se destacar que os resultados dependem das escolhas feitas pelo pesquisador,

desse modo os termos de busca, base de dados, seleção de artigos e outros, podem não representar a totalidade de informações sobre o tema abordado. Assim pesquisas com temas semelhantes podem obter diferentes resultados.

Com relação ao projeto de pesquisa desenvolvido, este pode servir como base para futuras pesquisas que considerem uma ampliação no escopo deste estudo. Desse modo são sugeridos alguns temas relacionados, para o desenvolvimento de novas pesquisas com intuito de expandir o tema pesquisado, tais como:

- Identificação e classificação dos fatores críticos de sucesso para implementação dos princípios *lean* e *green* nas organizações;
- Desenvolvimento de um *framework* conceitual, utilizando os conceitos *lean* e *green*, para melhoria do desempenho organizacional e ambiental em indústrias moveleiras;
- Revisão sistemática de literatura para verificar se a utilização das práticas *green* oferecem uma melhoria no desempenho das práticas *lean*.

Por fim a pesquisa conclui seu objetivo principal, de mapear a literatura dos modelos de implementação que relacionem a manufatura enxuta e a sustentabilidade. Assim como atinge seus objetivos específicos de (1) identificar os modelos de implementação que relacionem a manufatura enxuta e a sustentabilidade através de uma Revisão Sistemática de Literatura, (2) identificar as relações entre a manufatura enxuta e a sustentabilidade e (3) caracterizar os modelos identificados na literatura. Como contribuição o estudo desenvolve o levantamento bibliográfico realizado sobre *framework* que relacionam a manufatura enxuta e a sustentabilidade, contribuindo como uma das poucas pesquisas que abordam o tema no Brasil.

REFERÊNCIAS

AGENDA 2030 PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. 2022. Disponível em: <http://www.ods.cnm.org.br/agenda-2030>. Acesso em: 28 ago. 2022.

AHMED, A.; MATHRANI, S.; JAYAMAHA, N. An integrated lean and ISO 14001 framework for environmental performance: an assessment of New Zealand meat industry. **International Journal of Lean Six Sigma**. 2021.

AQUINO, A.R.; et al. **Sustentabilidade Ambiental**. 1.ed. Rio de Janeiro: Rede Sirius; OUERJ, 2015.

AZIZ, R. F; HAFEZ, S. M. Applying lean thinking in construction and performance Improvement. **Alexandria Engineering Journal**, v. 52, p. 679-695, 2013.

BARBOSA, F. A.; ASSUMPÇÃO, M. R. P. LEAN & GREEN: quanto as suas práticas são compatíveis?. **Revista de ciência & Tecnologia**, v.19, n. 37, p. 57-67, 2016.

BERLATO, L. F.; SAUSSEN, F.; GOMEZ, L. S. R. A sustentabilidade empresarial como vantagem competitiva em branding. V. 11, n. 15, p.24-40, 2015.

CONFORTO, E.C.; AMARAL, D.C.; SILVA, S.L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. **Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto**. Porto Alegre, 2011.

COUTINHO, R.M.; CERYNO, P.S.; CAMPOS, L.M.; BOUZON, M. A Critical Review on Lean Green Product Development: State of art and proposed conceptual Framework. **Environmental Engineering and Management Journal**. v.18, 2019.

DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. 2. Ed. São Paulo: Bookman, 2011.

DUARTE, S.; CRUZ-MACHADO, V. Green and lean supply-chain transformation: a roadmap. **Production Planning & Control**. V. 30, p. 1170-1182, 2019.

DUARTE, S.; CRUZ-MACHADO, V. Modelling lean and green: a review from business models. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 4, p. 228-250, 2013.

DÜES, C.M.; TAN, K.H.; LIM, M. Green as the new Lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain. **Journal of Cleaner Production**. p. 93-100, 2012.

ELKINGTON, J. **Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. Oxford, Capstone, 1997.

FARIAS, L. M. S. **Um Framework integrativo para avaliação de práticas Lean e Green**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB, 2018.

FARIAS, L. M.; SILVA, M.K.R.; MARINHO, J.L.A. Implementação da construção enxuta nas práticas de sustentabilidade ambiental. **Conbrepo**. p.1-12, 2020.

FARIAS, L.M.S.; GOHR, C.F.; SANTOS, L.C.; OLIVEIRA, L.C.; AMORIM, M.H.S. Uma revisão sistemática da literatura sobre o relacionamento entre as abordagens lean e green. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP**. p. 1-24, 2017.

FARIAS, L.M.S.; SANTOS, L.C.; GOHR, C.F.; OLIVEIRA, L.C.; AMORIM, M.H.S. Criteria and practices for lean and green performance assessment: Systematic review and conceptual framework. **Journal of Cleaner Production**. 2019.

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **CadernosEbape.br**, v. 14, n. 3, p. 667-681, 2017.

FERREIRA, G.G. **PeperTool: Uma ferramenta para suporte à Revisão Sistemática da Literatura**. 2019. Dissertação (Bacharel em ciência da computação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2019.

FONTES, E. G.; LOOS, M. J. Aplicação da metodologia Kaizen: um estudo de caso em uma indústria têxtil do centro oeste do Brasil. **Revista Espacios**. v.38, p. 6, 2017.

GARZA-REYES, J. A. Lean and green e a systematic review of the state of the art literature. **Journal of Cleaner Production**, p. 18-29, 2015.

GIL, A.C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOIS, M. B. M.; LIMA, M.M.; SOUZA, B.F.; SILVA, V.D.; MOURA, P.P.P. Como propagador dos 17 objetivos do desenvolvimento sustentável. *Revista Extensão & Sociedade*. 2020.

HAMMADI, S.; HERROU, B. Lean Integration in Maintenance Logistics Management: a new Sustainable Framework. **Management and Production Engineering Review**. v.11, p.99-106, 2020.

JADHAV, J.R.; MANTHA, S.S.; RANE, S.B. Development of framework for sustainable Lean implementation: an ISM approach. **Journal of industrial engineering international**. V.10, 2014.

KUMAR, P.D.; GHOSH; CHOWDHURY S. Impact of Lean and Sustainability Oriented Innovation on Sustainability Performance of Small and Medium Sized Enterprises: A Data Envelopment Analysis-based framework. **International Journal of Production Economics**. V. 219, p. 416-430, 2020.

LI, A.; QIANG; FOUND, P. Lean and Green Supply Chain for the Product-Services System (PSS): The Literature Review and A conceptual Framework. **Product-Service Systems Across Life Cycle**. V.47, p.162-167, 2016.

LOPES, C.L.C. A.; SEVERINO, M.R. **GREEN MANUFACTURING - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**. Green Manufacturing, 2018.

MAQBOOL, Y.; RAFIQUE, Z. M.; HUSSAIN, A.; ALI, H.; JAVED, S.; AMJAD, S.M. An Implementation Framework to Attain 6R-Based Sustainable Lean Implementation - A Case Study. **IEEE Access**. V. 7, 2019.

MATHIYAZHAGAN, K.; GNANAVELBABU, A.; KUMAR, N.N.; AGARWAL, V. A framework for implementing sustainable lean manufacturing in the electrical and electronics component manufacturing industry: An emerging economies country perspective. **Jornal of Cleaner Production**, p.1-16, 2021.

MELLADO, F.; LOU, E.C.W. Building information modelling, lean and sustainability: An integration framework to promote performance improvements in the construction industry. **Sustainable Cities and Society**.2020.

MING, L.; DIAZ, N.; HASAN, M. Proposing a “lean and green” framework for equipment cost analysis in construction. **Frontiers of Engineering Management**. V.6, p.384-394, 2019.

MOSTAFA, S.; DUMRAK, J.; SOLTAN, H. A framework for lean manufacturing implementation. **Production & Manufacturing Research**. V.1, p.44-64, 2013.

NOVAES, T.; RECH, M.; DORIN, C.H.D.; OLEA, P.M. Desenvolvimento Sustentável nas Perspectivas Ambiental, Econômica e Social no Brasil. p.1-12, 2017.

OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, O. J. **Gestão da Qualidade – Tópicos Avançados**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2012.

OLIVEIRA, S. V. W. B. D.; LEONETI, A.; CEZARINO, L. O. **Sustentabilidade: princípios e estratégias**. Barueri, SP: Manole, 2019.

OSHIRO, I. S. N.; ALMEIDA, M. V. B.; VILELA, W.A. O impacto do desperdício de movimentação na linha de produção em uma indústria de autopeças. **Congresso científico da Produção da universidade do Vale do Sapucaí**. p. 152-167, 2017.

PEREIRA, M. A.; VIEIRA, G. F. M. Interação entre lean e green manufacturing: estudo de caso em um laboratório de análises clínicas. **Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, p. 1-19, 2014.

PEREIRA, M. A.; VIEIRA, G. F. M. Interação entre lean e green manufacturing: estudo de caso em um laboratório de análises clínicas. **Congresso Nacional de Excelência em gestão**, 2014.

QUEIROZ, G. A. **Recomendações para a implantação da Manufatura Enxuta considerando os propósitos da Produção mais limpa**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - São Carlos – SP, 2015.

QUEIROZ, G. A.; ESPOSTO, K. F.; ALVES FILHO, A. G.; HAYASHI, A.P. **Sustentabilidade Ambiental e Produção Enxuta**: um estudo de caso. São Paulo, 2017.

REZENDE, M. O.; MORIS, V.A.S.; SILVA, D. A. L. Revisão sistemática sobre Lean & Green com foco na construção civil. **VII Congresso de Sistemas Lean**. 2018.

RUBEN, R.R.; VINODH, S.; ASOKAN, P. Implementation of Lean Six Sigma framework with environmental considerations in an Indian automotive component manufacturing firm: a case study. **Production Planning & Control**. V.28, p.1193-1211, 2017.

SANT'ANNA, P.R.; CAMPOS, L.M.S. Lean and Green: Um Estudo Sobre Práticas Integradas. **Lean and Green**, São Paulo, 2015.

SANTOS, F. A. F.; MARCOS, J.; STOCK, A. C.; TOKARZ, B.; PEREIRA, D.; BEUREN, F. H.; FAGUNDES, A. B. Sustentabilidade como vantagem competitiva: casos de sucesso. São Paulo. p. 47-55, 2020.

SEVERINO, A. M.; FERREIRA, K.A. Frameworks para implementação do lean construction: uma revisão sistemática da literatura. **ENEGEP**. 2021.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4.ed, Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2005.

SONY, M.; NAIK, S. Green Lean Six Sigma implementation framework: a case of reducing graphite and dust pollution. **International Journal of Sustainable Engineering**. V. 13, p. 184-193, 2020.

SORLI, M.; SOPELANA, A.; SALGADO, M.; PELAEZ, G.; ARES, E. Expanding Lean Thinking to the Product and Process Design and Development within the Framework of Sustainability. **4TH MANUFACTURING ENGINEERING SOCIETY INTERNATIONAL CONFERENCE**. V. 1431, p. 815-822, 2012.

SOUZA, D. L. **Lean Manufacturing: Uma análise dos métodos de manutenção adotados na indústria petroquímica**. 2014. Dissertação (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade São Francisco - Campinas – SP, 2014.

SOUZA, E.J.S. Aplicação dos objetivos de desenvolvimento sustentável em instituições de ensino 17 objetivos para transformar nosso mundo. Tese (Pós Graduação em Ensino de Ciências) UTFPR. 2020.

THANKI, S.; THAKKAR, J. A quantitative framework for lean and green assessment of supply chain performance. **International Journal of Productivity and Performance Management**. V. 67, 2018.

TIWARI, P.; SADEGHI, J. K.; ESEONU, C. A sustainable lean production framework with a case implementation: Practice-based view theory. **Jornal of Cleaner Production**. P. 1-14, 2020.

VENTURINI, L. D. B.; LOPES, L. F. D. O modelo Triple Bottom Line e a sustentabilidade na administração pública: pequenas práticas que fazem a diferença. 2015.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine desperdícios e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

YULIANDRA, B.; SUTANTO, A.; PRAJOSO, H. An Assessment Framework for Small-Scale Coal Mining Based on Lean Thinking and Green Mining Concept. **International Series on Integrated Science and Technology**. v.2, 2018.

APÊNDICE A - PROTOCOLO DE REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

1 – OBJETIVO

Este Protocolo de Revisão Sistemática da Literatura (PRSL) apresenta a estrutura metodológica para a execução da etapa de revisão da literatura sobre a relação entre a manufatura enxuta e a sustentabilidade, através da relação entre as abordagens lean e green.

2 - ESTRATÉGIA DE BUSCA

2.1 - Pergunta de Pesquisa

2.1.1 – Questão principal.

Os *frameworks* presentes na literatura relacionam a manufatura enxuta e a sustentabilidade, através da abordagem *lean-green*?

O quadro 1 apresenta a(s) pergunta(s) de pesquisa desta RSL:

Pergunta	Descrição da Pergunta
P1	Como a relação <i>lean</i> e <i>green</i> tem sido abordado na literatura?
P2	Quais <i>frameworks</i> trabalham a relação do <i>lean</i> e <i>green</i> ?

Quadro 1: Perguntas de Pesquisa

2.2 – Bases de Dados

2.2.1 - Métodos de pesquisa de fontes

As fontes deverão estar disponíveis via web, preferencialmente em bases de dados científicas da área. Além das bases tradicionais, algumas bases serão incluídas de acordo com os resultados encontrados no controle.

Poderão ser selecionados também, trabalhos disponíveis em outros meios, desde que atendam aos requisitos da Revisão Sistemática.

Este processo será realizado por meio de buscas formadas por palavras-chave. Os trabalhos serão encontrados a partir de pesquisas realizadas em portais de busca de artigos, teses, dissertações e periódicos.

Durante o procedimento de recuperação das informações serão consideradas as *strings* encontradas preferencialmente em Títulos, Resumos e Palavras-chave de cada base de dados.

Após a realização dos resumos, e verificando-se a relevância do trabalho, ele será selecionado para leitura em sua totalidade. Em seguida, serão aceitos ou rejeitados. Haverá critérios de (I) Inclusão e (E) Exclusão para cada trabalho analisado.

2.2.2 – Bases a serem pesquisadas.

As seguintes bases de dados são utilizadas nesta RSL:

- *Scielo* - <http://scielo.org>
- *Periódicos da Capes* - [https://www.periodicos-capes.gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/](https://www.periodicos-capes.gov.br.ezl.periodicos.capes.gov.br/)
- *Web of Science* - [http:// www.webofscience.com](http://www.webofscience.com)

2.3 - Termos de Busca

Termos	Tradução
Lean manufacturing	Manufatura enxuta
Lean	Enxuto
Green	Verde
Sustain*	Sustentável
Environmental	Meio ambiente
Roadmap	Roteiro
Framework	Estrutura/Modelo
Checklist	Lista de controle

Quadro 2: Termos de Busca

2.3.1 - Quais Idiomas?

Inglês e Português.

2.4 - Strings de Busca

String genérica de busca:

("Lean manufacturing" OR "Lean") AND ("Green" OR "Sustain"
OR "Environmental") AND ("Roadmap" OR "Framework" OR "Checklist")

Quadro 3: String Genérica de Busca

Strings de busca adaptadas para cada Base de Dados pesquisada:

Base de dados	String Adaptada/Utilizada
Scielo	("Lean manufacturing" OR "Lean") AND ("Green" OR "Sustain" OR "Environmental") AND ("Roadmap" OR "Framework" OR "Checklist")
Periódicos da Capes	("Lean manufacturing" OR "Lean") AND ("Green" OR "Sustain" OR "Environmental") AND ("Roadmap" OR "Framework" OR "Checklist")
Web of Science	("Lean manufacturing" OR "Lean") AND ("Green" OR "Sustain" OR "Environmental") AND ("Roadmap" OR "Framework" OR "Checklist")

Quadro 4: Termos de Busca

2.5 - Critérios de Inclusão

Os Critérios de Inclusão dos estudos recuperados são apresentados no quadro 5:

Critério	Descrição do Critério de Inclusão
CI1	Serão incluídos trabalhos que utilizem a filosofia lean e green.
CI2	Serão incluídos trabalhos publicados e disponíveis integralmente nas bases científicas buscadas.
CI3	Serão incluídos trabalhos que relacionem a manufatura enxuta e a sustentabilidade
CI4	Serão incluídos trabalhos que usem ou referenciem frameworks de integração entre as metodologias analisadas.

Quadro 5: Critérios de Inclusão

2.6 - Critérios de Exclusão

Os Critérios de Exclusão dos estudos recuperados são apresentados no quadro 6:

Critério	Descrição do Critério de Exclusão
CE1	Serão excluídos os trabalhos que estiverem duplicados
CE2	Serão excluídos trabalhos que não estiverem identificados, ou seja, anônimos.
CE3	Serão excluídos trabalhos que não apresentem resumo/abstract.
CE	Serão excluídos livros ou capítulo de livros

Quadro 6: Critérios de Exclusão

2.6.1 - Definição de tipos de estudos

Este estudo define os tipos de estudos primários que serão selecionados durante a execução da revisão sistemática: quantitativa ou qualitativa; observação; estudos de viabilidade ou caracterização.

Com base nas palavras-chave, strings de busca serão construídas e submetidas nas principais bases. Os artigos encontrados serão listados, terão seus títulos, resumos e palavras chaves lidos para verificação de adequação aos critérios de inclusão e exclusão. Caso atenda aos quesitos do protocolo, o mesmo será selecionado.

2.7 - Critérios de Qualidade

Os Critérios de Qualidade dos estudos recuperados são apresentados no quadro 7:

Critério	Descrição do Critério de Qualidade
CQ1	O artigo foi escrito com coerência e coesão textual?
CQ2	O estudo aborda os temas analisados?
CQ3	A relação entre as filosofias lean e green são detalhadas?

Quadro 7: Critérios de Qualidade

2.7.1 - Campos do formulário de qualidade

Campo	Lista para escolha
Coerência do texto	Sim, Não
Coesão textual	Sim, Não
Aborda os temas analisados	Sim, Não
A relação entre os temas é detalhada	Sim, Não

Quadro 8: Campos de critérios de qualidade

2.7.2 – Extração de informações.

Uma vez selecionados os estudos primários, começa a extração de informações relevantes. Nesta seção do protocolo, os critérios e resultados da extração são descritos cujo objetivo é analisar o resumo e as conclusões de cada estudo.

Texto (Campo de texto aberto)

Campo	Tipo
Parâmetros de análise utilizados	Texto
Hipótese defendida referente a relação lean-green	Texto
Classificação das Palavras-chave por busca	Texto

Quantidade de publicações nos anos estipulados	Texto
Quantidade de estudos por base de dados	Texto

Quadro 9: Campos de critérios de extração