

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA

Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

RONALDO FERNANDES MEDEIROS

***LEAN PRODUCTION* EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS: ANÁLISE DOS
DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO EM PROCESSADORAS DE AMENDOIM**

TUPÃ

2026

RONALDO FERNANDES MEDEIROS

***LEAN PRODUCTION* EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS: ANÁLISE DOS
DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO EM PROCESSADORAS DE AMENDOIM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Tupã, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências, área Agronegócio e Desenvolvimento.

Área de concentração:
Agronegócio e Desenvolvimento

Linha de pesquisa: Inovação e Eficiência

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Guilherme Satolo

Coorientador: Prof. Dr. Robisom Damasceno Calado

**TUPÃ
2026**

M488l Medeiros, Ronaldo Fernandes

Lean production em pequenas e médias empresas: análise dos desafios na implantação em processadoras de amendoim / Ronaldo Fernandes Medeiros. -- , 2026

173 f. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, Orientador: Eduardo Guilherme Satolo

Coorientador: Robisom Damasceno Calado

1. Lean production. 2. Pequenas e médias empresas. 3. Processamento de amendoim. 4. Agronegócio. I. Título.

IMPACTO

Esta pesquisa contribui diretamente para o desenvolvimento econômico e tecnológico das Pequenas e Médias Empresas (PMEs) que processam amendoim na região da Alta Paulista. Ao identificar desafios e propor estratégias baseadas na metodologia *lean*, o estudo ajuda as empresas locais a aumentarem sua eficiência produtiva, reduzir desperdícios e melhorar seus resultados financeiros. Além disso, ao disseminar conhecimentos técnicos e metodologias práticas, a pesquisa fortalece a capacidade tecnológica das PMEs, promovendo inovação e maior competitividade dessas organizações. Essas contribuições beneficiam não apenas as empresas envolvidas, mas toda a economia local e regional, gerando desenvolvimento sustentável e melhores condições sociais para a comunidade.

IMPACT

This research directly contributes to the economic and technological development of Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) involved in peanut processing in the Alta Paulista region. By identifying challenges and proposing strategies based on *lean* methodology, the study supports local enterprises in increasing their production efficiency, reducing waste, and improving their financial performance. Furthermore, by disseminating technical knowledge and practical methodologies, the research strengthens the technological capacity of SMEs, fostering innovation and enhanced competitiveness. These contributions benefit not only the enterprises directly involved but also the broader local and regional economy, promoting sustainable development and improved social conditions for the community.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: *LEAN PRODUCTION* EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS:
ANÁLISE DOS DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO EM PROCESSADORAS DE AMENDOIM

AUTOR: RONALDO FERNANDES MEDEIROS

ORIENTADOR: EDUARDO GUILHERME SATOLO CO-ORIENTADOR: ROBISOM DAMASCENO
CALADO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências, pela
Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **EDUARDO GUILHERME SATOLO**
Data: 06/03/2026 14:27:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. EDUARDO GUILHERME SATOLO (Participação Virtual)
Departamento de Gestão, Desenvolvimento e Tecnologia / UNESP / Câmpus de Tupã - FCE

Documento assinado digitalmente
 **FABIO FERRAZ JUNIOR**
Data: 06/03/2026 11:34:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. FÁBIO FERRAZ JÚNIOR (Participação Virtual)
Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção / Universidade de Araraquara -
UNIARA - Araraquara/SP

Documento assinado digitalmente
 **VANIA ERICA HERRERA**
Data: 05/03/2026 09:22:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. VÂNIA ÉRICA HERRERA (Participação Virtual)
Coordenadoria do Curso de Administração / Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM -
Marília/SP

Tupã, 04 de março de 2026.

Dedico esta dissertação, em especial, a uma pessoa cuja força e dedicação sempre transcenderam as dificuldades. Com poucas condições, ele fez o seu melhor para me ensinar os valores e princípios que moldam um homem, tornando-se minha maior fonte de inspiração e a base da minha jornada de vida. Esta é uma sincera homenagem de gratidão à memória do meu pai, Pedro Pereira Medeiros (in memoriam), cuja presença e ensinamentos permanecerão eternamente vivos em meu coração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela saúde, pela oportunidade de buscar conhecimento e pela disciplina e determinação que me permitiram concluir este trabalho. Esses pilares foram essenciais não apenas para esta jornada acadêmica, mas para toda a minha vida.

Expresso minha profunda gratidão à minha esposa, Gabriele de Jesus Cordeiro, pelo apoio incondicional, pela paciência e por cuidar da nossa família nos momentos em que estive dedicado aos estudos. Aos meus filhos, Liz Cordeiro Medeiros e Théo Cordeiro Medeiros, que ainda são pequenos para compreender minhas ausências, mas que, no futuro, espero que enxerguem neste esforço um exemplo de que dedicação e amor pelo que se faz nos tornam melhores e nos aproximam dos nossos sonhos. Que minha trajetória seja para vocês uma inspiração.

Aos meus pais, Márcia Fernandes Pessoa e Pedro Pereira Medeiros (*in memoriam*), minha eterna gratidão. Seu amor, seus ensinamentos e seu apoio inabalável foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Vocês são a base de tudo o que sou e conquistei.

Aos meus orientadores, expresso meu profundo reconhecimento. Ao Professor Doutor Eduardo Guilherme Satolo, pela confiança depositada em mim, pela paciência e pelos direcionamentos sempre assertivos, que foram essenciais para que eu pudesse conduzir este trabalho com excelência. Sua dedicação e comprometimento com a pesquisa foram determinantes para minha evolução acadêmica e pessoal.

Ao meu coorientador, Professor Doutor Robisom Damasceno Calado, minha imensa gratidão por aceitar esse desafio e por contribuir de forma inestimável com seus conhecimentos. Sua confiança e colaboração foram essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos participantes que gentilmente dedicaram seu tempo para responder ao formulário do estudo de caso, meu sincero agradecimento. Sua colaboração foi crucial para a construção e aprofundamento deste trabalho.

Aos professores da banca avaliadora, agradeço pela disponibilidade, pelas valiosas contribuições e pelo rigor acadêmico que ajudaram a fortalecer ainda mais esta pesquisa. Finalmente, expresso minha gratidão à UNESP – Campus de Tupã-SP, pela oportunidade de fazer parte de um programa de pós-graduação enriquecedor. Agradeço especialmente aos professores, cuja competência e dedicação contribuem significativamente para a formação de pesquisadores e profissionais comprometidos com a excelência acadêmica e humana.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa caminhada, meu mais sincero muito obrigado.

“Nada no mundo pode substituir a persistência.
Talentos não substitui.
Genialidade não substitui.
Educação não substitui.
Persistência e determinação são onipotentes.”
— Calvin Coolidge

MEDEIROS, Ronaldo Fernandes. *Lean production em pequenas e médias empresas: análise dos desafios na implantação em processadoras de amendoim*. 2026. 173 folhas. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) – Faculdade de Ciências e Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Tupã, 2026

RESUMO

A cadeia do amendoim tem peso relevante na agroindústria paulista, e a região da Alta Paulista abriga pequenas e médias empresas (PMEs) com atuação no processamento e na geração de valor econômico e social. Embora o *lean production* seja frequentemente apontado como caminho para ganhos de eficiência, sua implantação em PMEs do setor tende a ocorrer de modo heterogêneo, com avanços pontuais e dificuldades de consolidação em rotinas. Esta dissertação investigou a implementação do *lean* em PMEs processadoras de amendoim da Alta Paulista a partir de três dimensões analíticas: cultura de implantação (*Culture of Implementation of Lean Philosophy* – CIFL), adoção e execução de práticas e ferramentas (*Assessment of Lean Tools and Formalization Level* – AVFL) e superação de desafios na implantação (*Superation of Difficulties in Lean Implementation* – SDIL). O estudo combinou revisão sistemática da literatura e análise de conteúdo, que permitiram organizar e consolidar variáveis relacionadas às barreiras de implementação. Posteriormente, foi aplicado um *survey* explanatório com gestores do setor, por meio de instrumento estruturado em escala Likert. Para tratar a incerteza inerente às avaliações e obter uma classificação comparável entre as empresas, os dados foram analisados pelo método multicritério *fuzzy* TOPSIS-CLASS, com geração de perfis por classe para os três construtos. Os resultados mostram predominância de cultura favorável ao *lean*, coexistindo com baixa formalização na adoção de ferramentas e padrões, além de desafios persistentes em nível moderado a elevado. A leitura integrada indica um descompasso entre orientação cultural e execução sistemática: iniciativas aparecem, mas nem sempre se estabilizam em rotinas, indicadores e mecanismos de acompanhamento. Conclui-se que, para PMEs agroindustriais, o avanço do *lean* depende de capacitação continuada, liderança com desdobramento e cobrança de rotina, padronização compatível com o contexto e governança simples de acompanhamento, de modo a reduzir a distância entre intenção e prática.

Palavras-chave: Processadoras de amendoim. PMEs. *Lean production*. Competitividade. Agronegócio.

MEDEIROS, Ronaldo Fernandes. *Lean production in small and medium-sized enterprises: analysis of implementation challenges in peanut processing companies*. 2026. 173 f. Dissertation (Master's in Agribusiness and Development) – Faculty of Science and Engineering, São Paulo State University “Júlio de Mesquita Filho”, Tupã, 2026.

ABSTRACT

The peanut value chain plays a significant role in São Paulo's agroindustry, and the Alta Paulista region is home to small and medium-sized enterprises (SMEs) engaged in processing activities and in the generation of economic and social value. Although lean production is often identified as a pathway to efficiency gains, its implementation in SMEs in this sector tends to occur unevenly, with isolated advances and difficulties in consolidating practices into routines. This dissertation investigated the implementation of lean in peanut-processing SMEs in Alta Paulista based on three analytical dimensions: culture of implementation (Culture of Implementation of Lean Philosophy – CIFL), adoption and execution of practices and tools (Assessment of Lean Tools and Formalization Level – AVFL), and overcoming implementation challenges (Superation of Difficulties in Lean Implementation – SDIL). The study combined a systematic literature review and content analysis, which made it possible to organize and consolidate variables related to implementation barriers. Subsequently, an explanatory survey was conducted with managers in the sector using a structured Likert-scale instrument. To address the uncertainty inherent in the assessments and obtain a comparable classification across companies, the data were analyzed using the multicriteria Fuzzy TOPSIS-CLASS method, generating class-based profiles for the three constructs. The results show a predominance of a culture favorable to lean, coexisting with low formalization in the adoption of tools and standards, as well as persistent challenges at moderate to high levels. The integrated reading indicates a mismatch between cultural orientation and systematic execution: initiatives emerge, but they do not always become stabilized in routines, indicators, and monitoring mechanisms. It is concluded that, for agroindustrial SMEs, progress in lean depends on continuous training, leadership capable of deploying objectives and enforcing routine accountability, context-compatible standardization, and simple monitoring governance, in order to reduce the gap between intention and practice.

Keywords: Peanut processing companies. SMEs. *Lean production*. Competitiveness. Agribusiness.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Quantidade de estabelecimentos por UF, por atividade e por produto associados a cultura do amendoim em 2025	19
Figura 2 – Quantidade de estabelecimentos cadastrados no estado de São Paulo por cidade .	24
Figura 3 – Estrutura metodológica da pesquisa: fundamentação conceitual, análise de conteúdo, survey e análise multicritério.....	34
Figura 4 – Procedimentos, desenvolvimento e resultados esperados da pesquisa sobre práticas de lean production em PMEs processadoras de amendoim	35
Figura 5 – Classificação metodológica da pesquisa	36
Figura 6 – Modelo A3LAMDA proposto por Saad et al. (2013)	60
Figura 7 – Fluxograma da cadeia de suprimentos do amendoim	78
Figura 8 – Triângulo CIFL–AVFL–SDIL: relações entre cultura, execução de práticas e desafios.....	107
Figura 9 – Roadmap por estágios	114

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ferramentas <i>lean</i> e subgrupos	44
Quadro 2 – Superação de desafios na implementação do <i>lean production</i>	45
Quadro 3 – Termos linguísticos empregados para avaliação de cada critério	46
Quadro 4 – Etapas da cadeia de produção e processamento do amendoim	76
Quadro 5 – Perfis/classes de referência por construto	84
Quadro 6 – Termos linguísticos por construto (escala <i>likert</i> de cinco pontos)	85
Quadro 7 – Síntese comparativa dos resultados por classe	105
Quadro 8 – Síntese do diagnóstico por perfis (TOPSIS <i>class</i>) e implicações gerenciais (CIFL–AVFL–SDIL).....	109
Quadro 9 – Relação entre barreiras (SDIL), impactos na formalização (AVFL) e ações recomendadas	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Mapeamento <i>likert</i> para TFN para CIFL (Grupo A)	85
Tabela 2 – Mapeamento <i>likert</i> para TFN para AVFL (Grupo B).....	86
Tabela 3 – Mapeamento <i>likert</i> para TFN para SDIL (Grupo C)	86
Tabela 4 – Escala de pesos <i>fuzzy</i> dos avaliadores.....	87
Tabela 5 – Resultado da análise dos dados para o grupo CIFL a partir do <i>fuzzy</i> TOPSIS <i>class</i>	91
Tabela 6 – Distribuição percentual por classe (CIFL)	94
Tabela 7 – Resultado da análise dos dados para o grupo AVFL a partir do <i>fuzzy</i> TOPSIS <i>class</i>	96
Tabela 8 – Distribuição das classes do construto AVFL	99
Tabela 9 – Resultado da análise dos dados para o grupo SDIL a partir do <i>fuzzy</i> TOPSIS <i>class</i>	101
Tabela 10 – Distribuição das classes do construto SDIL	102

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

5S	– <i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.</i>
ABICAB	– Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Cacau, Amendoim, Balas e Derivados.
ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas.
ANVISA	– Agência Nacional de Vigilância Sanitária.
APL	– Arranjo Produtivo Local.
AVFL	– <i>Assessment of Lean Tools and Formalization Level.</i>
CAGED	– Cadastro Geral de Empregados e Desempregados.
CAPES	– Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
CATI	– Coordenadoria de Assistência Técnica Integral.
CEP	– Comitê de Ética em Pesquisa.
CIFL	– <i>Culture of Implementation of Lean Philosophy.</i>
CNI	– Confederação Nacional da Indústria.
ELISA	– <i>Enzyme-Linked Immunosorbent Assay.</i>
FAO	– <i>Food and Agriculture Organization of the United Nations.</i>
HPLC	– <i>High-Performance Liquid Chromatography.</i>
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
IEA	– Instituto de Economia Agrícola.
IoT	– <i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas).
JIT	– <i>Just-in-Time.</i>
KPI	– <i>Key Performance Indicator.</i>
LGPD	– Lei Geral de Proteção de Dados.
MAPA	– Ministério da Agricultura e Pecuária.
MCDM	– <i>Multi-Criteria Decision Making.</i>
OCDE	– Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.
ODS	– Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.
ONU	– Organização das Nações Unidas.
PDCA	– <i>Plan–Do–Check–Act.</i>
PMEs	– Pequenas e Médias Empresas.
SDIL	– <i>Superation of Difficulties in Lean Implementation.</i>
SIPEAGRO	– Sistema Integrado de Produtos e Estabelecimentos Agropecuários.

SMED	– <i>Single-Minute Exchange of Die.</i>
TCLE	– Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.
TFN	– <i>Triangular Fuzzy Number.</i>
TOPSIS	– <i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution.</i>
TPM	– <i>Total Productive Maintenance.</i>
VSM	– <i>Value Stream Mapping.</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	18
1.1 Contextualização da pesquisa	18
1.2 Objetivos.....	27
1.2.1 Objetivo geral.....	27
1.2.2 Objetivos específicos.....	28
1.3 Justificativa	28
1.4 Método de pesquisa.....	29
1.5 Inserção interdisciplinar	30
1.6 Delimitação da pesquisa	31
1.7 Estrutura da pesquisa.....	32
2 MÉTODO DE PESQUISA	33
2.1 Fundamentação conceitual	36
2.2 Análise de conteúdo	38
2.3 <i>Survey</i>	40
2.3.1 Formulário de pesquisa.....	41
2.3.2 Itens relativos à cadeia de suprimentos	47
2.4 Técnica TOPSIS <i>class</i>	47
3 FUNDAMENTAÇÃO CONCEITUAL	49
3.1 <i>Lean production</i>	49
3.1.1 Histórico50	
3.1.2 Princípios	51
3.1.3 Ferramentas.....	53
3.1.4 Aplicação do <i>lean production</i> em PMEs.....	65
3.1.5 Desafios na implementação do <i>lean production</i> em PMEs.....	67
3.1.6 Principais desafios identificados para elaboração do formulário de pesquisa.....	71
3.1.7 Desafios em PMEs familiares	72
3.2 Cadeia de suprimentos do amendoim.....	73
3.3 <i>Lean and Green</i>	80
3.4 <i>Lean Healthcare</i> como referência metodológica para o Agro.....	81
4 TABULAÇÃO DOS DADOS COLETADOS	83
4.1 Tabulação dos dados coletados e preparação para a análise	83
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	91
5.1 Cultura e implantação da filosofia <i>lean</i> (CIFL).....	91
5.1.1 Resultados	91
5.1.2 Discussões.....	94
5.2 Avaliação das ferramentas <i>lean</i> (AVFL).....	95

5.2.1 Resultados.....	95
5.2.2 Discussão	99
5.3 Superação de desafios na implantação do <i>lean</i> (SDIL).....	101
5.3.1 Resultados.....	101
5.3.2 Discussão	103
5.4 Síntese comparativa dos resultados.....	104
5.5 Discussão integrativa: “gap” entre cultura (CIFL), execução (AVFL) e desafios (SDIL).....	105
5.5.1 Implicações práticas	108
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	115
6.1. Síntese do estudo e dos principais achados	115
6.2. Conclusões interpretativas	116
6.3. Contribuições da pesquisa	117
6.4. Limitações do estudo.....	117
6.5. Sugestões para pesquisas futuras	118
REFERÊNCIAS.....	119
APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE PESQUISA (SURVEY).....	140
APÊNDICE B – MEMÓRIAS DE CÁLCULO DO FUZZY TOPSIS CLASS – CIFL.	161
APÊNDICE C – MEMÓRIAS DE CÁLCULO DO FUZZY TOPSIS CLASS – AVFL	162
APÊNDICE D – MEMÓRIAS DE CÁLCULO DO FUZZY TOPSIS CLASS – SDIL.	163
ANEXO A – APROVAÇÃO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	164
ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (TCLE) ..	170

1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo apresenta o tema da pesquisa e contextualiza a relevância da cadeia produtiva do amendoim na região da Alta Paulista, com ênfase nas pequenas e médias empresas (PMEs) do setor de processamento. A partir de dados recentes de órgãos como MAPA, IBGE, Embrapa, Abicab e Sebrae, evidencia-se o crescimento expressivo da produção e da exportação do amendoim no estado de São Paulo, especialmente em municípios como Tupã, Herculândia e Quintana, inseridos em um arranjo produtivo local (APL) consolidado. Nesse cenário, ressalta-se a importância de práticas gerenciais voltadas à eficiência e à competitividade, como o *lean production*, cuja aplicação em PMEs processadoras de amendoim ainda é pouco explorada na literatura. O capítulo também apresenta os objetivos e a justificativa do estudo, o método de pesquisa adotado, sua inserção interdisciplinar e as delimitações espaço-temporais da investigação. A partir dessa base, busca-se compreender os desafios enfrentados na implementação do *lean production* em empresas do setor, contribuindo para a geração de valor, o desenvolvimento regional e a sustentabilidade da cadeia agroindustrial do amendoim.

1.1 Contextualização da pesquisa

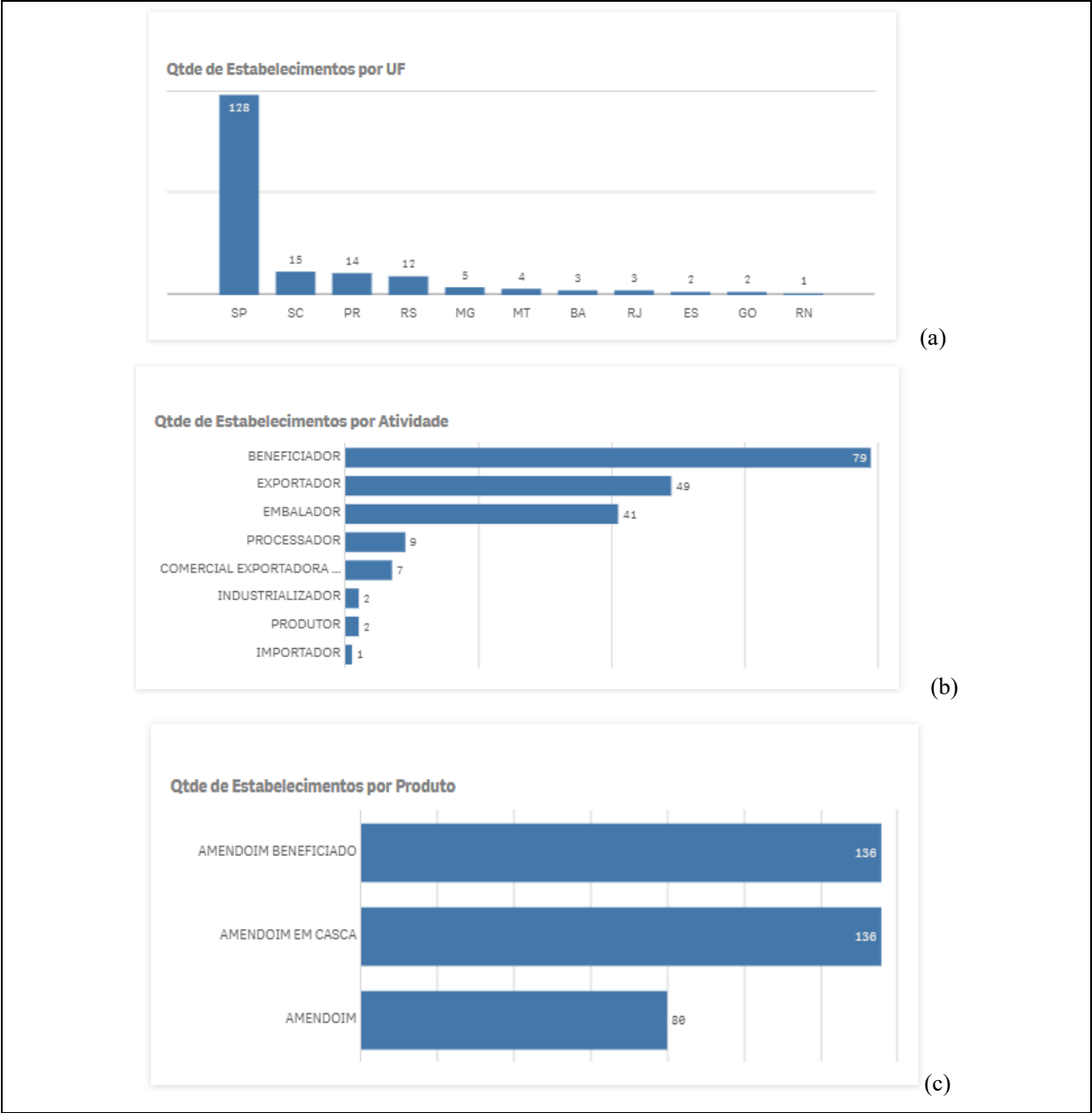
A produção mundial de amendoim atingiu 51,8 milhões de toneladas em 2025, destacando-se como uma cultura agrícola de crescente importância global (United States Department Of Agriculture, 2025). No Brasil, a produção de amendoim aumentou significativamente, alcançando 1,175 milhão de toneladas na safra 2024/2025, com uma produtividade média de 4,20 t/ha (United States Department Of Agriculture, 2025). O estado de São Paulo é responsável por aproximadamente 90% da produção nacional, sendo o principal produtor do país (United States Department Of Agriculture, 2025).

Segundo o Painel de Indicadores da Qualidade Vegetal do MAPA (BRASIL, 2025), apresentado pela Figura 1, o Brasil possui 189 estabelecimentos registrados no setor de processamento de amendoim. A maior parte desses estabelecimentos encontra-se no estado de São Paulo, seguido por estados como Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Mato Grosso, Bahia, Goiás, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Rio Grande do Norte.

Considerando o quadro (a) da Figura 1 na data da consulta, observou-se que o estado de São Paulo concentrava 128 estabelecimentos, o equivalente a aproximadamente 68% do total nacional. Em seguida apareciam Santa Catarina, com 15 estabelecimentos (8%), Paraná, com 14 (7%), e Rio Grande do Sul, com 12 (6%). A análise dos quatro primeiros estados

reforça a forte concentração espacial das atividades relacionadas ao processamento de amendoim em território paulista (Brasil, 2025).

Figura 1 – Quantidade de estabelecimentos por UF, por atividade e por produto associados a cultura do amendoim em 2025



Fonte: Painel SIPEAGRO, MAPA (2025)

Ainda de acordo com a Figura 1, no quadro (b) o MAPA (BRASIL, 2025), categoriza os estabelecimentos cadastrados por atividade, onde 79 estabelecimentos são beneficiadores, 49 exportadores, 41 embaladores, 9 processadores, 7 comerciais exportadores, 2 industrializadores, 2 produtores e 1 importador.

Por fim, no quadro (c) da Figura 1 são apresentados os tipos de produtos processados ou comercializados por estes estabelecimentos, sendo eles o amendoim em casca, amendoim beneficiado e outras categorias de amendoim, entrando nessa categoria, o amendoim sem pele (*blancheado*), torrado ou em banda.

Essas categorias de produto também ajudam a delimitar o elo agroindustrial examinado nesta dissertação. Entre a produção primária e os canais de distribuição e consumo, localiza-se a etapa de processamento, responsável por preparar, padronizar e agregar valor ao amendoim por meio de operações pós-colheita e industriais. Nessa direção, Sandefur *et al.* (2017) incluem no processamento pós-colheita do amendoim etapas como secagem, classificação, descascamento e preparação do produto final, ao passo que estudos sobre a cadeia do amendoim mostram que o processamento ocupa posição intermediária entre produtores, agregadores, comerciantes, fabricantes, exportadores e varejo, concentrando atividades decisivas de agregação de valor (Archer, 2016; Odunga *et al.*, 2025).

Nesse contexto, as processadoras de amendoim correspondem, aqui, às unidades que recebem o produto em casca ou em grão e realizam operações de secagem, limpeza, classificação e descascamento, próprias do beneficiamento, seguidas, conforme o destino industrial e comercial, por blanchamento, torrefação e transformação em diferentes apresentações. Essa delimitação encontra respaldo em estudos que descrevem o blanchamento como a remoção da película do amendoim para a fabricação de produtos comestíveis, a torrefação e a moagem como operações técnicas centrais na produção de pasta e manteiga de amendoim, e a transformação do grão em óleo, farinha, proteína e manteiga como formas recorrentes de agregação de valor no elo industrial. Desse modo, o recorte adotado abrange tanto formas intermediárias, como amendoim sem pele, torrado e em banda, quanto produtos de maior grau de transformação, preservando a centralidade do elo que articula qualidade, padronização e valor agregado na cadeia agroindustrial do amendoim (Bodoira *et al.*, 2022; Shah *et al.*, 2025; Sithole *et al.*, 2022; Machado *et al.*, 2025; Wang, 2016; Wang, 2018).

A categorização por atividade apresentada pelo MAPA (beneficiadores, exportadores, embaladores, processadores, comerciais exportadores, industrializadores, produtores e importador) explicita os elos principais da cadeia de suprimentos agroindustrial do amendoim, evidenciando uma configuração que se estende da produção primária aos canais de distribuição e consumo. Nessa perspectiva, estudos internacionais sobre a cadeia de valor do *peanut/groundnut* descrevem, de forma convergente, a presença de fornecedores de insumos, produtores, proprietários rurais que arrendam áreas, agentes de agregação e classificação, unidades de beneficiamento e processamento, operadores logísticos e atores comerciais,

articulados por fluxos de materiais, informação e capital (Odunga *et al.*, 2025; Sakha; Jefwa; Gweyi-Onyango, 2022). Tais elos e fluxos são decisivos para a eficiência operacional e a competitividade exportadora, visto que requisitos de qualidade, com destaque para o controle de aflatoxinas mediante triagem óptica, “*blanching*” e segregação, condicionam acesso e permanência em mercados exigentes (American Peanut Council, 2020).

Além da caracterização dos elos da cadeia e dos requisitos de qualidade que sustentam a competitividade internacional, torna-se relevante observar como essa estrutura se materializa territorialmente, uma vez que capacidades de produção, beneficiamento, logística e coordenação comercial tendem a se concentrar em determinados municípios e regiões. Nesse sentido, a distribuição das exportações de amendoim em grão evidencia a centralidade de polos paulistas ao longo do tempo: em 2020, o município de Tupã respondeu por 26% do total exportado, seguido por Borborema (17%), Jaboticabal (11%) e Pompéia e Sertãozinho (7% cada), com participação adicional de municípios como Herculândia, Marília, Ribeirão Preto e Taquaritinga (Sampaio, 2021).

Em 2023, esse padrão de concentração se manteve, com Tupã concentrando 27,38% do volume exportado, seguida por Borborema (16,85%) e Parapuã (8,57%), totalizando 52,80% quando considerados os três municípios (Sampaio et al., 2024). A presença de Parapuã nesse recorte, ainda que não tenha figurado entre os destaques do dado anterior, indica que a hierarquia municipal pode variar entre anos e bases de informação sem alterar a predominância paulista. Em 2025, o país registrou marca histórica de exportação, superando 180 mil toneladas entre janeiro e agosto, com crescimento de 26% em relação ao mesmo período de 2024, reforçando a relevância do estado de São Paulo como base produtiva e exportadora (São Paulo, 2025).

Ao avaliar o aspecto econômico, dados do IBGE para 2021 indicam que os municípios com maior valor de produção do amendoim foram Rancharia (R\$ 157,9 milhões), Tupã (R\$ 128,2 milhões), Quintana (R\$ 111,1 milhões) e Herculândia (R\$ 94 milhões) (IBGE, 2021). Esses dados não são diretamente comparáveis aos rankings exportadores de 2023 e 2025, pois se referem a base temporal distinta e a outra dimensão analítica. Ainda assim, permitem afirmar que a produção e o processamento do amendoim constituem uma base econômica relevante em municípios da Alta Paulista e de outras áreas paulistas associadas à cadeia.

Por meio do documento da Secretaria de Desenvolvimento Econômico SDE-PRC-2022/00365, o município de Tupã foi reconhecido como Arranjo Produtivo Local (APL) do amendoim agrícola, conforme edital publicado pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo (Telerman, 2022). Nas referências, 2025 corresponde à data de acesso

ao documento, e não ao ano de publicação do ato. Um APL é formado por empresas, fornecedores, centros de pesquisa, instituições de ensino e entidades públicas que, em cooperação, promovem o desenvolvimento econômico e social de determinada cadeia produtiva. Esse reconhecimento amplia a possibilidade de acesso a linhas de crédito, capacitação e ações de articulação institucional voltadas ao fortalecimento regional (Telerman, 2022).

O Governo do Estado de São Paulo (São Paulo, 2023) projetou a manutenção de um cenário internacional favorável para o amendoim, com o estado preservando sua posição de principal produtor nacional. Tal projeção foi confirmada por dados posteriores, segundo os quais São Paulo permaneceu como maior produtor do país, responsável por aproximadamente 86% da produção brasileira e pela liderança nas exportações da cultura (São Paulo, 2025).

De acordo com o IBGE (2023), o valor de produção da cultura do amendoim no estado de São Paulo cresceu 305% entre 2019 e 2023. Esse aumento decorreu da elevação da demanda internacional, especialmente da União Europeia e da China, o que incentivou a ampliação das áreas cultivadas e atraiu novos produtores, dada a viabilidade econômica da cultura (Sampaio *et al.*, 2024).

Em 2023, o Governo do Estado de São Paulo, por meio da Secretaria de Agricultura e Abastecimento e da Câmara Setorial do Amendoim, registrou atuação estruturada em grupos de trabalho voltados ao fortalecimento da competitividade da cadeia, com destaque para frentes relacionadas ao mercado externo, às sementes e ao marketing/comunicação. Segundo a fonte oficial, esses grupos passaram a enfrentar gargalos relevantes para o setor, como as exigências fitossanitárias e os níveis de aflatoxina requeridos no comércio internacional, além da ampliação do uso de sementes certificadas, que já alcançavam cerca de 70% da produção paulista. No âmbito do mercado externo, a Câmara articulou, junto ao Ministério da Agricultura e Abastecimento, um protocolo de autorregulação com normas mais rígidas de produção, com o objetivo de elevar a qualidade do produto e reduzir notificações internacionais (São Paulo, 2023).

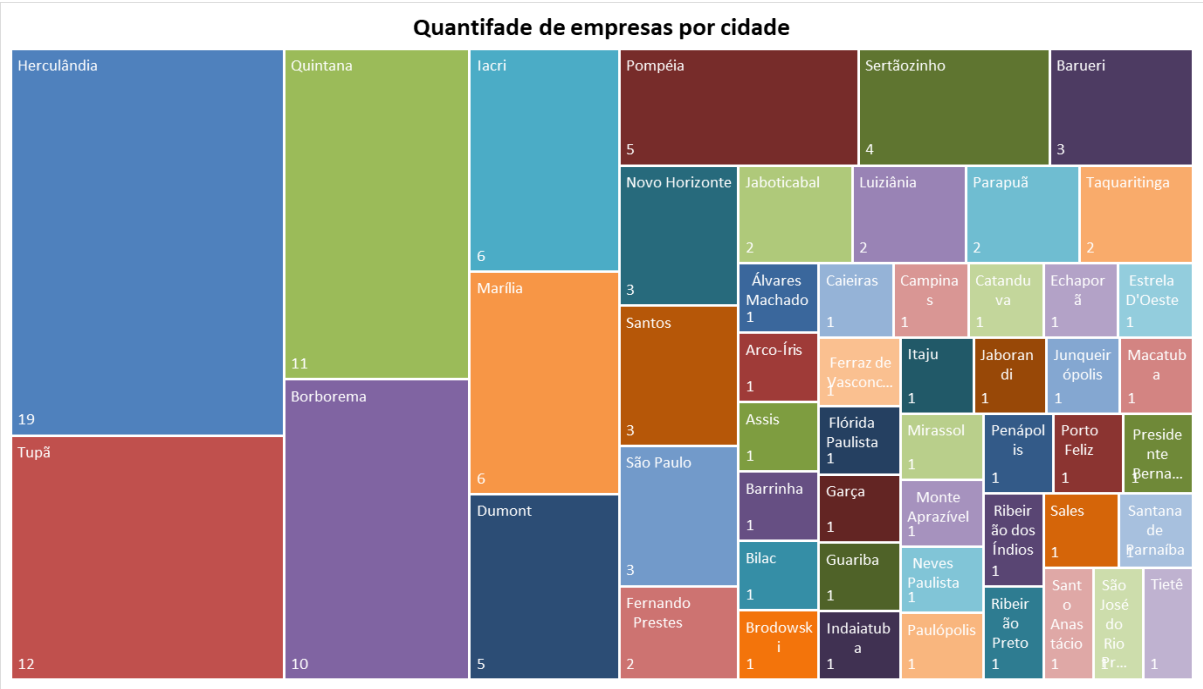
Publicações oficiais posteriores indicam a continuidade da articulação pública da cadeia, ainda que sem comprovação explícita, nas fontes recentes consultadas, da manutenção formal dos mesmos grupos de trabalho com igual denominação. Em julho de 2024, a Secretaria destacou o papel da Câmara Setorial do Amendoim na representação dos interesses de produtores, agroindústrias, cooperativas e demais agentes da cadeia, ressaltando o diálogo institucional e a busca por soluções para os desafios do setor. Em agosto de 2024, durante a Feira Nacional do Amendoim, em Jaboticabal, a própria Secretaria informou que o encontro

também serviu para alinhar ações estratégicas com representantes da Câmara Setorial sobre o cenário atual da cadeia produtiva. Já em janeiro de 2026, em evento técnico realizado em Getulina, a Secretaria voltou a apresentar as câmaras setoriais como fóruns permanentes de construção de políticas públicas em parceria com o setor produtivo, citando explicitamente a Câmara Setorial do Amendoim como exemplo de organização, maturidade institucional e articulação público-privada. Desse modo, o conjunto das evidências documentais permite afirmar a continuidade da coordenação institucional da cadeia no estado, embora a configuração específica dos grupos de trabalho mencionados em 2023 deva ser tratada, metodologicamente, como informação historicamente situada (São Paulo, 2024a, 2024b, 2026).

No plano produtivo, São Paulo manteve posição central na cadeia do amendoim. Em 2023, o estado produziu mais de 736 mil toneladas, mantendo-se como maior produtor nacional e principal exportador brasileiro do produto. Entre os principais polos produtivos paulistas, destacaram-se Tupã (13,6%), Marília (12,7%) e Jaboticabal (12,2%). No comércio exterior, as exportações de amendoim descascado somaram 297 mil toneladas e US\$ 443 milhões em 2023, com crescimento de 4,28% em volume e de 33,40% em valor em relação a 2022. Ademais, Rússia, Argélia e Holanda concentraram 61% das exportações brasileiras do grão no período. Em atualização mais recente, referente à safra 2024/2025, a Secretaria informou que a área em produção alcançou 180,7 mil hectares, com crescimento de 7,5% em relação à safra anterior, enquanto a produção foi 22,1% superior à do ciclo precedente, indicando a continuidade da expansão e da competitividade da cultura no território paulista (São Paulo, 2024a, 2024b, 2026; Sampaio *et al.*, 2024).

Conforme dados do MAPA apresentados na Figura 2, observa-se forte concentração regional de estabelecimentos ligados ao beneficiamento e ao processamento do amendoim no oeste paulista, com destaque para municípios da Alta Paulista, como Herculândia, Tupã, Quintana, Iacri e Pompéia (Brasil, 2025). Convém esclarecer que, nesta dissertação, o termo processamento é empregado em sentido analítico ampliado, abrangendo atividades de secagem, beneficiamento, classificação, *blanching*, torrefação e transformação industrial. Assim, os totais regionais mencionados dizem respeito ao conjunto de unidades vinculadas a esse elo agroindustrial, e não apenas à rubrica estrita de 'processadoras' do painel. Esse esclarecimento é importante para evitar leitura indevida entre o dado agregado regional e a categoria específica apresentada na Figura 1.

Figura 2 – Quantidade de estabelecimentos cadastrados no estado de São Paulo por cidade



Fonte: Adaptado BRASIL (2025)

No segmento de processamento de alimentos, as pequenas e médias empresas (PMEs) desempenham papel relevante na sustentação de cadeias produtivas regionais, sobretudo em atividades que articulam transformação industrial, exigências de qualidade e forte vínculo com bases agrícolas territorialmente concentradas. No recorte da indústria de alimentos e bebidas, dados do Observatório Sebrae indicam que, em 2024, as médias empresas concentravam 29,5% do emprego formal do setor e as pequenas, 27,6%, totalizando, em conjunto, 57,1% dos vínculos, o que reforça a centralidade dos estratos empresariais de menor porte na estrutura produtiva dessa indústria (SEBRAE, s.d.).

No caso específico do amendoim, a pertinência analítica do foco nas PMEs também se fortalece pela expansão recente da cadeia e pelo aumento das exigências técnico-produtivas. Na terceira edição de Cultivo de amendoim, Costa, Soares e Suassuna (2025) destacam a versatilidade econômica do grão, consumido in natura, utilizado na culinária e direcionado à indústria de alimentos, evidenciando a amplitude de usos e a complexidade do elo agroindustrial. Em complemento, a Embrapa informou, ao divulgar a nova edição do sistema de produção em 2025, que a safra brasileira 2024/2025 deveria superar 1 milhão de toneladas, em movimento de expansão do setor. Embora tais dados não mensurem diretamente a participação das PMEs no elo de processamento, eles sinalizam um ambiente setorial dinâmico,

no qual organização produtiva, padronização e capacidade competitiva se tornam ainda mais relevantes (Costa; Soares; Suassuna, 2025; EMBRAPA, 2025).

Em São Paulo, principal polo nacional da cultura, a relevância econômica da cadeia é ainda mais evidente. Segundo a Secretaria de Agricultura e Abastecimento, a produção paulista totalizou 736,3 mil toneladas em 2023, correspondendo a 85% do total nacional, e o estado respondeu por quase 100% das exportações dos derivados do grão (São Paulo, 2024). Em atualização subsequente, o levantamento do Instituto de Economia Agrícola (IEA) e da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) para a safra 2024/2025 apontou 181,9 mil hectares destinados ao amendoim no estado, indicando a manutenção de elevada escala produtiva e de forte densidade territorial da cadeia (Miura *et al.*, 2025).

Do ponto de vista institucional e competitivo, a cadeia também opera sob crescente pressão por qualidade, rastreabilidade e conformidade. A Abicab informa representar parcela expressiva da indústria de amendoim no país e registra, em 2026, os 25 anos do Programa Pró-Amendoim, estruturado com auditorias independentes, análises laboratoriais rigorosas e verificações periódicas ao longo da cadeia; a própria associação informa, ainda, a participação de 13 empresas no programa naquele ano (ABICAB, 2026; ABICAB, s.d.). Nesse contexto, investigar como as PMEs processadoras organizam seus processos e enfrentam exigências de padronização, segurança dos alimentos e competitividade mostra-se pertinente, sobretudo em cadeias regionais nas quais escala, qualidade e coordenação institucional tendem a coexistir como condições de permanência no mercado.

Essa relevância setorial também se insere em um contexto mais amplo da economia brasileira, no qual as pequenas e médias empresas (PMEs) exercem papel expressivo na geração de riqueza e de empregos. Segundo o Sebrae (2023), essas empresas respondem por aproximadamente 35% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, sendo 27% atribuídos às pequenas empresas e 8% às médias. No mercado de trabalho, sua participação também é significativa, com destaque para os setores de comércio, serviços e indústria (IBGE, 2021; CAGED, 2022). Em perspectiva comparada, as PMEs brasileiras apresentam participação relevante, ainda que inferior à observada em economias nas quais essas organizações constituem a espinha dorsal da estrutura produtiva, como Itália e Alemanha (OCDE, 2022). No setor de alimentos, sua presença também é expressiva, ainda que com intensidade distinta entre os países (FAO, 2021).

Apesar dessa relevância econômica e social, a literatura e os diagnósticos setoriais indicam que a adoção de práticas gerenciais modernas ainda ocorre de forma desigual entre as PMEs brasileiras. No caso do *lean production*, essa limitação torna-se especialmente evidente.

De acordo com a Confederação Nacional da Indústria, embora parte das indústrias de transformação utilize técnicas enxutas de maneira pontual, sua aplicação de forma abrangente e sistemática permanece restrita, o que evidencia um processo de difusão ainda fragmentado e marcado por lacunas de implementação (CNI, 2019). Esse cenário é particularmente sensível em PMEs, que frequentemente operam com restrições de recursos, menor formalização gerencial e maiores dificuldades para sustentar programas contínuos de melhoria.

No caso da cadeia do amendoim, essa lacuna gerencial torna-se ainda mais relevante. A produção científica sobre o tema tem se concentrado, predominantemente, em enfoques agrônomicos, como manejo, uso do solo, sementes, fertilizantes e defensivos; em aspectos ligados à saúde, especialmente aqueles relacionados à alergenicidade; e em dimensões nutricionais e proteicas do grão (Mingrou *et al.*, 2022; Lieberman *et al.*, 2020; Dean, 2021). Embora tais abordagens sejam fundamentais para o avanço técnico e científico da cadeia, elas não respondem, de forma suficiente, às questões relacionadas à gestão, à organização dos processos produtivos e à competitividade de empresas que atuam no elo de processamento.

No contexto brasileiro, são mais escassos os estudos voltados especificamente aos aspectos gerenciais da cadeia do amendoim. Entre os trabalhos identificados, destaca-se o estudo de João e Lourenzani (2011), que realizou uma análise *SWOT* do sistema agroindustrial do amendoim nas regiões de Tupã e Marília, no estado de São Paulo, evidenciando fatores internos e externos que influenciavam a competitividade do setor. Os autores apontaram, entre os pontos fortes, condições climáticas favoráveis, tradição produtiva, estrutura industrial instalada e suporte de pesquisa e desenvolvimento. Por outro lado, destacaram fragilidades relacionadas à produtividade, à padronização, à logística e ao acesso ao crédito, além de ameaças associadas à volatilidade de preços, à concorrência internacional, às mudanças climáticas e à incidência de pragas e doenças.

Embora anterior, esse estudo permanece relevante por oferecer um diagnóstico estruturado de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças em um território que continua sendo estratégico para a cadeia do amendoim. Justamente por seu caráter histórico, ele também suscita uma questão central para esta dissertação: quais variáveis permanecem atuais, quais foram superadas e quais novos desafios passaram a compor a realidade das PMEs processadoras de amendoim? A partir dessa questão, torna-se pertinente investigar em que medida práticas de gestão orientadas à eficiência, à padronização e à eliminação de desperdícios podem contribuir para o fortalecimento competitivo dessas empresas.

Nesse sentido, o *lean production* destaca-se como uma abordagem promissora, por buscar a eliminação de desperdícios, a melhoria contínua dos processos e o aumento da

qualidade com redução de custos. Entretanto, embora amplamente difundido em grandes empresas, seu uso em PMEs, especialmente no setor agroindustrial, ainda é limitado e carece de investigações mais específicas (Sharmaa; Lata, 2018). Ao realizar levantamento bibliográfico em bases como Scopus, *Web of Science*, Google Scholar, Portal de Periódicos CAPES e SciELO, utilizando descritores em português e inglês, constatou-se a ausência de estudos voltados especificamente à aplicação do *lean production* no processamento de amendoim. Essa constatação é coerente com a literatura que aponta uma lacuna mais ampla na aplicação do pensamento enxuto no agronegócio, sobretudo em pequenas e médias empresas (Satolo *et al.*, 2020; Anuar *et al.*, 2023).

Ademais, a abordagem enxuta pode contribuir para a cocriação de valor, para o aumento da satisfação do cliente e para a melhoria da eficiência operacional, ainda que sua implementação enfrente barreiras de natureza cultural, operacional e estrutural (Bonamigo *et al.*, 2023). Diante desse contexto, a problemática desta pesquisa pode ser assim sintetizada: embora a cultura do amendoim tenha relevância econômica no mundo, no Brasil e, em especial, em municípios da Alta Paulista e em outras áreas paulistas associadas à cadeia, ainda são escassos os estudos voltados à gestão em PMEs processadoras de amendoim sob a ótica do *lean production*. Assim, formula-se o seguinte problema de pesquisa: quais são os desafios para o sucesso da implementação de práticas do *lean production* em PMEs processadoras de amendoim?

1.2 Objetivos

A seguir são apresentadas as etapas dos objetivos específicos por meio dos itens (i), (ii), (iii e (iv), que foram desenvolvidas para atender o objetivo geral apresentado abaixo, que tem como foco contribuir com o aumento da eficiência operacional.

1.2.1 Objetivo geral

Esta dissertação de mestrado teve como objetivo geral, analisar os desafios enfrentados na implementação bem sucedida das práticas do *lean production* em PMEs processadoras de amendoim na região da Alta Paulista.

1.2.2 Objetivos específicos

Para atender ao objetivo geral, esta dissertação desdobra-se em quatro objetivos específicos, a saber: (i) identificar as variáveis que impactam o sucesso de práticas do *lean production* em PMEs; (ii) categorizar as variáveis que impactam o sucesso de práticas do *lean production* em PMEs; (iii) investigar como as variáveis para o sucesso de práticas do *lean production* impactam PMEs processadoras de amendoim da região da Alta Paulista; e (iv) avaliar como as variáveis para o sucesso de práticas do *lean production* impactam PMEs processadoras de amendoim da região da Alta Paulista.

1.3 Justificativa

A análise dos desafios na implementação do *lean production* em PMEs transformadoras de amendoim é fundamental, considerando que, embora 86% das indústrias brasileiras já utilizem ao menos uma técnica do *lean production*, muitas enfrentam obstáculos significativos, como altos custos de consultoria e falta de conhecimento sobre as técnicas (Confederação Nacional da Indústria, 2024). Esses desafios são ainda mais pronunciados em PMEs do setor agroindustrial, que frequentemente carecem de recursos para investir em tecnologias avançadas e capacitação de pessoal, tanto proprietários quanto colaboradores.

A pesquisa foca na eficiência produtiva, econômica, gerencial, social e ambiental, contribuindo para a melhoria da competitividade e para o desenvolvimento econômico e sustentável dos sistemas produtivos, organizações e instituições, por meio de técnicas e ferramentas do *lean production*. Isso se dá por meio da avaliação dos ambientes econômico e socioambiental em que as empresas processadoras de amendoim estão inseridas, da proposição de estratégias gerenciais, de produção e de inovação, da análise da eficiência produtiva e dos processos de geração e transferência de conhecimento intelectual ou tecnológico; bem como do desenvolvimento e/ou adequação de ferramentas e metodologias que promovam a competitividade das empresas processadoras de amendoim localizadas na região da Alta Paulista.

Estudos indicaram que a implementação de princípios enxutos em PMEs agroindustriais pode representar um diferencial competitivo, especialmente em ambientes com recursos limitados. Carrijo e Batalha (2024) destacaram que a aplicação do *lean production* na agricultura pode resultar em benefícios como a redução de desperdícios e o aumento da produtividade.

Ressalta-se que a pesquisa do presente trabalho está alinhada ao Objetivo 8 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especialmente por tratar de produtividade, modernização tecnológica, melhoria da competitividade e promoção de trabalho decente em cadeias agroindustriais.

- 8.2: que visa alcançar níveis mais elevados de produtividade econômica por meio da diversificação, modernização tecnológica e inovação, com foco em setores de alto valor agregado e setores intensivos em mão de obra;

- 8.3: que promove políticas orientadas para o desenvolvimento, apoiando atividades produtivas, geração de emprego decente, empreendedorismo, criatividade e inovação, além de incentivar a formalização e o crescimento de micro, pequenas e médias empresas, inclusive por meio de acesso a serviços financeiros;

- 8.4: que busca, até 2030, melhorar progressivamente a eficiência dos recursos globais no consumo e na produção, e dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental, conforme o Plano Decenal de Programas sobre Produção e Consumo Sustentáveis, com os países desenvolvidos assumindo a liderança.

A pesquisa também contribui com o Objetivo 9, especificamente o item:

- 9.4: que visa, até 2030, aumentar a eficiência no uso de recursos e promover a adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos.

Além disso, a pesquisa atende o Objetivo 12, especificamente o item:

12.3: que busca, até 2030, reduzir pela metade o desperdício de alimentos per capita global nos níveis de varejo e consumo, e diminuir as perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita.

Portanto, compreender e superar esses desafios é essencial para a melhoria da eficiência e competitividade das PMEs transformadoras de amendoim na região da Alta Paulista.

1.4 Método de pesquisa

O método de pesquisa apresenta os fundamentos técnicos que sustentam o desenvolvimento desta dissertação. A escolha do método baseou-se na necessidade de responder ao problema de pesquisa com profundidade e rigor científico, alinhando-se à complexidade do fenômeno estudado.

Foi adotada uma abordagem metodológica mista, ou seja, de natureza qualitativa e quantitativa, visando obter uma compreensão holística e aprofundada sobre a realidade das

empresas analisadas. O uso de métodos mistos é justificado pela literatura apresentada, como aponta Creswell (2010), por permitir triangulação de dados e fortalecimento da interpretação dos resultados. Essa abordagem viabilizou a análise tanto das percepções dos atores envolvidos quanto das relações causais entre variáveis que influenciam a adoção do *lean production*.

O estudo compreendeu uma etapa qualitativa inicial, com levantamento bibliográfico e aplicação de análise de conteúdo sobre publicações científicas e relatórios institucionais (MAPA, IBGE, EMBRAPA, SEBRAE). Conforme recomendam Bardin (2016) e Gil (2017), a análise de conteúdo possibilitou a identificação e categorização das variáveis críticas para a implementação do *lean production* em PMEs agroindustriais. Em seguida, foi aplicada uma pesquisa de caráter explanatório por meio de formulários e entrevistas semiestruturadas com representantes de empresas localizadas na região da Alta Paulista. O conteúdo empírico foi interpretado com base em técnicas de análise estatística e análise temática.

Para a etapa quantitativa, a pesquisa utilizou o método multicritério de apoio à decisão, MCDA, especialmente a técnica TOPSIS, do inglês *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*, que tem sido amplamente aplicada em pesquisas recentes sobre gestão industrial e agroindustrial. Estudos como os de Izoton (2024) e Duarte (2024) destacaram a robustez do TOPSIS na priorização de alternativas com base em múltiplos critérios, sendo adequado para avaliar as ferramentas *lean production* mais eficazes e aderentes à realidade das PMEs.

1.5 Inserção interdisciplinar

A crescente complexidade dos desafios enfrentados por Pequenas e Médias Empresas (PMEs), especialmente no setor agroindustrial, exige abordagens que ultrapassem os limites de disciplinas isoladas. A aplicação do *lean production* em empresas processadoras de amendoim, por exemplo, demanda não apenas conhecimentos técnicos da Engenharia de Produção, mas também a compreensão de aspectos culturais, sociais e organizacionais. Isso reforça a importância da pesquisa interdisciplinar, que permite integrar diferentes campos do saber para compreender de forma sistêmica os desafios e os fatores críticos de sucesso dessa implementação.

Segundo Schimpf, Weber e Gerlach (2024), a interdisciplinaridade pode atuar como catalisadora de inovações radicais e potencialmente disruptivas, ao favorecer uma compreensão mais integrada dos processos organizacionais e das interações entre diferentes áreas do

conhecimento. Além disso, Xu *et al.* (2024) apontaram que problemas de natureza complexa, como os que envolvem a transformação produtiva de PMEs, só podem ser plenamente compreendidos e resolvidos por meio da integração entre áreas do conhecimento. Assim, no contexto da cadeia produtiva do amendoim, a adoção do pensamento enxuto requer não apenas ferramentas operacionais, mas também a mobilização de saberes interdisciplinares que favoreçam mudanças culturais, crescimento econômico e impacto social positivo na região da Alta Paulista.

1.6 Delimitação da pesquisa

A delimitação desta pesquisa fundamentou-se nos critérios metodológicos estabelecidos por Gil (2017), assegurando a coerência entre os objetivos propostos, a abordagem metodológica adotada e a viabilidade prática da investigação. Essa delimitação é essencial para garantir o rigor científico e a aplicabilidade dos resultados obtidos.

No que diz respeito à delimitação espacial, a escolha da região da Alta Paulista justificou-se por sua relevância na produção de amendoim, uma vez que responde por parcela significativa da produção estadual e nacional. A concentração de PMEs do setor nessa região permite uma análise aprofundada das práticas de gestão e produção adotadas.

Quanto à delimitação temporal, a coleta de dados empíricos ocorreu entre os meses de setembro e novembro de 2025, período no qual foram realizadas entrevistas semiestruturadas com gestores e responsáveis pelos processos produtivos das empresas selecionadas. Esse recorte temporal foi definido com base na viabilidade operacional e no calendário produtivo das indústrias participantes, seguindo a orientação metodológica de que o planejamento da coleta deve considerar a dinâmica do setor analisado. Como ressaltaram Carvalho e Santos (2023), a delimitação temporal precisa estar alinhada ao contexto específico da pesquisa para assegurar a consistência dos dados obtidos e a representatividade dos resultados.

A delimitação apresentada, portanto, visa garantir que os achados da pesquisa reflitam de forma fidedigna a realidade das PMEs do setor de processamento de amendoim da região estudada, contribuindo para a compreensão dos fatores que influenciam a adoção do *lean production* em contextos produtivos de menor escala.

1.7 Estrutura da pesquisa

Esta dissertação está organizada em seis capítulos, dispostos de forma a conduzir o leitor, progressivamente, da contextualização do problema de pesquisa à apresentação dos resultados e das conclusões do estudo.

O Capítulo 1, intitulado “Introdução”, apresenta o tema da pesquisa, contextualiza a relevância da cadeia produtiva do amendoim na região da Alta Paulista e destaca as particularidades das pequenas e médias empresas (PMEs) do setor de processamento. Nesse capítulo, também são expostos os objetivos da pesquisa, a justificativa do estudo, o método adotado, a inserção interdisciplinar e as delimitações da investigação.

O Capítulo 2, “Método de Pesquisa”, descreve os procedimentos metodológicos adotados na dissertação. São apresentados o delineamento metodológico, a fundamentação conceitual, a análise de conteúdo, o *survey* explanatório, a estrutura do formulário de pesquisa e a técnica multicritério TOPSIS *class* utilizada para o tratamento e a análise dos dados.

O Capítulo 3, “Fundamentação Conceitual”, reúne a base teórica que sustenta a pesquisa. Nesse capítulo, são discutidos os principais conceitos relacionados ao *lean production*, suas ferramentas, sua aplicação em PMEs, os desafios de implementação, a cadeia de suprimentos do amendoim, a abordagem *lean and green* e as contribuições do *lean healthcare* como referência metodológica para o agro.

O Capítulo 4, “Tabulação dos Dados Coletados”, apresenta os procedimentos de organização, consolidação e preparação dos dados obtidos na pesquisa, de modo a viabilizar a aplicação da técnica analítica adotada.

O Capítulo 5, “Resultados e Discussões”, expõe os resultados obtidos a partir da aplicação do *survey* e da análise pelo método TOPSIS *class*. Os achados são discutidos à luz da literatura, permitindo interpretar os níveis de cultura de implantação do *lean*, de adoção de ferramentas e de superação de desafios nas PMEs processadoras de amendoim analisadas.

Por fim, o Capítulo 6, “Considerações Finais”, apresenta a síntese dos principais achados da dissertação, as conclusões interpretativas, as contribuições da pesquisa, suas limitações e sugestões para estudos futuros.

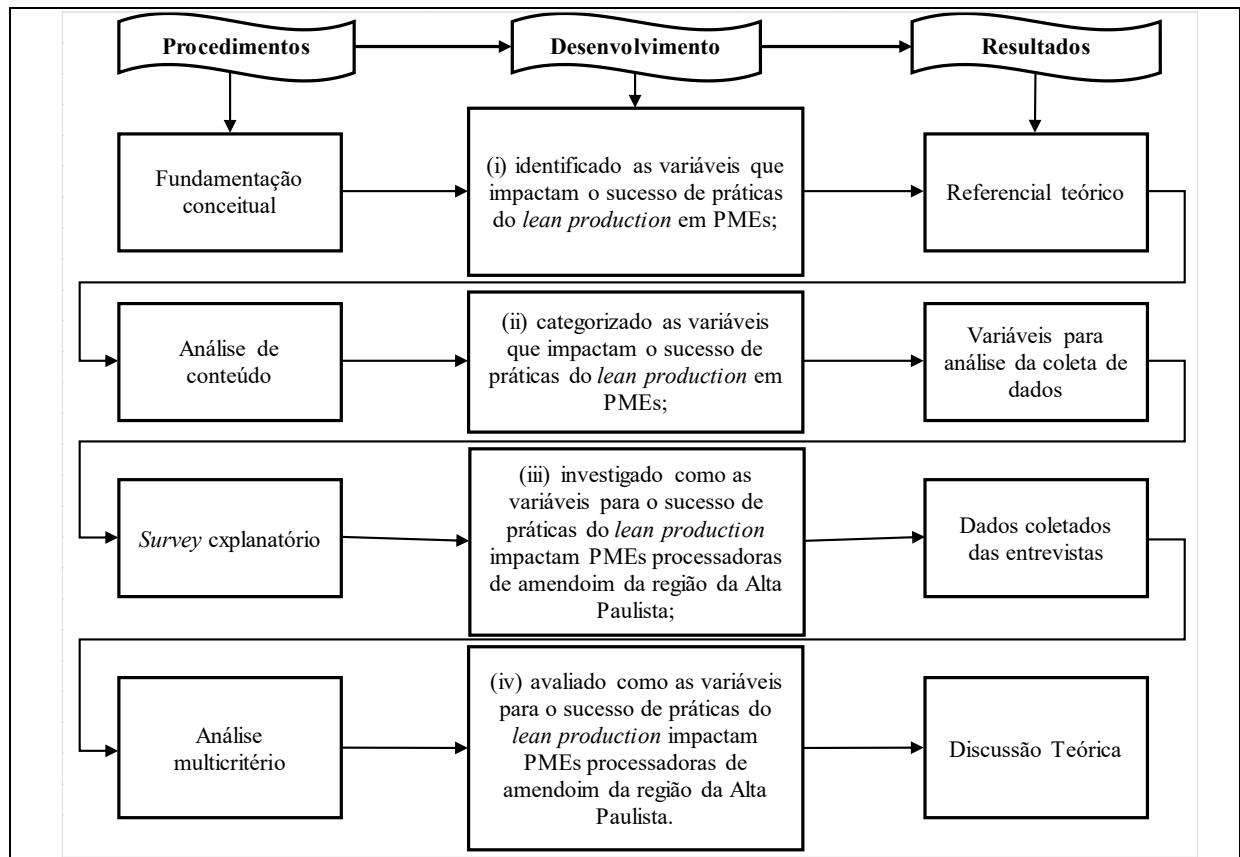
2 MÉTODO DE PESQUISA

Segundo Gil (2008), o método de pesquisa define a direção lógica da investigação e assegura a consistência dos resultados. Nesse sentido, a estratégia metodológica adotada compreendeu desde a construção da fundamentação conceitual, baseada em literatura científica relevante, até a aplicação de técnicas de análise de conteúdo, *survey* explanatório e métodos multicritério, como a técnica TOPSIS.

Este estudo adotou uma abordagem metodológica mista, combinando métodos qualitativos e quantitativos, com o objetivo de analisar a implementação da filosofia *lean production* em Pequenas e Médias Empresas (PMEs) processadoras de amendoim na região da Alta Paulista. Como ressaltado por Creswell (2010), o uso combinado de métodos qualitativos e quantitativos fortalece a interpretação dos dados e amplia a compreensão dos fenômenos investigados. A seleção dessa abordagem foi fundamentada na necessidade de compreender as práticas atuais e testar empiricamente as variáveis identificadas na literatura especializada. Segundo Erbs, Detro e Rosa (2024), a aplicação de modelos *lean production* em PMEs requer uma personalização cuidadosa, considerando as limitações de recursos e a necessidade de adaptação às especificidades de cada organização. Além disso, Pisoler e Freitas (2025) destacaram que a integração de métodos qualitativos e quantitativos proporciona uma compreensão mais abrangente dos fenômenos organizacionais, especialmente em contextos de transformação digital e adoção de práticas enxutas. Dessa forma, a metodologia adotada neste estudo permitiu uma análise aprofundada dos desafios e fatores críticos de sucesso relacionados à adoção do *lean production* em PMEs agroindustriais, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes e adaptadas às realidades dessas empresas.

A Figura 3 apresenta a estrutura metodológica adotada na pesquisa, evidenciando a articulação entre a fundamentação conceitual, a análise de conteúdo, a aplicação do *survey* e a utilização de métodos multicritério. Essa abordagem busca assegurar coerência entre o referencial teórico e as etapas empíricas do estudo, permitindo a construção de conhecimento a partir da integração entre entrada, processamento e saída de informações (Miguel; Le Ho, 2012). O uso da técnica multicritério TOPSIS, proposta por Hwang e Yoon (1981), complementa a análise ao possibilitar a priorização de variáveis críticas para a implementação do *lean production* em PMEs processadoras de amendoim, conferindo robustez à avaliação dos dados levantados.

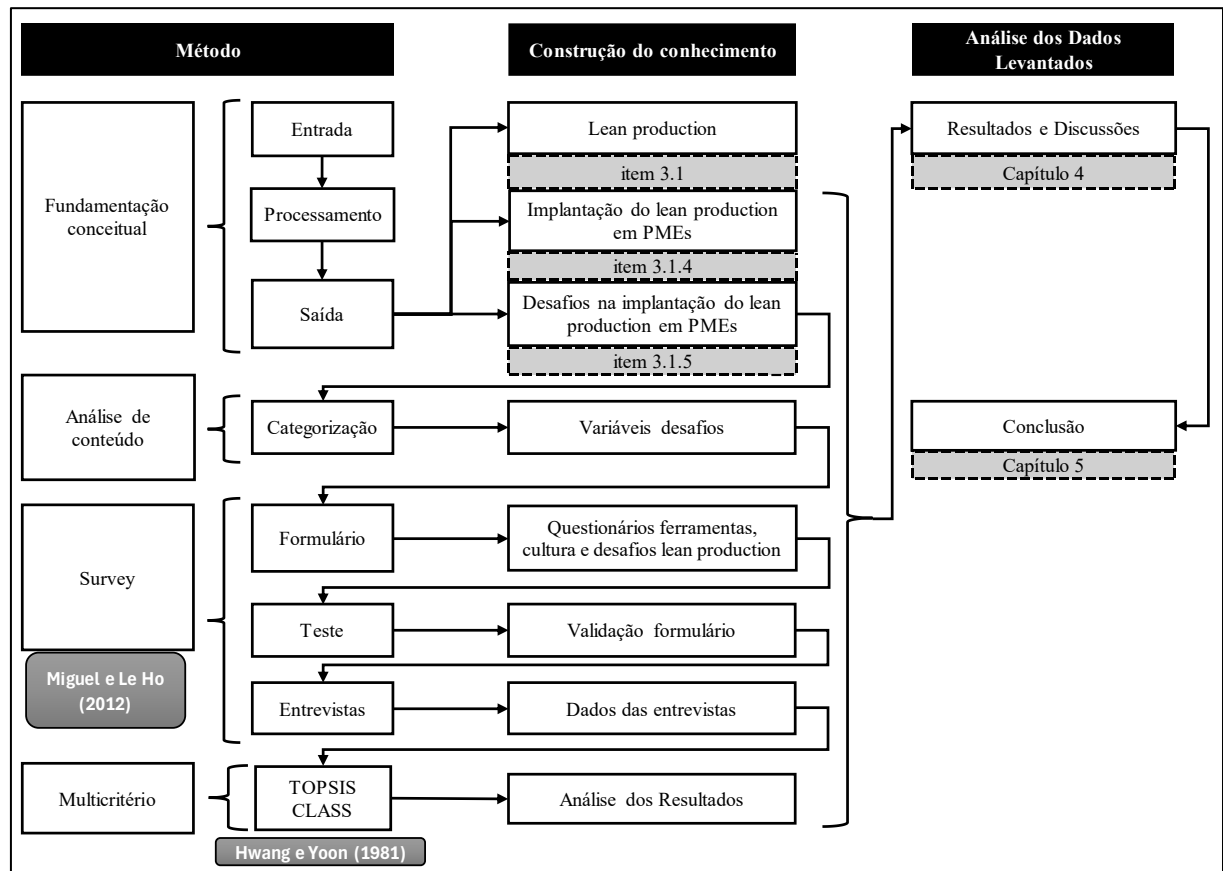
Figura 3 – Estrutura metodológica da pesquisa: fundamentação conceitual, análise de conteúdo, *survey* e análise multicritério



Fonte: O Autor

Já a Figura 4 organiza de forma sequencial os procedimentos metodológicos da pesquisa, relacionando-os aos respectivos desenvolvimentos e resultados esperados. A partir da fundamentação conceitual, busca-se identificar variáveis que impactam o sucesso da implantação do *lean production* em PMEs, avançando para a categorização por meio da análise de conteúdo e a coleta de dados via *survey* explanatório. Posteriormente, procede-se à investigação empírica junto às empresas processadoras de amendoim da região da Alta Paulista, cujos dados são consolidados e analisados para avaliar as condições e desafios da implementação do *lean production*. Esse encadeamento metodológico garante que o percurso da pesquisa seja transparente e replicável, atendendo às recomendações de rigor científico em estudos aplicados (Miguel; Le Ho, 2012; Hwang; Yoon, 1981).

Figura 4 – Procedimentos, desenvolvimento e resultados esperados da pesquisa sobre práticas de *lean production* em PMEs processadoras de amendoim



Fonte: Elaboração própria (2025), com base em Miguel e Lee Ho (2012) e Hwang e Yoon (1981).

Na sequência, a Figura 5 apresenta a classificação das abordagens metodológicas aplicadas à pesquisa, considerando natureza, objetivos, estratégias de pesquisa e técnicas de coleta de dados. Essa organização possibilita situar o presente estudo dentro das tipologias mais utilizadas em pesquisas aplicadas nas ciências sociais e engenharias, evidenciando sua adequação metodológica.

A Figura 5 sintetiza a classificação metodológica da pesquisa quanto à natureza, aos objetivos, à estratégia de pesquisa e às técnicas de coleta de dados. O estudo caracteriza-se como pesquisa aplicada, de caráter exploratório, com abordagem mista (qualitativa e quantitativa). A estratégia adotada foi o *survey* explanatório, complementado por revisão bibliográfica e análise de conteúdo. Como instrumentos de coleta de dados, utilizaram-se formulários estruturados e entrevistas com especialistas do setor e observações, assegurando robustez e validade às inferências realizadas. Essa estrutura está em consonância com as orientações de Creswell (2010) e Miguel e Lee Ho (2012), que destacam a importância da coerência entre a definição dos objetivos, os instrumentos de coleta e os métodos de análise.

b) periódicos classificados nos estratos Qualis A1 e A2 (Engenharia III, Administração, Agronegócios e Interdisciplinar);

c) termos combinados em inglês e português, como: “produção enxuta” OR “*lean production*” AND “*small and medium enterprises*”, “*lean tools*” AND “*agribusiness*”, “*lean production*” AND “*PMEs*”, “*Challenges*” entre outros.

Durante a revisão da literatura, além dos termos centrais relacionados a *lean production* e PMEs, buscou-se também explorar combinações com conceitos frequentemente apontados pela literatura gerencial, como “implementação/implantação”, “fatores críticos de sucesso” e “limitações”. No entanto, quando associados especificamente ao contexto de PMEs agroindustriais e, em especial, às processadoras de amendoim, tais termos não retornaram resultados significativos nas bases de dados consultadas. Essa ausência reforça a existência de uma lacuna científica, indicando que as discussões sobre esses constructos ainda são incipientes quando aplicadas a setores agroindustriais de pequeno e médio porte.

Inicialmente, restringiu-se a busca ao período dos últimos cinco anos para garantir atualidade e aderência às discussões contemporâneas. Contudo, ao identificar uma limitação na quantidade de estudos aplicados especificamente ao agronegócio, a janela temporal foi ampliada para os últimos dez anos. Essa decisão permitiu incluir trabalhos relevantes que, embora mais antigos, permanecem conceitualmente válidos e frequentemente citados. Além disso, foram incorporadas obras seminais, como *Lean Thinking* (WOMACK; JONES, 1996) e *Case Study Research: Design and Methods* (YIN, 2013), a fim de sustentar os fundamentos teóricos e metodológicos adotados.

Durante a análise da literatura, observou-se a recorrência de conceitos-chave relevantes para a compreensão e categorização das variáveis, tais como:

- Implantação versus Implementação do *lean production*, em que a primeira se refere ao início ou introdução de práticas enxutas em processos específicos, enquanto a segunda abrange sua consolidação e integração plena à cultura organizacional;
- Fatores Críticos de Sucesso, que englobam elementos indispensáveis como liderança comprometida, capacitação de colaboradores, cultura organizacional favorável e indicadores de desempenho claros;
- Limitações, que incluem barreiras estruturais, financeiras, culturais e tecnológicas enfrentadas pelas PMEs na adoção do *lean production*.

O processo de seleção das publicações também considerou indicadores bibliométricos de impacto, como o *journal citation reports* (JCR) e o Fator H, além da aderência dos artigos ao escopo metodológico e temático da pesquisa. A integração de estudos nacionais

e internacionais foi priorizada para contemplar tanto a realidade brasileira das PMEs do agronegócio quanto experiências internacionais de referência em *lean* aplicado.

Conforme argumenta Jabareen (2009), uma boa fundamentação conceitual não apenas organiza o conhecimento existente, mas também permite a criação de estruturas conceituais que orientam o desenho da investigação e a interpretação dos dados. Neste trabalho, a fundamentação contribuiu significativamente para a categorização de variáveis, elaboração do formulário de coleta de dados e interpretação crítica dos resultados.

2.2 Análise de conteúdo

A análise de conteúdo, conforme apresentada por Sampaio e Lycarião (2021), constitui-se em um conjunto de métodos sistemáticos e objetivos de análise das comunicações, voltados à identificação de indicadores qualitativos e quantitativos capazes de descrever o conteúdo dos textos e permitir inferências sobre as condições de produção ou recepção, denominadas variáveis inferidas.

No presente estudo, os critérios de robustez analítica, validação e contextualização setorial foram considerados para estruturar o processo de categorização das variáveis que impactam a implementação do *lean production* em PMEs. A hierarquia obtida demonstrou como as 83 variáveis brutas, documentadas em fontes como Satolo *et al.* (2020) e Palange e Dhatrak (2021), foram gradualmente consolidadas em 11 temas prioritários para aplicação da técnica TOPSIS, garantindo alinhamento entre fundamentação teórica, evidências empíricas e especificidades do setor do amendoim.

O processo analítico concentrou-se nos 23 artigos científicos apresentados na Seção 3.2 (Desafios na Implementação do *lean production* em PMEs), do Capítulo 3 (Fundamentação Conceitual) desta dissertação. Por meio de leitura exaustiva e sistemática das publicações selecionadas, foi realizada uma análise vertical de conteúdo, na qual cada artigo foi examinado linha a linha, identificando-se trechos que evidenciavam dificuldades, barreiras ou fatores condicionantes da implementação do *lean production*. Dessa análise emergiram as 83 variáveis-desafio brutas, cada uma registrada como unidade de significado e vinculada à respectiva fonte. Exemplos incluem “falta de capacitação técnica em ferramentas do *lean production*” (Satolo *et al.*, 2020) e “dificuldade de adaptação de métodos à sazonalidade” (Palange; Dhatrak, 2021).

Posteriormente, em um procedimento iterativo de comparação constante, inspirado na lógica da análise categorial de Bardin (2011), essas variáveis foram confrontadas e agrupadas por similaridade conceitual, resultando em 19 variáveis agregadas. Como exemplo, os itens

“carência de treinamento técnico” e “falta de mão de obra qualificada” foram consolidados na categoria capacitação insuficiente.

Na etapa seguinte, as 19 variáveis agregadas foram classificadas em 11 temas estruturantes, por meio de análise categorial. Essa organização temática foi revisada em conjunto com o orientador e o coorientador da pesquisa, ambos com experiência em gestão da produção e métodos qualitativos, o que assegurou a consistência conceitual dos agrupamentos. Os temas resultantes contemplaram dimensões críticas como adaptação metodológica (ex.: capacitação insuficiente, inconstância operacional), barreiras humanas (ex.: resistência cultural, liderança não engajada) e restrições estruturais (ex.: limitações financeiras, infraestrutura inadequada). Considerou-se atingida a saturação teórica quando novas publicações já não acrescentaram variáveis relevantes ao quadro analítico (Bardin, 2011).

Os 11 temas estruturantes serviram de base para a fase subsequente da pesquisa, voltada à coleta de dados primários. Esses temas fundamentaram a elaboração do protocolo de pesquisa para aplicação de questionários semiestruturados junto a gestores de PMEs processadoras de amendoim da Alta Paulista.

Conforme o delineamento metodológico adotado, os resultados das entrevistas foram analisados por meio da técnica TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*), originalmente desenvolvida por Hwang e Yoon (1981). Essa abordagem multicritério possibilitou priorizar quantitativamente os desafios identificados, considerando critérios como frequência de menção, impacto operacional e criticidade estratégica.

A robustez do processo foi assegurada por três pilares principais:

- 1) Rastreabilidade analítica, garantindo a vinculação explícita entre cada variável agregada e suas fontes primárias;
- 2) Validação temática, assegurada pela revisão crítica do orientador e do coorientador, complementada pela triangulação com dados institucionais de Sebrae (2021), Embrapa (2022) e CNI (2019), que forneceram estatísticas sobre o perfil das PMEs e sobre a cadeia produtiva do amendoim;
- 3) Contextualização setorial, que incorporou as especificidades das PMEs processadoras de amendoim, tais como sazonalidade, perecibilidade e estrutura organizacional predominante.

Conclui-se que o protocolo metodológico adotado atende de forma rigorosa às recomendações de Elo e Kyngäs (2008) para a condução de análises de conteúdo qualitativas em pesquisas aplicadas.

2.3 Survey

O presente estudo adotou a estratégia de levantamento do tipo *survey* explanatório, que se caracteriza pela aplicação de questionários estruturados em uma amostra representativa, buscando não apenas descrever fenômenos, mas também testar relações entre variáveis previamente identificadas (Freitas *et al.*, 2000; Miguel; Lee H, 2012). Essa abordagem é especialmente adequada quando o objetivo da pesquisa envolve verificar empiricamente proposições teóricas e investigar relações de causa e efeito em contextos organizacionais. No caso desta dissertação, o uso do *survey* explanatório visa compreender os fatores críticos que impactam a implementação do *lean production* em PMEs processadoras de amendoim da região da Alta Paulista, alinhando-se às recomendações de Miguel e Lee Ho (2012).

A escolha pelo *survey* explanatório justifica-se pela necessidade de compreender a percepção de gestores e especialistas do setor em relação aos desafios, fatores críticos de sucesso e práticas relacionadas ao *lean production*. Conforme aponta Miguel e Le Ho (2012), a aplicação desse tipo de levantamento requer um planejamento rigoroso das etapas, incluindo: definição da população-alvo, seleção da amostra, elaboração e pré-teste do formulário, aplicação e, posteriormente, análise dos dados com base em métodos estatísticos e/ou multicritério.

Conforme recomendações no modelo de Miguel e Le Ho (2012), a aplicação do *survey* seguiu as seguintes etapas:

a) Planejamento do levantamento: incluiu a definição do objetivo geral da *survey* e a seleção das variáveis-chave a serem investigadas. O objetivo geral foi delineado a partir da lacuna identificada na fundamentação conceitual (Capítulo 3), que evidenciou a escassez de estudos sobre a implementação do *lean production* em PMEs do setor de amendoim. As variáveis-chave, por sua vez, foram derivadas das 83 variáveis brutas levantadas na análise de conteúdo e posteriormente consolidadas em 11 temas estruturantes (Seção 2.2). Esse alinhamento assegurou coerência entre a fundamentação teórica e o desenho metodológico do levantamento.

b) Definição da população e amostragem: Para a amostra da população, foi adotado a seleção atores estratégicos gestores e especialistas, atuantes em PMEs processadoras de amendoim na região da Alta Paulista (SP). Adotou-se uma amostragem não probabilística intencional, composta por 12 especialistas, critério que se alinha às recomendações de Gordon (1999; 2009) para pesquisas exploratórias e de opinião técnica, as quais sugerem que grupos entre 10 e 30 participantes são adequados para garantir a profundidade dos achados.

Complementarmente, a amostra de 12 participantes justifica-se pelo princípio da saturação teórica; conforme demonstrado por Guest, Bunce e Johnson (2006), em grupos homogêneos, o núcleo das percepções e os temas principais de uma investigação são plenamente identificados nas primeiras 12 entrevistas. Portanto, este quantitativo assegura a variabilidade necessária de perspectivas para a estruturação das variáveis do método TOPSIS, mantendo o rigor metodológico e a fidedignidade técnica das avaliações coletadas.

c) Elaboração do formulário de coleta de dados: o instrumento foi construído a partir das 49 variáveis derivadas da análise de conteúdo dos 23 artigos científicos previamente examinados. As variáveis foram organizadas em três grupos: (A) cultura e implantação da *lean production*, (B) avaliação das práticas *lean* e (C) superação de desafios na implementação. Além desses aspectos, o formulário buscou capturar a natureza da adoção das práticas *lean*, verificando se esta ocorreu de forma intuitiva ou planejada, bem como os fatores motivadores que levaram as empresas à sua adoção, tais como pressões competitivas, exigências de mercado, busca por redução de custos ou incentivo de programas governamentais e institucionais. O detalhamento completo do formulário de coleta de dados será apresentado na seção 2.3.1.

d) Pré-teste e validação do formulário: o questionário foi submetido a um pré-teste com um grupo reduzido de respondentes ($n = 8$) para avaliar clareza, coerência e confiabilidade das questões, em linha com as recomendações de Miguel e Lee Ho (2012). As observações colhidas possibilitaram ajustes semânticos e de formatação, assegurando a validade de face do instrumento.

e) Coleta de dados: os questionários foram aplicados presencialmente e enviados em formato digital (e-mail ou link dedicado), respeitando a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) e os procedimentos aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 87460825.4.0000.9029 – Apêndice B).

f) Análise dos dados: os dados obtidos foram tratados estatisticamente e analisados por meio da técnica multicritério TOPSIS (Hwang; Yoon, 1981), conforme detalhado na Seção 2.4. Esse procedimento permitiu priorizar os desafios identificados, considerando simultaneamente critérios de frequência de menção, impacto operacional e criticidade estratégica.

2.3.1 Formulário de pesquisa

O formulário de pesquisa foi elaborado com base nas variáveis definidas a partir da fundamentação teórica e da análise de conteúdo, adotando uma estrutura lógica que permitisse

captar de forma clara e estruturada as percepções dos respondentes sobre a implementação do *lean production* em PMEs processadoras de amendoim da região da Alta Paulista (ver Apêndice A).

Segundo Forza (2002), o desenvolvimento do formulário de coleta deve considerar o alinhamento entre os constructos teóricos e os indicadores empíricos, garantindo a validade de construto e a confiabilidade da mensuração. O formulário seguiu o modelo estruturado com escalas do tipo *Likert*, recomendadas por Malhotra, Nunan e Birks (2020) por sua ampla aceitação em estudos de comportamento organizacional e facilidade de aplicação em *surveys*.

O formulário é precedido por um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) anexo no Apêndice C, assegurando o tratamento ético das informações coletadas, em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD). Segundo Malhotra *et al.* (2020), esse cuidado é essencial em pesquisas organizacionais, especialmente quando envolvem informações sensíveis.

O formulário foi dividido em cinco seções principais, organizadas conforme os grupos de análise previamente definidos (A, B e C), além de duas seções iniciais de caracterização:

a) Seção 1 – Perfil do respondente

Esta seção busca captar informações pessoais e profissionais do respondente, tais como formação acadêmica, área de formação e tempo de atuação. Essas informações são fundamentais para a análise da influência do *background* do respondente nas percepções relatadas, conforme defendem Forza (2002) e Miguel e Lee Ho (2012).

b) Seção 2 – Caracterização da empresa

Coleta dados sobre porte, faturamento, localização, número de funcionários, tipo de cliente (interno ou externo), estrutura de governança (familiar, profissional, cooperativa), e atividades exercidas na cadeia do processamento de amendoim. Tais dados são essenciais para cruzamento posterior com os níveis de maturidade *lean* reportados, conforme recomendações metodológicas de Miguel e Lee Ho (2012).

c) Seção 3 – Grupo A: cultura e implementação do *lean*

Avalia o grau de aderência da empresa às práticas *lean*, com foco em liderança, cultura organizacional, estrutura de decisão, envolvimento dos colaboradores e práticas de padronização e treinamento. As afirmativas foram construídas com base em autores como Womack e Jones (1996), além de revisões recentes sobre maturidade *lean* em PMEs (Sahoo, 2020; Moeuf *et al.*, 2016).

d) Seção 4 – Grupo B: avaliação das ferramentas *lean*

Esta seção avalia o nível de utilização das ferramentas *lean production* nas empresas processadoras de amendoim da região da Alta Paulista. A seleção das ferramentas foi fundamentada nos princípios do Sistema Toyota de Produção, conforme sistematizado por Liker e Meier (2007), e aprimorada por meio de uma extensa análise de estudos de caso recentes aplicados em Pequenas e Médias Empresas (PMEs). As ferramentas foram extraídas de estudos que evidenciam sua efetividade na eliminação de desperdícios, melhoria contínua, aumento da eficiência e transição digital dos processos produtivos em diferentes contextos industriais.

Dentre os principais autores cujos estudos forneceram embasamento para a seleção das ferramentas, destacam-se: Ramlan *et al.* (2024), Ahmad *et al.* (2024), Oliveira *et al.* (2023), Sinaga *et al.* (2024), Romero-Parra, Tataje-Sanchez e Meza-Ortiz (2024), Mazur *et al.* (2024), Sangiacomo-Espinosa *et al.* (2024), Becerra-Flores *et al.* (2024), Lago-Dominguez *et al.* (2024), Kutu, Chalise e Danuwar (2024), Biadacz (2024), Demaj e Mehillaj (2023), Löfving *et al.* (2021), Roche e Baumgartner (2024), Mičieta *et al.* (2021), Driouach *et al.* (2023), Saad *et al.* (2013), Buer *et al.* (2021), Cantini, Costa e Portioli-Staudacher (2024), Santos Filho e Simão (2022), Singh e Gandhi (2024), Fening *et al.* (2023), Tsukada *et al.* (2024), Qureshi e Mewada (2025), Celani, Arantes e Nascimento (2023), García-Cutrin e Rodríguez-García (2024), Imtiaz *et al.* (2023), López-Cózar-Navarro *et al.* (2024), Trubetskaya *et al.* (2024), Llach *et al.* (2024), Qureshi *et al.* (2022), Singh *et al.* (2023), Kong *et al.* (2024), Rasheed *et al.* (2023), Alsadi *et al.*, 2023), Alexander e Saleeshya (2022) e Sinkamba *et al.* (2023).

Além das ferramentas tradicionais, o Quadro 1 desta seção, além de contemplar as ferramentas tradicionais, organiza a avaliação em subgrupos temáticos: Gerenciamento de Processos Operacionais, Cadeia de Valor, Perspectiva dos Funcionários, *lean* digital e *lean* 4.0. Tal estrutura possibilita uma análise abrangente e atualizada, conforme defendem autores contemporâneos, como Hartini *et al.* (2021), Rezaie *et al.* (2018), Alsadi *et al.* (2023) e Alexander e Saleeshya (2022), que ressaltam a necessidade de integração entre o *lean production* e as tecnologias digitais emergentes no contexto da Indústria 4.0.

e) Seção 5 – Grupo C: superação de desafios na implementação de ferramentas e técnicas do *lean*

Esta seção investiga os principais desafios enfrentados pelas empresas processadoras de amendoim na implementação do *lean production*. A identificação dos desafios foi realizada a partir da análise de conteúdo aplicada à fundamentação conceitual, a qual examinou 23 artigos científicos selecionados na revisão teórica. Esse processo permitiu identificar 83 variáveis-desafio brutas, consolidadas em 19 variáveis agregadas e organizadas

em nove subgrupos, conforme apresentado no instrumento de pesquisa (formulário) (ver apêndice A).

Esses subgrupos estão estruturados em quatro eixos macro: (i) adaptação e métodos, (ii) integração e execução, (iii) barreiras humanas e organizacionais, e (iv) estratégia, incentivos e finanças.

Quadro 1 – Ferramentas *lean* e subgrupos

Subgrupo	Ferramenta <i>lean</i>	Referência Principal
Gerenciamento de Processos Operacionais	5S, PDCA, TPM, <i>poka yoke</i> , Pensamento A3, 5W2H, 5 Porquês, Diagrama de Ishikawa, Trabalho Padronizado, SMED, KPIs, Gerenciamento Diário, Qualidade na Fonte, <i>andon</i>	Liker e Meier (2007); Cantini <i>et al.</i> (2024); Becerra-Flores <i>et al.</i> (2024); Santos Filho e Simão (2022); Sangiacomo-Espinosa <i>et al.</i> (2024); Saad <i>et al.</i> (2013)
Cadeia de Valor	Produção puxada, <i>just-in-time</i> (JIT), <i>takt time</i> , Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM)	Ramlan <i>et al.</i> (2024); Ahmad <i>et al.</i> (2024); García-Cutrín e Rodríguez-García (2024); Kong <i>et al.</i> (2024); Sinkamba <i>et al.</i> (2023)
Perspectiva dos Funcionários	Autonomia, motivação, trabalho em equipe, <i>kaizen</i> , liderança, <i>hoshin kanri</i>	Kutu <i>et al.</i> (2024); Biadacz (2024); Demaj e Mehillaj (2023); Löfving <i>et al.</i> (2021); Roche e Baumgartner (2024)
Lean Digital	Transparência em tempo real, Modularização, Flexibilidade com sensores, Manutenção preventiva digital, Rastreabilidade	Trubetskaya <i>et al.</i> (2024); Llach <i>et al.</i> (2024); Cantini <i>et al.</i> (2024); Santos Filho e Simão (2022)
Lean 4.0	<i>Machine learning</i> , <i>big data analytics</i> , automação, integração vertical (cliente), integração horizontal (fornecedor)	Hartini <i>et al.</i> (2021); Rezaie <i>et al.</i> (2018); Jayaraman <i>et al.</i> (2022); Alexander e Saleeshya (2022); Qureshi e Mewada (2025); Tsukada <i>et al.</i> (2024); Rasheed <i>et al.</i> (2023)

Fonte: O Autor

O Quadro 2 apresenta os subgrupos individualizados, com a descrição dos desafios associados e as referências principais que embasaram cada um.

Quadro 2 – Superação de desafios na implementação do *lean production*

Subgrupo	Desafios <i>lean</i>	Referência Principal
Adaptação	PMEs enfrentam dificuldades de adaptação porque os modelos <i>lean</i> foram desenhados para grandes empresas, não considerando suas limitações e especificidades.	Palange e Dhartrak (2021); Batwara <i>et al.</i> (2024), Deshmukh <i>et al.</i> (2022), Almani, Salonitis e Xu (2017), Sahoo (2020)
Métodos	A ausência de métodos adaptados ao setor, práticas documentadas e processos consistentes limita a execução do <i>lean</i> em PMEs, especialmente no agronegócio.	(Satolo <i>et al.</i> , 2020), Prasad <i>et al.</i> , 2021), Moeuf <i>et al.</i> , 2016; Seleem <i>et al.</i> , 2020), Deshmukh <i>et al.</i> , 2022), Batwara <i>et al.</i> , 2024)
Integração	A integração do <i>lean</i> com práticas ambientais e tecnologias da Indústria 4.0 é limitada por infraestrutura deficiente e implementação fraca.	Gaikwad, Sunnapwar (2020), Rossini <i>et al.</i> , 2021), Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2022), Deshmukh <i>et al.</i> (2022), Qureshi, Mewada (2025; Alexander, Saleeshya (2022)
Execução	PMEs enfrentam dificuldades para executar o <i>lean</i> ao longo da cadeia produtiva devido à complexidade e recursos limitados.	Bashar <i>et al.</i> (2021); Gaikwad, Sunnapwar (2020); Cantini <i>et al.</i> (2024)
Barreiras humanas	A implementação do <i>lean</i> em PMEs é comprometida por lideranças despreparadas, falta de capacitação, ausência de treinamentos e barreiras culturais entre os colaboradores.	Moeuf <i>et al.</i> (2016), Alefari <i>et al.</i> (2020), Batwara <i>et al.</i> (2024), Seleem <i>et al.</i> (2020), Rezaie <i>et al.</i> (2018), Abu <i>et al.</i> (2021), Hartini <i>et al.</i> (2021), Sahoo (2020), Almani <i>et al.</i> (2017), Satolo <i>et al.</i> (2020), Bashar <i>et al.</i> (2021), Rahmasari <i>et al.</i> (2021), Santos <i>et al.</i> (2021), Huang <i>et al.</i> (2022), Gebeyehu <i>et al.</i> (2022), Prasad <i>et al.</i> (2021), Palange e Dhartrak (2021), Deshmukh <i>et al.</i> (2022), Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014), Anuar <i>et al.</i> (2023), Yadav <i>et al.</i> (2019), Santos Filho e Simão (2022)
Barreiras organizacionais	A ausência de estruturas formais, equipamentos obsoletos e falta de padronização operativa	Satolo <i>et al.</i> (2020), Palange e Dhartrak (2020), Moeuf <i>et al.</i> (2016; Rahmasari <i>et al.</i> (2021), Gebeyehu <i>et al.</i> (2022), Garcia-Garcia <i>et al.</i>

	dificultam a aplicação estável do <i>lean</i> em PMEs.	(2021), Hartini <i>et al.</i> (2021), Biadacz (2024), Roche e Baumgartner (2024), Demaj e Mehillaj (2023)
Estratégia	A falta de planejamento, apoio estratégico e conexão com fornecedores e clientes afeta a efetividade da implementação <i>lean</i> em PMEs.	Huang <i>et al.</i> (2022), Palange e Dhatrak (2021), Abu <i>et al.</i> (2021), Sahoo (2020), Santos <i>et al.</i> (2021), Kumar <i>et al.</i> (2018), Prasad <i>et al.</i> (2021)
Incentivos	A inexistência de incentivos ou apoio governamental desestimula o investimento das PMEs em produção enxuta.	Abu <i>et al.</i> (2019), CNI (2024); Rezaie <i>et al.</i> (2018; Celani, Arantes e Nascimento (2023)
Finanças	Restrições financeiras severas comprometem a capacidade das PMEs de investir em práticas <i>lean</i> e na digitalização.	Abu <i>et al.</i> (2019; Hartini <i>et al.</i> (2021), Rezaie <i>et al.</i> (2018), Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014), Abu <i>et al.</i> (2021), Batwara <i>et al.</i> (2024), Satolo <i>et al.</i> (2020), Prasad <i>et al.</i> (2021), Palange e Dhatrak (2021), Rossini <i>et al.</i> (2021), Almanei e Salonits (2017), Silva <i>et al.</i> (2024), Fening <i>et al.</i> (2023), López-Cózar-Navarro <i>et al.</i> (2024)

Fonte: O Autor

O preenchimento do formulário para as seções 3, 4 e 5 (grupos A, B e C), utilizou uma escala do tipo *Likert* de cinco pontos para mensurar o grau de concordância com as afirmações relacionadas aos desafios na implementação do *lean*, seguindo os princípios defendidos por Likert (1932) e estruturada conforme Malhotra, Nunan e Birks (2020). O Quadro 3 sintetiza os termos linguísticos adotados para cada grupo temático da pesquisa.

Quadro 3 – Termos linguísticos empregados para avaliação de cada critério

Escala	Termos linguísticos		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
1	Discordo totalmente	Não realiza	Discordo totalmente
2	Discordo parcialmente	Alguns processos, mas não formal	Discordo parcialmente
3	Não concordo nem discordo	Maioria processos, mas não formal	Não concordo nem discordo
4	Concordo parcialmente	Alguns processos e formal	Concordo parcialmente
5	Concordo totalmente	Maioria processos e formal	Concordo totalmente

Fonte: O autor

Desta forma, após a descrição dos procedimentos metodológicos e da estruturação das variáveis, apresenta-se a técnica de análise multicritério adotada: o método TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) utilizada para ordenar e priorizar os desafios identificados, conforme proposto por Hwang e Yoon (1981) e amplamente validado por estudos recentes na agroindústria e no *lean production* (Duarte, 2024; Izoton, 2024; Aouag; Soltani, 2023; Singh *et al.*, 2024).

2.3.2 Itens relativos à cadeia de suprimentos

Com base na literatura sobre *peanut/groundnut value chain*, o instrumento de *survey* incorporou itens que mensuram a integração e coordenação interorganizacional (compartilhamento de informações, planejamento colaborativo, práticas logísticas conjuntas), a gestão de qualidade e inocuidade (triagem/inspeção, “*blanching*”, rastreabilidade, taxas de rejeição), e indicadores de desempenho da cadeia (*lead time* “fazenda-fábrica”, *OTIF*, custos logísticos) em complementaridade aos construtos *lean* já previstos. Esses itens permitirão analisar a contribuição da implantação do *lean* em PMEs para resultados no nível da cadeia, fortalecendo validade externa e utilidade prática dos achados (Odunga *et al.*, 2025; Sakha; Jefwa; Gweyi-Onyango, 2022).

2.4 Técnica TOPSIS *class*

Foram empregadas técnicas de tomada de decisão com múltiplos critérios (MCDM), com ênfase no método TOPSIS, reconhecido por sua eficácia em problemas de avaliação comparativa entre alternativas em contextos com múltiplos critérios de decisão. Segundo Duarte (2024), o TOPSIS destaca-se na agroindústria por permitir a identificação de soluções que guardam a maior proximidade com o ideal positivo, otimizando processos decisórios baseados em indicadores qualitativos e quantitativos.

Por exemplo, Izoton (2024) utilizou o método TOPSIS para avaliar o desempenho da implementação do *lean production* em empresas terceirizadas de uma usina siderúrgica, identificando as ferramentas mais eficazes e propondo melhorias no processo de implementação. Além disso, Aouag e Soltani (2023) propuseram uma abordagem aprimorada do *lean production* baseada em técnicas MCDM para melhorar o desempenho sustentável de

processos de manufatura, utilizando o TOPSIS para classificar eventos de kaizen de acordo com sua capacidade de melhorar indicadores sustentáveis.

No setor agrícola, o método TOPSIS foi aplicado por autores como Singh *et al.* (2024) para desenvolver um modelo analítico baseado em fatores para avaliar o desenvolvimento agrícola no estado de Uttar Pradesh, na Índia, permitindo a categorização de distritos em diferentes níveis de desenvolvimento e auxiliando na formulação de políticas públicas. Esses estudos evidenciam que o TOPSIS é uma ferramenta robusta para auxiliar na seleção e priorização de alternativas em ambientes com múltiplos critérios, sendo particularmente útil para PMEs que buscam melhorar sua competitividade por meio da implementação de práticas eficientes e adaptadas às suas realidades.

3 FUNDAMENTAÇÃO CONCEITUAL

Além das ferramentas tradicionais como o mapeamento de fluxo de valor, a padronização e o kaizen, novas abordagens integradas têm emergido com base na incorporação de tecnologias digitais ao *lean production*. Um estudo recente indica que estratégias *lean* aliadas à digitalização (como gestão de inventário, integração de TI, treinamento e colaboração entre *stakeholders*) promovem eficiência, redução de custos e melhoria de qualidade na cadeia de suprimentos do agronegócio, fornecendo um panorama atual e relevante para PMEs do setor (Lumban Toruan; Sirait e Muflikh, 2025).

3.1 *Lean production*

A filosofia do *lean production*, originada no Sistema Toyota de Produção (STP), tem sido amplamente estudada e aplicada em diversos setores industriais. O STP foi desenvolvido no Japão no período pós-Segunda Guerra Mundial por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda, com base em dois pilares fundamentais: o *just-in-time* (JIT) e o *jidoka* (automação com um toque humano), visando à eliminação sistemática de desperdícios (*muda*), à melhoria da qualidade e ao aumento da flexibilidade produtiva (Ohno, 1997; Liker, 2005).

Embora práticas precursoras, como a produção em fluxo de Henry Ford na década de 1910, já indicassem ganhos de eficiência pela padronização e uso de linhas móveis, foi a Toyota quem consolidou um modelo abrangente e integrado de gestão, incorporando princípios de qualidade, padronização e melhoria contínua (*kaizen*) (Lean Enterprise Institute, 2021).

O termo “*lean*” foi introduzido por John Krafcik em 1988 e difundido globalmente a partir da publicação de *the machine that changed the world*, de Womack, Jones e Roos (1990), que popularizou o *lean production* no Ocidente. Posteriormente, Womack e Jones (1996) sistematizaram cinco princípios fundamentais do *lean*: (i) definição do valor sob a ótica do cliente; (ii) identificação e eliminação de atividades que não agregam valor no fluxo; (iii) busca do fluxo contínuo; (iv) produção puxada pela demanda real; e (v) busca pela perfeição, sustentada pela melhoria contínua (*kaizen*). Esses princípios tornaram-se a base para a disseminação da abordagem enxuta em diversos setores industriais.

Nos últimos anos, a aplicação do *lean production* tem se expandido para além do setor automotivo, alcançando áreas como saúde, construção civil, agronegócio e pequenas e médias empresas (PMEs), adaptando-se às suas especificidades organizacionais (Palange; Dhattrak, 2021). No Brasil, o setor agroindustrial tem demonstrado crescente interesse na

adoção dessa filosofia. Satolo *et al.* (2020) realizaram estudos de caso múltiplos em unidades agroindustriais brasileiras, identificando a aplicabilidade de ferramentas como o Mapeamento de Fluxo de Valor (VSM) e o nivelamento da produção, evidenciando melhorias no desempenho operacional. De forma semelhante, Lopes *et al.* (2023), em uma revisão sistemática de literatura, apontaram que, embora ainda existam lacunas nos estudos sobre o tema, as aplicações já realizadas no agronegócio têm contribuído significativamente para a redução de desperdícios e para ganhos de eficiência produtiva.

Adicionalmente, Araújo *et al.* (2025) evidenciaram, em estudo de caso conduzido em uma empresa amazônica, melhorias operacionais decorrentes da implementação de práticas enxutas, como a padronização de processos e a gestão visual. Esses achados indicam que a adaptação do *lean production* ao contexto das PMEs do agronegócio é viável e pode resultar em ganhos expressivos de competitividade, sustentabilidade e eficiência operacional.

3.1.1 Histórico

O conceito de *lean production* foi introduzido por Krafcik (1988), no contexto do *International Motor Vehicle Program* (IMVP) do MIT, como resultado de um estudo comparativo entre sistemas de produção ocidentais e japoneses. Sua definição sintetizou um modelo “enxuto”, caracterizado por eliminação de desperdícios, lotes reduzidos, qualidade embutida e integração de pessoas ao processo. Posteriormente, Womack, Jones e Roos (1990) consolidaram essa concepção na obra *The Machine That Changed the World*, que disseminou o termo mundialmente. Desde então, o *lean* evoluiu de um enfoque restrito à manufatura para uma filosofia de gestão aplicável a setores diversos, incluindo a agroindústria.

Lean production, ou produção enxuta, é uma abordagem de gestão e produção que se consolidou a partir da experiência da Toyota no Japão do pós-guerra. Suas raízes estão no Sistema Toyota de Produção (STP), concebido para aumentar a eficiência e a flexibilidade dos processos industriais por meio da eliminação sistemática de desperdícios. Segundo Ohno (1997), o STP foi estruturado para enfrentar restrições de recursos e baixa escala, promovendo a redução de sete desperdícios clássicos: superprodução, espera, transporte, processamento desnecessário, estoques excessivos, movimentos desnecessários e defeitos. Trata-se, portanto, de uma filosofia gerencial e operacional, e não apenas de um conjunto isolado de ferramentas.

A esses desperdícios, autores contemporâneos adicionam o desperdício de talento humano (Liker, 2021), refletindo uma visão mais abrangente do papel das pessoas na geração de valor. A Toyota, sob a liderança de Taiichi Ohno e Eiji Toyoda, implementou práticas que

visavam a eliminação de desperdícios, aumento da eficiência e melhoria contínua, tendo como base dois pilares, *just in time* (JIT) e a autonomia ou automação com um toque humano. A abordagem enxuta é centrada no fluxo contínuo, na produção puxada e na busca pela perfeição por meio da melhoria contínua (*kaizen*). O JIT visa produzir apenas o necessário, na quantidade necessária e no momento certo, enquanto o *jidoka* enfatiza a qualidade desde a origem, com a parada automática da produção em caso de anomalias. Tais práticas se alinham a uma lógica de eficiência sistêmica, permitindo que as empresas mantenham altos padrões de produtividade, qualidade e flexibilidade (Liker, 2005; Ohno, 1988).

A filosofia foi popularizada no Ocidente principalmente por meio do livro "*the machine that changed the world*" de Womack, Jones e Roos (1990), que detalham a transição da produção em massa para o *lean production* nas fábricas da Toyota (Womack; Jones; Roos, 1990). Esse movimento do *lean production* foi um marco na história da manufatura, revolucionando a forma como as indústrias gerenciam a produção e utilizavam seus recursos.

O *lean production* é uma filosofia de gestão que busca eliminar desperdícios e promover a eficiência operacional. Como destacado por Palange e Dhattrak (2021), a abordagem *lean* é baseada na eliminação de desperdícios, redução de estoques, melhoria contínua, envolvimento e engajamento dos colaboradores. O *lean production* se tornou uma abordagem de gestão vital para a competitividade em todos os setores de produção, como alimentício, eletrônico, plástico, têxtil, automotivo, laticínios, fundição, estamparia e, setores de montagem e manutenção (Palange; Dhattrak, 2021)

Na última década, a aplicação da filosofia *lean* tem se expandido para setores como saúde, construção civil, agronegócio e, mais recentemente, para pequenas e médias empresas (PMEs). Estudos como o de Satolo *et al.* (2020) demonstraram a aplicabilidade do *lean production* em unidades agroindustriais brasileiras, evidenciando melhorias na eficiência operacional, na redução de desperdícios e no desenvolvimento socioambiental.

3.1.2 Princípios

A filosofia *lean* é fundamentada em cinco princípios básicos, conhecidos como Pilares *lean*, conforme delineado por Womack e Jones (1996):

1. Valor: definir claramente o valor do produto ou serviço do ponto de vista do cliente final.
2. Fluxo de valor: mapear todas as etapas do processo produtivo, identificando e eliminando atividades que não agregam valor.

3. Fluxo contínuo: assegurar que os processos fluam de maneira contínua, sem interrupções ou esperas desnecessárias.

4. Produção puxada: produzir apenas o que é demandado pelo cliente, evitando superprodução e excesso de estoques.

5. Perfeição: buscar constantemente a melhoria contínua, visando à perfeição nos processos e produtos.

Esses princípios orientam as organizações na implementação de práticas enxutas, promovendo uma cultura de melhoria contínua e foco no cliente. A aplicação eficaz desses princípios requer o envolvimento de todos os níveis da organização e uma mudança cultural significativa.

Satolo *et al.* (2017) exploraram a adoção e adaptação dos princípios do *lean production* em organizações atuantes no setor do agronegócio que operam em um contexto de país em desenvolvimento. Sua abordagem de estudo de múltiplos casos examinaram as experiências de oito unidades de agronegócios em diferentes setores da indústria, revelando um cenário heterogêneo de implementação *lean*. O estudo destacou os variados graus de adesão ao *lean* entre as organizações do caso, influenciados por fatores como cultura organizacional, comprometimento da liderança e disponibilidade de recursos.

Embora os princípios do *lean production* tenham demonstrado ganhos de desempenho, estudos recentes indicam que sua eficácia no agronegócio depende de adaptações ao contexto setorial. Uma revisão rápida da literatura sobre *lean agriculture* identificou a sazonalidade, as exigências rigorosas de qualidade e as condições sociais do trabalho no campo como barreiras que demandam ajustes nas ferramentas e nas rotinas de implementação (Coetzee; Mangroo-Pillay, 2023). Resultados convergentes foram observados em agroindústrias de processamento de alimentos localizadas nos Balcãs¹, onde a adoção de práticas *lean* associadas a tecnologias e a iniciativas *zero-waste*² contribuiu para a redução de perdas, mas exigiu calibração dos métodos diante de restrições de recursos e de resistências culturais (Veseli; Bajraktari; Trajkovska Petkoska, 2024). Essas evidências reforçam o potencial transformador do *lean production* em operações agroindustriais de países em

¹ Balcãs: região geográfica e histórico-cultural do sudeste da Europa, formada por países com trajetórias políticas, econômicas e sociais diversas, frequentemente analisados em conjunto em estudos regionais.

² Zero-waste: abordagem orientada à redução máxima da geração de resíduos ao longo dos processos produtivos e de consumo, por meio de práticas como prevenção de perdas, reaproveitamento, reciclagem e uso mais eficiente de recursos.

desenvolvimento, desde que sua aplicação considere, de forma flexível, as especificidades produtivas, organizacionais e socioculturais de cada contexto.

Essas evidências reforçam o potencial transformador do *lean* para operações agroindustriais em países em desenvolvimento, desde que aplicado de forma flexível. Levantamento em 102 fábricas de alimentos gregas mostrou que os melhores resultados surgem quando práticas *lean* são combinadas com tecnologias da Indústria 4.0, sensores IoT e *analytics*, viabilizando respostas em tempo real às flutuações de demanda e matéria-prima (Psomas; Deliou, 2024). Portanto, mais do que replicar modelos “prontos”, recomenda-se uma implementação personalizada que considere sazonalidade, requisitos de qualidade e dinâmica social do agronegócio (Coetzee; Mangaroo-Pillay, 2023).

Além disso, a adaptação dos princípios *lean* às especificidades de cada setor é fundamental. No agronegócio, por exemplo, a aplicação do *lean* requer considerações sobre a sazonalidade da produção e as características perecíveis dos produtos (Satolo *et al.*, 2020).

3.1.3 Ferramentas

Liker e Meier (2007) em seu livro apresentaram um guia abrangente para a implementação dos 14 passos do *lean production* em diversos contextos organizacionais. Para auxiliar na operacionalização prática desses princípios, os autores descreveram um conjunto de ferramentas valiosas que podem ser adaptadas às necessidades específicas de cada empresa. As principais ferramentas, com sua definição e aplicação, serão descritas nos próximos itens.

a) Mapa de fluxo de valor (MFV)

O mapeamento do fluxo de valor (MFV) é uma ferramenta essencial para identificar e eliminar desperdícios nos processos produtivos, especialmente em PMEs que buscam aprimorar sua eficiência operacional. Um estudo conduzido por Ramlan *et al.* (2024) em uma PME do setor de processamento de alimentos na Malásia demonstrou que a aplicação do MFV permitiu a identificação de desperdícios como esperas, movimentos desnecessários e talentos não aproveitados. Com base no mapeamento do estado atual, foram propostas melhorias que resultaram na redução do tempo total de processamento, evidenciando a eficácia do MFV na promoção da melhoria contínua em ambientes do *lean production*. O MFV é composto por elementos gráficos que representam:

- Fluxo de materiais: movimentação física do produto ao longo das etapas produtivas;

- Fluxo de informações: como os pedidos e instruções chegam às operações e desencadeiam a produção;
- Tempos de processo e de espera: tempos de ciclo, tempo de setup, tempo de agregação de valor e lead time total;
- Estoques intermediários: pontos de acúmulo de material que podem indicar gargalos;
- Indicadores de desempenho: taxa de produção, disponibilidade de máquina, nível de agregação de valor.

Esse conjunto de elementos permite a construção de dois cenários: o mapa do estado atual, que evidencia desperdícios e ineficiências, e o mapa do estado futuro, que projeta melhorias e define o fluxo ideal (Rother; Shook, 2003).

Complementarmente, um estudo realizado por Ahmad *et al.* (2024) em uma PME do setor agroindustrial também na Malásia utilizou o MFV para analisar e eliminar potenciais desperdícios nos processos operacionais. Através da coleta e análise de dados dos processos de produção, foram identificadas ineficiências operacionais que, uma vez tratadas, contribuíram para a melhoria da eficiência e produtividade da empresa. Esses estudos reforçam a aplicabilidade e os benefícios do MFV em PMEs de diferentes setores industriais.

b) *Kanban*

O sistema *kanban* é amplamente reconhecido por sua eficácia na gestão visual da produção e no controle de estoques, sendo particularmente benéfico para PMEs que buscam melhorar a eficiência operacional e reduzir desperdícios. Um estudo conduzido por Oliveira *et al.* (2023) em uma PME do setor metalúrgico especializada na produção de esterilizadores para laboratórios e hospitais demonstrou que a implementação de um sistema de reposição padronizado, baseado no *kanban* de dois compartimentos, resultou em melhorias significativas nos fluxos logísticos internos. A introdução do *kanban* permitiu a reposição semanal das estações de trabalho, reduzindo consideravelmente o número de deslocamentos dos operadores para reabastecimento e prevenindo paradas desnecessárias na produção. Além disso, a padronização dos volumes de produção e a definição de rotas de abastecimento contribuíram para a redução de estoques e a melhoria da eficiência operacional.

Complementarmente, Sinaga *et al.* (2024) realizaram um estudo de caso em uma PME do setor têxtil na Indonésia, especializada na produção de *batik* (técnica artesanal de estamparia em tecidos, utilizando cera para criar padrões e desenhos), que enfrentava desafios significativos relacionados ao desperdício e à eficiência da produção. A implementação integrada das ferramentas 5S, *andon* e *kanban* resultou na redução de desperdícios relacionados

a materiais, transporte e tempo de espera, além de melhorias na qualidade do produto e na eficiência da produção. O *kanban*, em particular, serviu como uma ferramenta visual eficaz para otimizar a comunicação e gerenciar o fluxo de produção, especialmente entre funcionários com deficiência auditiva e de fala. A adoção dessas práticas demonstrou ser eficaz na criação de um ambiente de trabalho mais organizado e eficiente, promovendo uma cultura de melhoria contínua dentro da PME.

c) 5 Sensos (5S)

O 5S é um sistema de organização e limpeza do ambiente de trabalho que visa criar um local mais seguro, eficiente e agradável para os colaboradores. As cinco etapas do 5S são: *seiri* (utilização), *seiton* (organização), *seiso* (limpeza), *seiketsu* (padronização) e *shitsuke* (autodisciplina). O sistema 5S é amplamente reconhecido como uma ferramenta eficaz para promover a organização, padronização e limpeza nos ambientes de trabalho, especialmente em pequenas e médias empresas (PMEs). Sua aplicação tem demonstrado melhorias significativas na eficiência operacional e na produtividade. Um estudo realizado por Romero-Parra, Tataje-Sanchez e Meza-Ortiz (2024) em uma PME têxtil investigou a aplicação do 5S e do trabalho padronizado para aprimorar a produtividade. Os resultados indicaram um aumento de 5% na produtividade, uma melhoria de até 96% na eficiência do tempo e uma redução de 62,95% no tempo de transporte e movimentações desnecessárias (Romero-Parra; Tataje-Sanchez; Meza-Ortiz, 2024). Esses dados evidenciam o impacto positivo da implementação conjunta do 5S e do trabalho padronizado na otimização dos processos produtivos em PMEs do setor têxtil.

Além disso, um estudo conduzido por Mazur *et al.* (2024) destacou os benefícios da implementação do 5S na organização do local de trabalho. A pesquisa demonstrou que a aplicação do 5S resultou em um ambiente de trabalho mais eficiente, com melhorias na organização e na otimização do sistema operacional. Os autores observaram que a implementação do 5S contribuiu para a redução do tempo desperdiçado na busca por ferramentas, melhoria na segurança, aumento da moral dos funcionários e fortalecimento da cultura organizacional. Esses achados reforçam a eficácia do 5S como uma ferramenta essencial para a melhoria contínua em PMEs.

Outro estudo relevante foi conduzido por Sangiacomo-Espinosa *et al.* (2024) em uma PME do setor de plásticos no Peru. A pesquisa propôs um modelo que combina ferramentas do *lean production*, como 5S, *poka yoke* e trabalho padronizado, com manutenção autônoma e preventiva do TPM (*total productive maintenance*). A implementação desse modelo resultou em uma redução de 2,68% nos produtos defeituosos e um aumento de 4,77%

na eficiência das máquinas. Além disso, as auditorias 5S melhoraram em 41% e os tempos de setup foram reduzidos em 26%, demonstrando a eficácia da metodologia na melhoria da competitividade e sustentabilidade das PMEs industriais.

d) *Poka yoke*

O *poka yoke*, ou sistema à prova de erros, é uma ferramenta essencial do *lean production* que visa prevenir falhas humanas nos processos produtivos, garantindo a qualidade e a eficiência operacional. Em PMEs industriais, sua aplicação tem se mostrado eficaz na redução de defeitos e na melhoria da produtividade. Um estudo conduzido por Becerra-Flores *et al.* (2024) em uma PME do setor de produção de tijolos no Peru implementou o *poka yoke* juntamente com as ferramentas SMED e TPM. A pesquisa identificou problemas como tempo excessivo de produção, erros humanos e paradas não planejadas de máquinas. A aplicação dessas ferramentas resultou em uma redução de 7 horas no tempo total de produção, 40% na diminuição dos tempos de setup, 2% na redução de produtos defeituosos e 75% na diminuição da incidência de erros humanos em atividades como a mistura de materiais. Além disso, a análise econômica demonstrou a viabilidade do projeto, com um valor presente líquido (VPL) de \$58.259, uma taxa interna de retorno (TIR) de quase 30% e um Período de *payback* de 3 meses.

Outro estudo relevante foi realizado por Lago-Dominguez *et al.* (2024) em uma PME do setor de plásticos. A pesquisa teve como objetivo analisar e diagnosticar problemas utilizando ferramentas do *lean production* para reduzir erros e tempos de ciclo no departamento de acabamento. A implementação do *poka yoke*, juntamente com o mapeamento do fluxo de valor (MFV) e a técnica SMED, resultou na redução dos tempos de processamento, melhoria na distribuição das tarefas e diminuição de produtos montados incorretamente. Além disso, a abordagem contribuiu para o aprimoramento da compreensão das funções pelos operadores e estabeleceu um líder de linha para orientar os demais membros da equipe.

e) *Kaizen*

O *kaizen*, filosofia japonesa de melhoria contínua, tem sido amplamente adotado por PMEs industriais para aprimorar processos, reduzir desperdícios e aumentar a eficiência operacional. Sua implementação eficaz requer o envolvimento de todos os colaboradores e uma cultura organizacional voltada para a melhoria constante.

Um estudo realizado por Kutu, Chalise e Danuwar (2024) examinou o efeito da gestão *kaizen* no desempenho industrial no Vale de Kathmandu, Nepal. A pesquisa identificou

que a prática do *kaizen* impacta significativamente a performance industrial por meio de atividades de acompanhamento, impacto na área de trabalho e esforços e habilidades dos funcionários. Os resultados sugerem que a implementação eficaz do *kaizen* está associada a melhorias no desempenho organizacional e no comprometimento dos funcionários.

Outro estudo relevante foi conduzido por Biadacz (2024), que investigou a aplicação do *kaizen* e do *kaizen costing* em PMEs na Polônia. O *kaizen* representa não apenas um conjunto de ferramentas de melhoria contínua, mas uma mudança cultural organizacional, fundamentada na participação ativa de todos os colaboradores na busca por pequenas melhorias diárias. Já o *kaizen costing* consiste na aplicação desse princípio de melhoria contínua ao processo de custeio, buscando reduzir custos ao longo do ciclo de vida do produto, em vez de apenas durante a fase de concepção (Ansari; Bell; Swenson, 2007). A pesquisa de Biadacz (2024) revelou que, embora o interesse por essas ferramentas seja limitado em grandes empresas, há um potencial significativo para sua adoção em PMEs. A autora destaca a importância de promover o diálogo sobre a utilidade e os benefícios que as PMEs podem obter com a introdução de soluções inovadoras como o *kaizen*, especialmente em condições sociais, econômicas e ambientais desafiadoras.

Kumar *et al.* (2018) apresentaram um modelo de implementação do *Lean-Kaizen* em uma PME indiana, utilizando o mapeamento do fluxo de valor (VSM) para identificar oportunidades de melhoria. A aplicação do *kaizen* resultou na eliminação de atividades que não agregavam valor, redução do tempo de ciclo e melhoria na qualidade do produto.

Além disso, a pesquisa de Demaj e Mehillaj (2023) analisou a implementação do *lean production* em uma PME do setor de processamento de alimentos na Albânia. Os resultados indicaram que a aplicação do *kaizen*, juntamente com outras ferramentas *lean*, levou a melhorias significativas na eficiência operacional e na redução de desperdícios, destacando a eficácia do *kaizen* em PMEs.

f) *Hoshin kanri*

O *hoshin kanri* é uma metodologia estratégica de gestão que visa alinhar os objetivos organizacionais de longo prazo com as ações operacionais diárias, promovendo a melhoria contínua e o engajamento de todos os níveis hierárquicos. Em PMEs industriais, sua implementação tem se mostrado eficaz na integração entre planejamento estratégico e execução operacional, contribuindo para o aumento da competitividade e sustentabilidade.

Um estudo conduzido por Löfving *et al.* (2021) investigou a implementação do *hoshin kanri* em cinco pequenas empresas de manufatura na Suécia. A pesquisa identificou sete

fatores que influenciam a adoção bem sucedida da metodologia, dentre os quais se destacam o envolvimento da liderança, a comunicação estratégica, o desdobramento de metas, a adaptação às rotinas existentes, a clareza de prioridades, a aprendizagem organizacional e o acompanhamento sistemático. A participação ativa da gestão, seja de forma colaborativa ou exigente, mostrou-se decisiva para o sucesso do processo de implementação. O estudo também enfatizou a importância de adaptar o *hoshin kanri* às práticas gerenciais existentes nas PMEs, equilibrando formalização e flexibilidade para atender às necessidades específicas de cada organização.

Outro estudo relevante foi realizado por Roche e Baumgartner (2024), que analisaram a aplicação do *hoshin kanri* em uma empresa de médio porte na Áustria, com foco na implementação de estratégias de sustentabilidade corporativa. A pesquisa revelou que o *hoshin kanri* facilitou a tradução dos objetivos estratégicos de sustentabilidade em ações operacionais concretas, promovendo o alinhamento entre diferentes departamentos e níveis hierárquicos. A metodologia também contribuiu para a identificação de fatores de sucesso na implementação da estratégia, como o envolvimento dos colaboradores e a comunicação eficaz dos objetivos organizacionais.

g) *Gemba walk*

O *gemba walk* é uma prática do *lean production* que envolve a ida dos gestores ao "gemba", termo japonês que significa "o lugar real", para observar diretamente os processos, interagir com os colaboradores e identificar oportunidades de melhoria. Essa abordagem promove uma compreensão mais profunda das operações e fortalece a cultura de melhoria contínua nas organizações.

Um estudo conduzido por Mičieta *et al.* (2021) em uma empresa internacional de eletrônicos industriais aplicou o *gemba walk* em conjunto com ferramentas como o diagrama de *Ishikawa* e a matriz de priorização. A implementação resultou em melhorias significativas, incluindo o aumento da eficiência no setor de corte, redução do uso de meios de armazenamento, aprimoramento da cooperação entre as equipes e aceleração do processo produtivo. Além disso, houve uma diminuição no risco de acidentes de trabalho e problemas de saúde, evidenciando os benefícios abrangentes da prática.

Outro estudo relevante foi realizado por Driouach *et al.* (2023), que propuseram uma aplicação do *lean production* adaptado para microempresas industriais no Marrocos. A pesquisa, baseada em múltiplos estudos de caso, destacou a importância do *gemba walk* na identificação de desperdícios e na implementação de melhorias adaptadas às características

específicas dessas organizações. A aplicação do *lean* resultou em aumentos de até 30% na capacidade de produção e reduções significativas nos tempos de espera e nos custos associados ao desperdício de materiais.

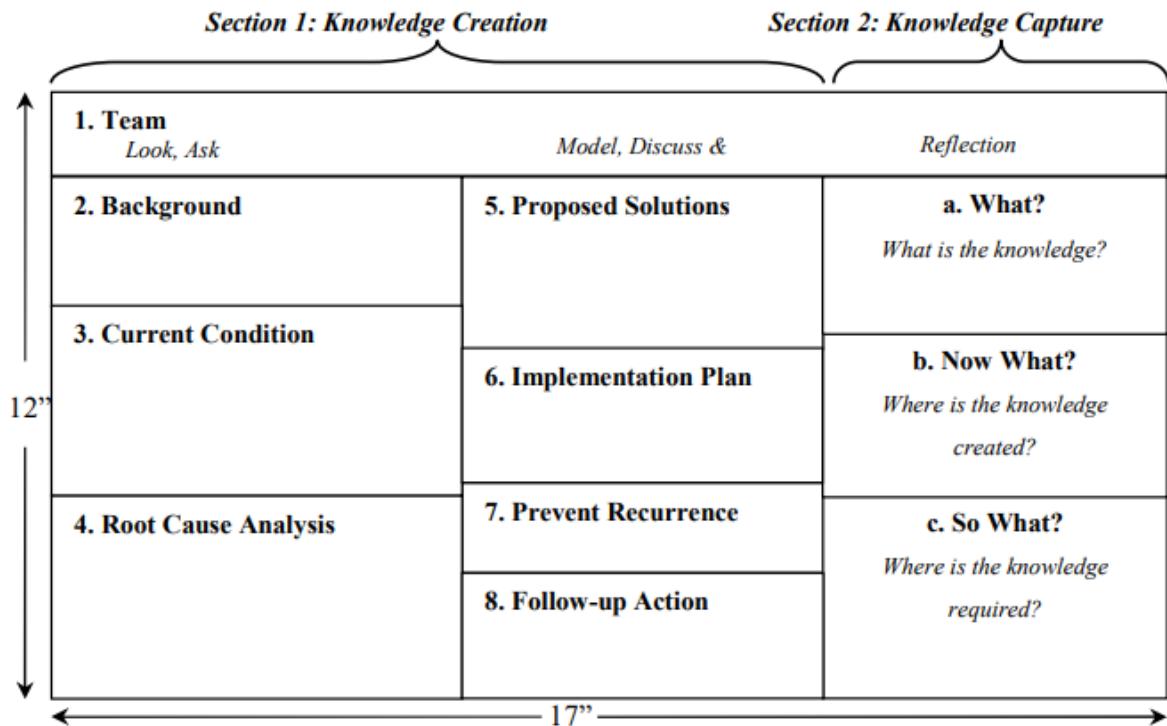
h) Pensamento A3

O pensamento A3 é uma abordagem estruturada de resolução de problemas e melhoria contínua, originada no sistema Toyota de produção. Utiliza um relatório padronizado em papel tamanho A3 para documentar o processo de identificação de problemas, análise de causas raiz, desenvolvimento de soluções e implementação de ações corretivas. Essa metodologia promove a clareza na comunicação, o alinhamento entre equipes e o aprendizado organizacional.

Saad *et al.* (2013) desenvolveram uma abordagem de pensamento A3 para apoiar o design orientado por conhecimento. O estudo apresentou um modelo de relatório A3 estruturado a partir de elementos personalizados, associado ao ciclo LAMDA (*Look, Ask, Model, Discuss, Assess*), com o objetivo de capturar e compartilhar o conhecimento gerado ao longo do desenvolvimento de produtos em ambientes industriais complexos. Trata-se de uma adaptação do pensamento A3 tradicional que amplia sua função de resolução de problemas para também apoiar aprendizagem organizacional e retenção de conhecimento.

Conforme o modelo A3LAMDA desenvolvido por Saad *et al.* (2013), representado na Figura 4, a abordagem amplia o relatório A3 tradicional ao incorporar o ciclo de aprendizagem LAMDA, como guia para a resolução de problemas orientada ao conhecimento. O modelo é estruturado em duas seções: *Knowledge Creation*, que abrange a resolução do problema, e *Knowledge Capture*, que se refere ao processo reflexivo. A primeira seção é composta por oito elementos: (1) equipe, (2) contexto ou antecedentes, (3) condição atual, (4) análise de causa raiz, (5) soluções propostas, (6) plano de implementação, (7) prevenção de recorrência e (8) ações de acompanhamento. Já a segunda seção integra a prática reflexiva por meio de três questões orientadoras: (a) *What?*, qual é o conhecimento; (b) *Now What?*, onde o conhecimento é criado; e (c) *So What?*, onde o conhecimento é requerido. Essa estrutura possibilita não apenas a solução de problemas, mas também a sistematização do conhecimento tácito em conhecimento explícito, reutilizável em contextos futuros, fortalecendo o aprendizado organizacional.

Figura 6 – Modelo A3LAMDA proposto por Saad *et al.* (2013)



Fonte: Saad *et al.* (2013, p. 1378).

Além disso, um estudo conduzido por Buer *et al.* (2021) explorou a aplicação do pensamento A3 em uma planta siderúrgica para aumentar a capacidade de maquinário. A pesquisa incorporou grupos focais e ciclos de aprendizado ao pensamento A3, facilitando a coleta de dados, análise e compartilhamento de conhecimento, resultando em melhorias significativas na eficiência operacional da empresa.

Um estudo conduzido por Cantini, Costa e Portioli-Staudacher (2024) apresentou um caso de aplicação do pensamento A3 em uma empresa italiana de manufatura de tintas. O objetivo foi melhorar a aquisição de dados confiáveis para alimentar tecnologias digitais, como softwares de planejamento e controle da produção. A implementação do A3 permitiu identificar falhas nos processos de coleta de dados, resultando em uma melhoria de 10% na produtividade e maior confiabilidade nas análises realizadas pelos sistemas digitais. Os autores destacam que o A3 pode ser uma ferramenta eficaz para apoiar a transformação digital em PMEs industriais, especialmente na fase de transição para a Indústria 4.0.

Outro estudo de Santos Filho e Simão (2022) explorou a aplicação da metodologia A3 em uma planta siderúrgica com o objetivo de aumentar a capacidade de maquinário. A abordagem incorporou grupos focais e ciclos de aprendizado ao método A3, facilitando a coleta de dados, análise e compartilhamento de conhecimento. Como resultado, houve melhorias

significativas na eficiência operacional da empresa, demonstrando a eficácia do A3 como ferramenta de melhoria contínua em ambientes industriais.

i) PDCA

O ciclo PDCA (*plan-do-check-act*), também conhecido como ciclo de Deming, é uma ferramenta fundamental de gestão da qualidade voltada à melhoria contínua. Sua estrutura baseia-se em quatro etapas: planejar (definir metas e identificar problemas), executar (implementar ações), verificar (avaliar os resultados) e agir (ajustar e padronizar soluções). Essa abordagem cíclica permite que as organizações ajustem seus processos continuamente, promovendo ganhos de eficiência, redução de falhas e maior controle operacional. Conforme demonstrado por Singh e Gandhi (2024), o uso do PDCA resultou em redução significativa da taxa de rejeição em uma indústria de manufatura, evidenciando sua aplicabilidade prática em ambientes produtivos.

Em PMEs que buscam integrar os princípios da Indústria 4.0, o PDCA desempenha um papel estratégico. Estudos como o de Fening *et al.* (2023) indicam que a implementação do PDCA aliada ao 5S, mesmo em setores informais como o da soldagem artesanal, contribui para a organização do ambiente produtivo e melhoria dos indicadores de desempenho. Isso demonstra que o ciclo é versátil e pode ser adaptado a diferentes níveis de complexidade organizacional, o que o torna especialmente útil em pequenas e médias empresas em processo de transformação digital.

O ciclo PDCA é uma metodologia fundamental para a melhoria contínua, especialmente em PMEs. Um estudo realizado por Tsukada *et al.* (2024) investigou a relação entre a maturidade em *lean production* e a implementação da Indústria 4.0 em PMEs no Japão e no Brasil. Os resultados indicaram que 90% das empresas praticam *lean production*, e 40% implementam a indústria 4.0. Os gestores brasileiros destacaram que a maturidade em *lean* é pré-requisito para a adoção eficaz da indústria 4.0, enfatizando a importância do PDCA na eliminação de desperdícios antes da digitalização dos processos.

Além disso, Qureshi e Mewada (2025) identificaram fatores críticos de sucesso para a implementação do *lean 4.0* em PMEs. A pesquisa revelou que o suporte da alta gestão, o treinamento dos funcionários e a capacidade financeira são essenciais para a adoção bem-sucedida do *lean 4.0*. A integração do PDCA com tecnologias digitais permite uma abordagem estruturada para a resolução de problemas, facilitando a transição para a Indústria 4.0 nas PMEs.

j) *Just-in-time* (JIT):

O *just-in-time* (JIT) é uma filosofia de produção que tem como objetivo principal a minimização dos estoques e a eliminação de desperdícios, através da entrega de materiais e componentes, exatamente quando são necessários no processo produtivo. A implementação do JIT em Pequenas e Médias Empresas (PMEs) industriais tem apresentado resultados positivos, contribuindo para a melhoria da eficiência operacional e a redução dos custos logísticos dessas organizações (Celani; Arantes; Nascimento, 2023, p. 637).

Um estudo conduzido por García-Cutrín e Rodríguez-García (2024) utilizou uma abordagem meta-analítica para examinar a correlação entre as práticas JIT e o desempenho financeiro em empresas de manufatura. Os resultados indicaram uma correlação positiva robusta entre a implementação do JIT e o aprimoramento dos resultados financeiros, demonstrando que o JIT contribui significativamente para a eficiência operacional e a saúde financeira das organizações. Os autores observaram que a eficácia do JIT varia conforme o porte organizacional e o contexto econômico, com empresas maiores e condições econômicas estáveis apresentando benefícios mais pronunciados.

Outro estudo relevante foi realizado por Imtiaz *et al.* (2023), que investigaram a implementação de tecnologias de cadeia de suprimentos em PMEs. A pesquisa destacou que a adoção de práticas como o JIT, em conjunto com a colaboração na cadeia de suprimentos, pode melhorar o desempenho das PMEs, promovendo a eficiência operacional e a competitividade.

Além disso, a pesquisa de López-Cózar-Navarro *et al.* (2024) analisou a importância da colaboração tecnológica entre parceiros da cadeia de suprimentos para a implementação de práticas sustentáveis em PMEs industriais. O estudo revelou que acordos de colaboração tecnológica, especialmente com fornecedores, influenciam positivamente a adoção de práticas sustentáveis, incluindo o JIT. As PMEs que estabeleceram parcerias tecnológicas robustas apresentaram maior comprometimento ambiental e eficiência operacional, destacando a relevância do JIT como uma prática sustentável quando implementada em colaboração com parceiros estratégicos (López-Cózar-Navarro *et al.*, 2024).

k) Gestão Visual

A gestão visual é uma prática estruturante do *lean production*, voltada a tornar o estado do processo clara e imediatamente compreensível no próprio local de trabalho. Em vez de depender exclusivamente de relatórios, comunicações verbais ou sistemas de consulta posterior, a gestão visual organiza informações relevantes, como padrões operacionais, metas, indicadores, fluxos, desvios e prioridades, de modo que possam ser rapidamente percebidas e

interpretadas pelos envolvidos na operação. Na literatura, essa prática é compreendida como uma estratégia de comunicação de curto alcance, cognitivamente eficaz, que amplia a transparência do processo e favorece a identificação de anormalidades, o alinhamento das rotinas e a tomada de decisão em tempo oportuno (Tezel; Koskela; Tzortzopoulos, 2016; Koskela; Tezel; Tzortzopoulos, 2018).

Nesse sentido, sua função não se restringe à comunicação visual em si, mas envolve também o suporte ao controle operacional, à coordenação entre equipes e à disciplina dos processos. Sistemas de gestão visual podem incluir quadros de acompanhamento, sinalizações, *andons*, marcações de piso, etiquetas, painéis de metas, indicadores de desempenho e outros dispositivos que permitam evidenciar, de forma simples e objetiva, se a operação está ocorrendo conforme o planejado ou se requer intervenção. Estudos sobre sistemas visuais em ambientes organizacionais mostram que esses mecanismos podem apoiar o acompanhamento do desempenho, fortalecer o engajamento das equipes, melhorar a comunicação interna e favorecer a cultura de melhoria contínua, especialmente quando integrados às rotinas gerenciais e não tratados apenas como recursos informativos isolados (Bititci; Cocca; Ates, 2016; Tezel; Aziz, 2017).

Em contextos mais avançados de digitalização, a gestão visual pode ser ampliada por tecnologias como painéis eletrônicos, sistemas de monitoramento em tempo real e gêmeos digitais. Nessa direção, Trubetskaya, Ryan e Murphy (2024) propuseram um modelo de digitalização da gestão visual baseado em gêmeo digital e no indicador OEE em uma empresa manufatureira de médio porte. Segundo os autores, o modelo foi concebido para desenvolver um sistema digital de gestão visual orientado ao desempenho do processo e, no estudo de caso relatado, a adoção da solução esteve associada a um aumento de 10% no OEE do departamento analisado. Esse resultado não redefine o conceito de gestão visual, mas ilustra como seus princípios podem ser expandidos em ambientes industriais mais digitalizados, desde que a tecnologia permaneça subordinada à lógica *lean* de transparência, resposta rápida e melhoria contínua (Trubetskaya; Ryan; Murphy, 2024).

l) Total productive maintenance (TPM)

A manutenção produtiva total (conhecida pela sigla TPM do inglês *Total Productive Maintenance*) visa maximizar a eficácia dos equipamentos através do envolvimento de todos os colaboradores. Um estudo de caso realizado por Qureshi *et al.* (2023) em PMEs indianas revelou que a adoção do TPM contribuiu para a sustentabilidade social e operacional,

melhorando a eficácia geral dos equipamentos e promovendo a participação ativa dos funcionários na manutenção preventiva.

Além disso, a pesquisa de Singh *et al.* (2023) abordou os desafios da implementação do *lean six sigma* 4.0 em PMEs. Os autores destacaram que a integração do TPM com as práticas *lean e six sigma* é essencial para superar os desafios e melhorar as operações empresariais, especialmente em PMEs com recursos limitados.

m) *One-piece flow*

O fluxo de uma peça (*one-piece flow*) é uma técnica clássica do *lean production* que busca produzir e movimentar uma unidade por vez, reduzindo estoques intermediários, tempos de espera e problemas de sincronização. Em estudo recente, Kong *et al.* (2024) aplicaram essa lógica na modernização da manufatura de vestuário, utilizando o Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM - *Value Stream Mapping*) e o *Capacity Requirements Planning* (CRP) para otimizar a linha de produção. A implementação resultou em aumento da eficiência, redução de custos de manufatura, tempo de trabalho e lead time.

A pesquisa de Rasheed *et al.* (2023) investigou a integração da gestão da sustentabilidade e práticas *lean* em PMEs, explorando o papel da inovação de processos na melhoria do desempenho da cadeia de suprimentos. Os resultados indicaram que a otimização de processos, incluindo a implementação do *one-piece flow*, contribui para o desempenho aprimorado da cadeia de suprimentos em PMEs.

Além das ferramentas tradicionais, novas abordagens integradas têm emergido com base na incorporação de tecnologias digitais ao *lean production*. Estudos recentes indicam que tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA), *big data* e sistemas ciberfísicos estão sendo cada vez mais aplicadas na manufatura, com foco na minimização de desperdícios, automação de decisões e melhoria contínua dos processos (Alsadi *et al.*, 2023). Essas tecnologias permitem análises preditivas e reações em tempo real, otimizando a eficiência e a adaptabilidade em ambientes produtivos dinâmicos (Alsadi *et al.*, 2023).

Outro estudo recente realizado por Alexander e Saleeshya (2022) avaliou qualitativamente diferentes métodos de avaliação do *lean*, reforçando a necessidade de customização das ferramentas conforme o setor e o porte da empresa. Essa perspectiva é especialmente útil para o contexto das PMEs, nas quais a adoção de ferramentas precisa considerar fatores como a maturidade organizacional e a disponibilidade de recursos.

A escolha e aplicação dessas ferramentas devem considerar as características específicas de cada organização e seus processos. Estudos como o de Sinkamba *et al.* (2023)

evidenciam a eficácia dessas ferramentas na redução de desperdícios e na melhoria da eficiência operacional em PMEs do setor de alimentos e bebidas na Tanzânia.

3.1.4 Aplicação do *lean production* em PMEs

A aplicação de ferramentas do *lean production*, tem ganhado relevância em diversos setores industriais devido ao seu potencial de promover melhorias na eficiência operacional, redução de desperdícios, aumento da produtividade e crescimento socioeconômico. No entanto, quando se trata de pequenas e médias empresas (PMEs) agroindustriais, especialmente aquelas voltadas ao processamento de amendoim, observa-se uma lacuna significativa na literatura científica, conforme destacam diversos autores.

Rodrigues (2020), em revisão sistemática da literatura, identificou que o agronegócio ainda apresenta participação incipiente nos estudos sobre *lean production*, principalmente no que se refere às aplicações práticas. Apesar dessa limitação, o autor destaca que as iniciativas relatadas apontam resultados favoráveis em termos de eficiência, organização e competitividade. Em sentido semelhante, Saito *et al.* (2018), ao realizarem um levantamento bibliométrico, observaram que apenas 2,24% dos artigos publicados em periódicos brasileiros de Engenharia de Produção tratavam da aplicação do *lean* na indústria agroalimentar. Esse dado evidencia não apenas uma lacuna científica, mas também a necessidade de ampliar investigações em setores nos quais os ganhos operacionais podem ser relevantes.

Silva *et al.* (2019), com base em estudos de caso realizados em oito agroindústrias brasileiras, demonstraram que ferramentas como o mapeamento do fluxo de valor (*value stream mapping*), o 5S, o *just-in-time* e o *kanban* podem ser aplicadas com resultados positivos nesse contexto. Segundo os autores, essas práticas contribuíram para reduzir desperdícios, melhorar a organização do ambiente produtivo e ampliar o controle dos processos. Mais do que indicar um conjunto de ferramentas, o estudo mostra que a lógica enxuta pode ser adaptada a operações agroindustriais, desde que se considerem as especificidades de cada empresa e de cada processo.

No caso específico do processamento de amendoim, ainda são escassos os trabalhos que documentam de forma sistemática a adoção do *lean production*. Ainda assim, a própria natureza das operações envolvidas nesse segmento sugere potencial para a aplicação de práticas enxutas. Etapas como recepção, secagem, beneficiamento, classificação e empacotamento exigem coordenação entre fluxos, padronização de procedimentos, controle de tempos e

redução de perdas. Nesse sentido, ferramentas como SMED, gestão visual, padronização do trabalho e análise de fluxo mostram-se teoricamente aderentes a esse tipo de operação. Roriz, Nunes e Sousa (2017), embora tenham estudado uma empresa do setor de embalagens, verificaram redução de 47% no tempo de setup após a aplicação de práticas enxutas. Embora esse resultado não possa ser transferido automaticamente para o processamento de amendoim, ele sugere que intervenções voltadas à redução de tempos de preparação também podem ser relevantes em contextos agroindustriais marcados por trocas de produto, variações de especificação e necessidade de maior fluidez operacional.

Essa lacuna entre o potencial de aplicação e a produção empírica disponível também aparece na revisão conduzida por Lopes, Cruz e Santos (2025). Ao analisarem 53 trabalhos científicos, os autores identificaram que apenas seis abordavam aplicações práticas do *lean* no agronegócio. O estudo mostra, portanto, que ainda há um distanciamento entre a discussão teórica e a adoção efetiva de práticas enxutas nas PMEs do setor. Entre os fatores associados a esse cenário, os autores destacam limitações de capacitação, resistência à mudança organizacional e ausência de dados estruturados para apoiar a tomada de decisão.

Diante desse quadro, torna-se relevante investigar a adoção do *lean production* em PMEs processadoras de amendoim, especialmente em regiões paulistas com inserção expressiva nessa cadeia produtiva, como a Alta Paulista. Nesse contexto, a aplicação de práticas enxutas pode contribuir para melhorar a eficiência produtiva, fortalecer a sustentabilidade operacional e financeira das empresas e gerar efeitos positivos ao longo da cadeia de valor do agronegócio.

Molla *et al.* (2021) investigaram a relação entre a implementação dos princípios do *lean production* e o desempenho de PMEs da indústria de alimentos na província de Khuzestan, no Irã. Os autores utilizaram um desenho de correlação causal para examinar de que modo a adoção de práticas enxutas influenciava o desempenho dessas empresas. Os resultados indicaram que a gestão do relacionamento com clientes, a gestão de recursos humanos e o empoderamento dos colaboradores figuraram entre os fatores de maior impacto para o sucesso da implementação. O estudo também apontou efeitos positivos do *lean* sobre o desempenho organizacional, reforçando o entendimento de que sua adoção depende não apenas de ferramentas operacionais, mas também de condições gerenciais e humanas que sustentem a melhoria contínua.

Na mesma direção, Alexander e Saleeshya (2022) avaliaram qualitativamente diferentes métodos de avaliação do *lean* e destacaram a necessidade de adaptar as ferramentas ao setor e ao porte da empresa. Essa observação é particularmente importante para as PMEs,

nas quais a disponibilidade de recursos, a maturidade organizacional e a capacidade gerencial influenciam diretamente a forma de implementação. Aadithya, Asokan e Vinodh (2023) também ressaltam esse ponto ao proporem um framework de implementação do *lean* aplicável à indústria de manufatura e potencialmente adaptável ao setor de alimentos. Para os autores, o êxito da implementação depende de uma abordagem estruturada, que envolva diagnóstico inicial, definição de indicadores de desempenho, capacitação da liderança, envolvimento dos diferentes níveis organizacionais e ciclos permanentes de melhoria.

Em conjunto, esses estudos indicam que a aplicação do *lean production* em PMEs não deve ser compreendida como mera reprodução de práticas desenvolvidas em grandes empresas. Trata-se, antes, de um processo de adaptação às condições organizacionais, setoriais e territoriais em que essas empresas operam. No caso das PMEs processadoras de amendoim, essa discussão é particularmente pertinente, pois envolve a articulação entre eficiência operacional, padronização, qualidade e competitividade em uma cadeia agroindustrial que apresenta crescente importância econômica e exigências cada vez mais rigorosas de desempenho.

3.1.5 Desafios na implementação do *lean production* em PMEs

Esta seção analisa os principais desafios enfrentados por pequenas e médias empresas (PMEs) na implementação dos princípios do *lean production*, considerando suas particularidades estruturais, organizacionais, culturais e financeiras. Embora o *lean production* seja amplamente reconhecido por sua capacidade de promover ganhos de eficiência, redução de desperdícios e melhoria contínua, sua adoção em empresas de menor porte não ocorre de forma linear. Em PMEs, limitações de recursos, menor formalização de processos, estruturas organizacionais enxutas e reduzida maturidade tecnológica tendem a ampliar a complexidade da implementação (Anuar *et al.*, 2023).

A literatura recente mostra que os desafios à adoção do *lean production* em PMEs não se restringem ao domínio técnico das ferramentas. Barreiras como resistência à mudança, limitação de conhecimento especializado e dificuldade de manter comprometimento contínuo com as práticas enxutas aparecem de forma recorrente, especialmente em economias emergentes e em setores produtivos mais sensíveis à variabilidade operacional (Shrimali; Soni, 2024). No setor agroindustrial, essas dificuldades podem ser agravadas por fatores como sazonalidade da produção, oscilação na oferta e na qualidade da matéria-prima e exigências

regulatórias mais rigorosas, que afetam a estabilidade dos processos e a padronização das rotinas.

Anuar *et al.* (2023), ao investigarem PMEs participantes do *Lean Transformation Project* realizado na Malásia, identificaram desafios relacionados à resistência da força de trabalho, à limitação de recursos, à dificuldade de aquisição de conhecimento e à necessidade de suporte efetivo da liderança. O estudo evidencia que a transformação enxuta, em empresas de menor porte, exige acompanhamento contínuo e adaptação às condições organizacionais concretas. Em direção semelhante, Molla *et al.* (2021), ao analisarem PMEs do setor alimentício no Irã, observaram que a implementação do *lean production* encontra entraves importantes na falta de conhecimento técnico e na resistência interna, mesmo em ambientes nos quais os benefícios potenciais da abordagem já são reconhecidos pelos gestores.

No caso das PMEs processadoras de alimentos, os obstáculos à implementação tornam-se ainda mais específicos. Dora, Kumar e Gellynck (2015) demonstram que a adoção do lean nesse segmento é condicionada por fatores internos, como disponibilidade de recursos, capacitação e apoio gerencial, e por fatores externos, como variabilidade da matéria-prima, exigências de qualidade e segurança dos alimentos e restrições operacionais próprias do setor. Em complemento, Dora e Gellynck (2015), ao proporem o modelo *House of Lean for Food Processing SMEs*, reforçam que a implementação em PMEs do setor alimentício requer uma abordagem estruturada, construída a partir das necessidades e características dessas empresas, com ênfase em liderança, foco no cliente, decisão baseada em fatos e integração entre eficiência operacional e segurança dos alimentos. Na mesma direção, Dora *et al.* (2013) observaram que a aplicação do *lean* em PMEs europeias de processamento de alimentos ainda se encontrava em estágio inicial, mas já apresentava associação com melhor desempenho operacional quando sustentada por fatores críticos como comprometimento da liderança, capacitação, comunicação e envolvimento dos colaboradores.

Em países em desenvolvimento, esses entraves tendem a ser ampliados por restrições socioeconômicas mais severas. Sinkamba *et al.* (2023), em estudo realizado na Tanzânia, mostraram que a implementação do *lean production* enfrenta obstáculos adicionais, entre eles insuficiência de capacitação técnica, limitação de capital para aquisição de tecnologias compatíveis e barreiras culturais. Esses resultados reforçam a necessidade de adaptar o *lean* à realidade socioeconômica local, sobretudo em contextos caracterizados por escassez de recursos e menores níveis de formação técnica. Nessa mesma linha, Yadav *et al.* (2019) destacam que escassez de recursos financeiros, resistência cultural à mudança, baixa

capacitação técnica e falta de comprometimento da alta gestão figuram entre as barreiras mais recorrentes à implementação do *lean* em PMEs.

Esses achados indicam que a implementação do *lean production* em PMEs demanda estratégias ajustadas às características e peculiaridades de cada organização. Não se trata apenas de selecionar ferramentas, mas de construir condições mínimas para que elas sejam sustentadas ao longo do tempo. Aadithya, Asokan e Vinodh (2023) ressaltam que o sucesso da implementação depende de uma abordagem estruturada, capaz de integrar diagnóstico inicial, definição de indicadores de desempenho, capacitação da liderança, envolvimento dos diferentes níveis organizacionais e ciclos permanentes de melhoria. Nesse contexto, dificuldades como falhas de comunicação, baixo envolvimento da equipe, lentidão na tomada de decisão, ausência de integração entre áreas e insuficiente apoio da alta administração, não devem ser tratadas como problemas isolados, mas como expressões de fragilidades organizacionais mais amplas.

Adicionalmente, Panigrahi *et al.* (2023) evidenciaram, por meio de modelagem estatística (PLS-SEM), que as práticas *lean* têm efeito positivo direto no desempenho operacional e no resultado financeiro das PMEs, especialmente quando há integração entre indicadores estratégicos e cultura organizacional. Complementarmente, estudos recentes sugerem que, em contextos de crise, como os vivenciados durante a pandemia, o *lean* se apresenta não apenas como uma abordagem de eficiência, mas como uma filosofia de resiliência, fortalecendo os mecanismos de controle gerencial e promovendo sustentabilidade de longo prazo (Perdriaud, 2023).

No caso das PMEs processadoras de amendoim, essas limitações assumem relevância adicional. Além das barreiras comuns às empresas de menor porte, essas organizações operam em uma cadeia sujeita à sazonalidade da produção, à variabilidade da matéria-prima, às exigências de qualidade e segurança dos alimentos e às pressões crescentes por conformidade sanitária e competitividade internacional. Aldave-Vasquez, Morales-Vargas e Corzo-Chavez (2024), ao analisarem uma indústria de *snacks* de amendoim, mostraram que a aplicação do *lean production* nesse segmento requer ajustes operacionais finos para reduzir desperdícios e preservar a produtividade, especialmente em períodos de maior pressão sobre o sistema produtivo.

Embora o contexto das empresas processadoras de amendoim possua especificidades regionais, estudos realizados por Silva *et al.* (2019) na Zona Franca de Manaus indicam que PMEs brasileiras compartilham desafios semelhantes na aplicação das práticas *lean*, como a escassez de mão de obra qualificada, a dificuldade em manter a padronização dos processos e o baixo engajamento da liderança. Além disso, foi observado que a aplicação de

ferramentas como o 5S e o mapeamento do fluxo de valor tende a ter melhor desempenho quando há um esforço coletivo de mudança cultural. Esses achados podem ser extrapolados para empresas do setor alimentício, como as processadoras de amendoim, especialmente quando localizadas em regiões periféricas e com limitações estruturais semelhantes.

As aflatoxinas, micotoxinas tóxicas produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*, representam um dos principais riscos à cadeia do amendoim. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) estabelece um limite máximo tolerado (LMT) de 20 µg/kg para a soma de aflatoxinas B1, B2, G1 e G2 em amendoim destinado ao consumo (Anvisa, 2011). Entretanto, mercados internacionais, como a União Europeia, possuem limites mais restritivo, por exemplo, 2 µg/kg para B1 e 4 µg/kg para o total de aflatoxinas (União Europeia, 2023). Essas diferenças regulatórias criam barreiras comerciais e exigem que os exportadores adotem sistemas de controle mais rigorosos em pré-colheita, pós-colheita, armazenamento e processamento (Codex Alimentarius, 2004; Bassani *et al.*, 2023).

Diante dessas exigências, a literatura evidencia um movimento de maior coordenação vertical e adoção de práticas de prevenção ao nível do campo, por meio da assistência técnica, de Boas Práticas Agrícolas (BPA), da colheita em tempo adequado, da secagem eficiente, da redução da umidade e do uso de técnicas adequadas de armazenamento (Embrapa, 2008). Além disso, medidas como planos de amostragem robustos, análises laboratoriais acreditadas e protocolos específicos para exportação têm sido empregados para assegurar a conformidade (Brasil, s.d.). Estudos recentes destacam que, mesmo em produtos processados ou confeitados à base de amendoim, ainda há risco de contaminação por aflatoxinas, reforçando a necessidade de controles rigorosos e contínuos ao longo da cadeia produtiva (Silva *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2025). Essas práticas, quando incorporadas em pequenas e médias empresas (PMEs), estão diretamente relacionadas à competitividade no mercado internacional, à sustentabilidade do setor e à segurança alimentar.

Outro fator de destaque é o papel das políticas públicas e arranjos produtivos locais (APLs) na difusão do conhecimento *lean*. Segundo Telerman (2022), iniciativas regionais voltadas ao fortalecimento de APLs no setor agroindustrial podem oferecer suporte técnico e capacitação, reduzindo assim as barreiras à implementação do *lean* nas pequenas agroindústrias de amendoim da Alta Paulista.

3.1.6 Principais desafios identificados para elaboração do formulário de pesquisa

Nesta seção, são discutidos os principais desafios para a implementação do *lean production* em PMEs conforme os dados levantados a partir da fundamentação conceitual para estruturação do formulário aplicado e da literatura científica analisada. Estes desafios foram separados em nove itens, que se inter-relacionam e evidenciam a complexidade da aplicação do *lean productin* no contexto das pequenas e médias empresas, especialmente na agroindústria.

Inicialmente, destaca-se o desafio da adaptação. A estrutura dos modelos *lean*, originalmente concebidos para grandes corporações, não se adapta automaticamente à realidade das PMEs, particularmente no setor agroindustrial. As dificuldades residem na limitação de recursos, flexibilidade organizacional e menor nível de formalização dos processos. Estudos apontam que essas estruturas precisam ser redesenhadas conforme a escala e contexto da empresa (Palange; Dhatrak, 2021; Batwara *et al.*, 2024; Deshmukh *et al.*, 2022). Essa necessidade de adaptação torna-se ainda mais evidente quando se analisam os métodos aplicados. No setor agroindustrial, a sazonalidade, variabilidade produtiva e ausência de padronização comprometem a eficácia dos métodos *lean* tradicionais. Além disso, muitas PMEs carecem de processos documentados e práticas consistentes que possibilitem o monitoramento e a melhoria contínua (Prasad *et al.*, 2021; Moeuf *et al.*, 2016; Seleem *et al.*, 2020; Satolo *et al.*, 2020).

Outro ponto crítico diz respeito à integração entre *lean production*, práticas ambientais e tecnologias da Indústria 4.0, que enfrenta barreiras significativas em PMEs. Isso decorre da baixa infraestrutura tecnológica, falta de qualificação técnica e recursos financeiros escassos, dificultando o alinhamento entre eficiência produtiva e sustentabilidade (Gaikwad; Sunnapwar, 2020; Rossini *et al.*, 2021; Martínez-Jurado; Moyano-Fuentes, 2022; Deshmukh *et al.*, 2022). Essas dificuldades se intensificam na fase de execução das práticas *lean*, momento em que as PMEs enfrentam instabilidades operacionais, ausência de padronização e processos frágeis. Essas limitações técnicas e estruturais tornam desafiadora a manutenção das práticas *lean* ao longo do tempo (Bashar *et al.*, 2021; Rahmanasari; Sutopo; Rohani, 2021; Gebeyehu; Abebe; Gochel, 2022; Garcia-Garcia *et al.*, 2021; Hartini; Manurung; Rumita, 2021).

Além disso, as barreiras humanas são recorrentes. Lideranças centralizadoras e despreparadas comprometem o sucesso da implementação, somando-se à falta de capacitação dos colaboradores para operar tecnologias *lean* e da Indústria 4.0. A ausência de programas contínuos de treinamento e as resistências culturais internas dificultam a consolidação do *lean production* (Moeuf *et al.*, 2016; Alefari; Almani; Saloni, 2020; Batwara *et al.*, 2024; Satolo

et al., 2020; Bashar *et al.*, 2021; Prasad *et al.*, 2021). Essas questões também se relacionam à dimensão organizacional, uma vez que muitas PMEs operam com baixo grau de formalização, expresso na ausência de procedimentos documentados e de organogramas funcionais. Como já discutido anteriormente, essa característica pode ser ainda mais acentuada em empresas familiares de menor porte, nas quais a sobreposição entre relações pessoais e funções organizacionais tende a dificultar a delegação de responsabilidades e o controle dos processos. Soma-se a isso a ausência de planejamento estruturado antes da implementação, fator que também compromete os resultados (Santos *et al.*, 2021).

No campo da estratégia, a ausência de direcionamento estratégico e de integração com os demais elos da cadeia produtiva são entraves para o *lean production* em PMEs. Estudos indicam que lideranças sem visão sistêmica não conseguem alinhar os esforços internos e externos necessários para a consolidação das práticas do *lean* (Abu *et al.*, 2021; Sahoo, 2020; Huang *et al.*, 2022; Palange; Dhattrak, 2020). A falta de incentivos também impacta significativamente esse cenário, uma vez que, diferente das grandes empresas, muitas PMEs não recebem suporte governamental ou institucional para aplicar práticas do *lean production*, ajuda de custos, melhorias na gestão e até políticas públicas. A ausência de incentivos públicos reduz as chances de investimento em melhorias operacionais (Abu *et al.*, 2019).

Por fim, as limitações financeiras representam uma das maiores barreiras à digitalização e modernização das PMEs. As restrições orçamentárias limitam investimentos em consultoria, aquisição de tecnologia, treinamento e melhoria de processos (Abu *et al.*, 2019; Hartini; Manurung; Rumita, 2021; Rezaie *et al.*, 2018; Rossini *et al.*, 2021). Esses desafios, quando considerados em conjunto, revelam a necessidade de abordagens específicas para a realidade das PMEs, visando adaptar o pensamento *lean* a suas características e restrições particulares.

3.1.7 Desafios em PMEs familiares

A adoção do *lean* em PMEs familiares apresenta barreiras persistentes: capacidade financeira limitada, escassez de competências internas, baixa maturidade de processos, resistência cultural e pressão por entrega de curto prazo (Moeuf *et al.*, 2016; Maware *et al.*, 2022). Em empresas familiares, a evitação de hierarquias formais para reduzir atritos pessoais fragiliza papéis e rotinas, dificultando a estabilização do sistema enxuto. Estudos recentes com foco em PMEs sustentáveis mostram que liderança, aprendizagem organizacional e redes de apoio (universidades, associações) moderam essas barreiras (Madrid-Guijarro *et al.*, 2024).

Para PMEs do amendoim, recomenda-se uma governança leve ambientada no contexto da manufatura enxuta. Assim, sugere-se: (i) papéis definidos por processo, não por cargo familiar; (ii) reuniões curtas no gembá (15 minutos, metas/processo/variações), complementadas por gestão visual; (iii) regras de escalonamento (parar linha, segregar lote, acionar análise) ligadas a PCCs³ (umidade, temperatura, aflatoxina); (iv) A3s curtos para solução de problemas recorrentes (ex.: umidade de entrada, tempo de secagem, refugo) com follow-up e padronização; e (v) treinamento contínuo e modular (microaprendizagem). Tais práticas espelham princípios destacados na literatura *lean*: a estabilidade organizacional e a clareza operacional são reforçadas por gestão visual integrada, que favorece transparência no fluxo e engajamento da equipe (Torghabehi *et al.*, 2016), enquanto o método A3 atua como estrutura de solução colaborativa e aprendizado contínuo, documentando causas, contramedidas e seguimento (Schwagerman; Ulmer, 2013). Ao alinhar estrutura leve e ferramentas enxutas, reduz-se atrito organizacional, estabiliza-se a rotina produtiva e amplifica-se a capacidade de execução.

Na dimensão financeira e tecnológica, arranjos colaborativos (APLs) e políticas de fomento podem viabilizar o compartilhamento de recursos críticos, como infraestrutura laboratorial para análises por ELISA⁴ e HPLC⁵, empregadas no monitoramento de aflatoxinas e de outros parâmetros de qualidade, além de equipamentos de secagem artificial, fornos, e sistemas de seleção óptica. Essas práticas foram aplicadas em redes hospitalares (*lean healthcare*) e podem contribuir para estruturar iniciativas de “*lean no agro*”, com indicadores padronizados de rede, como *lead time* “fazenda-fábrica”, percentual de rejeição por aflatoxina, consumo de energia em kWh/kg e ciclos regionais de PDCA (Fuentes *et al.*, 2023; Talero-Sarmiento *et al.*, 2024).

3.2 Cadeia de suprimentos do amendoim

A cadeia de suprimentos do amendoim pode ser caracterizada como um sistema composto por múltiplos atores, interdependente e sensível a requisitos regulatórios e sanitários, no qual atividades de fornecimento de insumos, produção agrícola, beneficiamento,

³ PCCs: Pontos Críticos de Controle, isto é, etapas, procedimentos ou pontos do processo em que o controle é essencial para prevenir, eliminar ou reduzir um perigo relacionado à segurança dos alimentos a níveis aceitáveis.

⁴ ELISA: sigla de *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*, método imunoenzimático amplamente utilizado para triagem analítica, inclusive na detecção preliminar de aflatoxinas em alimentos.

⁵ HPLC: sigla de *High-Performance Liquid Chromatography* ou cromatografia líquida de alta eficiência, técnica analítica empregada para separação, identificação e quantificação de compostos, inclusive aflatoxinas, com maior precisão.

processamento, armazenagem, transporte, comercialização e exportação são integradas por mecanismos de coordenação formal e informal. Evidências empíricas recentes mapeiam os principais atores e seus relacionamentos, destacando gargalos clássicos, como, padronização de qualidade, perdas pós-colheita, variabilidade de matéria prima e ineficiências logísticas, e oportunidades de *upgrading* por meio de tecnologias de classificação, rastreabilidade e melhoria de processos (Odunga *et al.*, 2025; Sakha; Jefwa; Gweyi-Onyango, 2022).

No elo de processamento, etapas como classificação ótica, *blanching* e segregação por densidade específica são empregadas para remover grãos defeituosos e, com isso, mitigar lotes com aflatoxinas, que é uma condição crítica para habilitação de plantas e lotes destinados ao mercado europeu (Whitaker, 1997; Cole, 2015). Em cadeias exportadoras, conformidade sanitária e rastreabilidade exigem planos de amostragem oficiais e métodos analíticos validados (ELISA/HPLC) com documentação associada, conforme o arcabouço europeu e Regulamentos (CE) n.º 1831/2003 (limites máximos) e n.º 1831/2003 (amostragem e desempenho analítico). Sínteses recentes sobre armazenamento de amendoim reforçam que o controle de variáveis de processo (p. ex., oxidação lipídica, umidade/atividade de água) e boas práticas reduzem perdas e sustentam o valor agregado ao longo da pós-colheita (Yang; Chen; Chen, 2025).

A aflatoxina permanece o risco central. Revisões e estudos de referência indicam que condições de campo, secagem insuficiente, armazenagem com alta umidade/temperatura e falhas no beneficiamento são fatores predisponentes para contaminação em amendoim (Waliyar *et al.*, 2015; Bediako *et al.*, 2019). A mitigação combina prevenção (cultivares e manejo, secagem rápida, boas práticas), triagem e segregação (seleção ótica/por cor e gravimétrica; branqueamento) e monitoramento analítico com amostragem robusta; para exportação, exigem-se limites máximos e procedimentos de autocontrole alinhados a regulamentos internacionais, como o Reg. (UE) 2023/915 e o padrão chinês GB 2761 (EUROPEAN UNION, 2023; HE *et al.*, 2023). Em contextos de PMEs, intervenções de extensão e práticas integradas ao longo da cadeia (treinamento, melhoria de armazenagem e processamento) reduzem variabilidade e reprovações de lotes (SugrI *et al.*, 2017; Waliyar *et al.*, 2015).

A literatura aplicada descreve que o arranjo entre processamento e mercados se beneficia de rotas de destinação que maximizam valor (*snacks*, pastas, óleo) e do aproveitamento de rejeitos/coprodutos, desde que combinados com controles de qualidade e inocuidade (FAO/INPhO, 2002; CODEX ALIMENTARIUS, 2004). Em particular, branqueamento + seleção eletrônica por cor têm histórico de redução substancial de aflatoxinas em lotes contaminados, com evidências de programas industriais que reportam reduções médias

próximas a 90% quando o binômio é aplicado de forma sequencial (Whitaker *et al.*, 1995; Pelletier; Reizner, 1992; Galvez *et al.*, 2003). Processos térmicos subsequentes, como torrefação, também contribuem para redução adicional dependendo do perfil de tempo/temperatura (Martins *et al.*, 2017).

Do ponto de vista gerencial, a interface entre *lean production* e *supply chain management* (SCM) no amendoim envolve: (i) nivelamento e sincronização de fluxos (*pull*, *heijunka*) entre fazendas, beneficiadores e processadores; (ii) VSM estendido para identificar desperdícios interorganizacionais (estoques intermediários, esperas, retrabalhos e transportes); (iii) padronização e *poka-yoke* em etapas críticas (classificação/inspeção, limpeza e *blanching*); e (iv) integração de informações para rastreabilidade, resposta a não conformidades e cumprimento regulatório. Essa perspectiva sustenta hipóteses de pesquisa sobre fatores críticos de sucesso na implantação do *lean* em PMEs processadoras quando analisadas no contexto da cadeia, e não apenas intra-empresa (Dora *et al.*, 2014; Garza-Reyes, 2015).

Compreender a cadeia de suprimentos do amendoim exige uma análise estruturada de suas etapas constitutivas, desde a provisão de insumos até o consumo final. Para isso, o Quadro 4 sistematiza os principais processos envolvidos, distinguindo claramente os momentos de produção agrícola, processamento primário, beneficiamento, processamento industrial, além das fases de logística, comercialização e consumo (FAO/INPhO, 2002; MAPA, 2016; CODEX ALIMENTARIUS, 2004; ANVISA, 2022; EUROPEAN UNION, 2023).

No Quadro 4, é apresentado de forma estruturada as principais etapas que compõem a cadeia de suprimentos do amendoim, desde a fase de insumos agrícolas até o consumo final. Observa-se que o processo se inicia com a aquisição de sementes certificadas, fertilizantes, defensivos e insumos tecnológicos, seguido pelas práticas agrícolas de plantio, manejo e colheita, caracterizando a produção primária (FAO/INPhO, 2002; MAPA, 2016).

Em sequência, após o transporte e recebimento nos armazéns, inicia-se o processamento primário, que abrange etapas como secagem, limpeza, descascamento e classificação dos grãos (FAO/INPhO, 2002; CODEX, 2004). Essas operações são fundamentais para a redução de impurezas, a preservação da qualidade e a preparação da matéria-prima para as fases subsequentes da cadeia.

Quadro 4 – Etapas da cadeia de produção e processamento do amendoim

Etapas	Descrição	Classificação	Referência
Insumos agrícolas	Arrendamento de terras, produção/aquisição de sementes certificadas, fertilizantes, defensivos, máquinas e irrigação.	Pré-produção	FAO/INPhO (2002); MAPA IN nº 32/2016.
Plantio e manejo cultural	Preparo do solo, semeadura, tratos culturais (adubação, controle de pragas, irrigação).	Produção agrícola	FAO/INPhO (2002); MAPA IN nº 32/2016.
Colheita	Arranquio mecânico/manual, inversão das plantas e secagem inicial no campo.	Produção agrícola	FAO/INPhO (2002); MAPA IN nº 32/2016.
Transporte pós-colheita	Movimentação da lavoura até unidades de recebimento (silos ou secadores).	Produção agrícola	FAO/INPhO (2002); MAPA IN nº 32/2016.
Recebimento e pesagem	Conferência do lote, amostragem e registro inicial.	Logística primária	ISO 22000 (2018); BRCGS (2020)
Secagem	Redução da umidade em secadores artificiais ou natural para evitar fungos.	Processamento primário	FAO/INPhO (2002); Codex CXC 55-2004.
Limpeza e pré-limpeza	Remoção de impurezas (terra, pedras, galhos).	Processamento primário	FAO/INPhO (2002); Codex CXC 55-2004.
Descascamento / Desvagem	Separação do grão da casca.	Processamento primário	FAO/INPhO (2002); Codex CXC 55-2004.
Classificação por tamanho e cor	Seleção por densidade, diâmetro e cor.	Beneficiamento	FAO/INPhO (2002); Codex CXC 55-2004.
Branqueamento (<i>blanching</i>)	Remoção da película do grão por calor, abrasão ou vapor.	Beneficiamento	Codex CXC 55-2004
Seleção eletrônica / manual	Eliminação de grãos defeituosos ou contaminados.	Beneficiamento	MAPA IN nº 32/2016; Codex CXC 55-2004
Torrefação	Uso de calor controlado para desenvolver sabor e reduzir umidade.	Beneficiamento	FAO/INPhO (2002).
Moagem / trituração	Produção de pasta, manteiga, farinha ou granulado.	Processamento industrial	FAO/INPhO (2002).

Cobertura / confeitaria	Produção de doces (paçoca, pé de moleque, chocopé etc.).	Processamento industrial	FAO/INPhO (2002).
Controle de aflatoxinas	Amostragem e análises laboratoriais (HPLC, ELISA).	Controle de qualidade	ANVISA RDC nº 722/2022; IN nº 160/2022; Reg. (UE) 2023/915; Waliyar <i>et al.</i> , 2015; Sugri <i>et al.</i> , 2017.
Armazenamento	Grãos e derivados em silos, câmaras frias ou embalagens específicas.	Logística interna	FAO/INPhO (2002).
Embalagem	Embalagens a vácuo, atmosfera modificada ou convencional.	Logística interna	FAO/INPhO (2002).
Distribuição e exportação	Transporte interno e internacional, cumprimento de protocolos sanitários (MAPA, UE, China).	Logística externa	MAPA IN nº 32/2016; Reg. (UE) 2023/915.
Comercialização	Venda no mercado interno e externo, negociações com atacadistas, indústrias e exportadores.	Comercialização	FAO/INPhO (2002).
Consumo final	Amendoim in natura, torrado, confeitado ou processado em derivados.	Consumo	FAO/INPhO (2002).

Fonte: O Auto

Posteriormente, são realizadas operações de beneficiamento e processamento industrial, incluindo branqueamento, seleção eletrônica, torrefação, moagem e transformação em derivados, como doces, pastas e confeitados, etapas em que se concentram importantes riscos relacionados à contaminação por aflatoxinas e, por isso, demandam controles preventivos e monitoramento contínuo ao longo do processo (Waliyar *et al.*, 2015; Sugri *et al.*, 2017).

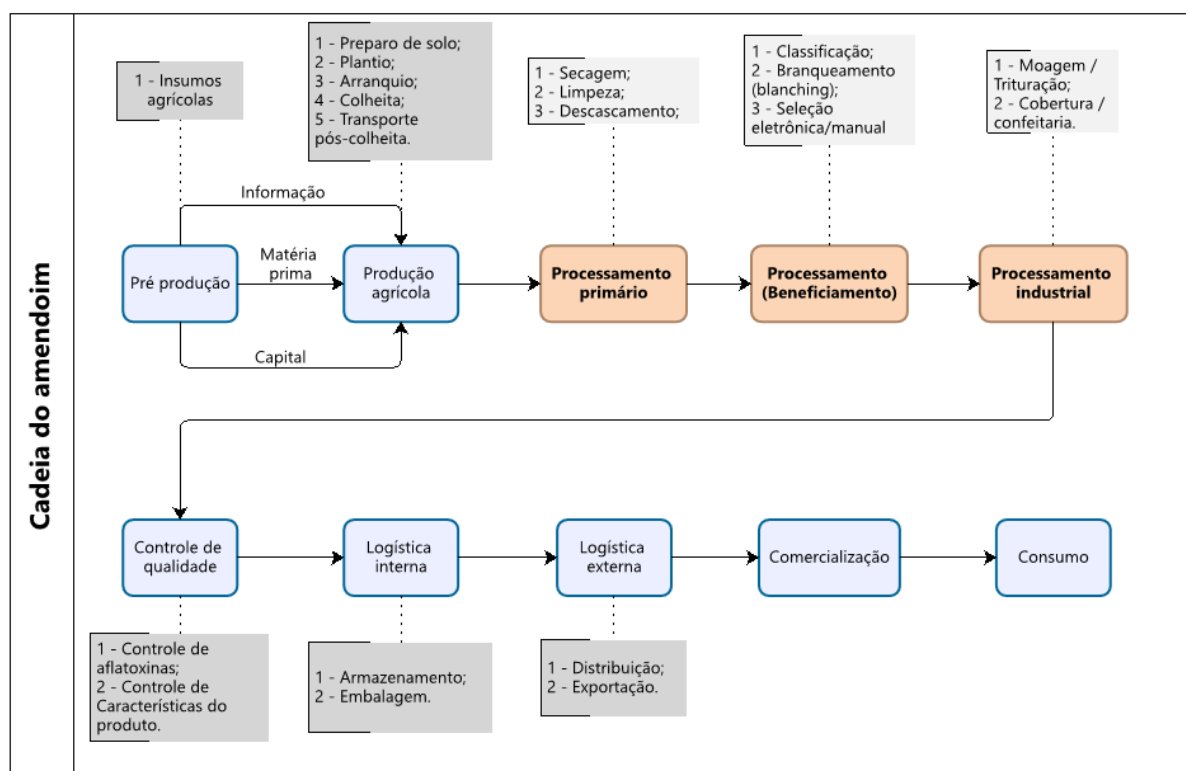
Além disso, a cadeia contempla atividades de controle de qualidade, com destaque para a análise de aflatoxinas, que deve ser observada desde o recebimento e beneficiamento da matéria-prima até o processamento industrial e a fabricação de derivados, inclusive confeitados, a fim de atender às exigências dos mercados interno e externo (ANVISA, 2022; UNIÃO EUROPEIA, 2023).

Por fim, as etapas de armazenamento, embalagem, distribuição, comercialização e consumo asseguram a integração entre agricultura, indústria e mercado consumidor,

evidenciando o caráter sistêmico da cadeia do amendoim (Knol *et al.*, 2018; Alkhoraif *et al.*, 2019).

A partir da estrutura sistematizada no Quadro 4, a Figura 7 apresenta de forma esquemática o fluxo da cadeia do amendoim, permitindo visualizar de maneira integrada as etapas produtivas, de beneficiamento e industriais, bem como seus pontos de interface com logística e controle de qualidade.

Figura 7 – Fluxograma da cadeia de suprimentos do amendoim



Fonte: O Autor.

A Figura 7 ilustra a cadeia do amendoim, onde a pesquisa concentrou-se nas etapas situadas com destaque para as três etapas centrais (em laranja): processamento primário, beneficiamento e processamento industrial, justamente aquelas onde se aplicam práticas do *lean production* no âmbito deste trabalho. entre o processamento primário, o processamento de beneficiamento/branqueamento (*blanching*) e o processamento industrial. Esse recorte é justificado por representarem o ponto de transição entre a produção agrícola e a agregação de valor industrial, momento em que se intensificam os requisitos de padronização, segurança de alimentos e conformidade regulatória (MAPA, 2016; ANVISA, 2022; UNIÃO EUROPEIA, 2023). Nessas fases, concentram-se as operações mais críticas em termos de controle de

aflatoxinas, rastreabilidade e diferenciação de produtos, impactando diretamente a eficiência operacional e a competitividade da cadeia (Waliyar *et al.*, 2015; Sugri *et al.*, 2017).

No processamento primário, operações como secagem, limpeza e descascamento configuram o “gargalo de transição” entre a produção agrícola e a manufatura, exigindo processos consistentes que minimizem perdas por qualidade e contaminação. Já no beneficiamento, com branqueamento, classificação e seleção eletrônica/manual, ocorre o refinamento do padrão de produto, etapa em que muitos dos desperdícios operacionais pode ser reduzido pela aplicação de *lean tools* como 5S, *kaizen* e fluxos contínuos. Finalmente, no processamento industrial, que envolve moagem/trituração e aplicações em confeitaria, exige-se sincronização e padronização para garantir eficiência, qualidade e conformidade com limites de aflatoxinas.

Complementarmente, são contemplados os elos de controle de qualidade, com ênfase no monitoramento de aflatoxinas e na verificação das características do produto, em consonância com os padrões estabelecidos por organismos internacionais e legislações nacionais e estrangeiras (ANVISA, 2022; UNIÃO EUROPEIA, 2023). As etapas de logística interna e externa abrangem atividades de armazenamento, embalagem, distribuição e exportação, assegurando a movimentação adequada do produto ao longo da cadeia. Por fim, a comercialização conecta o setor produtivo tanto ao mercado interno quanto ao externo, envolvendo matéria-prima e produtos acabados, como confeitos, pastas e óleos, o que evidencia o caráter sistêmico e integrado dessa cadeia agroindustrial (FAO/INPhO, 2002; CODEX ALIMENTARIUS, 2004; Waliyar *et al.*, 2015; Sugri *et al.*, 2017).

A literatura recente confirma a aplicabilidade de *lean manufacturing* em indústrias de alimentos e de processamento: por exemplo, Matindana *et al.* (2025) realizaram estudo em pequenas unidades de alimentos e bebidas na Tanzânia, identificando que ferramentas como 5S, mapeamento de fluxo de valor e *just-in-time* são preditores fortes de melhoria de output no contexto de SMEs do setor alimentar. Além disso, Dora *et al.* (2014) observaram que a adoção de práticas *lean* em PMEs alimentícias ainda é incipiente, especialmente em operações contínuas e processos com alta variabilidade de matéria-prima. Em linha semelhante, Veseli *et al.* (2024) mostraram que, apesar dos desafios, práticas *lean* associadas a técnicas de *zero waste* são promissoras para reduzir perdas e aumentar a eficiência no processamento industrial de alimentos.

Assim, o fluxograma enfatiza que as etapas manufatureiras são o eixo central para aplicação de ferramentas *lean production* no processamento de amendoim. É nesses elos que controle de fluxo, padronização, redução de variações e estabilidade operacional são mais

relevantes, tanto para reduzir custos internos quanto para assegurar qualidade e segurança frente às exigências normativas de micotoxinas.

3.3 *Lean and Green*

A integração *lean-green* procura alinhar a eficiência operacional (redução de desperdícios, fluxo contínuo, padronização) com a redução de impactos ambientais, evitando agendas paralelas de produtividade e de sustentabilidade. Revisões sistemáticas recentes mostram que a sinergia ocorre quando rotinas enxutas (p. ex., nivelamento de fluxo, *SMED*, manutenção autônoma, gestão visual) diminuem consumo de energia/insumos, emissões e perdas, ao mesmo tempo em que elevam a qualidade e a confiabilidade do processo (Ferroq; Lamouri; Carbone, 2016; Garza-Reyes, 2019; Duarte *et al.*, 2025). Em ambientes regulados e exportadores, como as PMEs processadoras de amendoim, essa convergência torna-se estratégica, pois conecta custo, qualidade e conformidade ambiental numa mesma arquitetura de gestão.

No beneficiamento/industrialização do amendoim, a aplicação *lean-green* focaliza elos energívoros (que mais gastam energia) e críticos (secagem controlada, branqueamento, torrefação, seleção ótica) e pontos de recontaminação. As rotinas de padronização e manutenção autônoma (5S, CLTI, checklists) reduzem variação de processo e queda de rendimento, enquanto *SMED* e nivelamento reduzem partidas e perdas de aquecimento/atmosfera, baixando kWh/kg; por sua vez, *VSM* com camadas ambientais evidencia *hotspots* de água, energia, resíduos e reprocesso (Verrier; Rose; Caillaud, 2016; Ferroq; Lamouri; Carbone, 2016). O resultado esperado é melhor OEE verde (eficiência $\times$ impacto) e maior elegibilidade a mercados com exigências ambientais (UNIÃO EUROPEIA, 2023).

A economia circular (EC) reforça essa agenda, pois coprodutos como casca e farelo podem ser valorizados em bioenergia ou em novas formulações, diminuindo destinação a aterro e custo de disposição, enquanto critérios de compras sustentáveis e autocontrole de micotoxinas deslocam a pressão de melhoria para a cadeia de suprimentos (Uematsu; Silva, 2021). Em síntese, *lean-green* em PMEs do amendoim é um arranjo de rotinas enxutas com metas ambientais explícitas (no *hoshin*), indicadores combinados (kWh/kg, m³/kg, % refugo/aflatoxina, custo/ton), e A3s atrelados a ganhos operacionais e ambientais.

A EC busca manter produtos, materiais e recursos em uso pelo maior tempo possível, reduzindo geração de resíduos e emissões. Ela complementa o *lean* porque ataca desperdícios ao longo do ciclo de vida, não só dentro da fábrica. Sínteses recentes definem a

EC como um sistema regenerativo que minimiza entrada de recursos e perdas (reduzir-reutilizar-reciclar), com forte ênfase em modelo de negócio e cadeias (Geissdoerfer *et al.*, 2017; Kirchherr; Reike; Hekkert, 2017).

Quando a empresa combina *lean* e EC, ganha eficiência e reduz impactos. A literatura mostra sinergias: padronização, fluxo contínuo e *SMED* cortam retrabalho e consumo de energia/água; mapeamento do fluxo com “camada ambiental” evidencia pontos críticos de resíduos; compras e logística verdes empurram melhorias para fornecedores (Fercoq; Lamouri; Carbone, 2016; Verrier; Rose; Caillaud, 2016; Garza-Reyes, 2019).

No contexto das PMEs processadoras de amendoim, a integração entre *lean* e *green* pode ser aplicada à redução de perdas de matéria-prima, ao controle de consumo de energia e água, à valorização de coprodutos, ao gerenciamento de resíduos e ao fortalecimento da conformidade ambiental e sanitária.

- Revalorização de coprodutos: casca e farelo de amendoim podem ser convertidos em *biochar* (biocarvão), briquetes e adsorventes, reduzindo custo de destinação e emissões. Evidências recentes confirmam a viabilidade técnica da pirólise e da briquetagem. (Sawargaonkar *et al.*, 2024; Hashem *et al.*, 2024).
- Processo mais limpo: VSM com indicadores kWh/kg, m³/kg, % refugo, ligado a metas no *hoshin*; manutenção autônoma e padrão operacional evitam perdas na secagem, branqueamento e torra (Fercoq; Lamouri; Carbone, 2016; Verrier; Rose; Caillaud, 2016).
- Compras e embalagem: critérios de EC (conteúdo reciclado, reciclabilidade, logística reversa) e autocontrole de micotoxinas como requisito de fornecedor (Geissdoerfer *et al.*, 2017).

Para assegurar governança e evitar modismos, recomenda-se a definição de metas integradas de custo, qualidade e desempenho ambiental no *hoshin kanri*; o uso de relatórios A3 orientados também a problemas ambientais, como consumo excessivo de energia na torra; a adoção de painéis mensais com indicadores operacionais e ambientais; e o desenvolvimento de projetos-piloto de reuso ou valorização da casca com parceiros da cadeia, como universidades e APLs. Modelos recentes conectam *lean and green* e Sustentabilidade ao desempenho no tripé econômico, ambiental e social, reforçando a utilidade dessa integração (Teixeira *et al.*, 2021).

3.4 *Lean Healthcare* como referência metodológica para o Agro

A literatura sobre *lean healthcare* oferece contribuições relevantes para a reflexão sobre processos de implementação em setores fortemente regulados, marcados por riscos

críticos, elevada exigência de conformidade e interação entre múltiplos atores, características que também podem ser observadas na cadeia do amendoim. Revisões recentes indicam resultados consistentes em dimensões como redução de tempos de espera, melhoria da coordenação dos fluxos, maior padronização dos processos e sustentação das mudanças ao longo do tempo, sobretudo quando liderança, cultura organizacional e práticas gerenciais são trabalhadas de forma articulada às técnicas enxutas, como o mapeamento do fluxo de valor (VSM), o método A3 e a gestão visual (Talero-Sarmiento *et al.*, 2024; Veres *et al.*, 2025; Li *et al.*, 2024). Nessa perspectiva, a literatura sugere que a efetividade do *lean* não decorre apenas da aplicação isolada de ferramentas, mas da existência de mecanismos de governança, liderança operacional e rotinas sistemáticas de aprendizagem capazes de sustentar a melhoria contínua.

No contexto brasileiro, iniciativas públicas como o programa *lean* nas Emergências evidenciam a relevância de arranjos de implementação estruturados, baseados em ciclos PDCA, relatórios A3, mapeamento do fluxo de valor e métricas voltadas ao fluxo e à segurança, com o objetivo de reduzir filas, desperdícios e variabilidade nos processos assistenciais. Embora desenvolvido no campo hospitalar, esse desenho em rede, apoiado em mentoria, indicadores padronizados e benchmarking, oferece elementos analíticos que podem inspirar iniciativas voltadas às PMEs da cadeia do amendoim, especialmente em ambientes organizados em arranjos produtivos locais. Nesses contextos, seria possível estruturar mecanismos coletivos de apoio, com mentoria compartilhada, definição de indicadores comuns, como *lead time* “fazenda-fábrica”⁶ e percentual de rejeição por aflatoxina, além de rotinas de *gemba* e planos A3 distribuídos ao longo dos diferentes elos da cadeia (Fuentes *et al.*, 2023). Trata-se, portanto, de uma lógica de implementação centrada em arquitetura organizacional, coordenação e aprendizagem, e não apenas na adoção pontual de ferramentas, o que a torna particularmente relevante para o enfrentamento das barreiras observadas no setor.

⁶ Refere-se ao intervalo entre a saída da matéria-prima da unidade produtora e sua efetiva entrada, recepção ou processamento na unidade industrial, abrangendo etapas logísticas e operacionais intermediárias.

4 TABULAÇÃO DOS DADOS COLETADOS

Este capítulo descreve, de forma replicável, a aplicação da técnica multicritério *fuzzy TOPSIS class* aos dados coletados no *survey* com especialistas. A técnica foi empregada para classificar cada item avaliado em perfis (classes) previamente definidos, permitindo interpretar os resultados em níveis de maturidade/adoção (CIFL e AVFL) e intensidade de desafios (SDIL), em vez de produzir apenas um ranqueamento contínuo (Cazeri *et al.*, 2024). Embora os três construtos utilizem uma escala *likert* de cinco pontos, a interpretação semântica dos termos linguísticos difere entre CIFL (cultura), AVFL (formalização/execução de ferramentas) e SDIL (desafios). Por esse motivo, as escalas e os perfis de referência são apresentados separadamente por construto, antes das etapas comuns do método.

4.1 Tabulação dos dados coletados e preparação para a análise

Nesta seção, apresenta-se o desenvolvimento e a estrutura da técnica *fuzzy TOPSIS class* aplicada aos dados coletados por meio de *survey* aplicado por entrevista estruturada (formulário).

Os formulários foram respondidos em escala *likert* de cinco pontos e termos linguísticos específicos para os grupos temáticos (AVFL, CIFL e SDIL), os quais foram posteriormente utilizados como base para a conversão em números *fuzzy* (fuzzificação) por meio de números *fuzzy* triangulares (TFN). Essa escolha é coerente com o uso de escalas linguísticas em avaliações subjetivas, pois permite preservar a semântica dos julgamentos (imprecisão e subjetividade) antes da transformação numérica e do processamento multicritério, como adotado em aplicações recentes do *fuzzy TOPSIS* em contexto industrial e de gestão. (Pompilio *et al.*, 2023; Santos *et al.*, 2023).

A estrutura utilizada foi a variante *TOPSIS class*, em que, em vez de apenas ranquear alternativas, cada item é classificado em perfis (classes) previamente definidos (por exemplo, “Alta”, “Média” e “Baixa” maturidade; ou “Realiza modo formal”, “Realiza, mas não formal” e “Não realiza”), a partir da proximidade às soluções ideais e não ideais associadas a cada perfil. Esse desenho permite interpretar o resultado em termos de níveis (classes) de maturidade/adoção, abordagem também empregada em estudos recentes de avaliação de maturidade e práticas organizacionais com suporte do *fuzzy TOPSIS class* (Cazeri *et al.*, 2024).

Do ponto de vista operacional, o *TOPSIS* estima o desempenho relativo por meio das distâncias a uma solução ideal (melhor cenário) e não ideal (pior cenário), sintetizando-as

em um coeficiente de proximidade, que é interpretável e facilita a comunicação dos resultados. Em aplicações recentes de TOPSIS para diagnóstico e priorização em cadeias de suprimentos e gestão, essa métrica tem sido empregada para consolidar múltiplos critérios em um indicador único por alternativa (Tadaiesky *et al.*, 2022).

Na notação adotada, i representa o item avaliado (por exemplo, CIFL1...CIFL25; AVFL1...; SDIL1...), j representa o avaliador/especialista (tratado como critério) e k representa a classe/perfil de referência.

Etapa 1 — Definição das classes (perfis) por construto: Inicialmente, para cada construto (CIFL, AVFL e SDIL), foram definidos três perfis (classes) que representaram níveis interpretáveis do diagnóstico e serviram como referências de classificação no TOPSIS *class*. Esses perfis estão sintetizados no Quadro 5. No CIFL, os perfis corresponderam a níveis de cultura de implantação; no AVFL, a níveis de formalização/execução; e no SDIL, a níveis de intensidade de desafio. Esses perfis funcionaram como referências para a etapa de classificação, pois o TOPSIS *class* compara cada item com perfis de classe ao invés de comparar itens diretamente entre si. Essa escolha foi importante para que os resultados fossem comunicáveis ao leitor como categorias (e não apenas como valores contínuos), conforme recomendado em aplicações recentes do método em diagnósticos organizacionais (Cazeri *et al.*, 2024).

Quadro 5 – Perfis/classes de referência por construto

Construto	Classe 1	Classe 2	Classe 3
CIFL	Alta cultura de implantação	Média cultura de implantação	Baixa/sem cultura de implantação
AVFL	Realiza modo formal	Realiza, mas não formal	Não realiza
SDIL	Pequeno desafio	Médio desafio	Grande desafio

Fonte: O autor

O Quadro 6 apresenta, de forma comparativa, os termos linguísticos associados à escala *likert* em cada construto. Embora a escala seja de cinco pontos em todos os casos, a interpretação semântica difere entre CIFL e SDIL (graus de concordância) e AVFL (níveis de formalização/execução), razão pela qual a apresentação em paralelo facilita a leitura.

Etapa 2 — Fuzzificação das respostas *likert* (TFN): Em seguida, cada resposta registrada na escala *likert* foi transformada em um número *fuzzy* triangular (TFN), preservando a natureza linguística e a incerteza das avaliações. Essa etapa foi necessária porque o cálculo das distâncias, das soluções ideais e do coeficiente de proximidade do TOPSIS *class* foi executado sobre valores *fuzzy*. Assim, em vez de tratar a resposta como um número único, ela

foi representada por um triplo (limite inferior, valor mais provável e limite superior), o que é comum em aplicações recentes do *fuzzy* TOPSIS (Pompilio *et al.*, 2023; Santos *et al.*, 2024).

Quadro 6 – Termos linguísticos por construto (escala *likert* de cinco pontos)

Escala (<i>Likert</i>)	CIFL (Grupo A) – cultura/implantação	AVFL (Grupo B) – ferramentas/formalização	SDIL (Grupo C) – desafios
1	Discordo totalmente	Nível 1 – não realiza	Discordo totalmente
2	Discordo parcialmente	Nível 2 – alguns processos, mas não formal	Discordo parcialmente
3	Não concordo nem discordo	Nível 3 – maioria processos, mas não formal	Não concordo nem discordo
4	Concordo parcialmente	Nível 4 – alguns processos e formal	Concordo parcialmente
5	Concordo totalmente	Nível 5 – maioria processos e formal	Concordo totalmente

Fonte: O autor

A cada resposta $s \in \{1,2,3,4,5\}$ associa-se um número *fuzzy* triangular $\tilde{x} = (l, m, u)$, operacionalizado pela Equação 01.

Equação 1 — *Fuzzy* triangular

$$\tilde{x}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$$

Em seguida, apresentam-se as Tabelas 1 a 3 para explicitar a correspondência semântica em cada construto em função de seu grupo.

Tabela 1– Mapeamento *likert* para TFN para CIFL (Grupo A)

Likert	Termo linguístico (CIFL)	l	m	u
1	Discordo totalmente	0,0	0,0	2,5
2	Discordo parcialmente	0,0	2,5	5,0
3	Não concordo nem discordo	2,5	5,0	7,5
4	Concordo parcialmente	5,0	7,5	10,0
5	Concordo totalmente	7,5	10,0	10,0

Fonte: O autor

Tabela 2 – Mapeamento *likert* para TFN para AVFL (Grupo B)

Likert	Termo linguístico (AVFL)	l	m	u
1	Nível 1 – não realiza	0,0	0,0	2,5
2	Nível 2 – alguns processos, mas não formal	0,0	2,5	5,0
3	Nível 3 – maioria processos, mas não formal	2,5	5,0	7,5
4	Nível 4 – alguns processos e formal	5,0	7,5	10,0
5	Nível 5 – maioria processos e formal	7,5	10,0	10,0

Fonte: O autor

Tabela 3 – Mapeamento *likert* para TFN para SDIL (Grupo C)

Likert	Termo linguístico (SDIL)	l	m	u
1	Discordo totalmente	0,0	0,0	2,5
2	Discordo parcialmente	0,0	2,5	5,0
3	Não concordo nem discordo	2,5	5,0	7,5
4	Concordo parcialmente	5,0	7,5	10,0
5	Concordo totalmente	7,5	10,0	10,0

Fonte: O autor

Etapa 3 — Fuzzificação do peso do avaliador (importância/confiabilidade): Embora a literatura permita modelar pesos diferenciados entre avaliadores, neste estudo adotou-se peso uniforme para os especialistas, a fim de evitar a introdução de vieses associados à atribuição subjetiva de “importância” e manter a comparabilidade entre CIFL, AVFL e SDIL. Ainda assim, apresenta-se a Tabela 4 (NI, PI, IA, IM, MI) por transparência metodológica e para permitir replicação do procedimento em estudos futuros que optem por ponderação diferenciada. O objetivo dessa etapa foi refletir diferenças de importância, confiabilidade ou experiência entre avaliadores, evitando a suposição de que todas as avaliações contribuíram igualmente para o resultado. Ao adotar pesos *fuzzy*, manteve-se a consistência com a modelagem linguística e preservou-se a incerteza também na importância atribuída a cada avaliador (Santos *et al.*, 2024).

A partir da fuzzificação, as etapas de processamento do *fuzzy TOPSIS class* são idênticas para CIFL, AVFL e SDIL, alterando-se apenas os dados de entrada (matriz de decisão por construto). Além disso, quando aplicável, a lógica de ponderação (Tabela 4) é a mesma para os três construtos, garantindo consistência de tratamento.

Para incorporar diferenças de experiência e capacidade de inferir sobre os itens avaliados, os pesos dos avaliadores foram modelados como TFN, seguindo a escala linguística (NI, PI, IA, IM, MI) adotada no estudo, conforme tabela de pesos definida na Tabela 4. (Cazeri *et al.*, 2024; Pompilio *et al.*, 2023).

Tabela 4 – Escala de pesos *fuzzy* dos avaliadores

Termo	Interpretação	l	m	u
NI	Pequena capacidade de inferência	0,2	0,2	0,4
PI	Capacidade baixa de inferência	0,2	0,4	0,6
IA	Capacidade média de inferência	0,4	0,6	0,8
IM	Capacidade alta de inferência	0,6	0,8	1,0
MI	Capacidade muito alta de inferência	0,8	1,0	1,0

Fonte: Adaptado de Cazeri *et al.* (2024) e Pompilio *et al.* (2023).

Etapa 4 — Matriz de decisão *fuzzy*: Após a conversão das respostas, foi construída a matriz de decisão *fuzzy*, apresentada no apêndice da matriz de decisão (por construto), na qual cada linha representa um item e cada coluna representa um avaliador/critério. Essa matriz consolidou todas as avaliações fuzzificadas necessárias para as etapas de normalização e ponderação. A organização matricial foi fundamental para permitir a aplicação sistemática das operações de normalização e o cálculo posterior das distâncias aos perfis de classe (Cazeri *et al.*, 2024).

Para cada item i e avaliador j , define-se a avaliação *fuzzy* $\tilde{x}_{ij}=(l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$.

Equação 2 – Matriz de decisão *fuzzy*

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$$

com m itens e n critérios (avaliadores).

Etapa 5 — Normalização: A normalização foi aplicada para tornar os critérios comparáveis em escala. Para CIFL e AVFL, adotou-se direção do tipo benefício (maior aderência ao perfil desejado). Para SDIL, adotou-se direção do tipo custo (maior intensidade de desafio representa pior condição), de modo a preservar a coerência interpretativa entre “pequeno”, “médio” e “grande” desafio. Assim, a matriz *fuzzy* foi normalizada considerando a direção de cada construto, conforme procedimento usual do TOPSIS, garantindo que os coeficientes de proximidade (CC) permaneçam semanticamente consistentes com os perfis de classe. Para isso, foi identificado, em cada critério j , o maior limite superior (u) entre os itens, e cada TFN foi dividido por esse valor máximo. O resultado foi a matriz normalizada, com valores reescalados em relação ao melhor desempenho observado em cada critério. Esse procedimento é recorrente em aplicações recentes do método para garantir comparabilidade antes da ponderação (Cazeri *et al.*, 2024; Pompilio *et al.*, 2023).

Equação 3 – Normalização

$$r_{ij} = \begin{cases} \left(\frac{l_{ij}}{u_j^+}, \frac{m_{ij}}{u_j^+}, \frac{u_{ij}}{u_j^+} \right), u_j^+ = \max_i u_{ij} \text{ for benefit criteria} \\ \left(\frac{l_j^-}{u_{ij}}, \frac{l_j^-}{m_{ij}}, \frac{l_j^-}{l_{ij}} \right), l_j^- = \min_i l_{ij}, \text{ for cost criteria} \end{cases}$$

Etapa 6 — Ponderação (multiplicação *fuzzy* componente a componente): Na etapa seguinte, a matriz normalizada foi ponderada pelos pesos, resultando na matriz ponderada. A ponderação foi importante para incorporar a relevância relativa dos critérios/avaliadores no resultado. Em termos operacionais, cada TFN normalizado foi multiplicado pelo peso *fuzzy*, obtendo-se o elemento ponderado. Essa etapa é compatível com aplicações recentes em que a síntese multicritério considera a contribuição diferenciada de avaliadores/indicadores (Santos *et al.*, 2024; Pompilio *et al.*, 2023).

Equação 4 – Ponderação

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n,$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\cdot) \tilde{w}_j$$

Etapa 7 — Perfis (classes) e seus limites: O diferencial do TOPSIS *class* é definir perfis de referência por classe (por construto). No CIFL, por exemplo, os perfis de classe (Alta, Média e Baixa/sem cultura) são tratados como vetores *fuzzy* de referência por critério, e a classificação final é obtida por comparação das alternativas com esses perfis. A própria aplicação anexada explicita a construção dos perfis por classe e a posterior classificação baseada nos coeficientes de proximidade por classe. (Cazeri *et al.*, 2024).

Etapa 8 — Soluções ideais (A+) e não ideais (A-) por classe (estrutura TOPSIS *class*): Uma vez obtida a matriz ponderada, foram estabelecidas, para cada classe p, as soluções ideais e anti-ideais associadas ao perfil daquela classe. No TOPSIS *class*, essas soluções representam referências *fuzzy* que operacionalizam os perfis definidos na Etapa 1. Assim, cada item pôde ser comparado com o padrão esperado do perfil (ideal) e com o padrão oposto/limite (não ideal), permitindo que a classificação fosse feita por proximidade. Essa estrutura foi consistente com o uso de perfis para classificação em aplicações recentes do método (Cazeri *et al.*, 2024).

Equação 5 – Solução ideal por perfil/classe (A_p^+)

$$A_p^+ = \left\{ \overset{+}{p_1}, \overset{+}{p_j}, \dots, \overset{+}{p_m} \right\}, \tilde{v}_j^+ = \tilde{q}_{pj}$$

Equação 6 – Solução anti-ideal por perfil/classe (A_p^-)

$$A_p^- = \left\{ \overset{-}{p_1}, \overset{-}{p_j}, \dots, \overset{-}{p_m} \right\}, \tilde{v}_j^- = \tilde{q}'_{pj}$$

Observação: em AVFL e SDIL, os nomes das classes mudam (“Realiza formal/Não realiza”; “Grande/Médio/Pequeno desafio”), mas o esquema $pk \in \{4,3,1\}$ permanece igual.

Etapa 9 — Distância entre TFNs (método do vértice): Para quantificar o quão distante cada item esteve das soluções ideal e não ideal de cada classe, foi utilizada a distância entre TFNs pelo método do vértice. Essa métrica considera as diferenças entre os três parâmetros do TFN (l, m, u) e produz uma distância escalar. A adoção dessa distância viabilizou o cálculo sistemático das distâncias às referências de classe e é compatível com aplicações recentes do *fuzzy* TOPSIS em análises de práticas gerenciais (Pompilio *et al.*, 2023).

Etapa 10 — Distâncias às soluções ideais e não ideais por classe: Com a métrica definida, foram calculadas as distâncias agregadas de cada item i às soluções ideal e não ideal cada classe p . Para isso, foram somadas as distâncias calculadas em cada critério/avaliador j . Como resultado, obtiveram-se duas medidas: $D^+\{i,p\}$, que representou a distância do item ao perfil ideal da classe, e $D^-\{i,p\}$, que representou a distância ao perfil não ideal. Essas grandezas foram a base para o cálculo do coeficiente de proximidade do TOPSIS *class* (Cazeri *et al.*, 2024).

Equação 7 – Distância agregada à solução ideal (D_i^+)

$$D_i^+ = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_{pj}^+), d_v(\tilde{v}_j, \tilde{v}_{pj}^+) \\ = \sqrt{\frac{1}{3} \left[\left(l_{ij} - l_{v_{pj}^+} \right)^2 + \left(m_{ij} - m_{v_{pj}^+} \right)^2 + \left(u_{ij} - u_{v_{pj}^+} \right)^2 \right]}$$

Equação 8 – Distância agregada à solução anti-ideal (D_i^-)

$$D_i^- = \sum_{j=1}^n d_v(\bar{v}_{ij}, \bar{v}_{pj}^-), d_v(\bar{v}_j, \bar{v}_{pj}^-)$$

$$= \sqrt{\frac{1}{3} \left[\left(l_{ij} - l_{v_{pj}^-} \right)^2 + \left(m_{ij} - m_{v_{pj}^-} \right)^2 + \left(u_{ij} - u_{v_{pj}^-} \right)^2 \right]}$$

Etapa 11 — Coeficiente de proximidade (CC) e regra de classificação: Por fim, foi calculado o coeficiente de proximidade $CC_{\{i,p\}}$, que sintetizou, para cada item, o quão próximo ele esteve do perfil ideal da classe p em relação ao seu afastamento do anti-ideal. Quanto maior o $CC_{\{i,p\}}$, maior foi a aderência do item ao perfil da classe. A classe atribuída ao item foi definida como aquela que maximizou o coeficiente de proximidade, isto é, a classe com maior CC. Essa lógica de interpretação e priorização por proximidade é amplamente utilizada em aplicações contemporâneas do TOPSIS para diagnóstico e análise organizacional (Tadaiesky *et al.*, 2022; Cazeri *et al.*, 2024).

Equação 09 – Coeficiente de proximidade (CC)

$$CC_i^p = \frac{D_i^-}{(D_i^+ + D_i^-)}$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos após a aplicação do *fuzzy TOPSIS class* aos dados coletados por meio de *survey* aplicado por entrevista estruturada (formulário). Na sequência, discute-se o diagnóstico para os três grupos de dados analisados:

- (i) Cultura e implantação da filosofia *lean* (CIFL);
- (ii) Avaliação das ferramentas *lean* (AVFL); e
- (iii) Superação de desafios na implantação do *lean* (SDIL).

5.1 Cultura e implantação da filosofia *lean* (CIFL)

5.1.1 Resultados

Os resultados do grupo CIFL, gerados a partir das etapas do *fuzzy TOPSIS class* são apresentados na Tabela 5. As tabelas intermediárias relativas ao cálculo estão detalhadas no Apêndice D.

Tabela 5 – Resultado da análise dos dados para o grupo CIFL a partir do *fuzzy TOPSIS class*

Critério	Item	Alta cultura de implantação	Média Cultura de implantação	Baixa ou sem cultura implantação	Classe Atribuída
CIFL1	A liderança da empresa é comprometida com a minimização e redução de desperdícios (ferramentas <i>lean</i>).	0,6791	0,6358	0,3209	Alta Cultura
CIFL2	A empresa possui um plano de longo prazo para a implementação do <i>lean</i> ou de ferramentas <i>lean</i> .	0,6137	0,6019	0,3863	Alta Cultura
CIFL3	Os líderes estão envolvidos diretamente no chão de fábrica para entender os problemas operacionais.	0,7331	0,6305	0,2669	Alta Cultura
CIFL4	A empresa promove a tomada de decisão descentralizada.	0,7463	0,6550	0,2537	Alta Cultura
CIFL5	Os líderes incentivam a melhoria contínua (<i>kaizen</i>) entre os colaboradores.	0,7142	0,6478	0,2858	Alta Cultura

CIFL6	A empresa possui uma cultura de respeito pelos colaboradores e fornecedores.	0,7915	0,6577	0,2085	Alta Cultura
CIFL7	Os colaboradores são incentivados a identificar e resolver problemas no local de trabalho.	0,8473	0,6817	0,1527	Alta Cultura
CIFL8	A empresa promove o trabalho em equipe e a colaboração entre os setores.	0,7990	0,6798	0,2010	Alta Cultura
CIFL9	Existem programas de treinamento contínuo para os colaboradores.	0,6662	0,6003	0,3338	Alta Cultura
CIFL10	A empresa valoriza a padronização de processos.	0,6998	0,6550	0,3002	Alta Cultura
CIFL11	A empresa utiliza o método de melhoria contínua em seus processos.	0,6954	0,6222	0,3046	Alta Cultura
CIFL12	A empresa aplica o conceito de produção conforme a demanda na produção.	0,7447	0,6591	0,2553	Alta Cultura
CIFL13	A empresa utiliza tem seu processo mapeado, em termos de etapas, tempo e quantidades.	0,7040	0,6260	0,2960	Alta Cultura
CIFL14	A empresa realiza manutenção preventiva nos equipamentos.	0,7195	0,6223	0,2805	Alta Cultura
CIFL15	A empresa utiliza meios para organização e limpeza do ambiente de trabalho.	0,7818	0,6763	0,2182	Alta Cultura
CIFL16	A empresa possui um sistema de qualidade que busca a eliminação de defeitos.	0,6507	0,5871	0,3493	Alta Cultura
CIFL17	A empresa utiliza o conceito de detecção e correção imediata de problemas na linha de produção para parar a produção em caso de problemas.	0,7071	0,6361	0,2929	Alta Cultura

CIFL18	A empresa busca reduzir os estoques ao mínimo necessário.	0,6732	0,6390	0,3268	Alta Cultura
CIFL19	A empresa monitora e reduz os tempos de configuração ou preparação de equipamentos	0,5187	0,5401	0,4813	Média Cultura
CIFL20	A empresa busca eliminar os desperdícios identificados em processos.	0,6922	0,6508	0,3078	Alta Cultura
CIFL21	Os colaboradores são incentivados a propor melhorias nos processos.	0,7391	0,6328	0,2609	Alta Cultura
CIFL22	A empresa realiza reuniões periódicas para discutir melhorias e resultados.	0,6514	0,5865	0,3486	Alta Cultura
CIFL23	A empresa utiliza quadros de gestão visual para monitorar o desempenho.	0,5415	0,5327	0,4585	Alta Cultura
CIFL24	A empresa possui um sistema de reconhecimento para colaboradores que contribuem com melhorias.	0,5504	0,5694	0,4496	Média Cultura
CIFL25	A empresa realiza avaliações periódicas para medir a maturidade <i>lean</i>	0,3506	0,4127	0,6494	Baixa Cultura

Fonte: O autor

Os resultados do grupo CIFL (Tabela 6) indicaram uma concentração expressiva na classe de “Alta cultura de implantação”: 22 de 25 itens (88,0%). Os demais itens foram classificados como “Média cultura” (2 itens; 8,0%) e “Baixa/sem cultura” (1 item; 4,0%). Esse padrão sugeriu que, no conjunto das variáveis culturais e de implantação, a maioria dos itens apresentou maior proximidade ao perfil de referência associado à classe superior, conforme a regra de decisão do TOPSIS *class* baseada no maior coeficiente de proximidade (CC). A utilização de modelos TOPSIS de classificação por perfis é particularmente adequada quando o objetivo é transformar medidas multicritério em categorias interpretáveis e comparáveis, como discutido na família de modelos *fuzzy TOPSIS sort* em aplicações recentes (Yatsalo *et al.*, 2024).

No âmbito da apresentação dos resultados, a classificação foi reportada item a item, acompanhada dos coeficientes de proximidade (CC) obtidos para as três classes (Yatsalo *et al.*, 2024; Yang; Zhao; Zhao, 2022).

Tabela 6 – Distribuição percentual por classe (CIFL)

Classe	Quantidade	%	Interpretação sintética
Alta cultura de implantação	22	88,0	Práticas culturais e gerenciais percebidas como favoráveis ao <i>lean</i> .
Média cultura de implantação	2	8,0	Práticas presentes de forma parcial ou com variabilidade entre empresas.
Baixa/sem cultura de implantação	1	4,0	Lacuna estrutural/cultural que pode comprometer a sustentação.

Fonte: O autor, com base nos resultados do *Fuzzy TOPSIS class*.

A Tabela 6 resume o diagnóstico do CIFL em nível agregado e indica que, embora a cultura de implantação tenha sido predominantemente percebida como favorável, houve itens em classes inferiores que sinalizam lacunas pontuais capazes de comprometer a sustentação do *lean*. Na sequência, a discussão aprofunda a interpretação desses achados com base no referencial teórico e articula o CIFL com os resultados de formalização das práticas (AVFL) e com os desafios de implementação (SDIL). (Bortolotti; Boscari; Danese, 2015; Van Dun; Tortorella; Carminati, 2024).

5.1.2 Discussões

O predomínio da classe “Alta cultura de implantação” no CIFL foi interpretado como evidência de que os elementos culturais e gerenciais associados à filosofia *lean*, como orientação à melhoria contínua, comunicação, envolvimento e liderança, foram percebidos como relativamente presentes nas organizações analisadas. Esse resultado é coerente com a literatura que reconhece as práticas *soft* (cultura, liderança e envolvimento) como determinantes para sustentar transformações *lean*, influenciando alinhamento de objetivos, clima para mudança e disciplina gerencial no longo prazo (Bortolotti; Boscari; Danese, 2015; Van Dun; Tortorella; Carminati, 2024).

Ainda assim, a interpretação do CIFL foi conduzida com cautela, pois construtos culturais baseados em percepção podem refletir, simultaneamente, práticas efetivas e uma desejabilidade normativa (o que “deveria existir” em uma organização que se considera

orientada ao *lean*). Esse risco é particularmente relevante em PMEs, onde a proximidade entre direção e operação pode elevar a percepção de alinhamento cultural mesmo quando ainda não há institucionalização plena de métodos, rotinas e mecanismos de gestão (Achanga *et al.*, 2006). Por esse motivo, os resultados culturais foram deliberadamente confrontados com a evidência operacional (AVFL) e com o bloco de desafios (SDIL), em linha com abordagens recentes que destacam a necessidade de integração entre dimensões soft e mecanismos hard (padronização, governança e rotinas) para garantir implementação sustentável em PMEs (Siegel *et al.*, 2024).

No contexto da cadeia agroindustrial do amendoim, a presença de uma cultura *lean* favorável tende a produzir efeitos relevantes quando se converte em disciplina operacional que estabiliza o fluxo entre elos (recebimento, secagem/beneficiamento, segregação, armazenagem e expedição). Em cadeias agroalimentares orientadas por especificações, a consistência de padrões e a confiabilidade do processo são decisivas para reduzir perdas e mitigar riscos de não conformidade; isso é especialmente sensível no amendoim, dado que práticas de prevenção e controle em diferentes etapas (por exemplo, triagem/*sorting*, segregação e procedimentos de processamento) são reconhecidas em guias normativos como capazes de reduzir significativamente a exposição a contaminantes e melhorar a qualidade do lote (CODEX Alimentarius Commission, 2024). Assim, o diagnóstico cultural elevado é mais bem interpretado como capacidade potencial que, para gerar competitividade na cadeia, requer conversão em rotinas verificáveis (padronização, gestão visual e auditorias simples), de modo a sustentar entregas e conformidade de forma recorrente.

Deste modo, as implicações gerenciais derivadas do CIFL devem orientar intervenções que conectem cultura e execução nos pontos críticos da cadeia (controle de lote, segregação, rastreabilidade e estabilidade de processo). Assim, conforme sintetizado no Quadro 8 e direcionado no Quadro 10, as prioridades devem concentrar-se em mecanismos *hard* de gestão (padrões, cadência e verificação simples) capazes de sustentar confiabilidade e conformidade ao longo do fluxo.

5.2 Avaliação das ferramentas *lean* (AVFL)

5.2.1 Resultados

Os resultados do grupo AVFL, gerados a partir das etapas do *fuzzy TOPSIS class* são apresentados na Tabela 7. As tabelas intermediárias relativas ao cálculo estão detalhadas no Apêndice E.

Tabela 7 – Resultado da análise dos dados para o grupo AVFL a partir do *fuzzy TOPSIS class*

Critério	Item	Realiza modo formal	Realiza, mas não formal	Não realiza	Classe Atribuída
AVFL1	Os equipamentos estão organizados e identificados, otimizando o ambiente de trabalho (5S).	0,6744	0,6934	0,3256	Realiza, mas não formal
AVFL2	Todos os novos projetos/melhorias passam pelas fases de planejamento, ação e verificação, sendo possível fazer modificações caso seja encontrada uma falha no processo (PDCA).	0,4827	0,5394	0,5173	Realiza, mas não formal
AVFL3	As máquinas e equipamentos são vistoriados periodicamente, evitando desgaste ou sua inutilização, garantindo assim a qualidade do produto e disponibilidade do equipamento (TPM).	0,5197	0,6876	0,4803	Realiza, mas não formal
AVFL4	O processo possui dispositivos ou métodos implementados para evitar erros operacionais ou montagem incorreta (<i>Poka Yoke</i>)?	0,2721	0,3730	0,7279	Não realiza
AVFL5	Os problemas identificados na empresa são resolvidos com base em uma análise estruturada e documentada (como no modelo A3)?	0,3971	0,4765	0,6029	Não realiza
AVFL6	Os planos de ação são estruturados com clareza, definindo responsáveis, prazos e formas de execução (5W2H)?	0,5263	0,5584	0,4737	Realiza, mas não formal
AVFL7	Quando ocorre um problema, a equipe investiga suas causas raiz utilizando a técnica dos 5 Porquês?	0,3928	0,4379	0,6072	Não realiza
AVFL8	A equipe utiliza o Diagrama de Ishikawa para identificar e organizar possíveis causas de problemas?	0,2068	0,2895	0,7932	Não realiza
AVFL9	As atividades operacionais seguem padrões definidos e documentados (Trabalho Padronizado)?	0,6329	0,6079	0,3671	Realiza modo formal
AVFL10	São aplicadas práticas para reduzir o tempo de troca de ferramentas ou ajustes nas máquinas (SMED)?	0,1450	0,2210	0,8550	Não realiza
AVFL11	A empresa utiliza indicadores (KPIs) para monitorar o desempenho dos processos e metas?	0,3921	0,4376	0,6079	Não realiza
AVFL12	A empresa realiza rotinas de acompanhamento diário dos indicadores e das metas com as equipes (Gerenciamento Diário)?	0,4091	0,4588	0,5909	Não realiza

AVFL13	Os processos produtivos são realizados com foco em fazer certo na primeira vez, evitando retrabalhos (Qualidade na Fonte)?	0,6136	0,6471	0,3864	Realiza, mas não formal
AVFL14	Existem sistemas visuais ou alertas sonoros que informam sobre problemas ou paradas no processo (<i>Andon</i>)?	0,3269	0,4194	0,6991	Não realiza
AVFL15	O sistema de produção é puxado, ou seja, algo só será produzido se houver um pedido de compra (Produção puxada).	0,4545	0,5046	0,5455	Não realiza
AVFL16	Há um fluxo de produção contínuo, ou seja, cada parte necessária para a fabricação do produto final é entregue na hora certa na linha de produção (JIT).	0,6302	0,6468	0,3698	Realiza, mas não formal
AVFL17	A produção é balanceada, ou seja, ela sempre está limitada ao máximo possível, evitando a sobrecarga de alguma estação de trabalho (<i>takt-time</i>).	0,5613	0,6035	0,4387	Realiza, mas não formal
AVFL18	A cadeia de valor está mapeada, identificando gargalos e pontos de melhoria (VSM).	0,3773	0,5031	0,6227	Não realiza
AVFL19	Os funcionários são reconhecidos e incentivados a propor melhorias dentro das áreas em que trabalham (Autonomia).	0,5966	0,6663	0,4034	Realiza, mas não formal
AVFL20	Os funcionários são reconhecidos pelas propostas de melhoria e sua devida implementação (Motivação).	0,5123	0,6083	0,4877	Realiza, mas não formal
AVFL21	Os funcionários se reúnem periodicamente para analisar os resultados obtidos (Trabalho em equipe).	0,3585	0,4276	0,6415	Não realiza
AVFL22	A empresa capacita seus fornecedores, revendedores e colaboradores dos serviços locais para poder promover os recursos (<i>kaizen</i>).	0,3824	0,4536	0,6176	Não realiza
AVFL23	A liderança define quais são as diretrizes das mudanças e apoia seus colaboradores nas melhorias propostas por eles (Liderança).	0,4661	0,5564	0,5339	Realiza, mas não formal
AVFL24	A empresa desdobra seus objetivos estratégicos em metas claras e alinhadas entre os setores (<i>hoshin kanri</i>)?	0,3498	0,4429	0,6502	Não realiza
AVFL25	Os processos são digitalizados, e os dados podem ser obtidos em tempo real (Transparência).	0,3410	0,4027	0,6590	Não realiza
AVFL26	Trabalhos digitalizados que possuem processos semelhantes são modularizados, evitando a criação de	0,3142	0,3747	0,6858	Não realiza

	novas cadeias de processos (Modularização).				
AVFL27	Estações de trabalho ociosas buscam novas ordens de produção. A produtividade é medida através de sensores (Flexibilidade).	0,1209	0,1749	0,8791	Não realiza
AVFL28	Os dados gerados ao longo dos processos são utilizados para agendar manutenções preventivas, evitando avarias ou inutilização de máquinas e equipamentos (Manutenção Preventiva).	0,3396	0,4302	0,6604	Não realiza
AVFL29	Falhas na qualidade do produto podem ser identificadas através dos dados, identificando sua causa raiz (Rastreabilidade).	0,4413	0,4915	0,5587	Não realiza
AVFL30	Os dados gerados ao longo dos processos são utilizados para otimização automática da cadeia (<i>machine learning</i>).	0,1595	0,2116	0,8536	Não realiza
AVFL31	Sistemas de algoritmos criam caminhos alternativos de produção caso haja alguma falha no processo (<i>big data analytics</i>).	0,0185	0,0283	0,9815	Não realiza
AVFL32	Sistemas de veículos automatizados se encarregam de levar o material necessário até a estação de trabalho e coleta (Automação).	0,0185	0,0283	0,9815	Não realiza
AVFL33	Os produtos produzidos estão conectados à nuvem, levando a novos desenvolvimentos e modelos de negócios em serviços, estendendo o relacionamento com o cliente para além da venda (Integração Vertical).	0,0671	0,1009	0,9329	Não realiza
AVFL34	A fábrica está conectada ao sistema de TI do fornecedor, o que garante abastecimento contínuo e automático de matéria-prima (Integração Horizontal).	0,1153	0,1609	0,8847	Não realiza

Fonte: O autor.

No construto AVFL, predominou a classe “Não realiza” (23 de 34 itens; 67,6%). Em seguida, “Realiza, mas não formal” totalizou 10 itens (29,4%) e “Realiza modo formal” apareceu em 1 item (2,9%). Esse resultado indicou que, ainda que existam iniciativas localizadas, a adoção das práticas não se converteu, em geral, em um sistema formalizado e auditável, o que tende a aumentar a dependência de indivíduos e a reduzir a estabilidade e a replicabilidade dos resultados ao longo do tempo. Em PMEs, estudos têm indicado que a

transição de iniciativas fragmentadas para rotinas sustentáveis requer mecanismos de governança, padronização e capacitação, frequentemente apontados como condições críticas para a consolidação do *lean*. (Achanga *et al.*, 2006; Godinho Filho; Ganga; Gunasekaran, 2016; Siegel *et al.*, 2024).

A Tabela 08 apresenta a síntese da distribuição por classe para AVFL, acompanhada de uma interpretação gerencial resumida para cada perfil.

Tabela 8 – Distribuição das classes do construto AVFL

Classe	Quantidade	%	Interpretação sintética
Realiza modo formal	1	2,9	Ferramenta/rotina com padrão definido, documentação e acompanhamento.
Realiza, mas não formal	10	29,4	Uso parcial/irregular; dependência de pessoas e pouca padronização.
Não realiza	23	67,6	Baixa adoção prática e baixa institucionalização de ferramentas.

Fonte: O autor, com base nos resultados do *Fuzzy TOPSIS class*.

Em termos interpretativos, a distribuição apresentada na Tabela 8 reforçou que o principal desafio no AVFL não foi apenas iniciar práticas, mas consolidá-las como rotinas padronizadas, com responsabilidades definidas e acompanhamento sistemático. A discussão subsequente examinou as implicações desse perfil para o desempenho operacional e para a sustentação do *lean*, articulando os resultados do AVFL com a prontidão cultural observada no CIFL e com as barreiras evidenciadas no SDIL. (Bortolotti; Boscari; Danese, 2015; Siegel *et al.*, 2024).

5.2.2 Discussão

No AVFL, a predominância de “Não realiza” e a baixa ocorrência de “Realiza modo formal” foram discutidas como indicativo de que a adoção de ferramentas e rotinas *lean* ainda não havia sido institucionalizada como sistema de gestão formal. Esse padrão é consistente com evidências de que PMEs frequentemente enfrentam restrições de recursos, tempo gerencial e disponibilidade de competências para implementar e sustentar práticas *lean* de forma sistemática (Achanga *et al.*, 2006; Godinho Filho; Ganga; Gunasekaran, 2016). Assim, mesmo quando existem iniciativas pontuais, elas tendem a permanecer dependentes de esforços localizados, sem padronização, treinamento recorrente, auditorias e cadência de acompanhamento.

Para PMEs inseridas na cadeia do amendoim, essa baixa institucionalização não se limita à eficiência interna: ela também afeta desempenho interorganizacional, pois variabilidade e retrabalho em etapas como recebimento, secagem/beneficiamento e expedição repercutem em prazo, custo logístico e confiabilidade de entrega aos elos seguintes. Além disso, cadeias agroalimentares dependem de sistemas de controle, documentação e rastreabilidade para reduzir risco e aumentar transparência, e a literatura recente destaca que a rastreabilidade e suas tecnologias são elementos-chave para integridade do fluxo e gestão de riscos no setor (Kersten *et al.*, 2024). Consequentemente, a predominância de “Não realiza” pode ser lida como limitação estrutural para elevar previsibilidade do fluxo e robustez do controle ao longo da cadeia, o que tende a comprometer competitividade em mercados mais exigentes.

A presença de itens classificados como “Realiza, mas não formal” foi interpretada como um estágio intermediário de maturidade: há adoção parcial e indícios de prática, mas ainda sem conversão em padrões estáveis e rotinas auditáveis. A literatura recente para PMEs reforça que a sustentação do *lean* depende do encadeamento de fases como diagnóstico, padronização, governança e capacitação, reduzindo a dependência de iniciativas individuais e aumentando a manutenção dos ganhos ao longo do tempo (Siegel *et al.*, 2024).

No caso dos itens associados a digitalização (*lean* Digital/*lean* 4.0), a discussão considerou que a integração entre *lean* e tecnologias digitais tende a ocorrer de forma incremental e depende de uma base prévia de processos estabilizados e indicadores maduros; quando essa base é frágil, há risco de a tecnologia amplificar variabilidade e não produzir ganhos sustentáveis (Schumacher *et al.*, 2023; Prashar, 2024). Essa leitura é coerente com evidências de que a captura de valor de tecnologias digitais é favorecida quando combinada a rotinas *lean* já consolidadas e a disciplina de gestão (Prashar, 2024), além de exigir reconfiguração de métodos e ferramentas ao longo da transformação digital (Schumacher *et al.*, 2023).

Sendo assim, para PMEs da cadeia do amendoim, a baixa formalização identificada no AVFL implica maior exposição a variabilidade de processo e perdas que se propagam entre elos, afetando qualidade, prazos e custos logísticos. Assim, conforme sintetizado no Quadro 8 e operacionalizado no Quadro 10, as ações prioritárias devem focar na institucionalização de rotinas básicas (trabalho padronizado, gestão diária, indicadores e auditorias simples) e em controles de lote/segregação e rastreabilidade, criando base para ganhos sustentáveis e, quando pertinente, para a digitalização incremental (Kersten *et al.*, 2024; Prashar, 2024).

5.3 Superação de desafios na implantação do *lean* (SDIL)

5.3.1 Resultados

Os resultados do grupo SDIL, gerados a partir das etapas do *fuzzy TOPSIS class* são apresentados na Tabela 9. As tabelas intermediárias relativas ao cálculo estão detalhadas no Apêndice F.

Tabela 9 – Resultado da análise dos dados para o grupo SDIL a partir do *fuzzy TOPSIS class*

Critério	Item	Pequeno desafio	Médio desafio	Grande desafio	Classe Atribuída
SDIL1	A liderança da empresa é comprometida com a minimização e redução de desperdícios (ferramentas <i>Lean</i>).	0,6449	0,6663	0,3551	Médio desafio
SDIL2	A empresa possui um plano de longo prazo para a implementação do <i>Lean</i> ou de ferramentas <i>Lean</i> .	0,7194	0,6414	0,2806	Pequeno desafio
SDIL3	Os líderes estão envolvidos diretamente no chão de fábrica para entender os problemas operacionais.	0,7299	0,6816	0,2701	Pequeno desafio
SDIL4	A empresa promove a tomada de decisão descentralizada.	0,3964	0,5077	0,6036	Grande desafio
SDIL5	Os líderes incentivam a melhoria contínua (<i>Kaizen</i>) entre os colaboradores.	0,5433	0,6076	0,4567	Médio desafio
SDIL6	A empresa possui uma cultura de respeito pelos colaboradores e fornecedores.	0,7895	0,6865	0,2105	Pequeno desafio
SDIL7	Os colaboradores são incentivados a identificar e resolver problemas no local de trabalho.	0,7798	0,7006	0,2202	Pequeno desafio
SDIL8	A empresa promove o trabalho em equipe e a colaboração entre os setores.	0,6758	0,6423	0,3242	Pequeno desafio
SDIL9	Existem programas de treinamento contínuo para os colaboradores.	0,4237	0,5393	0,5763	Grande desafio
SDIL10	A empresa valoriza a padronização de processos.	0,3971	0,5096	0,6029	Grande desafio
SDIL11	A empresa utiliza o método de melhoria contínua em seus processos.	0,5056	0,5700	0,4944	Médio desafio
SDIL12	A empresa aplica o conceito de produção conforme a demanda na produção.	0,6593	0,6437	0,3407	Pequeno desafio

SDIL13	A empresa utiliza tem seu processo mapeado, em termos de etapas, tempo e quantidades.	0,6905	0,6383	0,3095	Pequeno desafio
SDIL14	A empresa realiza manutenção preventiva nos equipamentos.	0,7456	0,6625	0,2699	Pequeno desafio
SDIL15	A empresa utiliza meios para organização e limpeza do ambiente de trabalho.	0,6298	0,6415	0,3702	Médio desafio
SDIL16	A empresa possui um sistema de qualidade que busca a eliminação de defeitos.	0,6258	0,6369	0,3742	Médio desafio
SDIL17	A empresa utiliza o conceito de detecção e correção imediata de problemas na linha de produção para parar a produção em caso de problemas.	0,3712	0,4381	0,6288	Grande desafio
SDIL18	A empresa busca reduzir os estoques ao mínimo necessário.	0,7365	0,6617	0,2635	Pequeno desafio

Fonte: O autor

No construto SDIL, os itens distribuíram-se entre “Pequeno desafio” (9 de 18 itens; 50,0%), “Médio desafio” (5 itens; 27,8%) e “Grande desafio” (4 itens; 22,2%). Esse padrão indicou que, embora parte das barreiras tenha sido percebida como administrável no curto prazo, permaneceu um conjunto relevante de desafios em níveis médio e alto, os quais tendem a atuar como entraves estruturantes à consolidação do *lean* e ajudam a explicar limitações de formalização observadas no AVFL. Em PMEs, a literatura tem apontado que restrições de recursos, lacunas de competências e fragilidades de rotinas gerenciais podem persistir mesmo quando existe direcionamento para melhoria, tornando a identificação e a priorização das barreiras um requisito para a sustentabilidade da implantação. (Achanga *et al.*, 2006; Godinho Filho; Ganga; Gunasekaran, 2016; Siegel *et al.*, 2024).

A Tabela 10 sintetiza a distribuição dos itens por classe de desafio no SDIL, acompanhada de uma interpretação gerencial resumida para cada perfil.

Tabela 10 – Distribuição das classes do construto SDIL

Classe	Quantidade	%	Interpretação sintética
Pequeno desafio	9	50,0	Barreiras percebidas como administráveis no curto prazo.
Médio desafio	5	27,8	Barreiras que exigem coordenação, recursos e disciplina de gestão.
Grande desafio	4	22,2	Barreiras estruturantes que podem comprometer a implantação/sustentação.

Fonte: O autor.

Em termos interpretativos, a Tabela 10 sugere que o avanço da implantação não depende apenas de intenção, mas de capacidade organizacional para remover ou mitigar barreiras que exigem coordenação e disciplina de gestão. Na sequência, a discussão detalha como esses desafios se relacionam com a baixa institucionalização de práticas em AVFL e com a necessidade de mecanismos de governança para sustentar a trajetória de implementação. (Siegel *et al.*, 2024; Godinho Filho; Ganga; Gunasekaran, 2016).

5.3.2 Discussão

A distribuição do SDIL mostrou que parte relevante dos fatores foi percebida como “Pequeno desafio”, porém houve itens classificados como “Médio” e “Grande desafio”, indicando barreiras estruturantes. Essa evidência foi discutida como compatível com a dinâmica observada em PMEs: mesmo quando existe intenção de implantação, permanecem limitações ligadas a recursos, competências, rotinas de gestão e capacidade de governança, que restringem a transformação de intenção em rotina (Achanga *et al.*, 2006; Godinho Filho; Ganga; Gunasekaran, 2016; Siegel *et al.*, 2024). Assim, os itens de “médio” e “grande” desafio foram tratados como pontos explicativos da baixa formalização observada em AVFL.

Na cadeia agroindustrial do amendoim, barreiras organizacionais de PMEs tendem a ter efeito multiplicador, porque falhas de coordenação e instabilidade em um elo propagam consequências para os demais (por exemplo, atrasos, perdas por reprocesso, inconsistência de lote e maior risco de não conformidade). Em cadeias agroalimentares, a capacidade de gerir riscos, integrar controles de qualidade e manter rastreabilidade é frequentemente apresentada como requisito para integridade do fluxo e para responder a exigências de mercado e fiscalização (Kersten *et al.*, 2024). Além disso, guias normativos específicos para prevenção e redução de contaminantes em commodities como amendoim reforçam que medidas ao longo do processo (incluindo triagem/*sorting*, segregação, boas práticas de armazenamento e procedimentos de processamento) são relevantes para mitigação de risco, o que aumenta a pressão por rotinas estáveis e verificáveis, precisamente o tipo de capacidade que pode ser limitado por barreiras típicas de PMEs (Codex Alimentarius Commission, 2024). Logo, os desafios classificados como médios e grandes devem ser tratados como prioridades gerenciais porque condicionam simultaneamente eficiência interna, confiabilidade do fornecimento e conformidade do produto ao longo da cadeia.

Do ponto de vista metodológico, a discussão enfatizou a necessidade de coerência semântica e direcional dos itens (benefício versus custo), pois instrumentos de barreiras podem

conter enunciados formulados como “dificuldade” e, simultaneamente, como “capacidade”. Em análises TOPSIS, a consistência direcional evita interpretações invertidas quando critérios têm orientações distintas (Behzadian *et al.*, 2012).

Por fim, as barreiras classificadas como médias e grandes devem ser tratadas como prioridades gerenciais porque limitam simultaneamente eficiência interna e confiabilidade do fornecimento ao longo da cadeia. Assim, conforme sintetizado no Quadro 7 e priorizado no Quadro 8, recomenda-se direcionar intervenções faseadas para fortalecer governança, capacitação e rotinas de controle (lote/segregação e rastreabilidade), reduzindo variabilidade e ampliando conformidade e previsibilidade entre os elos (Codex Alimentarius Commission, 2024).

5.4 Síntese comparativa dos resultados

Na análise consolidada dos três construtos, observou-se um padrão consistente: (i) o CIFL apresentou predominância de alta cultura de implantação, sugerindo percepção favorável de valores e condições gerenciais associadas ao *lean*; (ii) o AVFL indicou baixa institucionalização das ferramentas e rotinas, com predomínio de não realização e execução não formal, evidenciando que a prática ainda não se converteu, de forma ampla, em padrões estáveis e auditáveis; e (iii) o SDIL mostrou que, embora parte dos fatores seja percebida como de menor desafio, permanecem barreiras específicas e estruturantes com maior criticidade, capazes de restringir a evolução da implementação.

Em conjunto, os resultados indicaram um descompasso entre cultura percebida (CIFL) e execução formal (AVFL), no qual a maturidade cultural não se traduz integralmente em adoção sistemática de práticas. Esse achado reforça a necessidade de fortalecer mecanismos de governança, padronização, capacitação e acompanhamento para sustentar a implementação das ferramentas *lean* e reduzir dependência de iniciativas pontuais (Bortolotti; Boscari; Danese, 2015; Achanga *et al.*, 2006; Siegel *et al.*, 2024).

Quadro 7 – Síntese comparativa dos resultados por classe

Constructo	Classe predominante	%	Itens críticos (Maior GAP)	Observação
CIFL	Alta cultura	88	CIFL25	Apesar da predominância de alta cultura de implantação, o item CIFL25 se destaca como ponto de atenção por indicar uma fragilidade em elemento estruturante de sustentação e governança (por exemplo, rotinas formais de avaliação/mensuração da maturidade), o que pode limitar a institucionalização e o acompanhamento sistemático da evolução <i>lean</i> .
AVFL	Não Realiza	68	AVFL31 AVFL32	A predominância de “Não realiza” evidencia baixa institucionalização das ferramentas e rotinas <i>lean</i> avaliadas. Os itens AVFL31 e AVFL32 se destacam como lacunas associadas a práticas avançadas e intensivas em tecnologia (por exemplo, algoritmos para rotas/caminhos alternativos e processos automatizados), sugerindo estágio em que práticas básicas podem estar em consolidação, mas iniciativas típicas de <i>lean</i> Digital/ <i>lean</i> 4.0 ainda não foram incorporadas.
SDIL	Pequeno Desafio	50	SDIL17	Embora predomine “Pequeno desafio”, o item SDIL17 se destaca como barreira relevante, sugerindo a existência de gargalo específico com potencial de limitar o avanço da implementação (frequentemente associado a fatores externos/institucionais, como apoio, incentivos ou ambiente), mesmo quando outros desafios são percebidos como administráveis.

Fonte: O autor.

5.5 Discussão integrativa: “gap” entre cultura (CIFL), execução (AVFL) e desafios (SDIL)

A análise integrada dos três construtos evidenciou um padrão interpretativo central: condições culturais percebidas como favoráveis (CIFL) coexistiram com baixa institucionalização de práticas e rotinas (AVFL) e com a presença de barreiras estruturantes (SDIL). Do ponto de vista do TOPSIS *class*, esse resultado não se restringiu a um ranqueamento; ele ofereceu um diagnóstico por perfis, indicando que, na amostra analisada, a implantação *lean* apresentou perfil cultural relativamente preparado, porém perfil operacional ainda incipiente, acompanhado por condicionantes que restringem a conversão da intenção em execução formal.

Essa configuração é compatível com a literatura que diferencia elementos “*soft*” (liderança, cultura, envolvimento, comunicação e orientação a pessoas) e elementos “*hard*” (rotinas, padronização, indicadores, governança e mecanismos de acompanhamento) como dimensões complementares para a sustentabilidade do *lean*. Evidências empíricas indicam que dimensões *soft* elevam a prontidão e o engajamento para a mudança, mas não garantem, por si só, a institucionalização de práticas e rotinas, que depende de mecanismos *hard* de gestão e disciplina organizacional (Bortolotti; Boscari; Danese, 2015; Van Dun; Tortorella; Carminati, 2024). Em PMEs, a literatura aponta que a dificuldade de transformar intenção em rotina é intensificada por restrições de recursos, disponibilidade de tempo gerencial, lacunas de capacitação e baixa formalização de processos, fatores que tornam mais provável a ocorrência de iniciativas pontuais, sem sustentação sistêmica (Achanga *et al.*, 2006; Godinho Filho; Ganga; Gunasekaran, 2016).

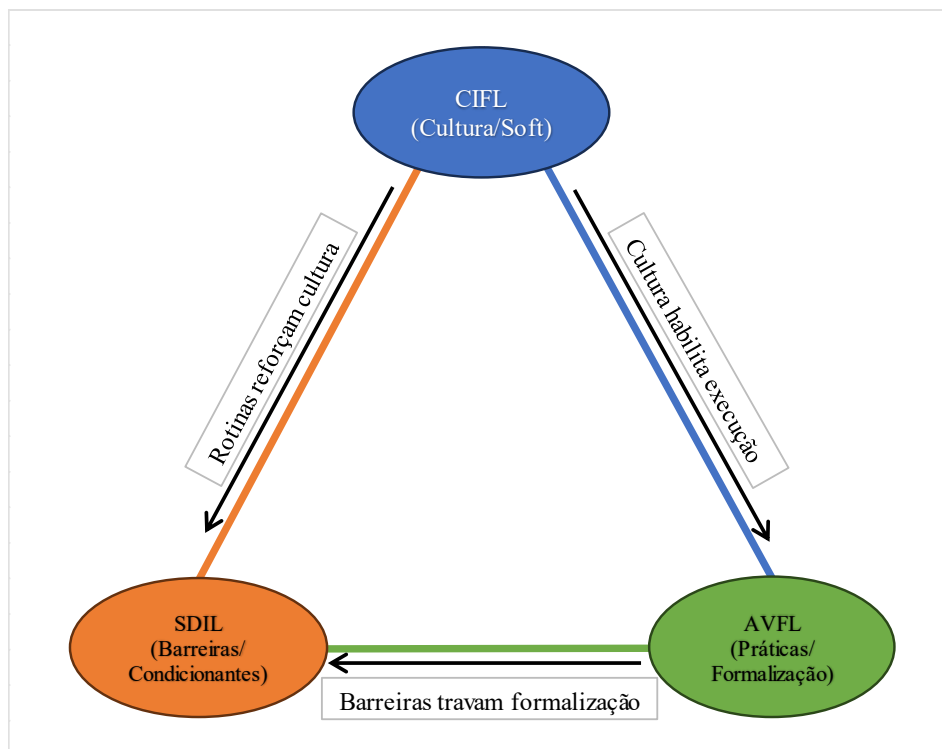
A interpretação integrada também indicou uma relação plausível de encadeamento causal: barreiras em SDIL (tempo gerencial, competências, recursos, ambiente institucional e governança) tendem a atuar como “travamentos” para a formalização em AVFL. Em outras palavras, mesmo quando há percepção de valores e predisposição cultural (CIFL), o avanço prático pode permanecer limitado, porque a organização não estabelece o conjunto mínimo de rotinas formais necessárias para sustentar o sistema *lean*: padrões operacionais, cadência de acompanhamento, KPIs, gestão visual como sistema, responsabilidades definidas, treinamento recorrente e mecanismos de aprendizado organizacional. Essa leitura converge com frameworks recentes de implementação em PMEs, que enfatizam governança, capacitação e sistematização como requisitos para estabilizar ganhos e reduzir dependência de iniciativas individuais (Siegel *et al.*, 2024).

Além disso, ao considerar os itens associados a digitalização (*lean* Digital/*lean* 4.0), a síntese apontou que as lacunas em AVFL nessa dimensão devem ser interpretadas não como

“falta de tecnologia” isoladamente, mas como ausência de base organizacional e processual para capturar valor da digitalização. Revisões recentes mostram que a transformação digital de métodos *lean* tende a produzir benefícios superiores quando apoiada em processos estabilizados, padronização e governança de dados; quando essa base não existe, a digitalização pode ampliar variabilidade e elevar complexidade sem ganhos sustentáveis (Schumacher *et al.*, 2023; Prashar; Sunder M, 2024).

A Figura 8 sintetiza o diagnóstico por perfis obtido no TOPSIS *class*, relacionando três dimensões complementares: CIFL (cultura/condições socio gerenciais), AVFL (execução e formalização de práticas) e SDIL (barreiras/desafios). O triângulo foi utilizado como representação conceitual do mecanismo de implantação em PMEs: a cultura favorável identificada em CIFL tende a habilitar o engajamento e reduzir resistência à mudança; entretanto, para converter essa predisposição em resultados sustentáveis, é necessário que AVFL apresente institucionalização de rotinas (padrões, governança, indicadores e cadência). Quando barreiras relevantes permanecem ativas em SDIL, como limitações de tempo gerencial, competências e recursos, elas atuam como travamentos estruturantes, impedindo que a cultura se materialize em execução formal.

Figura 8 – Triângulo CIFL–AVFL–SDIL: relações entre cultura, execução de práticas e desafios



Fonte: O autor

A leitura integrada do triângulo permite interpretar a relação entre cultura (CIFL), execução/formalização (AVFL) e desafios (SDIL): embora a amostra apresente perfil cultural predominantemente favorável (CIFL), a execução ainda se concentra em perfis de baixa formalização (AVFL). Esse resultado sugere que o estágio atual de implantação está mais associado a intenção/valores e práticas pontuais do que a um sistema gerencial consolidado. Assim, as prioridades práticas não derivam de “aumentar cultura”, mas de converter predisposição cultural em rotinas gerenciais, atacando barreiras estruturantes e implantando mecanismos estruturados (padronização, gestão visual como sistema, KPIs e auditorias simples) que sustentem disciplina e aprendizagem organizacional.

No diagrama, a seta CIFL para AVFL representa a conversão de valores e liderança em práticas formalizadas (rotinas e padrões). A seta SDIL para AVFL representa o efeito restritivo das barreiras, que reduz a capacidade de institucionalização. Por fim, a seta AVFL para CIFL representa o reforço cultural gerado quando práticas passam a fazer parte da rotina, fortalecendo disciplina e aprendizado coletivo.

5.5.1 Implicações práticas

Para consolidar a interpretação do diagnóstico por perfis, o Quadro 8 sintetiza, para cada construto, o perfil predominante identificado, a evidência empírica correspondente e as implicações gerenciais associadas.

Quadro 8 – Síntese do diagnóstico por perfis (TOPSIS *class*) e implicações gerenciais (CIFL–AVFL–SDIL)

Construto	Classe predominante (perfil TOPSIS <i>class</i>)	Evidência do diagnóstico (o que apareceu nos dados)	Interpretação substantiva (o que isso significa)	Barreiras associadas (conexão com SDIL)	Implicação gerencial (perdas/ganhos)	Prioridades recomendadas
CIFL (Cultura e implantação)	Alta cultura (predominante)	A maioria dos itens foi classificada no perfil de alta cultura, indicando percepção favorável de condições culturais/gerenciais para o <i>Lean</i> . Ainda assim, houve itens que ficaram em perfis inferiores (média/baixa), concentrando lacunas em mecanismos formais de governança e acompanhamento.	O diagnóstico sugere prontidão cultural e ambiente gerencial percebido como favorável aos princípios <i>Lean</i> . Entretanto, a presença de itens em níveis inferiores indica que essa cultura pode estar mais associada a intenção/valores do que a um sistema de gestão plenamente institucionalizado.	As barreiras do SDIL que mais explicam esse “desacoplamento” são: tempo gerencial limitado, capacitação insuficiente e governança/rotinas pouco estruturadas. Quando essas barreiras existem, a cultura tende a não se traduzir em padronização e cadência de gestão.	Ganho potencial: a cultura percebida favorável reduz resistência à mudança e facilita mobilização. Perda provável sem governança: ausência de rotina de revisão/avaliação diminui sustentação, priorização e aprendizagem; melhorias tornam-se episódicas e dependentes de indivíduos.	(1) Consolidar governança <i>Lean</i> (cadência de reuniões, revisão periódica, responsáveis). (2) Converter “cultura” em rotina por meio de padrões e indicadores. (3) Instituir mecanismos simples de <i>accountability</i> (plano de ação + revisão).
AVFL (Ferramentas/práticas e formalização)	Não realiza (predominante)	Predominância de itens no perfil não realiza e baixa ocorrência de itens no perfil formalizado. O perfil intermediário (“realiza, mas não formal”) apareceu como sinal de	O diagnóstico indica que a implantação prática do <i>Lean</i> está em estágio incipiente: existem sinais de cultura (CIFL), mas a execução não foi convertida em	Barreiras do SDIL explicam diretamente AVFL baixo: falta de capacitação, restrição de recursos/tempo, ausência de padronização/docu	Perdas: baixa formalização tende a manter variabilidade, desperdícios, retrabalho e baixa previsibilidade; ganhos <i>Lean</i> não sustentam. Ganhos	(1) Priorizar formalização do que já existe (“realiza, mas não formal”). (2) Implantar padrão + rotina de verificação (auditorias

		execução pontual, porém sem institucionalização (padrões, treinamento recorrente, auditorias e cadência).	sistema formal. Isso é típico quando práticas são aplicadas de forma fragmentada, sem rotinas, sem padrões e sem governança.	mentação, e condicionantes externos/institucionais que dificultam investimento incremental e continuidade.	ao formalizar: estabilidade do processo, melhoria contínua repetível e base para digitalização eficaz.	simples). (3) Desenvolver trilha de capacitação por ferramentas básicas. (4) Só depois avançar em <i>Lean Digital/Lean 4.0</i> .
SDIL (Desafios/barreras)	Pequeno desafio (predominante), com presença relevante de médio e grande desafio	Metade dos itens ficou em “pequeno desafio”, mas houve um conjunto em “médio” e “grande desafio”, revelando barreiras estruturantes ainda ativas. Essas barreiras ajudam a entender por que a execução (AVFL) permanece baixa mesmo com cultura favorável (CIFL).	O diagnóstico indica que as PMEs percebem parte das condições como administráveis, porém algumas barreiras permanecem suficientemente fortes para limitar a institucionalização das práticas. Assim, o gargalo não é “falta de intenção”, mas capacidade de execução sustentada.	Barreiras mais associadas ao gap CIFL→AVFL: (i) capacitação/competências, (ii) tempo gerencial e priorização, (iii) recursos para estabilizar e padronizar, (iv) governança e acompanhamento, (v) fatores externos/institucionais.	Perdas: sem mitigação das barreiras, a empresa mantém iniciativas pontuais sem escala; a implantação se torna vulnerável a urgências do dia a dia. Ganhos ao tratar barreiras: melhora capacidade de sustentar padrão, reduzir variabilidade e viabilizar avanço gradual.	(1) Atacar 3–5 barreiras prioritárias com ações estruturantes (capacitação, governança, padronização). (2) Criar “mecanismos anti-interrupção” (cadência mínima e responsabilidades). (3) Vincular ações às lacunas AVFL (formalização e rotina).

Fonte: O autor, a partir dos resultados do *Fuzzy TOPSIS class*.

Com base no diagnóstico por perfis do TOPSIS *class*, as ações foram estruturadas como um roteiro faseado, isto é, uma sequência lógica de evolução da implantação *lean* em PMEs, conectando diretamente:

- (i) Perfil cultural identificado em CIFL;
- (ii) Perfil de baixa formalização em AVFL; e
- (iii) Barreiras estruturantes em SDIL.

O princípio de priorização adotado foi que o *lean* se sustenta por rotinas e governança e que a digitalização deve ser tratada como evolução de um sistema já estabilizado, sob pena de amplificar variabilidade e desperdiçar recursos (Schumacher *et al.*, 2023; Prashar; Sunder M, 2024). Assim, as ações foram distribuídas em curto, médio e longo prazo, considerando restrições típicas de PMEs (Achanga *et al.*, 2006; Godinho Filho; Ganga; Gunasekaran, 2016).

Fase 1 — Estabilização e fundamentos (curto prazo: 0–3/6 meses)

Objetivo: criar o “mínimo sistema *Lean*” por meio de rotinas simples, padrões básicos e governança inicial, convertendo predisposição cultural (CIFL) em execução consistente.

1) Padronização do trabalho e controle de variabilidade (padrão mínimo): Implementou-se padronização em processos críticos (POP/IT simples, sequência de operação, pontos de qualidade e segurança), priorizando atividades com maior impacto em retrabalho, refugo e paradas. Em PMEs, a padronização funciona como base para estabilidade e aprendizado, reduzindo dependência de “heróis operacionais” e permitindo melhoria incremental (Achanga *et al.*, 2006).

2) Gestão visual como sistema (não como quadro decorativo): Organizou-se gestão visual com poucos indicadores operacionais (qualidade, entrega, produtividade, paradas), acompanhados em rotina curta e regular. A gestão visual foi tratada como mecanismo hard de governança e alinhamento, conectando cultura a disciplina de execução (Bortolotti; Boscari; Danese, 2015; Van Dun; Tortorella; Carminati, 2024).

3) Cadência de gestão: reuniões curtas e rotina de acompanhamento (diária/semanal): Instituiu-se uma rotina de acompanhamento com agenda simples: status, desvios, causas, contramedidas e responsáveis. Esse ponto é central para PMEs porque transforma intenção em rotina e reduz dispersão de esforços (Siegel *et al.*, 2024).

4) Treinamento prático inicial (foco em execução e disciplina): Executou-se capacitação curta e prática sobre 5S, padronização, identificação de desperdícios e solução estruturada de problemas. A literatura de PMEs destaca que treinamento e disponibilidade de

competências são determinantes para sustentar a implantação (Achanga *et al.*, 2006; Godinho Filho; Ganga; Gunasekaran, 2016).

Fase 2 — Formalização e sistemas (médio prazo: 6–12 meses): Objetivo: transformar práticas pontuais em sistema formal, criando rotinas auditáveis, governança por indicadores e mecanismos de melhoria contínua.

5) Sistema de indicadores (KPIs) ligado à estratégia e rotina de revisão: Estruturou-se um conjunto enxuto de KPIs com metas, responsáveis e revisão periódica. A lógica foi consolidar “gestão por fatos”, reduzindo a subjetividade e tornando a priorização de melhorias mais objetiva.

6) Auditorias leves e regulares (5S, padrões, rotina): Implantou-se auditoria simples (*checklists* curtos) para assegurar manutenção dos padrões e identificar regressões. Esse ponto aumenta sustentação e reduz a “morte lenta” de iniciativas Lean após picos de energia inicial (Bortolotti; Boscarì; Danese, 2015).

7) Rotina estruturada de melhoria (PDCA/A3) e portfólio de *Kaizens*: Organizou-se um fluxo de melhorias: seleção, execução, verificação e padronização, com priorização por impacto (qualidade, tempo, custo). Isso reduz improvisação e cria consistência para ganhos repetíveis.

8) Integração operacional mínima com cadeia (onde aplicável): Em itens associados a fluxo e cadeia (quando presentes no AVFL), recomendou-se iniciar por melhorias de confiabilidade interna (*lead time* e qualidade) e só depois avançar em mecanismos puxados mais sofisticados, pois sincronização exige estabilidade.

Fase 3 — Avanço e digitalização (longo prazo: 12–24 meses)

Objetivo: capturar valor de *Lean Digital/Lean 4.0* a partir de base estável, evitando digitalização “sobre instabilidade”.

9) *Lean Digital* como “amplificador” de rotinas maduras: Foram priorizados pilotos de dados/tempo real em processos críticos, com objetivo claro (reduzir paradas, defeitos, variabilidade). A literatura aponta que digitalização tende a produzir maior valor quando a organização já possui padrões e governança de indicadores (Schumacher *et al.*, 2023; Prashar; Sunder M, 2024).

10) Adoção seletiva de automação e inteligência artificial: a incorporação de tecnologias vinculadas ao *Lean 4.0* deve ocorrer de forma progressiva, com prioridade para operações repetitivas e para pontos críticos do processo, especialmente aqueles que afetam a qualidade do produto e a segurança operacional. Essa priorização deve considerar não apenas o retorno esperado, mas também o nível de risco e a capacidade da empresa de sustentar a

tecnologia em sua rotina. A literatura sugere que a adoção tecnológica, quando realizada sem disciplina operacional, padronização mínima e clareza de propósito, tende a ampliar a complexidade do sistema sem garantir melhorias consistentes de desempenho (Schumacher *et al.*, 2023).

Em conjunto, essas recomendações evidenciam que o avanço das PMEs em direção a práticas mais estruturadas de *lean*, digitalização e automação dependem menos da simples incorporação de ferramentas e mais da capacidade de articular competências, governança, recursos e rotinas estáveis. É nessa perspectiva integradora que o Quadro 9 sintetiza as principais barreiras identificadas no construto SDIL, os impactos que elas tendem a produzir sobre a formalização das práticas avaliadas no construto AVFL e as ações recomendadas em lógica faseada. Dessa forma, o quadro oferece uma síntese operacional das relações entre obstáculos, efeitos organizacionais e prioridades de intervenção, em consonância com o estágio de maturidade das empresas analisadas.

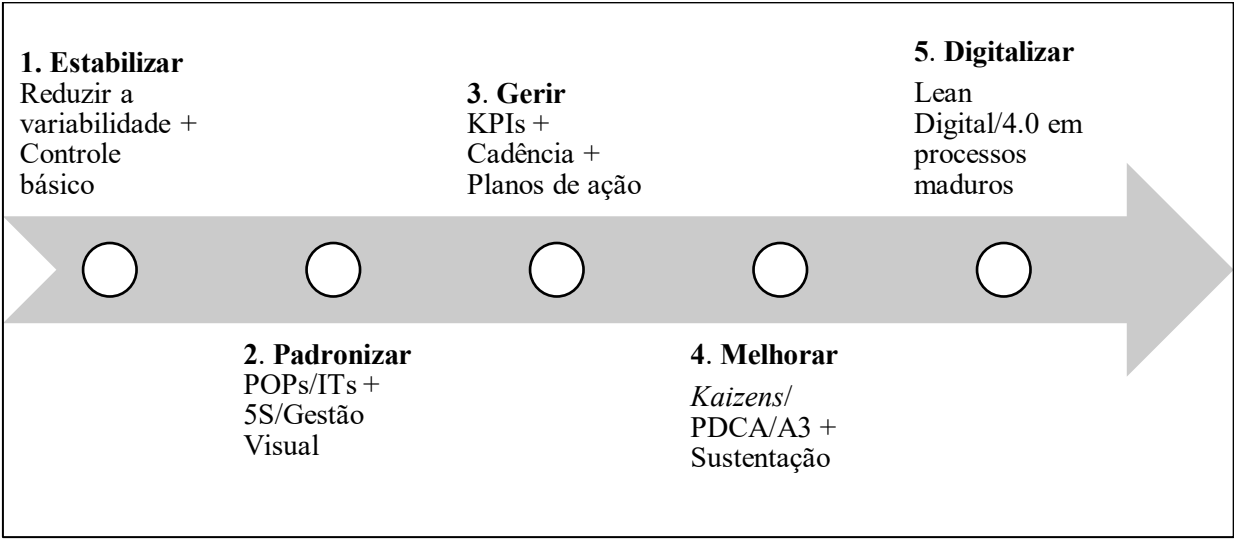
Quadro 9 – Relação entre barreiras (SDIL), impactos na formalização (AVFL) e ações recomendadas

Barreira (SDIL)	Efeito típico em AVFL	Ação recomendada (faseada)
Capacitação/competências insuficientes	Ferramentas ficam pontuais; baixa padronização e pouca rotina de melhoria	Fase 1: treinamento prático + padrões; Fase 2: trilhas + PDCA/A3
Tempo gerencial e priorização	Cadência de acompanhamento irregular; planos de ação interrompidos	Fase 1: reuniões curtas e agenda fixa; Fase 2: governança com revisão mensal
Ausência de governança/indicadores	Decisão reativa; baixa sustentação e aprendizagem	Fase 2: KPIs enxutos + rotina de revisão; auditorias leves
Recursos limitados	Dificulta estabilização e formalização; posterga melhorias estruturantes	Fase 1: <i>quick wins</i> de baixo custo; Fase 2: portfólio priorizado por impacto
Condicionantes externos/institucionais	Aumenta variabilidade e risco; reduz continuidade	Fase 2: foco em estabilidade interna; Fase 3: digitalização seletiva em processos maduros

Fonte: O Autor

Por fim, o *roadmap* por estágios (Figura 9) sintetiza a lógica de evolução da implantação: estabilizar, padronizar, gerir, melhorar e digitalizar. Essa sequência expressa a necessidade de construir base operacional e governança antes de avançar para iniciativas digitais e automação avançada.

Figura 9 – Roadmap por estágios



Fonte: O Autor

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1. Síntese do estudo e dos principais achados

Esta pesquisa avaliou a implantação do *lean production* em PMEs industriais a partir de três dimensões, cultura (CIFL), adoção/execução e formalização de práticas (AVFL) e desafios/barreiras (SDIL), utilizando o método *fuzzy TOPSIS class* para classificar os itens em perfis interpretáveis, com tratamento explícito de incertezas inerentes a avaliações perceptivas.

De forma geral, os resultados apontaram predominância de classificação cultural elevada (CIFL), combinada com baixa formalização das práticas e ferramentas (AVFL) e com a persistência de desafios moderados a altos (SDIL). A interpretação integrada evidenciou que, mesmo com cultura favorável à implantação do *lean*, a execução formal das práticas ainda é limitada, sugerindo que valores e percepções positivas não são suficientes, por si só, para assegurar a tradução em rotinas gerenciais, padronização e disciplina operacional. Assim, a consolidação do *lean* em PMEs requer mecanismos de governança e rotinas estruturadas (por exemplo, padronização, cadência de gestão e indicadores) para sustentar resultados ao longo do tempo.

Além disso, os achados reforçam que a implantação do *lean* envolve também uma dimensão comportamental, na medida em que a consolidação de rotinas e práticas tende a influenciar engajamento, aprendizagem e padrões de atuação no cotidiano (por exemplo, identificação sistemática de perdas, participação em melhorias e disciplina de execução). Evidências recentes indicam que práticas “*soft*” de gestão e comportamentos dos colaboradores são componentes relevantes para sustentar melhorias e evitar desperdícios inclusive em contextos de transformação digital, nos quais podem emergir “desperdícios digitais” quando a adoção tecnológica não é acompanhada de práticas e comportamentos adequados (Alieva; Powell, 2022). Em convergência, discussões recentes sobre cultura *lean* destacam relações entre cultura, engajamento e melhoria contínua como elementos centrais para sustentação do sistema de gestão (Tenji; Veingerl-Čič; Divjak, 2025).

Sob a ótica gerencial, a baixa formalização observada em AVFL, associada à presença de barreiras em SDIL, indica que o avanço sustentável da implantação do *lean* depende de ações estruturantes, com foco em padronização, capacitação e mecanismos sistemáticos de acompanhamento, de modo a transformar predisposição cultural em execução consistente e resultados sustentáveis. Essa leitura é convergente com a literatura sobre

implantação do *lean* em PMEs e com discussões recentes relacionadas à articulação entre *lean* e digitalização, nas quais se destaca que ganhos superiores tendem a ocorrer quando há base estável de processos e rotinas maduras, além de governança mínima para sustentar a evolução para abordagens como o *Lean Digital/Lean 4.0* (Siegel *et al.*, 2024; Prashar, 2024; Schumacher *et al.*, 2023). O diagnóstico consolidado e suas implicações gerenciais foram sintetizados no Quadro 10, articulando perfis predominantes, evidências e direcionamentos de ação.

6.2. Conclusões interpretativas

Conclusão 1, *gap* entre cultura e execução: constatou-se cultura percebida favorável (CIFL) coexistindo com baixa institucionalização de práticas (AVFL), o que reforça a necessidade de mecanismos “*hard*” de gestão, rotinas, padrões, gestão à vista, acompanhamento e responsabilização para converter intenção cultural em execução (Bortolotti; Boscarì; Danese, 2015).

Conclusão 2, maturidade operacional e prontidão para *Lean Digital/Lean 4.0*: as PMEs analisadas apresentaram prontidão cultural, mas maturidade operacional ainda incipiente na formalização, indicando que iniciativas digitais associadas ao *lean* podem enfrentar limitações quando implementadas antes da estabilização de processos e do fortalecimento de governança e rotinas (Schumacher *et al.*, 2023; Prashar, 2024). Em síntese, a inovação pode ocorrer em diferentes níveis: (i) como inovação gerencial e de processo, ao instituir o próprio sistema *lean* (rotinas, padrões, melhoria contínua); e (ii) como inovação tecnológica, quando a organização passa a alavancar tecnologias digitais para ampliar produtividade e confiabilidade sobre processos já estabilizados. Essa complementaridade é consistente com a literatura recente que conceitua a transformação digital “*enxuta*” como uma articulação entre práticas *lean* e adoção digital, na qual o *lean* pode atuar como habilitador da transformação digital, e a digitalização, por sua vez, pode ampliar a efetividade do *lean* quando bem ancorada em processos estáveis (Scriven; Ledwith; Nagle, 2024).

Conclusão 3, barreiras como explicação para a baixa formalização: a presença de desafios (SDIL) sugere que restrições típicas de PMEs, recursos, capacitação e disponibilidade gerencial, atuam como fatores relevantes para sustentar o baixo nível de formalização observado, reforçando a importância de intervenções faseadas e priorizadas, adequadas à realidade organizacional (Achanga *et al.*, 2006; Siegel *et al.*, 2024).

Diante do exposto, conclui-se que a abordagem proposta contribui para ampliar a compreensão da implantação do *lean* em PMEs ao oferecer um diagnóstico estruturado e

orientado à decisão, capaz de apoiar a definição de prioridades e a condução de melhorias de forma compatível com restrições organizacionais típicas desse contexto. Ao evidenciar a distância entre predisposição cultural e institucionalização das práticas, o estudo reforça a relevância de estratégias de gestão que privilegiem disciplina operacional, rotinas e aprendizagem organizacional como condições para a sustentação dos resultados. Por fim, espera-se que as contribuições aqui apresentadas sirvam de base para aplicações em diferentes realidades industriais e para pesquisas futuras que aprofundem a integração entre maturidade operacional, barreiras e evolução do *lean* em ambientes de transformação digital.

6.3. Contribuições da pesquisa

Contribuições teóricas:

(i) aplicação do *fuzzy TOPSIS class* como método de diagnóstico por perfis para implantação do *lean* em PMEs;

(ii) integração das três dimensões (cultura, práticas/formalização e barreiras) em um modelo interpretativo que favorece a análise conjunta e uma leitura mais acionável do fenômeno.

Contribuições práticas:

(i) elaboração de um diagnóstico consolidado por construto e implicações gerenciais (Quadro 10);

(ii) proposição de um roteiro faseado de ações e mecanismo de priorização (Quadro 11; Figura 6), apoiando gestores na conversão de cultura favorável em execução formal, com maior consistência e sustentabilidade.

6.4. Limitações do estudo

As limitações incluem: (i) amostra restrita e limitações de representatividade; (ii) natureza perceptiva dos dados (autoavaliação), sujeita a vieses; (iii) ausência de triangulação sistemática com indicadores objetivos (por exemplo, qualidade, produtividade, lead time, OEE); e (iv) sensibilidade do diagnóstico a escolhas de perfis e pesos, característica inerente a abordagens multicritério de classificação e priorização

6.5. Sugestões para pesquisas futuras

Recomenda-se: (i) replicar o estudo em amostras maiores e em diferentes setores; (ii) conduzir estudos longitudinais para avaliar a evolução dos perfis após implementação de ações recomendadas; (iii) triangulação com KPIs objetivos e auditorias; (iv) comparação com outros métodos multicritério de *sorting*; e (v) investigação de relações causais entre barreiras (SDIL) e formalização (AVFL) por modelagem quantitativa (SEM/PLS) ou por estudos de caso aprofundados.

REFERÊNCIAS

- AADITHYA, B.; ASOKAN, P.; VINODH, S. *Lean production* in fabrication industry: literature review and framework proposal. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 40, n. 6, p. 1485-1517, 23 maio 2023. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2021-0084>.
- ABICAB. Programa Pró-Amendoim. [s.d.].
- ABICAB. 25 anos do selo Pró-Amendoim Abicab. 2026.
- ABU, F. *et al.* An SEM approach for the barrier analysis in *lean* implementation in manufacturing industries. *Sustainability*, v. 13, n. 1978, p. 1-17, 2021. DOI: 10.3390/su13041978.
- ABU, F. *et al.* The implementation of *lean* manufacturing in the furniture industry: a review and analysis on the motives, barriers, challenges, and the applications. *Journal of Cleaner Production*, v. 234, p. 660-680, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.06.279.
- ACHANGA, Pius; SHEHAB, Esam; ROY, Rajkumar; NELDER, Geoff. Critical success factors for *lean* implementation within SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 17, n. 4, p. 460–471, 2006. DOI: 10.1108/17410380610662889.
- GÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução RDC nº 14, de 28 de março de 2014. Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2014.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011. Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. Brasília, 2011. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/res0007_18_02_2011_rep.html. Acesso em: 27 ago. 2025.
- AGLASAFE. *Aflatoxin Standards for Food*. [S. l.], [202?]. Disponível em: <https://aflasafe.com/wp-content/uploads/pdf/TPP-8-Aflatoxin-Standards-for-Food.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2025.
- AHMAD, N. A. *et al.* Value stream mapping implementation in a small and medium-sized agro-industrial enterprise. *Journal of Manufacturing and Materials Science and Technology*, v. 8, n. 2, p. 45–53, 2014. Disponível em: <https://journal.ump.edu.my/jmmst/article/view/11166>. Acesso em: 18 mai. 2025.
- AHMAD, Shah Hizam; NIK MOHAMED, ...; NELFIYANTI. Study of SME employees' awareness level on *lean* manufacturing and ergonomics implementation in Malaysian and Indonesian production environments. *Heliyon*, v. 10, n. 18, e38216, 2024. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e38216.
- AKULLO, J. O. *et al.* A comprehensive review of aflatoxin in groundnut and maize products: risks, prevention, control, and mitigation strategies. *Journal of Food Quality*, 2025. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/jfq/2810946>. Acesso em: 27 set. 2025.

ALDAVE-VASQUEZ, Y. N.; MORALES-VARGAS, S.; CORZO-CHAVEZ, J. A. Waste Minimization in Peanut Snack Production using *Lean* Manufacturing tools: a Case Study. *Journal of Fluid Flow, Heat and Mass Transfer*, v. 11, p. 1–9, 2024. Disponível em: <https://avestia.com/waste-minimization-in-peanut-snack-production-using-lean-manufacturing-tools-a-case-study/>. Acesso em: 1 jun. 2025.

ALMANEI, M.; SALONITIS, K.; XU, Y. *Lean* implementation frameworks: the challenges for SMEs. *Procedia CIRP*, v. 63, p. 750-755, 2017. DOI: 10.1016/j.procir.2017.03.170.

ALEFARI, Mudhafar; ALMANEI, Mohammed; SALONITIS, Konstantinos. *Lean* manufacturing, leadership and employees: the case of UAE SMEs. *Production & Manufacturing Research: An Open Access Journal*, v. 8, n. 1, p. 222–243, jan. 2020. DOI: 10.1080/21693277.2020.1781704.

ALIEVA, Jamila; POWELL, Daryl John. The significance of employee behaviours and soft management practices to avoid digital waste during a digital transformation. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 14, n. 1, p. 1–32, 2022. DOI: 10.1108/IJLSS-07-2021-0127.

ALEXANDER, L. M.; SALEESHYA, P. Qualitative analysis of different *lean* assessment methods: a comprehensive review of applications. *Materials Today: Proceedings*, p. 387-392, 24 fev. 2022.

AL-OKAILY, M. et al. The impact of management practices and Industry 4.0 technologies on supply chain sustainability: a systematic review. *Heliyon*, v. 10, e24528, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024124528>. Acesso em: 8 fev. 2026.

ALSADI, Juman; ANTONY, Jiju; MEZHER, Toufic; JAYARAMAN, Raja; MAALOUF, Maher. *Lean and Industry 4.0: A bibliometric analysis, opportunities for future research directions. Quality Management Journal*, v. 30, n. 1, p. 41–63, jan. 2023. DOI: 10.1080/10686967.2022.2144785.

AMERICAN PEANUT COUNCIL. Aflatoxin: Global Contaminants Limits. Alexandria, VA: American Peanut Council, 2020. Disponível em: <https://www.peanutsusa.com>. Acesso em: 28 set. 2025.

ANUAR, A.; OTHMAN, N.; SADEK, D. M.; HAMI, N.; MANSOR, N. S. Exploring the challenges and the implementation of *lean* practices under *lean* transformation project in Malaysian small and medium enterprises. *Jurnal Pengurusan*, p. 93-105, 2023.

AOUAG, H., & SOLTANI, M. (2023). Improvement of *lean production* approach based on MCDM techniques for sustainable manufacturing. *International Journal of Manufacturing Research*, 18(1), 50–74. <https://doi.org/10.1504/IJMR.2023.129300>. Acesso em: 17 maio 2025.

IOANA, A. D. et al. Case study regarding the implementation of one piece flow line in automotive company. *Procedia Manufacturing*, v. XX, p. 1–X, 2019.

ARAÚJO, M. A. de; NEGRÃO, L. L. L.; MACIEL, F. D. Práticas *Lean production* e melhorias de desempenho operacional: um estudo de caso em uma empresa amazônica. *Revista Produção Online*, v. 25, n. 1, p. 5340, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v25i1.5340>. Acesso em: 17 maio 2025.

ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO. Meio ambiente SP. Fonte: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 13 set. 2023. Disponível em: <https://www.agricultura.sp.gov.br/pt/b/estado-de-sao-paulo-e-responsavel-por-90-da-producao-nacional-de-amendoim>. Acesso em: 25 set. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CHOCOLATES, CACAU, AMENDOIM, BALAS E DERIVADOS (ABICAB). Relatório Setorial da Indústria de Amendoim e Derivados. São Paulo: ABICAB, 2023.

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2016. 229 p. ISBN 978-85-62938-04-7

BARROSO, A. L. Proposta de atividade de extensão para os alunos da disciplina GPEQ: aplicação da filosofia *lean* em micro e pequenas empresas. 2022. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

BASHAR, A.; HASIN, A. A.; ADNAN, Z. H. Impact of *lean* manufacturing: evidence from apparel industry in Bangladesh. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 12, n. 5, p. 923-943, 2021. DOI: 10.1108/IJLSS-01-2020-0005.

BASSANI, I. D. *et al. Estrutura regulatória para a aflatoxina no amendoim*. Brasília: Embrapa, 2023. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1153709/1/Estrutura-regulatoria.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2025.

BATWARA, A.; SHARMA, V.; MAKAR, M.; GIALLANZA, A. Impact of smart sustainable value stream mapping – *fuzzy* PSI decision-making framework. *Sustainable Futures*, v. 7, p. 100201, 2024. DOI: 10.1016/j.sftr.2024.100201.

BECERRA-FLORES, A. A.; SALAS-SOTELO, J. S. W.; CORZO-CHAVEZ, J. A. Improvement of productivity by applying Poka Yoke, SMED and TPM in a SME in the brick production sector. In: LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2024, Costa Rica. Proceedings [...]. LACCEI, 2024. Disponível em: <https://laccei.org/LACCEI2024-CostaRica/meta/FP349.html>. Acesso em: 18 mai. 2025.

BEDIAKO, K. A.; OFORI, K.; OFFEI, S. K.; DZIDZIENYO, D.; ASIBUO, J. Y.; AMOAH, R. A. Aflatoxin contamination of groundnut (*Arachis hypogaea* L.): predisposing factors and management interventions. *Food Control*, v. 98, p. 61–67, 2019. DOI: 10.1016/j.foodcont.2018.11.003.

BELHADI, Amine; SHA'RI, Yusof Bin Mohd; TOURIKI, Fatima Ezahra; EL FEZAZI, Said. *Lean production* in SMEs: literature review and reflection on future challenges. *Journal of Industrial and Production Engineering*, v. 35, n. 6, p. 368-382, 2018. DOI: 10.1080/21681015.2018.1508081.

BEHZADIAN, Majid; OTAGHSARA, S. K.; YAZDANI, Morteza; IGNATIUS, Joshua. A state-of-the-art *survey* of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, v. 39, n. 17, p. 13051–13069, 2012. DOI: 10.1016/j.eswa.2012.05.056.

BIADACZ, R. Application of Kaizen and Kaizen Costing in SMEs. *Production Engineering Archives*, v. 30, n. 1, p. 17–35, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.30657/pea.2024.30.2>. Acesso em: 18 maio 2025.

BITITCI, Umit; COCCA, Paola; ATES, Aylin. Impact of visual performance management systems on the performance management practices of organisations. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 54, n. 6, p. 1571-1593, 2016. DOI: 10.1080/00207543.2015.1005770.

BONAMIGO, A. *et al.* Lean thinking in value co-creation: a basis for innovation in agro-industrial sector. *International Journal of Innovation*, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 1-38, e24034, set./dez. 2023. DOI: 10.5585/2023.24034.

BORTOLOTTI, Thomas; BOSCARI, Stefania; DANESE, Pamela. Successful *lean* implementation: Organizational culture and soft *lean* practices. *International Journal of Production Economics*, v. 160, p. 182–201, 2015. DOI: 10.1016/j.ijpe.2014.10.013.

BORTOLOTTI, T.; ROMANO, P. “Lean first, then automate”: a framework for process improvement in pure service companies. *Production Planning & Control*, v. 23, n. 7, p. 513–522, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/09537287.2011.642208>.

BRASIL. Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 14 dez. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. *Cadeia produtiva do amendoim: análises e perspectivas*. Brasília: MAPA, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 11, de 15 de fevereiro de 2007. Estabelece critérios de identidade e qualidade do amendoim. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Indicadores da Qualidade Vegetal. Disponível em: https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/Qualidade_Vegetal/Qualidade_Vegetal.htm. Acesso em: 13 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. *Protocolo privado de controle de aflatoxinas para exportação de amendoim à União Europeia*. Brasília, [s. d.]. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/exportacao-dipov/qualidade-vegetal/exportadores/arquivos-cgc-amendoim/Protocolo_Privado_Amendoim_UE.PDF. Acesso em: 27 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Indicadores da Qualidade Vegetal. Disponível em: https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/Qualidade_Vegetal/Qualidade_Vegetal.htm. Acesso em: 17 mai. 2025.

BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. Instrução Normativa nº 32, de 24 de agosto de 2016. Estabelece o Regulamento Técnico do Amendoim em Casca e em Grãos. Brasília, 2016. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1774352541>

BRUNELLI, Chiara; TEBALDI, Letizia; BOTTANI, Eleonora. Visual Management for digitizing the production scheduling: An Italian case study. *Procedia Computer Science*, v. 253, p. 1485-1494, 2025. DOI: 10.1016/j.procs.2025.01.210.

BUER, Silvestre A.; SEMINI, Marija; STRANDHAGEN, Jan O.; SGARBOSSA, Francesca. The complementary effect of *lean* manufacturing and digitalisation on operational performance. *International Journal of Production Research*, v. 59, n. 6, p. 1976–1992, 2021. DOI: 10.1080/00207543.2020.1790684.

CANTINI, F. *et al.* Peanut supply chain and sustainability: challenges and opportunities. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, v. 61, p. 45–62, 2024.

CANTINI, A.; COSTA, F.; PORTIOLI-STAUDACHER, A. Driving corporate digitization with reliable data through the A3 approach: an Italian case study. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 15, n. 8, p. 143–170, 2024. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJLSS-03-2024-0055/full/html>. Acesso em: 18 maio 2025.

CARVALHO, J. I. F.; SANTOS, F. K. S. Pesquisa como paradigma inovador para a formação de professores de Geografia e para o ensino. *Caminhos de Geografia*, v. 24, n. 92, p. 1–15, 2023.

CARRIJO, Pâmella R. S.; BATALLA, Mário O. *Lean* manufacturing na agricultura: benefícios, obstáculos e oportunidades. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 31, e1924, 2024. DOI: 10.1590/1806-9649-2024v31e1924.

CAZERI, Gustavo Tietz; *et al.* A multicriteria approach for assessing the maturity of supply chains regarding the implementation of circular economy practices in Brazil. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, v. 31, n. 5, p. 611–625, 2024. DOI: 10.1080/13504509.2024.2304616.

CELANI, Carolina Kelly Pinto Barbosa; ARANTES, Fernanda Paes; NASCIMENTO, Anderson Lopes. Just in Time: análise dos impactos da redução de estoques nos custos logísticos. In: SOUZA, Poliana Mendes de; BENIAICH, Adnane (orgs.). *Engenharias do Brasil: inovação e atualidades pós-pandemia*. Diamantina: UFVJM, 2023. p. 635–645.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Code of Practice for the Prevention and Reduction of Aflatoxin Contamination in Peanuts (CXC 55-2004). Rome: FAO/WHO, 2004. Disponível em: https://workspace.fao.org/sites/codex/Standards/CXC%2055-2004/CXC_055e.pdf. Acesso em: 28 set. 2025.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. *Code of Practice for the Prevention and Reduction of Aflatoxin Contamination in Peanuts* (CXC 55-2004). Rome: FAO/WHO, 2024. Disponível em: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/pl/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%252B55-2004%252FCXC_055e.pdf. Acesso em: 8 fev. 2026.

COLE, R. J. *Advances in mycotoxin elimination and resistance*. St. Paul: APS Press, 2015. (Cap. sobre amendoim: remoção por separação por tamanho, densidade e seleção eletrônica).

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. (2024). Técnicas de *lean production* são usadas por 86% das indústrias no Brasil. Ipesi. <https://ipesi.com.br/tecnicas-de-manufatura-enxuta-sao-usadas-por-86-das-industrias-no-brasil/>. Acesso em: 17 mai. 2025.

CODEX ALIMENTARIUS. *CXC 55-2004 – Code of Practice for the Prevention and Reduction of Aflatoxin Contamination in Peanuts*. Roma: FAO/WHO, 2004. Disponível em: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/>. Acesso em: 27 ago. 2025.

COETZEE, Rojanette; MANGAROO-PILLAY, Mia. *Lean-agriculture: unearthing the puzzle pieces across different industries*. In: Anais do ISEM 2023 – International Conference, Western Cape, South Africa, 24 out. 2023. DOI: 10.52202/072261-0040.

CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

COSTA, A. G. F.; SOARES, D. J.; SUASSUNA, T. de M. F. Cultivo de amendoim. 3. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2025.

DEAN, L. L. Peanut protein-processes and applications: a review. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, Raleigh, v. 4, n. 2, art. 100031, 20 jul. 2021.

DEMAJ, Elona; MEHILLAJ, Dorina. Implementing *lean production* approach in SMEs: a case study from the food processing industry in Albania. In: AKKAYA, B.; APOSTU, S. A.; HYSA, E.; PANAIT, M. (org.). *Digitalization, sustainable development, and Industry 5.0: an organizational model for twin transitions*. Bingley: Emerald Publishing, 2023. p. 149–162. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/978-1-83753-190-520231009/full/html>. Acesso em: 18 maio 2025. DOI: <https://doi.org/10.1108/978-1-83753-190-520231009>.

DESHMUKH, M.; GANGELE, A.; GOPE, D. K.; DEWANGAN, S. Study and Implementation of *Lean Manufacturing Strategies: A Literature Review*. *Materials Today: Proceedings*, v. 62, p. 1489-1495, 2022. DOI: 10.1016/j.matpr.2022.02.155.

DICKENS, J.; WHITAKER, T. Efficacy of electronic color sorting and hand picking to remove aflatoxin contaminated kernels from commercial lots of shelled peanuts. *Peanut Science*, v. 2, n. 2, p. 45–50, 1975. DOI: 10.3146/i0095-3679-2-2-4.

DOMINGUES, A. F. M., & PALAURO, P. R. (2025). O papel da liderança na implementação da metodologia *Lean production*. *Revista E&S*, 6, e2024016. <https://revistaes.com.br/gestao/edicao-atual-gestao/o-papel-da-lideranca-na-implementacao-da-metodologia-lean-manufacturing/>. Acesso em: 17 mai. 2025.

DORA, Manoj; GELLYNCK, Xavier. House of lean for food processing SMEs. *Trends in Food Science & Technology*, [S. l.], v. 44, n. 2, p. 272-281, 2015. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.03.008.

DORA, M.; KUMAR, M.; GELLYNCK, X. Determinants and barriers to *lean* implementation in food-processing SMEs: A multiple case analysis. *Production Planning & Control*, v. 27, n. 1, p. 1–23, 2015. Disponível em: <https://bura.brunel.ac.uk/handle/2438/18416>. Acesso em: 4 mai. 2025.

DORA, M.; KUMAR, M.; VAN GOUBERGEN, D.; MOLNAR, A.; GELLYNCK, X. Operational performance and critical success factors of *lean* manufacturing in European food processing SMEs. *Trends in Food Science & Technology*, v. 31, n. 2, p. 156–164, 2013. DOI: 10.1016/j.tifs.2013.03.002.

DRIOUACH, L.; ZITOUNI, B.; ZARBANE, K. Proposing a *Lean production* Framework Adapted to Very Small Businesses: Multiple Case Studies. *International Journal of Technology*, v. 14, n. 3, p. 460–473, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/370630094_Proposing_a_Lean_Manufacturing_Framework_Adapted_to_Very_Small_Businesses_Multiple_Case_Studies. Acesso em: 18 mai. 2025.

DUARTE, A. D. Revisão sistemática do método TOPSIS e suas aplicações na agricultura. *Revista Produção Online*, v. 24, n. 2, 2024. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/5245>. Acesso em: 18 maio 2025.

DUARTE, S. *et al.* The dimensions of *Lean-Green* 4.0 readiness: a systematic review and framework. *Production Planning & Control*, 2025 (ahead-of-print).

ELO, Satu; KYNGÄS, Helvi. The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, v. 62, n. 1, p. 107–115, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>.

ERBS, M. de M.; DETRO, S. P.; ROSA, C. R. M. Modelo *Lean* de gestão e melhoria contínua em pequenas e médias empresas: personalização por meio de um questionário diagnóstico. *Revista Foco*, v. 17, n. 10, 2024. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/6215>. Acesso em: 17 mai. 2025.

EMBRAPA. *Manual de segurança e qualidade para a cultura do amendoim*. Brasília: Embrapa, 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/111848/1/MANUALSEGURANCAQUALIDADEParaaculturadoamendoim.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2025.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Amendoim: do plantio à colheita*. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 2012.

EMBRAPA. Novo sistema de produção do amendoim está disponível para os produtores. 30 dez. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). *Cadeia Produtiva do Amendoim no Brasil*. Brasília: Embrapa, 2022.

EUROPEAN UNION. Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Union*, L 119, 05 mai. 2023. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/915/oj/eng>. Acesso em: 28 set. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. Regulation (EC) No 1881/2006: setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Brussels, 2006.

EUROPEAN COMMISSION. Regulation (EC) No 401/2006: methods of sampling and analysis for mycotoxins. Brussels, 2006.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Peanuts: post-harvest operations*. Rome: FAO, 2020.

FAO. *Organic groundnut production*. 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1737651/>. Acesso em: 27 set. 2025.

FENING, Peggy Ama; AGYEI, Isaac Kwabena; ADU-BOACHIE, Charles; ADALA, Cyril Etornam. Strategic implementation of the PDCA and 5S concepts to improve the productivity of the informal welding industry in Kumasi, Ghana. *E-Journal of Humanities, Arts and Social Sciences*, Kumasi, v. 4, n. 11, p. 1368–1379, nov. 2023. DOI: 10.38159/ehass.20234115

FERCOQ, A.; LAMOURI, S.; CARBONE, V. *Lean-Green* integration: a systematic review. *Journal of Cleaner Production*, v. 137, p. 148–157, 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). The Role of SMEs in Food Processing: A Global Perspective. Rome: FAO, 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/publications>. Acesso em: 10 jun. 2024.

FORTES, J. C., COLPANI, G. L., ZANELLA, C., & DALCANTON, F. (2024). Implementação de práticas *lean production* para otimização do processo produtivo de rações em uma agroindústria. *Navus - Revista de Gestão e Tecnologia*, 14. <https://doi.org/10.22279/navus.v14.2038>. Acesso em: 17 mai. 2025.

FORZA, C. *Survey Research in Operations Management: A Process-Based Perspective*. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 22, n. 2, p. 152–194, 2002.

FUENTES, L. B. E. H. *et al.* A aplicação do *Lean Healthcare* no processo de hospitalização e alta do paciente: revisão integrativa. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 76, n. 5, e20220751, 2023.

GAIKWAD, L.; SUNNAPWAR, V. The role of *lean manufacturing* practices in greener production: a way to reach sustainability. *International Journal of Industrial and Manufacturing Systems Engineering*, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2020. DOI: 10.11648/j.ijimse.20200501.11.

GALVEZ, F. C. F.; JACOBS, M.; DEIANA, M. L.; PEGG, R. B. Manual sorting to eliminate aflatoxin from peanuts. *Journal of Food Protection*, v. 66, n. 10, p. 1873–1875, 2003. PMID: 14572227. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14572227/>. Acesso em: 28 set. 2025.

GALSWORTH, Gwendolyn D. *Visual Workplace Visual Thinking: Creating Enterprise Excellence Through the Technologies of the Visual Workplace*. 2. ed. [S. l.]: Productivity Press, 2018.

GARCÍA-CUTRÍN, Javier; RODRÍGUEZ-GARCÍA, Carlos. Enhancing corporate sustainability through Just-In-Time (JIT) practices: A meta-analytic examination of financial performance outcomes. *Sustainability*, v. 16, n. 10, p. 4025, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su16104025>. Acesso em: 18 maio 2025.

GARCIA-GARCIA, G.; COULTHARD, G.; JAGTAP, S.; AFY-SHARARAH, M.; PATSAVELLAS, J.; SALONITIS, K. Business Process Re-Engineering to Digitalise Quality Control Checks for Reducing Physical Waste and Resource Use in a Food Company. *Sustainability (Basel)*, v. 13, n. 22, art. 12341, nov. 2021. DOI: 10.3390/su132212341.

GARZA-REYES, J. A. *Lean and green: a systematic review of the state-of-the-art literature*. *Journal of Cleaner Production*, v. 218, p. 99–118, 2019.

GARZA-REYES, J. A. *Lean and green – a systematic review of the state of the art literature*. *Journal of Cleaner Production*, v. 102, p. 18–29, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.064>.

GARNER, E. *Identifying the family farm: a discussion of the concepts and definitions*. Roma: FAO, 2014. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/359cf3cd-e4fb-41b2-a3a6-238b5a77c4ca/content>. Acesso em: 27 ago. 2025.

GEBEYEHU, S. G.; ABEBE, M.; GOCHER, A. Production lead-time improvement through *lean manufacturing*. *Cogent Engineering*, v. 9, n. 1, p. 2034255, 2022. DOI: 10.1080/23311916.2022.2034255.

- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- GODINHO FILHO, Moacir; GANGA, Gilberto M.; GUNASEKARAN, Angappa. *Lean manufacturing in Brazilian small and medium enterprises: implementation and effect on performance*. International Journal of Production Research, v. 54, n. 24, p. 7523–7545, 2016. DOI: 10.1080/00207543.2016.1201606.
- GORDON, Theodore J. The Delphi Method. Washington: American Council for the United Nations University, 2009.
- GREIF, Michel. The Visual Factory: Building Participation Through Shared Information. [S. l.]: Productivity Press, 1991.
- HARTINI, S.; MANURUNG, J.; RUMITA, R. Sustainable-value stream mapping to improve manufacturing sustainability performance: case study in a natural dye batik SME. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, v. 1072, p. 012066, 2021. DOI: 10.1088/1757-899X/1072/1/012066.
- HUANG, C.-Y.; LEE, D.; CHEN, S.-C.; TANG, W. A *lean* manufacturing progress model and implementation for SMEs in the metal products industry. *Processes*, v. 10, n. 835, p. 1-18, 2022. DOI: 10.3390/pr10050835.
- HWANG, C. L.; YOON, K. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1981.
- IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Carta IEDI n. 1173: Reforma tributária e o agronegócio. 29 novembro, 2022. Disponível em: https://www.iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_1173.html. Acesso em: 17 mai. 2025.
- IMTIAZ, Muhammad; HAMID, Abu Bakar A.; NADARAJAH, Devika; MEHMOOD, Sultan Adal; AHMAD, Muhammad Khaliq. Enhancing SMEs performance through supply chain collaboration and moderation of supply chain technology implementation. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, v. 20, n. 2, p. 1494, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/BJOPM.1494.2023>. Acesso em: 18 maio 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Anual de Serviços (PAS) 2021. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/amendoim/br>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- IZOTON, C. S. Uma abordagem multicriterial para avaliação de desempenho da implementação *Lean* em empresas terceirizadas de uma usina siderúrgica. Instituto Federal do Espírito Santo, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/4367>. Acesso em: 17 mai. 2025.
- JABAREEN, Yosef Rafeq. *Building a conceptual framework: philosophy, definitions, and procedure*. International Journal of Qualitative Methods, Edmonton, v. 8, n. 4, p. 49–62, dez. 2009. DOI: 10.1177/160940690900800406

- JABBOUR, C. J. C.; JABBOUR, A. B. L. S. Green human resource management and green supply chain management: linking two emerging agendas. *Journal of Cleaner Production*, v. 112, p. 1824–1833, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.052>.
- JOÃO, I. de; LOURENZANI, W. L. Análise SWOT do sistema agroindustrial do amendoim na região de Tupã e Marília – SP. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, v. 13, n. 2, p. 243-256, 2011.
- KATTMAN, Braden; CORBIN, Thomas P.; MOORE, Larry E.; WALSH, Leonard. Visual workplace practices positively impact business processes. *Benchmarking: An International Journal*, v. 19, n. 3, p. 412-430, 2012. DOI: 10.1108/14635771211243021.
- KERSTEN, C. C. et al. Traceability in the agri-food supply chain: a new perspective under the circular economy lens. *Produção*, v. 34, e20240009, 2024. Disponível em: <https://prod.org.br/article/doi/10.1590/0103-6513.20240009>. Acesso em: 8 fev. 2026.
- KONG, R. W. M.; KONG, T. H. T.; HUANG, T. *Lean Methodology for Garment Modernization*. *arXiv*, 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2410.07705>. Acesso em: 18 maio 2025.
- KONG, X. et al. Application of *lean* methodologies for garment manufacturing modernization. *Journal of Fashion Technology & Textile Engineering*, v. X, n. X, p. 1–12, 2024.
- KOSKELA, Lauri; TEZEL, Algan; TZORTZOPOULOS, Patricia. Why Visual Management? In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 26., 2018. Anais [...]. [S. l.]: IGLC, 2018. p. 250-260. DOI: 10.24928/2018/0527.
- KRAFICK, J. F. Triumph of the *Lean* Production System. *MIT Sloan Management Review*, v. 30, n. 1, p. 41–52, 1988.
- KROHLING, Renato A.; CAMPANHARO, Vinicius C. *Fuzzy TOPSIS for group decision making: A case study for accidents with oil spill in the sea*. *Expert Systems with Applications*, v. 38, n. 4, p. 4190–4197, 2011. DOI: 10.1016/j.eswa.2010.09.081.
- KUMAR, S.; DHINGRA, A.; SINGH, B. *Lean-Kaizen implementation: A roadmap for identifying continuous improvement opportunities in Indian small and medium sized enterprise*. *Journal of Engineering, Design and Technology*, v. 16, n. 1, p. 143–160, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JEDT-08-2017-0083>. Acesso em: 18 maio 2025.
- KUTU, N.; CHALISE, M.; DANUWAR, R. K. Investigating the Effect of Kaizen Management on Industrial Performance at Kathmandu Valley: Empirical Evidence of Japanese Management Theory. *Quest Journal of Management and Social Sciences*, v. 6, n. 2, p. 263–281, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3126/qjmss.v6i2.69099>. Acesso em: 18 maio 2025.
- KYD, K. The Peanut Industry – Africa. *Time for Sense*, 16 fev. 2018. Disponível em: <https://timeforsense.com/peanut-industry-africa/>. Acesso em: 27 set. 2025.
- LAGO-DOMINGUEZ, E. M.; LAGO-DOMINGUEZ, M. F.; CORZO-CHAVEZ, J. A. Improvement Design to Increase Productivity by Applying Poka Yoke, VSM and SMED in a Plastic Company. In: LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education

and Technology, 2024, Costa Rica. Proceedings [...]. LACCEI, 2024. Disponível em: <https://laccei.org/LACCEI2024-CostaRica/meta/FP350.html>. Acesso em: 18 maio 2025.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, Washington, v. 33, n. 1, p. 159–174, 1977. DOI: <https://doi.org/10.2307/2529310>.

LEAN COMMUNITY. Efficiency in Manufacturing. One Piece Flow. 12 jan. 2024. Disponível em: <https://leancommunity.org/efficiency-in-manufacturing-one-piece-flow/>. Acesso em: 27 ago. 2025.

LEANSCAPE. One Piece Flow and How It Reduces Waste and Increases Productivity. 12 nov. 2022. Disponível em: <https://leanscape.io/one-piece-flow-and-how-it-reduces-waste-and-increases-productivity/>. Acesso em: 27 ago. 2025.

LIEBERMAN, J. A. *et al.* The global burden of illness of peanut allergy: a comprehensive literature review. *Allergy*, Hoboken, v. 76, n. 5, p. 1367-1384, 2021. DOI: 10.1111/all.14666.

LI, X. *et al.* Leagility in healthcare: a systematic review. *Frontiers in Health Services*, 2024. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

LIKER, J. K.; MEIER, D. O modelo Toyota: manual de aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, v. 22, n. 140, p. 1–55, 1932.

LIKER, Jeffrey K. The Toyota Way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. 1. ed. New York: McGraw-Hill, 2005.

LIKER, Jeffrey K. “What is *Lean* Leadership and How Do You Get It?” *The Lean Post*, 23 ago. 2021. Disponível em: <https://www.lean.org/the-lean-post/articles/what-is-lean-leadership-and-how-do-you-get-it/>. Acesso em: 6 jul. 2025.

LLACH, J.; LEÓN-MATEOS, F. J.; DEPINO-BESADA, N.; SARTAL, A. Do green practices and technologies mediate *lean production*'s impact on industrial performance? Evidence from the European manufacturing survey. *International Journal of Lean Six Sigma*, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-01-2024-0008>. Acesso em: 18 maio 2025.

LOPES, C. R. *et al.* Estudos sobre *Lean production* no agronegócio: uma revisão sistemática de literatura. *Desafio Online*, v. 13, n. 2, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/deson/article/view/19486>. Acesso em: 17 mai. 2025.

LOPES, C. R.; CRUZ, J. E.; SANTOS, P. H. dos. *Estudos sobre Lean Manufacturing no Agronegócio*. *Desafio Online*, v. 13, n. 2, p. 49-67, 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/deson/article/view/19486>. Acesso em: 17 mai. 2025.

LÓPEZ-CÓZAR-NAVARRO, Cristina; PRIEDE-BERGAMINI, Tiziana; CUELLO-DE-ORO-CELESTINO, Diego. Sustainable practices in manufacturing SMEs: The importance of technological collaboration between supply chain partners. *Sustainability*, v. 16, n. 12, p. 5264, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su16125264>. Acesso em: 18 maio 2025.

LÖFVING, M.; MELANDER, A.; ELGH, F.; ANDERSSON, D. Implementing Hoshin Kanri in small manufacturing companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v.

32, n. 9, p. 304–322, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2020-0313>. Acesso em: 18 maio 2025.

LUMBAN TORUAN, Juli Winando; SIRAIT, Sarah Febrianti; MUFLIKH, Yanti Nuraeni. *Lean supply chain strategy in agribusiness products: systematic literature review*. JEPA – Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis, Bogor, v. 9, n. 1, p. 83–97, mai. 2025. DOI: 10.21776/ub.jepa.2025.009.01.009.

MADRID-GUIJARRO, A. *et al.* Sustainable development barriers and pressures in SMEs: evaluating enablers and barriers for successful implementation of sustainable business practice in “lean” SMEs. *Business Strategy and the Environment*, 2024.

MALHOTRA, N.; NUNAN, D.; BIRKS, D. *Marketing Research: Applied Insight*. 6. ed. Harlow: Pearson, 2020.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARTINS, L. M.; SANT’ANA, A. S.; IAMANAKA, B. T.; BERTO, M. I.; PITT, J. I.; TANIWAKI, M. H. Kinetics of aflatoxin degradation during peanut roasting. *Food Research International*, v. 97, p. 178–183, 2017. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.03.052.

MARTINS, L. M.; SANT’ANA, A. S.; FUNGARO, M. H. P.; SILVA, J. J.; NASCIMENTO, M. da S. do; FRISVAD, J. C.; TANIWAKI, M. H. The biodiversity of *Aspergillus* section *Flavi* and aflatoxins in the Brazilian peanut production chain. *Food Research International*, v. 94, p. 101–107, 2017. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.02.006. Disponível em: https://orbit.dtu.dk/files/132393574/1_s2.0_S0963996917300583_main.pdf. Acesso em: 27 ago. 2025

MARTÍNEZ-JURADO, P. J.; MOYANO-FUENTES, J. The complementary effect of *lean* manufacturing and digitalisation on operational performance. *International Journal of Production Research*, v. 52, n. 15, p. 4354–4367, 2014. DOI: 10.1080/00207543.2014.915069.

MAWARE, C. *et al.* The challenges of *lean* transformation and implementation. *Sustainability*, v. 14, n. 10, p. 6287, 2022.

MAZUR, M. *et al.* Implementation and Benefits of the 5S Method in Improving Workplace Organisation – A Case Study. ResearchGate, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/385773376_Implementation_and_Benefits_of_the_5S_Method_in_Improving_Workplace_Organisation_-_A_Case_Study. Acesso em: 18 mai. 2025.

MÍČIETA, B.; HOWANIEC, H.; BIŇASOVÁ, V.; KASAJOVÁ, M.; FUSKO, M. Increasing Work Efficiency in a Manufacturing Setting Using Gemba Walk. *European Research Studies Journal*, v. 24, n. 4, p. 601–620, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/357169558_Increasing_Work_Efficiency_in_a_Manufacturing_Setting_Using_Gemba_Walk. Acesso em: 18 mai. 2025.

MIGUEL, P. A. C.; LE HO, A. *Métodos de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MIGUEL, P. A. Cauchick; LEE HO, Linda. *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. Cap. 5 (pp. 93–122).

MIGUEL, P. A. C.; LEE HO, L. Pesquisa *survey* na engenharia de produção: método de coleta de dados e análises quantitativas. In: MIGUEL, P. A. C. (org.). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 89–115.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED): Relatório Anual 2022. Brasília: MTE, 2022. Disponível em: <http://www.gov.br/trabalho>. Acesso em: 10 jun. 2024.

MINGROU, L.; GUO, S.; HO, C.-T.; BAI, N. Revisão sobre composições químicas e atividades biológicas do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Food Biochemistry*, 7 mar. 2022.

MIURA, M. et al. Previsões e estimativas das safras agrícolas do Estado de São Paulo, levantamento parcial do ano agrícola 2024/25, e levantamento final do ano agrícola 2023/24, novembro de 2024. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, São Paulo, v. 20, n. 3, mar. 2025.

MOEUF, A. et al. Strengths and weaknesses of small and medium-sized enterprises regarding the implementation of *lean* manufacturing. *IFAC-PapersOnLine*, v. 49, n. 12, p. 71-76, 2016. DOI: 10.1016/j.ifacol.2016.07.552.

MOLLA, M.; ABBASI, E.; CHOOBCHIAN, S.; HAJIMIRRAHIMI, S. D. Implementation of *lean production* principles and its relationship with performance in small and medium-sized food industry enterprises in Khuzestan Province, Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, p. 1239-1253, 2021.

MORAIS, M. F. Implementação da metodologia *Lean* no setor produtivo de uma empresa de alimentos do sudoeste do Paraná. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Pato Branco, PR, 14 mai. 2021.

NAUTIYAL, P. C. Groundnut: Post-harvest operations. *Post-harvest Compendium*. Rome: FAO, 2002. Disponível em: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Post_Harvest_Compendium_-_Groundnut.pdf. Acesso em: 28 set. 2025.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Panorama das PMEs e do Empreendedorismo. Paris: OCDE, 2022.

ODUNGA, G. O. et al. Peanut value chain development: the case of Lower Lake Victoria Basin of Kenya. *Economies*, v. 13, n. 4, art. 86, 2025. DOI: 10.3390/economies13040086. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7099/13/4/86>. Acesso em: 27 set. 2025.

OHNO, Taiichi. O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997. 176 p. (Original em língua inglesa: *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, Portland, OR: Productivity Press, 1988).

OHNO, T. *Toyota production system: beyond large-scale production*. Portland: Productivity Press, 1988.

OLIVEIRA, C. A. F. et al. Determination of aflatoxins in peanut products. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 10, n. 1, p. 174–183, 2009. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/10/1/174>. Acesso em: 27 ago. 2025.

- OLIVEIRA, G. A. *et al.* Lean and green product development in SMEs: a comparative study between small- and medium-sized Brazilian and Japanese enterprises. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, set. 2022.
- OLIVEIRA, M.; LOPES, N.; SÁ, J. C.; PEREIRA, M. T. Implementation of a Standardized Replenishment System and Kanban Application in the Metalworking Industry. In: SILVA, F. J. G.; FERREIRA, L. P.; SÁ, J. C.; PEREIRA, M. T.; PINTO, C. M. A. (eds.). *Flexible Automation and Intelligent Manufacturing: Establishing Bridges for More Sustainable Manufacturing Systems*. Cham: Springer, 2023. p. 267–274. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-031-38165-2_32. Acesso em: 18 maio 2025.
- OLIVEIRA, W. L.; TINOCO, J. E.; CLARO, J. C. Aferição do grau de responsabilidade social empresarial em MPES de Jundiaí e Região. *Organizações em contexto*, v. 15, n. 29, jan. 2019.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Nova Iorque: ONU, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 26 ago. 2025.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). *OECD SME and Entrepreneurship Outlook 2022*. Paris: OECD Publishing, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/20780990>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- PALANGE, A.; DHATRAK, P. Lean manufacturing – a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, v. 46, p. 729-736, 2021. DOI: 10.1016/j.matpr.2020.12.193.
- PANIGRAHI, S. *et al.* Lean manufacturing practices for operational and business performance: A PLS-SEM modeling analysis. *Journal of Industrial Engineering and Management*, v. 16, n. 1, p. 1–20, 2023. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/18479790221147864>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- PELLETIER, M. J.; REIZNER, J. R. Comparison of fluorescence sorting and color sorting for the removal of aflatoxin from large groups of peanuts. *Peanut Science*, v. 19, n. 1, p. 15–20, 1992. DOI: 10.3146/i0095-3679-19-1-4.
- PERDRIAUD, P. Thriving in times of crisis: The power of *Lean* and Management Control in SMEs. *HAPPY CEO*. 2023. Disponível em: <https://happy-ceo.com/2023/09/08/thriving-in-times-of-crisis-the-power-of-lean-and-management-control-in-smes/>. Acesso em: 30 mai. 2025.
- PISOLER, G.; FREITAS, R. R. de. Lean Seis Sigma aplicado na Indústria 4.0: uma contribuição bibliométrica. *Revista Produção Online*, v. 25, n. 2, 2025. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/4960>. Acesso em: 17 mai. 2025.
- PRASAD, S.; BALTOV, M.; RAO, N. A.; LANKA, K. Interdependency analysis of *lean* manufacturing practices in case of Bulgarian SMEs. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 12, n. 3, p. 503-535, 2021. DOI: 10.1108/IJLSS-09-2019-0100.
- PRASHAR, Anil. The interplay of *lean* practices and digitalization on organizational learning systems and operational performance. *International Journal of Production Economics*, v. 270, 109192, 2024. DOI: 10.1016/j.ijpe.2024.109192.

PRASHAR, Anupama; SUNDER M, Vijaya. The interplay of *lean* practices and digitalization on organizational learning systems and operational performance. *International Journal of Production Economics*, v. 270, art. 109192, 2024. DOI: 10.1016/j.ijpe.2024.109192.

PSOMAS, Evangelos; DELIOU, Cleopatra. *Lean* manufacturing practices and Industry 4.0 technologies in food manufacturing companies: the Greek case. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 15, n. 4, p. 763-786, 2024. DOI: 10.1108/IJLSS-06-2023-0098.

QURESHI, K. M. R.; MEWADA, B. G.; ALGHAMDI, S. Y.; ALMAKAYEEL, N.; QURESHI, M. R. N.; MANSOUR, M. Accomplishing sustainability in manufacturing system for small and medium-sized enterprises (SMEs) through *lean* implementation. *Sustainability*, v. 14, n. 15, p. 9732, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su14159732>. Acesso em: 18 maio 2025.

QURESHI, K. M. R.; MEWADA, B. G. Assessing *Lean* 4.0 critical success factors (CSFs) for implementing in small and medium-sized enterprises (SMEs). *Frontiers in Engineering and Built Environment*, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/FEBE-12-2024-0085>. Acesso em: 18 maio 2025.

RAHMANASARI, D.; SUTOPO, W.; ROHANI, J. M. Implementation of *lean* manufacturing process to reduce waste: a case study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, v. 1096, p. 012006, 2021. DOI: 10.1088/1757-899X/1096/1/012006.

RAMLAN, R.; AHMAD, A. N. A.; OMAR, S. S.; SUHAIMI, A. H. Continuous improvement with value stream mapping (VSM): A case study in SME food processing industry. *Advanced Science Letters*, v. 23, n. 1, p. 674–678, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/316548218_Continuous_improvement_with_value_stream_mapping_VSM_A_case_study_in_SME_food_processing_industry. Acesso em: 18 mai. 2025.

RASHEED, Kumeel; SAAD, Syed; AMMAD, Syed; BILAL, Muhammad. Integrating sustainability management and *lean* practices for enhanced supply chain performance: exploring the role of process optimization in SMEs. *Engineering Proceedings*, Basel, v. 56, n. 1, p. 154, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ASEC2023-16370>.

REZAIE, K. *et al.* A Bayesian Best–Worst approach for assessing the critical success factors in sustainable *lean* manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, v. 202, p. 915-929, 2018. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.08.197.

RODRIGUES, B. Aplicação da Filosofia *Lean* no Agronegócio: Uma Revisão Sistemática da Literatura. ENEGEP 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/346691873>. Acesso em: 2 jun. 2025.

ROCHE, K. E.; BAUMGARTNER, R. J. Corporate sustainability strategy deployment: A case study on the implementation of corporate sustainability using hoshin kanri. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, v. 32, n. 1, p. 1–20, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/csr.2959>. Acesso em: 18 maio 2025.

ROMERO-PARRA, Johan Raul; TATAJE-SANCHEZ, Felipe Gastón; MEZA-ORTIZ, Richard Nicholas. Application of 5S and standardized work to improve labor productivity: Case of textile SME. In: *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, 2024. Disponível em: https://laccei.org/LACCEI2024-CostaRica/papers/Contribution_453_final_a.pdf. Acesso em: 18 mai. 2025.

RORIZ, C.; NUNES, E.; SOUSA, S. Application of *Lean production* Principles and Tools for Quality Improvement of Production Processes in a Carton Company. *Procedia Manufacturing*, v. 11, p. 1069–1076, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319888168>. Acesso em: 2 jun. 2025.

ROSSINI, M. *et al.* Being *lean*: how to shape digital transformation in the manufacturing sector. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 32, n. 9, p. 239-259, 2021. DOI: 10.1108/JMTM-12-2020-0467.

SAATY, T. L. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. Pittsburgh: RWS Publications, 1991.

SAAD, Norhairin Mohd; AL-ASHAAB, Ahmed; MAKSIMOVIC, Maksim; ZHU, Lei; SHEHAB, Essam; EWERS, Philip; KASSAM, Ahmed. A3 thinking approach to support knowledge-driven design. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Londres, v. 68, n. 6, p. 1371–1386, abr. 2013. DOI: 10.1007/s00170-013-4928-7.

SAHOO, S. Assessing *lean* implementation and benefits within Indian automotive component manufacturing SMEs. *Benchmarking: An International Journal*, v. 27, n. 3, p. 1042-1084, 2020. DOI: 10.1108/BIJ-07-2019-0299.

SAITO, C. E. *et al.* *Lean production* Aplicado à Indústria Agroalimentar: Levantamento da Produção Científica em Periódicos de Engenharia de Produção. ENEGEP 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/329064857>. Acesso em: 2 jun. 2025.

SAKHA, M. A.; JEFWA, J.; GWEYI-ONYANGO, J. P. Critical analysis and evaluation of groundnut value chain for revamping its production for global food security. In: KUMAR, A. *et al.* (eds.). *Agriculture, Livestock Production and Aquaculture*. Cham: Springer, 2022. p. 43–58. DOI: 10.1007/978-3-030-93258-9_3.

SAMPAIO, Rafael C.; LYCARIÃO, Diógenes. *Análise de conteúdo categorial: manual de aplicação*. Brasília, DF: Escola Nacional de Administração Pública (ENAP), 2021. 157 p.

SAMPAIO, R. M. Amendoim: alta de 46% nas exportações em 2020. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, v. 16, n. 2, p. 1–5, fev. 2021. Disponível em: link. <https://iea.agricultura.sp.gov.br/ftpica/AIA/AIA-05-2021.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2025.

SAMPAIO, R. M. Amendoim: alta de 46% nas exportações em 2020. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 1-5, fev. 2021. Disponível em: <https://www.iea.sp.gov.br/ftpica/AIA/AIA-05-2021.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2026.

SAMPAIO, R. M. *et al.* Amendoim: 2023 mantém cenário de expansão com exportações do grão em alta e retração para o óleo. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-7, jan. 2024. Disponível em: <https://www.iea.agricultura.sp.gov.br/ftpica/AIA/AIA-02-2024.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2026.

SANGIACOMO-ESPINOSA, F.; RAMOS-ALMERCO, C.; QUIROZ-FLORES, J.-C. Optimizing Production Efficiency and Quality in Plastic SMEs: A *Lean production* and TPM Approach. In: 5th Asia Pacific Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Tokyo, Japan. *Proceedings [...]*. IEOM Society International, 2024. Disponível em: <https://index.ieomsociety.org/index.cfm/article/view/ID/18967>. Acesso em: 18 maio 2025.

SANTOS, D. M. C.; SANTOS, B. K.; SANTOS, C. G. Implementation of a standard work routine using *lean* manufacturing tools: a case study. *Gestão & Produção*, v. 28, n. 1, e4823, 2021. DOI: 10.1590/0104-530X4823-20.

SANTOS, E. R. dos, SILVA, D. M., & ALMEIDA, G. R. de O. (2022). Barreiras e vantagens do *Lean production* a partir da avaliação do grau de maturidade para o desenvolvimento e performance organizacional. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 8(3), 186–199. <https://doi.org/10.47456/bjpe.v8i3.38160>. Acesso em: 17 mai. 2025.

SANTOS FILHO, G. M.; SIMÃO, L. E. A3 methodology: going beyond process improvement. *Revista de Gestão*, v. 39, n. 1, p. 1-15, 2022. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/REGE-03-2021-0047/full/html>. Acesso em: 18 maio 2025.

SATOLO, E. G.; HIRAGA, L. E.; GOES, G. A.; LOURENZANI, W. L. *Lean production* in agribusiness organizations: multiple case studies in a developing country. *International Journal of Lean Six Sigma*, p. 335-358, 2017.

SATOLO, E. G.; HIRAGA, L. E. M.; ZOCCAL, L. F.; GOES, G. A.; LOURENZANI, W. L.; PEROZINI, P. H. Techniques and tools of *lean production*: multiple case studies in Brazilian agribusiness units. *Gestão & Produção*, v. 27, n. 1, e3252, 2020. DOI: 10.1590/0104-530X3252-20

SÃO PAULO (Estado). Exportação de amendoim registra marca histórica de 180 mil toneladas. Agência SP, São Paulo, 6 out. 2025. Disponível em: <https://www.agenciasp.sp.gov.br/exportacao-de-amendoim-registra-marca-historia-de-180-mil-toneladas/>. Acesso em: 8 fev. 2026.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Desenvolvimento Econômico. Coordenadoria de Desenvolvimento Regional e Territorial. Resultado final sem assinatura – 05-04-22-eg. 2022. Disponível em: <https://www.desenvolvimentoeconomico.sp.gov.br/wp-content/uploads/2020/10/resultado-final-sem-assinatura-05-04-22-eg.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2024.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Festas juninas: produtos agrícolas de SP fazem parte da tradição brasileira. São Paulo, 13 jun. 2024.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Câmara Setorial do Amendoim atua com visão empresarial para fortalecer o agronegócio, diz SAA. Página Rural, 19 set. 2023. Disponível em: <https://www.paginarural.com.br/noticia/312445/cAcentmara-setorial-do-amendoim-atua-com-visApoundo-empresarial-para-fortalecer-o-agronegAsup3cio-diz-saa>. Acesso em: 17 mai. 2025.

SCHIMPF, S.; WEBER, H.; GERLACH, T. Enabling radical and potentially disruptive innovations through interdisciplinarity: challenges and practices in industrial companies. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, v. 13, p. 45, 2024. Disponível em: <https://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/articles/10.1186/s13731-024-00402-7>. Acesso em: 17 mai. 2025.

SCHUMACHER, Simon; HALL, Roland; BILDSTEIN, Andreas; BAUERNHANS, Thomas. *Lean Production Systems 4.0: systematic literature review and field study on the digital transformation of lean methods and tools*. *International Journal of Production Research*, v. 61, n. 24, p. 8751–8773, 2023. DOI: 10.1080/00207543.2022.2159562.

SCRIVEN, Patrick; LEDWITH, Ann; NAGLE, Tadhg. Towards a lean digital transformation research framework: a literature review. *Journal of Decision Systems*, v. 33, sup. 1, p. 63–77, 2024. DOI: 10.1080/12460125.2024.2354608.

SEBRAE. Indústria de alimentos e bebidas: emprego e empresas. Observatório Setorial Territorial, [s.d.]. Disponível no portal do Observatório Sebrae. Acesso em: 4 abr. 2026.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). Impacto das PMEs na Economia Brasileira: Dados e Estatísticas 2023. Brasília: Sebrae, 2023.

SELEEM, S. N. *et al.* A lean manufacturing road map using fuzzy-DEMATEL with case-based analysis. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 11, n. 5, p. 903-928, 2020. DOI: 10.1108/IJLSS-12-2017-0147.

SHARMA, K. M.; LATA, S. Effectuation of lean tool “5S” on materials and work space efficiency in a copper wire drawing micro-scale industry in India. *Materials Today: Proceedings*, Amsterdam, v. 5, n. 2, p. 4678-4683, 2018. DOI: 10.1016/j.matpr.2017.12.039

SCHUMACHER, Simon; HALL, Roland; BILDSTEIN, Andreas; BAUERNHANSL, Thomas. Lean Production Systems 4.0: systematic literature review and field study on the digital transformation of lean methods and tools. *International Journal of Production Research*, v. 61, n. 24, p. 8751–8773, 2023. DOI: 10.1080/00207543.2022.2159562.

SHRIMALI, R., e SONI, G. (2024). Barriers to lean implementation in small and medium-sized Indian enterprises. *International Journal of Lean Six Sigma*, 15(2), 287–305. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318947252_Barriers_to_lean_implementation_in_small_and_Medium-Sized_Indian_enterprises. Acesso em: 30 mai. 2025.

SIEGEL, Rebecca; ANTONY, Jiju; GOVINDAN, Kannan; GARZA-REYES, Jose Arturo; LAMEIJER, Bas; SAMADHIYA, Ankit. A framework for the systematic implementation of Green-Lean and sustainability in SMEs. *Production Planning & Control*, v. 35, n. 1, p. 71–89, 2024. DOI: 10.1080/09537287.2022.2052200.

SILVA, B. A. M., SANTOS, K. C. R. D., & MARCOS, E. L. (2024). Filosofia Lean e Indústria 4.0: O Próximo Nível de Excelência Operacional. *Advances in Global Innovation & Technology*, 2(2), 74–87. <https://doi.org/10.29327/2384439.2.2-6>. Acesso em: 17 mai. 2025.

SILVA, F. *et al.* Técnicas e Ferramentas da Produção Enxuta: Estudos de Caso Múltiplos no Agronegócio. *Gestão & Produção*, v. 26, n. 3, p. e3913, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/vnYX3DV8ygHxCqFN8mXLn/>. Acesso em: 2 jun. 2025.

SILVA, Francisco Waldilon Soares da; ALVES, Anabela Carvalho; FIGUEIREDO, Manuel Carlos Barbosa. Lean production in small and medium sized companies from the Free Economic Zone of Manaus: a reality or just fiction? *Gestão & Produção*, v. 26, n. 4, p. e4237, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/xZSbfTRK4CRR77V94jGrcsD/>. Acesso em: 4 mai. 2025.

SINAGA, A. R. R.; PANJAITAN, S. A.; DEWI, D. A.; AZZAHRA, F.; HARTINI, S.; SARI, D. P. Implementation of 5S, Andon, and Kanban for Waste Reduction in Creative Industries (Case Study: QRS Batik SME). *World Journal of Advanced Research and Reviews*, v. 24, n.

2, p. 1556–1563, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.24.2.3466>. Acesso em: 18 mai. 2025.

SINGH, Jagdeep; GANDHI, Surjit Kumar. Benefits using PDCA cycle of continuous improvement in manufacturing industry – a case study. *International Journal of Management Concepts and Philosophy*, v. 17, n. 1, p. 83–97, 2024. DOI: 10.1504/IJMCP.2024.135088.

SINGH, P. K.; MAHESWARAN, R.; VIRMANI, N.; RAUT, R. D.; MUDULI, K. Prioritizing the solutions to overcome *Lean Six Sigma 4.0* challenges in SMEs: A contemporary research framework to enhance business operations. *Sustainability*, v. 15, n. 4, p. 3371, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su15043371>. Acesso em: 18 maio 2025.

SINGH, V.; DUBE, M.; NAGASAMPIGE, M.; TRIVEDI, R. TOPSIS-based factor analytic model for the assessment of agricultural development in the state of Uttar Pradesh, India. *OPSEARCH*, v. 62, n. 1, 2025.

SINKAMBA, Francis; MATINDANA, Juma M.; MGWATU, Mussa. *Towards Lean production in Developing Countries: research gaps and directions in Tanzania*. Tanzania Journal of Engineering and Technology, v. 42, n. 1, p. 26–45, 2023. Disponível em: <https://tjet.udsm.ac.tz/index.php/tjet/article/view/886>. Acesso em: 4 mai. 2025.

SOUZA, F. R. (2024). *Lean production* na Identificação e Eliminação de Desperdícios: Um Estudo de Caso em Usinagem. *Revista Científica Cintec*, 2(2), 116–131. <https://doi.org/10.23925/cintec.v2i2.65171>. Acesso em: 17 mai. 2025.

SUGRI, Issah; OSIRU, Moses; ABUDULAI, Mumuni; ABUBAKARI, Mutari; ASIEKU, Yahaya; LAMINI, Salim; ZAKARIA, Mukhtaru. Integrated peanut aflatoxin management for increase income and nutrition in Northern Ghana. *Cogent Food & Agriculture*, v. 3, n. 1, p. 1312046, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/23311932.2017.1312046>

TADAIESKY, Dhiordan Cunha; *et al.* Challenges to promoting resilience in supply chains observed during the COVID-19 pandemic: an exploratory study of the Amazon region using the TOPSIS technique. *Logistics*, v. 6, n. 4, 78, 2022. DOI: 10.3390/logistics6040078.

TELERMAN, A. T. 3º edital de chamamento público objetivando o processo de reconhecimento de arranjos produtivos locais (APLs) e recadastramento de APLs reconhecidos em 2019. São Paulo: Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.desenvolvimentoeconomico.sp.gov.br>. Acesso em: 4 mai. 2025.

TENJI, Tibor; VEINGERL-ČIČ, Živa; DIVJAK, Marko. Exploring lean culture: organisational psychology insights and relevance from a systematic literature review. *International Journal of Productivity and Performance Management*, n. 11, p. 68–92, 2025. DOI: 10.1108/IJPPM-02-2025-0118.

TEZEL, Algan; AZIZ, Zeeshan. From conventional to IT based visual management: a conceptual discussion for lean construction. *Journal of Information Technology in Construction*, [S. l.], v. 22, p. 220-246, 2017.

TEZEL, Algan; KOSKELA, Lauri; TZORTZOPOULOS, Patricia. Visual management in production management: a literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, [S. l.], v. 27, n. 6, p. 766-799, 2016. DOI: 10.1108/JMTM-08-2015-0071.

TORTORELLA, Guilherme Luz; FETTERMAN, Diego. *Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies*. International Journal of Production Research, v. 56, n. 8, p. 2975–2987, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1391420>. Acesso em: 4 mai. 2025.

TRUBETSKAYA, A.; RYAN, A.; MURPHY, F. An implementation model for digitisation of visual management to develop a smart manufacturing process. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 15, n. 8, p. 32–49, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2022-0156>. Acesso em: 18 mai 2025.

TSUKADA, O.; IBUSUKI, U.; KUCHII, S.; ALMEIDA, A. T. S. B. Is *lean production* maturity a prerequisite for industry 4.0? Survey of SMEs in Japan and Brazil. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 15, n. 5, p. 1102–1126, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-08-2023-0149>. Acesso em: 18 maio 2025.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Production, supply and distribution (PSD) online: peanuts. Washington, D.C.: USDA, 2025. Disponível em: <https://ipad.fas.usda.gov>. Acesso em: 17 mai. 2025.

USDA. United States Department of Agriculture. Brazil Peanut Area, Yield and Production. 2025. Disponível em: <https://ipad.fas.usda.gov/countrysummary/Default.aspx?crop=Peanut&id=BR>. Acesso em: 17 mai. 2025.

VAN DUN, Desirée H.; TORTORELLA, Guilherme L.; CARMINATI, Lara. *Lean leadership across different national cultures: a comparative study*. Production Planning & Control, v. 35, n. 15, p. 2050–2067, 2024. DOI: 10.1080/09537287.2023.2223541.

VILARINHO, Sandrina; LOPES, Isabel; SOUSA, Sérgio. Design Procedure to Develop Dashboards Aimed at Improving the Performance of Productive Equipment and Processes. *Procedia Manufacturing*, v. 11, p. 1634–1641, 2017. DOI: 10.1016/j.promfg.2017.07.314.

VLACHOS, I. Applying *Lean Thinking* in Food Supply Chains: A Case Study Analysis. *Production Planning & Control*, v. 27, n. 1, p. 1–23, 2015. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1049238>

VESELI, Artan; BAJRAKTARI, Agron; TRAJKOVSKA PETKOSKA, Anka. The implementation of *lean* manufacturing on zero-waste technologies in the food-processing industry: insights from companies in Kosovo and North Macedonia. *Sustainability*, v. 16, n. 14, art. 6016, 2024. DOI: 10.3390/su16146016.

WALIYAR, F.; OSIRU, M.; NTARE, B. R.; KUMAR, K. V.; SUDINI, H.; TRAORE, A.; DIARRA, B. Post-harvest management of aflatoxin contamination in groundnut. *World Mycotoxin Journal*, v. 8, n. 2, p. 245–252, 2015. DOI: 10.3920/WMJ2014.1766.

WHITAKER, T. B. Efficiency of the blanching and electronic color sorting process for reducing aflatoxin in raw shelled peanuts. *Peanut Science*, v. 24, n. 1, p. 62–66, 1997. DOI: 10.3146/i0095-3679-24-1-14.

WICAKSONO, T.; ILLÉS, C. B. From resilience to satisfaction: defining supply chain solutions for agri-food SMEs through quality approach. *PLOS ONE*, v. 17, n. 2, e0263393, 2022. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0263393>. Acesso em: 8 fev. 2026.

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

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Simon & Schuster, 1996.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. Rio de Janeiro: Gampus, 1998, 428 p.

WORLD POPULATION REVIEW. Peanut Production by Country 2025. 2025. Disponível em: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/peanut-production-by-country>. Acesso em: 17 mai. 2025. worldpopulationreview.com

XU, Z. *et al.* Identifying multidisciplinary problems from scientific publications based on a text generation method. *Journal of Data and Information Science*, v. 9, n. 3, p. 213–237, 2024. Disponível em: <https://sciendo.com/article/10.2478/jdis-2024-0021>. Acesso em: 17 mai. 2025.

YADAV, Vinod; JAIN, Rakesh; MITTAL, M. L.; PANWAR, Amit; SHARMA, M. K. An appraisal on barriers to implement *lean* in SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 30, n. 1, p. 195–212, 2019. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2017-0269>

YANG, Y.; CHEN, J.; CHEN, L. A comprehensive insight into peanut storage: patterns of quality changes, pathways of quality deterioration, and storage strategies. *Food Chemistry: X*, v. 30, e102973, 2025. doi:10.1016/j.fochx.2025.102973. (Acesso livre em PubMed Central).

YATSALO, Boris; RADAEV, Alexander; HAKTANIR, Elif; SKULIMOWSKI, Andrzej M. J.; KAHRAMAN, Cengiz. A family of fuzzy multi-criteria sorting models FTOPSIS-Sort: features, case study analysis, and the statistics of distinctions. *Expert Systems with Applications*, v. 237, 121486, 2024. DOI: 10.1016/j.eswa.2023.121486.

YANG, Baohua; ZHAO, Jinshuai; ZHAO, Haidan. A robust method for avoiding rank reversal in the TOPSIS. *Computers & Industrial Engineering*, v. 174, art. 108776, 2022. DOI: 10.1016/j.cie.2022.108776.

YIN, Robert K. *Case study research: design and methods*. 5. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2013.

ZHONG, L.; XU, X.; YE, C.; *et al.* Assessment of the adverse health effects of aflatoxin exposure from unpackaged peanut oil in Guangdong, China. *Toxins*, v. 15, n. 11, 646, 2023. DOI: 10.3390/toxins15110646.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE PESQUISA (SURVEY)

Formulário de Coleta de Dados

Tomando por base a experiência que possui, cada especialista irá analisar a implementação do *lean production* em processadoras de amendoim em formato de formulário dividido em 3 grupos:

- Grupo A) Cultura e implementação da filosofia *lean*
- Grupo B) Avaliação das Técnicas *Lean*
- Grupo C) Superação de Desafios na Implementação do *Lean*

Para responder a cada um dos grupos, o formulário de perfil estruturado e fechado, apresentará aos respondentes alternativas baseada em uma escala de intensidade de 5 pontos, a qual apresenta-se com escala definida conforme Quadro 1. (Malhotra; Nunan; Birks, 2020).

Quadro 1. Termos linguísticos empregados para avaliação de cada critério.

Escala	Termos linguísticos		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
1	Discordo totalmente	Nível 1 - não realiza	Discordo totalmente
2	Discordo parcialmente	Nível 2 - Alguns processos, mas não formal	Discordo parcialmente
3	Não concordo nem discordo	Nível 3- Maioria processos, mas não formal	Não concordo nem discordo
4	Concordo parcialmente	Nível 4 - Alguns processos e formal	Concordo parcialmente
5	Concordo totalmente	Nível 5 - Maioria processos e formal	Concordo totalmente

Para a aferição das respostas, os participantes deverão considerar a realidade das organizações de médio e grande porte setoriais. A análise de dados será realizada por meio da técnica *Fuzzy TOPSIS Class* seguindo as recomendações de Ferreira *et al.* (2018).

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA: Implementação do Lean Manufacturing em Processadoras de Amendoim

Prezado(a) participante, Agradecemos inicialmente seu interesse em participar de nossa pesquisa!

Este estudo tem como objetivo investigar o nível de maturidade da implementação do Lean Manufacturing nas empresas processadoras de amendoim da região da Alta Paulista, identificando as ferramentas utilizadas e as dificuldades enfrentadas. A pesquisa é desenvolvida no âmbito acadêmico e busca contribuir para a melhoria dos processos produtivos e aumento da eficiência operacional no setor. Dessa forma, solicitamos a sua colaboração para participar do levantamento de informações por meio deste questionário. A aplicação levará aproximadamente **20 a 30 minutos** e seu preenchimento é essencial para alcançarmos os objetivos do estudo.

Compromisso com a Confidencialidade:

Asseguramos o anonimato da empresa e do respondente, bem como a confidencialidade no tratamento dos dados obtidos, que serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos. Os resultados serão divulgados apenas em forma consolidada, sem qualquer menção a nomes que possam identificar os participantes. Caso deseje receber os resultados desta pesquisa, pedimos a gentileza de preencher, no final do questionário, o seu e-mail. Desde já, agradecemos sua atenção e nos colocamos à disposição para esclarecer qualquer dúvida.

Contato para esclarecimentos:

 Ronaldo Fernandes Medeiros – ronaldo.medeiros@unesp.br – (14) 99898-0193

 Prof. Dr. Eduardo Satolo – eduardo.satolo@unesp.br – (14) 3404-4249

* Obrigatória

Sobre o Questionário

O questionário é composto por **5 seções**:

- **Seção 1:** Caracterização do perfil do respondente.
- **Seção 2:** Caracterização da empresa processadora de amendoim.
- **Seções 3 a 5:** cultura e implantação da filosofia lean, ferramentas lean utilizadas e superação de desafios na Implementação do Lean.
-

Pedimos que associe suas respostas com base na sua experiência e percepção, utilizando a escala apresentada.

Sua participação é fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa e para a geração de conhecimento sobre o setor.

Muito obrigado!

1. Termo de Confidencialidade Livre e Esclarecido (TCLE)

Apresentamos por meio do link o acesso ao documento Termo de Confidencialidade Livre e Esclarecido (TCLE). Após sua leitura, solicitamos indicar o aceite ou não as condições para participação neste pesquisa.

https://drive.google.com/open?id=1joiMxipo83jTZe_UpSHgiEWHKbYJg2v&usp=drive_fs

*

☐ Aceito o TCLE

☐ Não aceito o TCLE

Caracterização do perfil do respondente

2. Formação do respondente *

- ☐ Ensino médio incompleto
- ☐ Ensino médio completo
- ☐ Ensino superior incompleto
- ☐ Ensino superior completo
- ☐ Especialização
- ☐ Mestrado
- ☐ Doutorado

3. Qual a área da sua formação? *

4. Tempo de atuação no cargo *

Caracterização do perfil da empresa

5. Nome da empresa (o nome da empresa será posteriormente decodificado, garantindo anonimato): *

6. Localização (Cidade/Estado) (a localização da empresa será posteriormente decodificada, garantindo anonimato): *

7. Número de funcionários: *

- ☐ Menos de 50
- ☐ 50 a 100
- ☐ 101 a 500
- ☐ Acima de 500

8. Faixa de faturamento mensal *

- ☐ Microempresa - ME (menor ou igual a R\$ 360 mil/ano)
- ☐ Empresa de Pequeno Porte - EPP (maior que R\$ 360 mil e menor ou igual a R\$ 4,8 milhões/ano)
- ☐ Média empresa (maior que R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões/ano)
- ☐ Grande empresa (maior que R\$ 300 milhões/ano)

9. A empresa tem como Cliente?

- ☐ Consumidor Final (Consumo)
- ☐ Consumidor Intermediário (Industrialização)
- ☐ Consumidor Primário (Commodities)

10. A empresa atua no Mercado?

- ☐ Interno
- ☐ Externo (Exportação)

11. Setor de atuação dentro do processamento de amendoim: *

- ☐ Cultivo
- ☐ Armazenamento
- ☐ Beneficiamento
- ☐ Blanchamento
- ☐ Transformação
- ☐ Comercialização
- ☐ Outros

12. Estrutura de governança: *

- ☐ Gestão Familiar
- ☐ Gestão Cooperativista/Associativista
- ☐ Gestão Profissional

CULTURA E IMPLANTAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN

GRUPO A - Este grupo analisa como está a cultura de implantação do lean na organização. Para cada afirmação indique seu grau de intensidade de concordância.

13. Liderança e Gestão

[illegible]

14. Cultura Organizacional

[illegible]

15. Processos e Ferramentas Lean

[illegible]

16. Qualidade e Eliminação de Desperdícios

[illegible]

17. Engajamento e Melhoria Contínua

[illegible]

Avaliação das Ferramentas Lean

GRUPO B - Para a sua organização, busque responder para cada uma das ferramentas lean, como encontra-se a intensidade de implantação.

- **Nível 5** - Realizado para a maioria dos processos, de modo formal (com registro)
- **Nível 4** - Realizado para a alguns dos processos, porém de modo formal (com registro)
- **Nível 3** - Realizado para a maioria dos processos, porém de modo não formal (sem registro)
- **Nível 2** - Realizado para alguns dos processos, porém de modo não formal (sem registro)
- **Nível 1** - Não realizado

18. Gerenciamento de processos operacionais

[illegible]

[illegible]

19. Cadeia de Valor

[illegible]

Lean Digital

[illegible]

Superação de Desafios na Implementação do Lean

GRUPO C - Os desafios apresentados a seguir foram retirados da literatura. Cada afirmação remete a um conjunto de estudos. Indique seu grau de concordância as afirmações.

23. Adaptação

[illegible]

24. Métodos

[illegible]

25. Integração

	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente	Pular resposta
A empresa enfrenta dificuldades para integrar práticas Lean com práticas ambientais.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
A conexão entre Lean Manufacturing e Indústria 4.0 é um desafio devido à falta de infraestrutura tecnológica.	☐	☐	☐	☐	☐	☐

26. Execução

[illegible]

29. Estratégia

	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Neutro	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente	Pular resposta
A empresa possui uma conexão forte com fornecedores e clientes para facilitar a implementação do Lean.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
A liderança da empresa oferece apoio e direcionamento estratégico para a implementação do Lean.	☐	☐	☐	☐	☐	☐

30. Incentivo

	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Neutro	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente	Pular resposta
A empresa recebe incentivos ou apoio governamental para investir na manufatura enxuta.	☐	☐	☐	☐	☐	☐

31. Financeiros

	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Neutro	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente	Pular resposta
A empresa enfrenta restrições financeiras que dificultam a implementação de práticas Lean e digitalização.	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Este conteúdo não é criado nem endossado pela Microsoft. Os dados que você enviar serão enviados ao proprietário do formulário.

APÊNDICE B – MEMÓRIAS DE CÁLCULO DO FUZZY TOPSIS CLASS – CIFL

Este apêndice disponibiliza as memórias de cálculo e as planilhas utilizadas na aplicação do método Fuzzy TOPSIS-CLASS ao construto CIFL. O material inclui matriz de decisão, etapas de normalização e ponderação, bem como a definição dos perfis de classe empregados na classificação. Em razão do volume e do formato original das planilhas, os arquivos não foram incorporados integralmente ao corpo desta dissertação e estão disponíveis para consulta em ambiente de armazenamento em nuvem, em modo de visualização, no seguinte endereço:

https://drive.google.com/drive/folders/1KwQJcoDIOPrarQIFfYHsCG_u8wtoQSHf?usp=drive_link

APÊNDICE C – MEMÓRIAS DE CÁLCULO DO FUZZY TOPSIS CLASS – AVFL

Este apêndice disponibiliza as memórias de cálculo e as planilhas utilizadas na aplicação do método Fuzzy TOPSIS-CLASS ao construto AVFL. O material contempla matriz de decisão, procedimentos de normalização e ponderação e a definição dos perfis de classe utilizados na classificação. Considerando o volume e a necessidade de manter a integridade do formato das planilhas, os arquivos foram disponibilizados externamente, em ambiente de armazenamento em nuvem, somente para visualização, no seguinte endereço: https://drive.google.com/drive/folders/1H9AWJQFMAkfLKoT8mts0XlCrWfQpJPvt?usp=drive_link

APÊNDICE D – MEMÓRIAS DE CÁLCULO DO FUZZY TOPSIS CLASS – SDIL

Este apêndice disponibiliza as memórias de cálculo e as planilhas utilizadas na aplicação do método Fuzzy TOPSIS-CLASS ao construto SDIL. Incluem-se matriz de decisão, etapas de normalização e ponderação e os perfis de classe empregados na classificação. Para preservar o formato e a rastreabilidade dos cálculos, as planilhas completas não foram anexadas ao documento, estando disponíveis em armazenamento em nuvem, em modo de visualização, no seguinte endereço:

https://drive.google.com/drive/folders/1SVAqYmcw7qVeQzJTbjoMjliU9XP7iya3?usp=drive_link

ANEXO A – APROVAÇÃO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Este anexo reúne o documento de aprovação emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) referente ao estudo. Sua inclusão comprova a conformidade do projeto com os requisitos éticos aplicáveis, evidenciando que os procedimentos de coleta, consentimento e tratamento dos dados foram analisados e autorizados previamente. O registro reforça a integridade do processo de pesquisa e a rastreabilidade metodológica.

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS E
VETERINÁRIAS E
JABOTICABAL - FCAV



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A IMPLEMENTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS: ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS E IMPACTOS NA EFICIÊNCIA OPERACIONAL EM PROCESSADORAS DE AMENDOIM

Pesquisador: RONALDO FERNANDES MEDEIROS

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 87460825.4.0000.9029

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.635.189

Apresentação do Projeto:

O projeto foi proposto pelo Dr. Eduardo Guilherme Satolo (Graduado em Engenharia de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, UNIMEP, Brasil). CAAE: 87460825.4.0000.9029

Este projeto de pesquisa tem como objetivo analisar os desafios para a implementação bem-sucedida das práticas de manufatura enxuta em pequenas e médias empresas (PMEs) do setor de processamento de amendoim na região do Centro Oeste Paulista.

Profissionais envolvidos com o setor em questão e maiores de 18 anos serão entrevistados por meio de formulário digital de maneira remota (Google Forms). Os entrevistados terão sua identidade mantida no anonimato.

Objetivo da Pesquisa:

Analisar os desafios para a implementação bem-sucedida das práticas de manufatura enxuta em pequenas e médias empresas (PMEs) do setor de processamento de amendoim na região do Centro Oeste Paulista

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Indica a possibilidade de riscos e os classifica como mínimos em função da pesquisa ser a respeito de questões técnicas direcionadas a pessoas que atuam na área. Indica que, em caso de constrangimento ou desconforto, todas as questões possuem a opção de não serem

Endereço: Via de Acesso Paulo Donato Castellane s/nº Departamento de Economia, Administração e Educação
Bairro: Vila Industrial **CEP:** 14.884-900
UF: SP **Município:** JABOTICABAL
Telefone: (16)3209-7254 **Fax:** (16)3209-7100 **E-mail:** cep.fcav@unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS E
VETERINÁRIAS E
JABOTICABAL - FCAV



Continuação do Parecer: 7.635.189

respondidas sem necessidade de justificativa. Indica que o participante pode retirar o consentimento de utilização de seus dados a qualquer momento e sem nenhum prejuízo, mesmo após o período da coleta. O participante estará ciente que não terá benefício direto, porém como especialista na área, contribuirá de forma indireta para o avanço científico por meio da obtenção de dados que serão utilizados para fins científicos, proporcionando maiores informações e discussões sobre uma temática de grande relevância como um dos setores que vem apresentando grande crescimento para o mercado nacional e internacional.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa trata de um assunto técnico a ser respondido por profissionais relacionados à área produtiva para verificar se um tipo de estratégia administrativa impacta ou não o setor técnico do entrevistado. Os resultados indicarão aos pesquisadores como a estratégia administrativa em questão está divulgada ou implementada entre os profissionais.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1) Folha de rosto: Impressa e assinada pelo pesquisador responsável e Diretor da FCAV

O título é igual ao do processo feito na plataforma Brasil;

Não foi indicada a área temática; (sem problemas)

A folha de rosto foi assinada por Ronaldo Fernandes Medeiros, formado em Engenharia de Produção em 2018 (pesquisador responsável pela apreciação). Ronaldo é orientado do Dr. Eduardo Guilherme Satolo no Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento;

A folha de rosto também foi assinada pelo Dr. Fernando Ferrari Putti, vice-Reitor da FCE/Unesp, Tupã-SP;

2) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Apresentação Geral do TCLE: Clara e sucinta;

Apresentação dos objetivos do estudo: clara e sucinta;

Apresentação da coleta de dados: Google Forms;

Apresentação da utilização dos dados: tabulação e análise estatística para classificação dos dados em desafios de nível aceitável, regular ou crítico.

Apresentação do público a ser entrevistado: profissionais com mais de 18 anos de idade de

Endereço: Via de Acesso Paulo Donato Castellane s/nº Departamento de Economia, Administração e Educação
Bairro: Vila Industrial **CEP:** 14.884-900
UF: SP **Município:** JABOTICABAL
Telefone: (16)3209-7254 **Fax:** (16)3209-7100 **E-mail:** cep.fcav@unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS E
VETERINÁRIAS E
JABOTICABAL - FCAV



Continuação do Parecer: 7.635.189

empresas e acadêmicos com experiência em pequenas e médias empresas processadoras de amendoim;
Apresentação da preservação do anonimato dos entrevistados: indica que não será permitida a identificação e visualização dos dados de contato por terceiros;

Apresentação do formato do convite: email contendo apenas 1 destinatário e 1 remetente;

Apresentação da concordância em participar da pesquisa (assinatura do TCLE): Google Forms;

Foi acrescentando no TCLE que o mesmo será assinado pelos pesquisadores e devolvido ao participante pelo mesmo endereço de e-mail ao qual recebeu o convite para participação na pesquisa.

Apresentação do tempo estimado para responder ao questionário: 20-30 minutos;

Apresentação dos custos previstos aos participantes: indica que não há previsão de custos (participação remota). No entanto, indica que o participante tem a garantia ao direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa e ao ressarcimento de eventuais despesas para participar da pesquisa.

Foi acrescentando tanto no TCLE como no Projeto apresentado ao CEP a informação solicitada junto ao trecho:

„Não há previsão de custos relacionados à pesquisa para os participantes. No entanto, você tem a garantia ao direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa e ao ressarcimento de eventuais despesas para participar da pesquisa. Eventuais indenizações e ressarcimentos são de responsabilidade do pesquisador.„

Foi acrescentando tanto no TCLE como no Projeto apresentado ao CEP que eventuais indenizações e ressarcimentos são de responsabilidade do pesquisador.„

Apresentação dos riscos: Indica a possibilidade riscos e os classifica como mínimos em função da pesquisa ser a respeito de questões técnicas direcionadas a pessoas que atuam na área. Indica que, em caso de constrangimento ou desconforto, todas as questões possuem a opção de não serem respondidas sem necessidade de justificativa. Indica que o participante pode retirar o consentimento de utilização de seus dados a qualquer momento e sem nenhum prejuízo, mesmo após o período da coleta.

Apresentação de ação para garantir anonimato dos participantes: os endereços de email serão salvos em arquivo separado das respostas do questionário e os participantes serão codificados. Foi indicado que informações não fornecidas pelos participantes (endereço de IP, por exemplo) não serão coletadas pelo pesquisador. Todos os registros feitos na plataforma digital serão retirados do ambiente compartilhado (nuvem) após finalização das respostas.

Endereço: Via de Acesso Paulo Donato Castellane s/nº Departamento de Economia, Administração e Educação
Bairro: Vila Industrial **CEP:** 14.884-900
UF: SP **Município:** JABOTICABAL
Telefone: (16)3209-7254 **Fax:** (16)3209-7100 **E-mail:** cep.fcav@unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS E
VETERINÁRIAS E
JABOTICABAL - FCAV



Continuação do Parecer: 7.635.189

Apresentação do contato dos participantes com o pesquisador: são fornecidos contatos (telefone e email) do pesquisador no TCLE e é indicado que o mesmo fica à disposição para atender possíveis demandas dos participantes.

Apresentação da divulgação: um relatório sintético com os resultados da pesquisa será encaminhado para o email do participante;

Apresentação da utilização dos dados: artigos em periódicos, em congressos científicos e divulgação de materiais para a sociedade, em relatórios ou mídias sociais;

O TCLE é assinado pelo pesquisador responsável (Ronaldo Fernandes Medeiros) e pelo orientador (Eduardo Guilherme Satolo). Todas as demais páginas estão rubricadas por ambos.

3) Termo de Assentimento (TALE)

Não se aplica, pois os participantes da pesquisa serão maiores de 18 anos.

4) Autorização para realização da pesquisa

No projeto é indicado que o estudo aqui apresentado será realizado de forma virtual por meio de questionário online. Seguirão as orientações OFÍCIO CIRCULAR Nº 2/2021/CONEP/SECNS/MS denominado "Orientações para procedimentos em pesquisas com qualquer etapa em ambiente virtual".

Na reconsideração projeto foi indicado que toda a pesquisa será on-line, sem entrevistas presenciais.

5) Projeto de pesquisa detalhado

20 páginas;

15 profissionais da área de estudo (não encontrei na Plataforma Brasil; no arquivo [PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2520036.pdf](#) e na folha de rosto estão indicados 15).

Foi incluído que o número de participante será de 15 entrevistados.

O projeto, assim como o TCLE, apresenta ações para garantir o anonimato e a possibilidade de desistir da pesquisa no momento que desejar e apresenta os riscos inerentes à participação no estudo, formas de encaminhamento no caso do surgimento de problemas.

O projeto indica os critérios de inclusão e exclusão dos participantes, a primeira abordagem para apresentação da pesquisa e, posterior assinatura do TCLE, apresentação dos riscos e benefícios na participação da pesquisa, e formas de devolução dos resultados para os

Endereço: Via de Acesso Paulo Donato Castellane s/nº Departamento de Economia, Administração e Educação
Bairro: Vila Industrial **CEP:** 14.884-900
UF: SP **Município:** JABOTICABAL
Telefone: (16)3209-7254 **Fax:** (16)3209-7100 **E-mail:** cep.fcav@unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS E
VETERINÁRIAS E
JABOTICABAL - FCAV



Continuação do Parecer: 7.635.189

participantes.

O cronograma está adequado. As atividades estão previstas para serem iniciadas apenas após a aprovação pelo CEP. A data de início das atividades é 01/08/2025.

6) Instrumentos de coleta de dados

O questionário é composto por 5 seções:

Seção 1: Caracterização do perfil do respondente.

Seção 2: Caracterização da empresa processadora de amendoim.

Seções 3 a 5: cultura e implantação da filosofia lean, ferramentas lean utilizadas e desafios enfrentados pelas empresas.

De maneira geral, o questionário é composto por questões técnicas e será encaminhado para público com atuação técnica.

O questionário da reconsideração contém a opção "pular resposta".

Recomendações:

Nada a declarar.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as pendências foram solucionadas adequadamente.

Considerações Finais a critério do CEP:

Ressalta-se que cabe ao pesquisador responsável encaminhar os relatórios parcial e final da pesquisa, por meio da Plataforma Brasil, na notificação do tipo "relatório", para que sejam devidamente apreciados pelo CEP, conforme a Norma Operacional CNS nº 001/13, item X12.d.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2520036.pdf	20/05/2025 08:15:12		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CEP_Maio2025.pdf	20/05/2025 08:14:32	EDUARDO GUILHERME SATOLO	Aceito
Outros	CartaResposta_Maio2025_Ronaldo.docx	20/05/2025 08:12:41	EDUARDO GUILHERME	Aceito

Endereço: Via de Acesso Paulo Donato Castellane s/nº Departamento de Economia, Administração e Educação
Bairro: Vila Industrial **CEP:** 14.884-900
UF: SP **Município:** JABOTICABAL
Telefone: (16)3209-7254 **Fax:** (16)3209-7100 **E-mail:** cep.fcav@unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS E
VETERINÁRIAS E
JABOTICABAL - FCAV



Continuação do Parecer: 7.635.189

Outros	CartaResposta_Maio2025_Ronaldo.docx	20/05/2025 08:12:41	SATOLO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Ronaldo_Medeiros_2025.pdf	20/05/2025 08:11:46	EDUARDO GUILHERME SATOLO	Aceito
Outros	Questionario_Ronaldo_Medeiros.pdf	20/05/2025 08:11:17	EDUARDO GUILHERME SATOLO	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_Ronaldo_Assinado.pdf	25/03/2025 07:55:31	EDUARDO GUILHERME SATOLO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JABOTICABAL, 12 de Junho de 2025

Assinado por:
Lizandra Amoroso
(Coordenador(a))

Endereço: Via de Acesso Paulo Donato Castellane s/nº Departamento de Economia, Administração e Educação
Bairro: Vila Industrial **CEP:** 14.884-900
UF: SP **Município:** JABOTICABAL
Telefone: (16)3209-7254 **Fax:** (16)3209-7100 **E-mail:** cep.fcv@unesp.br

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (TCLE)

Este anexo apresenta o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aplicado aos participantes do estudo. O documento informa objetivos, procedimentos, riscos mínimos e garantias de confidencialidade, assegurando a participação voluntária e a possibilidade de desistência a qualquer tempo. Sua disponibilização reforça a transparência do processo de consentimento e o atendimento às exigências éticas.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE TUPÃ



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa: **A IMPLEMENTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS: ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS E IMPACTOS NA EFICIÊNCIA OPERACIONAL EM PROCESSADORAS DE AMENDOIM**. Será informado(a) verbalmente e por escrito sobre o estudo, de forma suficiente e clara, pelo pesquisador **Ronaldo Fernandes Medeiros** do –Programa de Pós-graduação em Agronegócio e Desenvolvimento (PGAD), que está sob orientação do Prof. Dr. **Eduardo Guilherme Satolo**, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – Faculdade de Ciências e Engenharia de Tupã. Esta pesquisa foi avaliada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - UNESP, que tem como função defender os interesses dos participantes das pesquisas, em sua integridade e dignidade, contribuindo para o desenvolvimento da ciência dentro dos padrões éticos.

O estudo tem como objetivo **investigar quais são as oportunidades e os principais desafios com a implementação do *lean production* em PMEs (Pequenas e Médias Empresas) processadoras de amendoim**, e será realizado por meio de um formulário de pesquisa, o qual será aplicado pela plataforma Google Forms. O formulário é composto por um conjunto primário de perguntas para caracterização da empresa e do respondente. Na parte secundária está dividida em 3 blocos, que estão diretamente ligadas ao tema da pesquisa, que visa avaliar aspectos relativos a aplicação do *lean production* em PMEs processadoras de amendoim. Os desafios apresentados na pesquisa bem como as informações relacionadas a cultura, foram identificados a partir da revisão de literatura pertinente ao tema da pesquisa. Após a coleta dos dados, estes serão tabulados e passarão por tratamento estatístico de modo a permitir classificá-los em desafios de nível aceitável, regular ou crítico.

A população a ser estudada se caracteriza por profissionais (da empresarial e/ou área acadêmica) com larga experiência no em PMEs processadoras de amendoim. A pesquisa aplica-se apenas a maiores de 18 anos. Destacamos que, ao participar como convidado, não será permitida a identificação e visualização dos seus dados de contato por terceiros. O convite será feito de forma individual por e-mail, tendo um remetente e um destinatário apenas. Antes de responder às perguntas do questionário, você deverá concordar com este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O consentimento em participar da pesquisa se fará por meio do Google Forms. O tempo para preenchimento do formulário de pesquisa é de 20 a 30 minutos. Não há previsão de custos relacionados à pesquisa para os participantes.

Toda pesquisa oferece riscos. Nesse caso os riscos são mínimos, pois você como especialista no tema da pesquisa tem a liberdade de apresentar sua opinião dentro de um assunto pré-definido. Nesse contexto, os riscos visualizados estão expressos na forma de desconforto; possibilidade de constrangimento ao responder o instrumento de coleta de dados; medo de não saber responder ou de ser identificado e medo de divulgação de dados confidenciais. Como forma de minimização destes riscos, os responsáveis desta pesquisa, asseguram (i) a possibilidade do respondente de “pular questões” e continuar respondendo o questionário; (ii) que os endereços de e-mail dos participantes serão salvos em arquivo separado das respostas do questionário; em ambos os arquivos o participante será identificado pelo mesmo código; (iii) garantia de acesso aos pesquisadores, por meio de telefone ou e-mail, para retirada de dúvidas sobre a pesquisa; (iv) devido a pesquisa ser online, há o risco inerente a qualquer acesso à internet; como forma de minimização, os pesquisadores asseguram que informações não fornecidas pelo participante (por exemplo, IP) não serão acessadas pelo pesquisador.

Destaca-se ainda, que o participante tem o direito de não responder ou desistir da participação na pesquisa a qualquer momento. O respondente tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Não serão divulgados os nomes dos participantes nem a identidade das organizações nas quais atuam. Declara-se, desta forma, que os dados e materiais obtidos serão tornados anônimos.

Destaca-se que em todas as fases da pesquisa, seja na fase prévia (como convite para participação, leitura do TCLE e familiarização com as perguntas de pesquisa), durante sua condução (que contempla a aplicação do formulário) e após a fase de coleta (que contempla período de análise de informações e o envio do feedback da pesquisa aos participantes), os pesquisadores estão disponíveis para total apoio e esclarecimento dos participantes. O acesso aos pesquisadores poderá ser via telefone, e-mail ou reuniões.

É de nossa responsabilidade o armazenamento adequado dos dados coletados, bem como os procedimentos para assegurar o sigilo e a confidencialidade das informações do participante da pesquisa. Uma vez concluída a coleta de dados, iremos fazer o *download* dos dados coletados para um dispositivo eletrônico local, apagando todo e qualquer registro da plataforma virtual, ambiente compartilhado ou “nuvem”. Com relação ao uso da plataforma *Google Forms*, destacamos que conhecemos a política de privacidade da ferramenta para coleta de informações pessoais e compartilhamento dessas informações com parceiros comerciais para oferta de produtos e serviços de maneira a assegurar os aspectos éticos. Como esta pesquisa acontece em ambiente virtual, enfatizamos a importância de o participante guardar em seus arquivos uma

cópia eletrônica do TCLE. Também deixamos claro que o participante possui o direito de não responder qualquer questão, sem necessidade de explicação ou justificativa para tal, podendo também se retirar da pesquisa a qualquer momento.

O convite para a participação na pesquisa contém o *link* para o *Google Forms* onde o convidado pode encontrar o TCLE, com maiores detalhes e instruções da pesquisa, bem como tomar ciência de que a qualquer momento e sem nenhum prejuízo, pode retirar o consentimento de utilização de seus dados. Se isso ocorrer, enviaremos ao participante uma resposta de ciência de seu interesse em retirar seu consentimento. Ao assinalar o consentimento, o participante concorda com a divulgação dos resultados da pesquisa. Na divulgação dos resultados desse estudo, o nome do participante e da organização à qual pertence não serão citados. Serão excluídos da pesquisa informações incompletas coletadas e os dados de participantes que por motivos pessoais (ou quaisquer outros motivos) ordenarem a exclusão de seus dados, mesmo após o período de coleta. Entendemos que o participante tem este direito se assim desejar. Isso só não ocorrerá nos casos em que for impossível a identificação do questionário do participante. Esse fato foi esclarecido no processo de consentimento, durante ou ao término da pesquisa.

Não há previsão de custos relacionados à pesquisa para os participantes. No entanto, você tem a garantia ao direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa e ao ressarcimento de eventuais despesas para participar da pesquisa. Eventuais indenizações e ressarcimentos são de responsabilidade do pesquisador.

Ao aceitar participar desta pesquisa você informa ter ciência que não terá benefício direto, porém como especialista na área contribuirá de forma indireta para o avanço científico por meio da obtenção de dados que serão utilizados para fins científicos, proporcionando maiores informações e discussões sobre uma temática de relevância atual para o setores de processamento de amendoim do Brasil, onde estes setores vem apresentando grande crescimento e destaque para o mercado nacional e internacional.

Destaca-se que, após aprovação da referida pesquisa, será compartilhado um relatório sintético com os resultados, o qual será remetido ao e-mail dos respondentes como forma de compartilhamento da informação.

Este material será utilizado para apresentação de: **artigos em periódicos, em congressos científicos e divulgação de materiais para a sociedade, em relatórios ou mídias sociais**, observando os princípios éticos da pesquisa científica e seguindo procedimentos de sigilo e discrição e que não haverá benefícios ou contribuições financeiras sobre os resultados decorrentes da pesquisa.

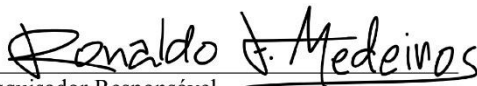


Dessa forma, você foi esclarecido sobre os objetivos da pesquisa, os procedimentos que serão utilizados e riscos, a garantia do anonimato e de esclarecimentos constantes, e de ter em mãos uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Além disso, está ciente do direito assegurado de não participar, ou de interromper a participação no momento que achar necessário, além da garantia de indenização por eventuais danos decorrentes da participação nessa pesquisa, nos termos da legislação civil (Código Civil Lei 10.406 de 10/01/2002).

Nome do participante: _____

Assinatura do participante

Tupã, 19 de maio de 2025



Pesquisador Responsável
Nome: **Ronaldo Fernandes Medeiros**
Endereço: Avenida Castro Avlves 1145 – Herculândia/SP
Tel: (14) 99898-0193
E-mail: Ronaldo.medeiros@unesp.br



Orientador
Prof. Dr. Eduardo Guilherme Satolo
Endereço: Domingo da Costa Lopes, 780 – Tupã/SP
Tel: (14)3404-4249
E-mail: eduardo.satolo@unesp.br

OBS.: Termo apresentado em duas vias, uma destinada ao participante e a outra ao pesquisador. Todas as vias devem ser rubricadas pelo participante ou representante legal, e pesquisador (a).

OBS: 2: O TCLE será assinado pelos pesquisadores e devolvido ao participante pelo mesmo endereço de e-mail ao qual recebeu o convite para participação na pesquisa.