

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EM GESTÃO E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JORGE LUIZ AMARAL ROSA

**MAPEAMENTO DE APLICAÇÕES DAS FERRAMENTAS DIGITAIS DA
INDÚSTRIA 4.0 NA CADEIA DE SUPRIMENTOS EM EMPRESAS DE MÁQUINAS
AGRÍCOLAS**

Sorocaba/SP

2026

INTERNAL

JORGE LUIZ AMARAL ROSA

**MAPEAMENTO DE APLICAÇÕES DAS FERRAMENTAS DIGITAIS DA
INDÚSTRIA 4.0 NA CADEIA DE SUPRIMENTOS EM EMPRESAS DE MÁQUINAS
AGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos – campus Sorocaba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientação: Prof. Dr. Murilo Aparecido Voltarelli

Sorocaba/SP

2026

Rosa, Jorge Luiz Amaral

Mapeamento de aplicações das ferramentas digitais da indústria 4.0 na cadeia de suprimentos em empresas de máquinas agrícolas-- 2026.

80f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador (a): Murilo Aparecido Voltarelli

Banca Examinadora: Jonathan Gazzola, Fábio Alexandre Cavichioli

Bibliografia

1. Cadeia de Suprimentos. 2. Transformação Digital. 3. Máquinas Agrícolas. I. Rosa, Jorge Luiz Amaral. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano –
CRB/8 697

JORGE LUIZ AMARAL ROSA

**MAPEAMENTO DE APLICAÇÕES DAS FERRAMENTAS DIGITAIS DA
INDÚSTRIA 4.0 NA CADEIA DE SUPRIMENTOS EM EMPRESAS DE MÁQUINAS
AGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos – campus Sorocaba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Sorocaba, 24 de Março de 2026.

Orientador(a): _____

Prof. Dr. Murilo Aparecido Voltarelli

Examinador(a): _____

Dr. Jonathan Gazzola

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Examinador(a): _____

Dr. Fabio Alexandre Cavichioli

Faculdade de Tecnologia – Taquaritinga (Fatec-Tq)

RESUMO

O setor de máquinas agrícolas caracteriza-se pela sua importância na economia brasileira, gerando cerca de R\$ 72 bilhões de receitas líquidas em 2023. A cadeia de suprimentos define-se pela rede conectada desde fornecedores até a entrega de produtos e serviços aos clientes. Com o advento das inovações tecnológicas, houve a evolução para o conceito de Cadeia de Suprimentos 4.0, um desdobramento da Indústria 4.0. O tema apresentava uma lacuna de pesquisas acadêmicas sobre os desafios de implementação das ferramentas digitais no setor de máquinas agrícolas. Por meio de uma pesquisa exploratória com natureza quali-quantitativa, objetivou-se mapear quais são as ferramentas da Indústria 4.0 que são aplicadas na cadeia de suprimentos nas empresas de máquinas agrícolas, nas áreas de Logística, Planejamento e Compras. Foram entrevistados 18 colaboradores de cinco empresas do setor, localizadas em quatro estados brasileiros, sendo eles: São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul. Com a combinação de uma revisão sistemática de literatura e a formulação de perguntas abertas e fechadas, foram identificadas e analisadas as respostas para que fossem definidos os desafios e a maturidade de utilização das tecnologias digitais na área de Supply Chain.

Palavras-chave: Cadeia de Suprimentos, Transformação Digital, Máquinas Agrícolas, Indústria 4.0, Tecnologias Digitais

ABSTRACT

The agricultural machinery sector is characterized by its importance to the Brazilian economy, generating approximately BRL 72 billion in net revenue in 2023. The supply chain is defined as the connected network from suppliers to the delivery of products and services to the customers. With the advent of technological innovations, there has been an evolution toward the concept of Supply Chain 4.0, an offshoot of Industry 4.0. There was a gap in academic research on the challenges of digital tools implementation in the agricultural machinery sector. Through exploratory research with both qualitative and quantitative approaches, the objective was to map which Industry 4.0 tools are applied in the supply chain in farm machinery companies, in the areas of Logistics, Planning and Procurement. A total of 18 employees of five companies of this sector, located in four Brazilian states - São Paulo, Minas Gerais, Parana and Rio Grande do Sul - were interviewed. Through combination of a systematic literature review and the formulation of open and closed questions, the answers were identified and analyzed to define the challenges and maturity of using digital technologies in Supply Chain area.

Keywords: Supply Chain, Digital Transformation, Agricultural Machinery, Industry 4.0, Digital Technologies

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fases da RSL	23
Figura 2 - Combinação de palavras-chave para a pesquisa inicial.....	23
Figura 3 - Primeira revisão de palavras-chave para a pesquisa.....	24
Figura 4 - Segunda revisão de palavras-chave para a pesquisa.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Nível de Importância ou Conhecimento	26
Tabela 2 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre familiaridade com os conceitos da I4.0.....	36
Tabela 3 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre a implementação das tecnologias da I4.0 na Cadeia de Suprimentos na empresa.....	37
Tabela 4 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre o impacto percebido na utilização dessas tecnologias.....	38
Tabela 5 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre como a adoção de tecnologias da I4.0 afetou a competitividade da empresa.....	39
Tabela 6 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre a existência de uma estratégia clara para implementação de tecnologias da I4.0 na Cadeia de Suprimentos.....	41
Tabela 7 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre o investimento da empresa em tecnologias da I4.0 na Cadeia de Suprimentos.....	42
Tabela 8 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre a integração entre os departamentos utilizando as tecnologias da I4.0.....	43
Tabela 9 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre a eficácia da colaboração com fornecedores e parceiros por meio do uso das tecnologias da I4.0.....	44
Tabela 10 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre treinamento e capacitação dos funcionários em tecnologias das I4.0.....	45
Tabela 11 - Frequências absoluta e relativa para cada tecnologia da I4.0 atualmente utilizada na empresa	47
Tabela 12 - Frequências absoluta e relativa para cada tecnologia da I4.0 já utilizadas na rotina de trabalho na Cadeia de Suprimentos.....	48
Tabela 13 - Frequências absoluta e relativa para as ferramentas da I4.0 mais conhecidas na área de atuação.....	49
Tabela 14 - Frequências absoluta e relativa para cada ferramenta da I4.0 recomendada para melhorar a eficiência da Cadeia de Suprimentos	50
Tabela 15 - Frequências absoluta e relativa para cada setor mais impactado pela I4.0	51
Tabela 16 - Frequências absoluta e relativa para cada setor em que o impacto da I4.0 trouxe benefícios aos clientes	52
Tabela 17 - Frequências absoluta e relativa para cada setor em que a I4.0 contribui para a qualidade do produto e processos.....	53
Tabela 18 - Frequências absoluta e relativa para cada tendência na era da I4.0 que pode moldar o futuro da Cadeia de Suprimentos.....	54
Tabela 19 - Frequências absoluta e relativa para cada tendência em que a empresa deve considerar como foco para otimizar a Cadeia de Suprimentos.....	55

Tabela 20 - Frequências absoluta e relativa para cada tendência que pode ampliar a visão estratégica de inovação no contexto da I4.0.....	56
Tabela 21 - Frequências absoluta e relativa para cada meta da Cadeia de Suprimentos nos próximos 5 anos com a implementação de tecnologias da I4.0	57
Tabela 22 - Frequências absoluta e relativa para cada prioridade na definição da implementação de tecnologias da I4.0 na Cadeia de Suprimentos.....	58
Tabela 23 - Frequências absoluta e relativa para os aspectos que podem trazer maior impacto positivo em termos de crescimento e rentabilidade da empresa no contexto da I4.0.....	59
Tabela 24 - Categorias e Fragmentos Extraídos versus Frequência sobre como a I4.0 está transformando os processo da Cadeia de Suprimentos na empresa	62
Tabela 25 - Categorias e Fragmentos Extraídos versus Frequência das tecnologias da I4.0 que foram mais eficazes para melhorar a eficiência da Cadeia de Suprimentos	64
Tabela 26 - Categorias e Fragmentos Extraídos versus Frequência dos principais desafios que empresa enfrentou na implementação da I4.0 na Cadeia de Suprimentos.....	65
Tabela 27 - Categorias e Fragmentos Extraídos versus Frequência das mudanças que a empresa fez na estrutura organizacional ou nos processos para se adaptar à I4.0	67
Tabela 28 - Categorias e Fragmentos Extraídos versus Frequência dos benefícios tangíveis ou intangíveis a empresa alcançou com a digitalização da Cadeia de Suprimentos	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre familiaridade com os conceitos da I4.0.....	36
Gráfico 2 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre a implementação das tecnologias da I4.0 na Cadeia de Suprimentos na empresa.....	38
Gráfico 3 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre o impacto percebido na utilização dessas tecnologias.....	39
Gráfico 4 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre como a adoção de tecnologias da I4.0 afetou a competitividade da empresa.....	40
Gráfico 5 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre a existência de uma estratégia clara para implementação de tecnologias da I4.0 na cadeia de suprimentos.....	41
Gráfico 6 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre o investimento da empresa em tecnologias da I4.0 na Cadeia de Suprimentos.....	42
Gráfico 7 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre a integração entre os departamentos utilizando as tecnologias da I4.0.....	43
Gráfico 8 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre a eficácia da colaboração com fornecedores e parceiros por meio do uso das tecnologias da I4.0.....	44
Gráfico 9 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre treinamento e capacitação dos funcionários em tecnologias da I4.0.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Dados de Mercado.....	21
Quadro 2 - Implementação e impactos das tecnologias da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos	27
Quadro 3 - Utilização das tecnologias da Indústria 4.0.....	28
Quadro 4 - Impactos da Indústria 4.0 nos setores da cadeia de suprimentos	29
Quadro 5 - Tendências e perspectivas de transformação digital na cadeia de suprimentos.....	30
Quadro 6 - Objetivos e metas relacionados à adoção de tecnologias digitais.....	31
Quadro 7 - Perguntas abertas relacionadas a Indústria 4.0.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIG DATA	Dados Grandes
BLOCKCHAIN	Cadeias de Blocos
DOWNSTREAM	Entrega ao cliente e pós-venda
EDI	Intercâmbio Eletrônico de Dados
ERP	Enterprise Resource Planning
FATEC	Faculdade de Tecnologia
I 4.0	Indústria 4.0
IA	Inteligência Artificial
IoT	Internet of Things
MANUFACTURING EXECUTION SYSTEMS	Sistemas de Execução de Manufatura
SOURCING	Fornecimento
SUPPLY CHAIN	Cadeia de Suprimentos
SCM	Gestão de Cadeia de Suprimentos
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UPSTREAM	Obtenção e preparação dos recursos necessários

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	12
1.2 PROBLEMÁTICA	12
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA	13
1.3.1 Objetivo Geral	13
1.3.2 Objetivo Específico	13
1.4 JUSTIFICATIVA	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 A INDÚSTRIA 4.0	14
2.2 A CADEIA DE SUPRIMENTOS	15
2.2.1 A Logística	16
2.2.2 O Processo de Compras	17
2.3 A INOVAÇÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS e da indústria	18
2.4 O SETOR DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS E A CADEIA DE SUPRIMENTOS	20
3 METODOLOGIA	22
3.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	22
3.2 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	25
3.3 ANÁLISE DE DADOS	32
3.3.1 Análise Qualitativa	32
3.3.2 Análise Quantitativa	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
4.1 amostragem e Perfil dos respondentes	35
4.2 ANÁLISE QUANTITATIVA DAS PERGUNTAS FECHADAS	35
4.2.1 Questionário 1 – Implementação e Impactos das Tecnologias da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos	35
4.2.2 Questionário 2 – Avaliação da utilização das tecnologias da Indústria 4.0	46
4.2.3 Questionário 3 - Impacto da Indústria 4.0 nos setores da Cadeia de Suprimentos ..	51
4.2.4 Questionário 4 - Tendências da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos	54
4.2.5 Questionário 5 - Objetivos e metas da implementação de tecnologias da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos	57
4.3 ANÁLISE QUALITATIVA DAS PERGUNTAS ABERTAS	61
4.3.1 Na sua Opinião, como a Indústria 4.0 está transformando os processos da Cadeia de Suprimentos na sua empresa?	62

4.3.2	Quais tecnologias da Indústria 4.0 foram as mais eficazes para melhorar a eficiência da Cadeia de Suprimentos? Por quê?	63
4.3.3	Quais foram os principais desafios que a empresa enfrentou na implementação da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos? Como foram superados?	65
4.3.4	Quais mudanças a empresa teve que fazer na estrutura organizacional ou de processos para se adaptar à Indústria 4.0?	66
4.3.5	Na sua opinião, quais benefícios tangíveis e intangíveis que a sua empresa alcançou com a digitalização da Cadeia de Suprimentos?	68
5	CONCLUSÃO	72
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

1 INTRODUÇÃO

A gestão da cadeia de suprimentos desempenha uma função integradora, encarregada de interligar os processos essenciais dos negócios, tanto internamente quanto entre as empresas, estabelecendo um modelo de operações coeso e de desempenho elevado. Isso abrange todas as ações relacionadas à gestão logística e à produção, bem como a coordenação de processos e atividades como vendas, marketing, desenvolvimento de produtos, finanças e tecnologia da informação. De maneira simplificada, a administração da cadeia de suprimentos une a oferta e demanda dentro e entre as organizações (CSCMP, 2023).

De acordo com Spöttl e Windelband (2021), no contexto da Indústria 4.0, os processos se transformam em função da automação de processos e ao controle em tempo real. Nesse sentido, as tecnologias da Indústria 4.0 transformam a gestão da cadeia de suprimentos de um modelo linear para a Cadeia de Suprimentos 4.0, onde as operações são interligadas e os fluxos se movem em múltiplas direções (SRHIR *et al.*, 2022).

Novos avanços em tecnologias como *Blockchain*, *IoT*, Inteligência Artificial, Manufatura Aditiva, Robótica e Cibersegurança, auxiliam o impulso da cadeia de suprimentos 4.0 (MAK *et al.*, 2021). Com a adoção da tecnologia, as empresas identificam uma série de fatores e tomam decisões estratégicas, como decidir o público-alvo e selecionar as tecnologias e fornecedores (TOMAZ *et al.*, 2001).

Oliveira *et al.* (2020) destacam que a plena integração na cadeia de suprimentos ainda encontra dificuldades e obstáculos, tais como a falta de interoperabilidade entre sistemas, resistência à mudança organizacional e a carência de mão de obra qualificada. Enquanto isso, certos projetos de digitalização, como a implementação de sensores e ERPs (*Enterprise Resource Planning*) avançados, demonstram aprimoramentos na rastreabilidade e redução de falhas logísticas.

Conforme expresso por Johann *et al.* (2015), o acelerado desenvolvimento de novos negócios, aliado à permanente necessidade de adaptação ao ambiente, estabelece um cenário dinâmico e desafiador para as organizações. Essa transformação provoca a criação de novas funções e setores, além de modificar a estrutura das cadeias de produção.

Conforme Morais (2020), as empresas direcionam sua atenção de maneira crescente para a satisfação e para a experiência dos clientes, reconhecendo a função fundamental que estes exercem na competitividade e na qualidade dos serviços disponibilizados.

Na procura por alternativas, as organizações têm investigado as consequências da gestão do conhecimento na era da Indústria 4.0, conforme indicado por Manesh *et al.* (2021), sendo

que a interseção entre a evolução tecnológica e a efetividade das práticas de gestão configura-se como um campo de pesquisa fundamental para enfrentar os desafios atuais. Entender a forma de identificar e implementar informações relevantes no âmbito da revolução digital é fundamental para elevar a coerência e a transparência nas abordagens de gestão do conhecimento.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Segundo a COOPERSYSTEM (2023), a Cadeia de Suprimentos 4.0 representa o futuro da gestão da cadeia, apoiada pela digitalização e tecnologias de ponta. Essa nova abordagem utiliza recursos que automatizam processos e que trabalham de forma conjunta na área de *supply chain*. Portanto, gera maior controle e, conseqüentemente, melhora a coordenação para todos os envolvidos.

Dados conforme a Abimaq (2024), o faturamento do setor de máquinas agrícolas no ano de 2023 alcançou R\$ 72 bilhões. Nesse contexto, compreender quais ferramentas digitais são aplicadas e mais importantes em sua utilização, principalmente no cadeia de suprimentos dessas empresas, torna-se essencial para aprimorar o processo de manufatura.

Portanto, além da necessidade dessas organizações fortalecerem sua competitividade, também precisam estar preparadas para responder às expectativas de seus clientes finais, sejam eles o próprio produtor na ocasião de compra direta com o fabricante, ou até mesmo representantes ou concessionárias como parte final desse processo de entrega pelas empresas manufatureiras de máquinas agrícolas. Ao serem digitalizadas, as operações passam a ser sincronizadas entre si, permitindo uma rápida adaptação às mudanças na demanda, o que melhora os tempos de resposta e aumenta a satisfação dos clientes.

1.2 PROBLEMÁTICA

Empresas de diversos setores e indústrias têm abordado a necessidade de incorporar tecnologias da Indústria 4.0 em seus processos e a busca pela digitalização de suas cadeias de suprimentos (Zhao *et al.*, 2021). Essa transformação contribui de maneira significativa para o conceito de *Supply Chain* 4.0, o qual utiliza tecnologias como Internet das Coisas (*IoT*), *Big Data*, Inteligência Artificial, entre outras (Frazzon *et al.*, 2019). A adoção dessas ferramentas busca melhorar a eficiência operacional, a rastreabilidade e a produtividade ao longo de toda a cadeia, permitindo às empresas adotar novas técnicas em resposta a ameaças e/ou desafios.

Assim, embora evidências mostrem que a inclusão de tecnologias digitais aumentam significativamente o desempenho organizacional (Sony *et al.*, 2020), grande parte desses estudos limita-se a setores industriais mais consolidados, como a manufatura. A aplicabilidade dessas tecnologias, os principais desafios e as soluções eficazes no setor agrícola ainda são escassas.

Diante desse fato, este estudo visa contribuir para o desenvolvimento da digitalização da cadeia de suprimentos no setor de máquinas agrícolas, por meio do mapeamento das principais ferramentas da Indústria 4.0 aplicadas nas áreas de Logística, Planejamento e Compras, fortalecendo assim o vínculo entre teoria e prática.

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.3.1 Objetivo Geral

O presente estudo busca mapear quais são as ferramentas da Indústria 4.0 que são aplicadas na cadeia de suprimentos nas empresas de máquinas agrícolas, nas áreas de Logística, Compras e Planejamento.

1.3.2 Objetivo Específico

- Identificar as ferramentas digitais da indústria 4.0 que são utilizadas na cadeia de suprimentos.
- Entender como as empresas de máquinas agrícolas vêm aplicando essas ferramentas para digitalizar a área de *supply chain*, seja como fornecedoras ou como clientes desse processo.
- Indicar qual tecnologia da Indústria 4.0 tem o melhor aproveitamento na hora da sua implementação, levando em conta opiniões de especialistas e gestores das empresas pesquisadas.

1.4 JUSTIFICATIVA

A gestão da cadeia de suprimentos transformou-se de uma função logística tradicional para um elemento estratégico fundamental, conectando operações internas e externas, gerando modelos de negócios mais eficientes e de alto desempenho. Considerando que a cadeia de suprimentos assume papel cada vez mais estratégico nas organizações, a revolução tecnológica dos últimos anos redefiniu profundamente a dinâmica do mercado, com a Indústria 4.0

ocupando papel central. Nesse contexto, os empreendedores enfrentam decisões estratégicas complexas, como a seleção das tecnologias mais adequadas e a definição de estratégias para potencializar os benefícios dessas inovações (TOMAZ *et al.*, 2001).

Apesar da importância das tecnologias e ferramentas digitais na cadeia de suprimentos para melhorar a eficiência das empresas, ainda há uma lacuna considerável na literatura sobre a aplicação dessas inovações no setor de máquinas agrícolas. São escassos os estudos que discutem como as empresas desse segmento podem empregar as tecnologias da Indústria 4.0 para aprimorar seus processos de planejamento, logística e compras. Este trabalho busca mapear as diversas ferramentas digitais e avaliar, a partir do questionário respondido com opiniões técnicas do segmento de máquinas agrícolas, como elas podem ser aplicadas nessas áreas. Desse modo, compreendendo os desafios e oportunidades das ferramentas da indústria 4.0 no setor, oferecendo subsídios importantes para empresas, gestores e profissionais, além da sociedade como um todo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A INDÚSTRIA 4.0

Como Klaus Schwab escreve em a “Quarta Revolução Industrial”, a convergência das inovações tecnológicas nos níveis físico, biológico e digital promete redefinir as maneiras como vivemos, consumimos e, de fato, trabalhamos.

Segundo Gonçalves e Silva (2023), a Indústria 4.0 é a fase final da evolução do sistema de produção, marcada pela fusão dos mundos físico e virtual por meio do uso intensivo de tecnologias avançadas no sistema de manufatura. Apresentada pela primeira vez na Alemanha em 2011, a I4.0 foca na incorporação de sistemas cibernéticos aos processos reais, o que leva à criação de uma planta operacional altamente tecnológica.

De acordo Sacomano *et al.* (2018), a Indústria 4.0 simboliza uma mudança considerável nos processos produtivos das empresas, resultando em avanços e melhorias em vários setores. Essa mudança tecnológica torna-se um grande impacto global, na medida em que as abordagens de negócios se apresentam mais dispersas e integradas, graças às inovações em tecnologias, como automação, Internet das Coisas e computação em nuvem. Essas mudanças levam ao surgimento de novos modelos de negócios, incentivando as indústrias a adotarem esses padrões.

Segundo Schwab (2016), algumas das tecnologias emergentes para implementação e operação da Indústria 4.0 têm notabilidade pela facilitação das relações entre indivíduos e

objetos, bem como na análise e manipulação de grandes quantidades de dados.

De acordo com Ventureli (2020), a integração de sistemas na Indústria 4.0 ocorre de duas maneiras: horizontal e vertical. A integração horizontal integra os principais processos de negócios ao gerenciamento na cadeia de valor da empresa. Sistemas como ERP (*Enterprise Resource Planning*) e o MES (*Manufacturing Execution Systems*), facilitam essa integração, conectando e sincronizando diversas áreas funcionais, como produção, vendas, finanças e logística. Desta forma, apresenta uma visão completa da empresa, permitindo a avaliação do processo de produção e a tomada de decisões em tempo real.

Na integração vertical, conforme Ventureli (2020), é descrita a relação entre vários escalões da organização, desde os trabalhadores do chão de fábrica até a alta administração, entre os quais flui a informação, coordenação dos departamentos e unidades de negócios. Ambas as formas de integração são essenciais para otimizar a eficiência e a eficácia dos processos industriais na era da Indústria 4.0.

Lavrado *et al.* (2020) ressaltam que as empresas costumam escolher uma combinação de diversas ferramentas organizacionais, sejam elas internas ou externas. Neste contexto, são as oportunidades oferecidas pelas diversas ferramentas organizacionais às empresas que estão em processo de transformação digital.

2.2 A CADEIA DE SUPRIMENTOS

A cadeia de suprimentos é uma rede complexa e em constante transformação de organizações e processos que trabalham para fornecer produtos e serviços aos clientes. Inclui desde o fornecimento de matérias-primas e componentes até a entrega final dos produtos acabados, englobando todas as etapas intermediárias, como fabricação, distribuição e logística (GONÇALVES E SILVA, 2023).

De acordo com Ventureli (2020), o *supply chain* pode ser entendido como um conjunto de atividades interligadas que têm como objetivo maximizar a eficiência e eficácia na venda e disponibilização de bens e serviços. Envolve a gestão de vários canais de distribuição e unificação de processos para garantir que os produtos cheguem ao cliente final com a qualidade esperada.

Entender a cadeia de suprimentos vai além do simples fluxo de produtos, englobando também elementos estratégicos e operacionais que ajudam a criar valor e atender às demandas dos clientes. A evolução e modernização contínuas desse conceito são impulsionadas por inovações tecnológicas e pela busca por melhores práticas de gestão e eficiência (SCHWAB,

2016).

Contudo, segundo Reid e Sanders (2005), diversas empresas enfrentam dificuldades na gestão de suas cadeias de suprimentos, tais como: falhas nos processos de importação, escassez de profissionais especializados e ausência de integração entre os diferentes elos da cadeia. Esses obstáculos podem resultar em atrasos na entrega, elevação de custos e insatisfação do cliente final.

Por ser um componente vital para o funcionamento eficiente das empresas em um mercado globalizado e digitalizado, a integração de tecnologias desempenha um papel crucial na melhoria da experiência do cliente, conforme destacado por Morais (2020).

De acordo com Barney e Hesterly (2011), a adoção de uma estratégia integrada e colaborativa é fundamental para o sucesso da cadeia de suprimentos. Isso inclui não só a integração das funções internas da empresa, mas também a cooperação com fornecedores, distribuidores e outros parceiros comerciais. Segundo os autores, a utilização de sistemas de informação gerencial, como o *Electronic Data Interchange* (EDI), pode promover essa integração, possibilitando o compartilhamento rápido e eficiente de informações entre os diversos elos da cadeia.

2.2.1 A Logística

A logística desempenha um papel fundamental na cadeia de suprimentos, conforme destacado por Zeferino (2019), na qual a eficiência dos fornecedores e dos canais de distribuição é essencial para atender às expectativas dos clientes. Segundo o autor, a importância da logística na agregação de valor para o cliente, na competitividade organizacional e no crescimento do serviço, é fundamental para proteger o lucro e evitar penalizações nas empresas.

Conforme Bertaglia (2009), os processos logísticos derivam do fluxo de bens físicos, matérias-primas, produtos acabados e mercadorias, em conjunto com a transferência de dados. Os processos logísticos básicos incluem os de transporte, armazenamento, manuseio, gestão de estoque, processamento de pedidos, embalagem, identificação automática e fornecimento.

Conforme Dornier *et al.* (2000), a importância desse setor abrange tanto a entrada quanto à saída de produtos, desempenhando um papel fundamental no *supply chain*. A gestão da entrada de produtos está relacionada ao uso eficiente dos recursos necessários para a produção, enquanto a saída se concentra no atendimento da demanda e satisfação do cliente final.

A pandemia COVID-19 gerou desafios inéditos para o setor de logística, causando

mudanças nos setores de movimentação, armazenamento e distribuição de mercadorias, como mencionado por Quintela *et al.* (2021). O “boom” do *E-Commerce* acarretou um novo comportamento do consumidor, provocando mudanças bruscas e, como consequências, as empresas tiveram que se adaptar rapidamente a essa nova demanda. Assim, há a necessidade contínua de adaptação e inovação no setor logístico, dada a natureza dinâmica e imprevisível do ambiente global.

O setor de transportes com o auxílio das tecnologias emergentes como por exemplo, *IoT* e redes 5G, melhoram a capacidade de obtenção de dados em tempo real, agregando na tomada de decisões e na gestão eficiente dos recursos. (CORREA, 2019).

2.2.2 O Processo de Compras

De acordo com Bowersox (2017), o tempo e as relações na cadeia influenciam a dinâmica na mesma, aumentando o poder de compra do consumidor e, conseqüentemente, levando fabricantes e fornecedores a oferecerem uma variedade maior de produtos de alta qualidade, incluindo itens customizados. Segundo o autor, essa demanda em constante mudança implica desafios adicionais para o planejamento e a gestão da cadeia de suprimentos, que tem como foco principal diminuir os custos e satisfazer as necessidades dos clientes.

A área de compras faz parte de um ecossistema interconectado de fornecedores *upstream* e *downstream*, a qual depende de parcerias para impulsionar as iniciativas de mudanças e melhorias. No setor interno, por exemplo, a conexão entre finanças, compras e manufatura geram melhorias nos prazos de produção e, dessa forma, contribuindo para atingir metas desejadas. Enquanto na área externa, a construção de uma rede global de fornecimento coordena todas partes desse processo, como os parceiros de logística, distribuidores e usuários (ARAUJO, 2008).

Neste sentido, observando o que delimita Schvingel (2016) e corroborado em outro estudo por Santos e Fernandes (2020), dentro de uma organização, a aquisição desempenha o processo de gerenciamento de negócios que visa a obter e gerenciar recursos externos. As atividades envolvidas englobam desde a identificação da necessidade de bens ou serviços, seleção e avaliação de fornecedores até pedidos de compras com negociação de preços. Esses dois últimos termos tem a denominação de *sourcing*

A adoção dessa estratégia garante o fornecimento eficiente de bens e serviços, seguindo os objetivos de negócios da organização, dessa maneira mitigando o risco dentro da cadeia de suprimentos, bem como identificando e selecionando os fornecedores, conectando as compras

estratégicas e *sourcing* estratégico (PIRES, 2019).

Gomes (2012) menciona que o setor de compras tem papel crucial para a eficácia da gestão da cadeia de suprimentos, na qual a tomada de decisões referente à seleção de fornecedores até a escolha do transporte e a quantidade de compra, afetam diretamente os custos logísticos e o fluxo de produtos nos canais de abastecimento. Valente (2005) afirma que esse setor tornou-se uma posição estratégica dentro das organizações, por ter impacto e alinhamento com a estratégia corporativa da empresa.

Cortar gastos por meio de eliminação de tarefas manuais, facilitar a comparação e negociação de melhores preços, além de aumentar a resiliência, são apenas a ponta do *iceberg* quando se trata dos benefícios que um software de compras pode oferecer. Portanto, para Petersen *et al.* (2015), com a utilização de ferramentas digitais as empresas melhoram e automatizam suas práticas de compras estratégicas, centralizando o gerenciamento de contratos, melhorando a economia e a reduzindo custos.

2.3 A INOVAÇÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E DA INDÚSTRIA

Segundo Degen (2009), a sociedade contemporânea tem sido moldada pela internet, um canal que proporciona ampla visibilidade global, possibilitando que indivíduos ou empresas apresentem seus produtos ou serviços e atinjam um público extenso. Entretanto, Liao *et al.* (2009) afirmam que os clientes agora têm um poder de escolha ampliado, com a capacidade de pesquisar, comparar e interagir diretamente com os fornecedores de forma rápida e simples, graças à facilidade de acesso proporcionada pela internet.

Trabalhar no universo digital apresenta uma série de desafios, tanto para funcionários de empresas quanto para empreendedores, envolvendo uma gama diversificada de funções e departamentos (FELIZOLA, 2024). De acordo com Torres (2011), esses profissionais lidam com uma ampla gama de informações e responsabilidades, que frequentemente se afastam dos modelos convencionais de organização.

Segundo Ramos (2017), a inovação desempenha um papel crucial para que as empresas possam enfrentar os desafios atuais, promovendo melhorias significativas em vários aspectos. Dentro desse contexto, a inovação organizacional passou a ser uma diretriz que orienta um grupo de empresas, nas quais os avanços na Tecnologia da Informação permitiram diversas inovações na gestão da cadeia de suprimentos, viabilizando a implementação de novos sistemas. Esses progressos incluem desde soluções para troca eletrônica de dados até sistemas de gerenciamento de armazéns digitais.

Nesse sentido Guo *et al.* (2020), afirmam que tecnologias da Indústria 4.0, como *IoT*, Computação em Nuvem, Sistemas Ciber-Físicos e Gêmeos Digitais proporcionam à manufatura a capacidade de coletar e compartilhar automaticamente dados em tempo real. Padrões técnicos e arquiteturas com alto grau de conectividade, interoperabilidade e acessibilidade devem ser projetadas para definir as especificações para troca de informações entre “coisas em tempo real”.

Segundo Awan *et al.* (2021), as tecnologias da Indústria 4.0 assumiram grandes proporções no campo da gestão da cadeia de suprimentos. É definida como uma revolução caracterizada pela conectividade sem fio e sensores com o poder de coletar *big data*, permitir visibilidade e capacitar sistemas de negócios. Nesse sentido, a cadeia de suprimentos 4.0 representa um ecossistema integrado, resultante da digitalização e integração de tecnologias inteligentes em suas operações (FRAZZON *et al.*, 2019).

Tendências emergentes, como por exemplo gestão verde da cadeia e o desenvolvimento de produtos ecológicos, conforme Ramos (2017) cita, estão alinhadas com as tecnologias avançadas, como computação em nuvem e gestão do conhecimento, contribuindo para a inovação contínua e melhoria da eficiência dentro do *supply chain*.

Com a crescente demanda por serviços personalizados nas áreas rurais, Seyfert *et al.* (2016) afirmam que esse fenômeno tem causado uma transformação em como as empresas ligadas a esse segmento projetam suas cadeias de suprimentos. O advento da digitalização proporciona maior rapidez, flexibilidade e precisão na entrega de produtos aos consumidores. No entanto, a necessidade de melhorar a captura e gestão de dados, além da otimização dos processos integrados, são alguns dos desafios enfrentados. A aplicação de tecnologias avançadas como Internet das Coisas (*IoT*), robótica e *Big Data*, tem permitido vencer esses desafios.

Além da adoção de novas tecnologias, destaca-se a importância da cultura organizacional como aspecto crucial para o processo de inovação na indústria. De acordo com Lavrado *et al.* (2020), a cultura organizacional possui papel fundamental na adaptação das empresas frente às transformações e às exigências do mercado, sendo indispensável para manter a competitividade. A incorporação de tecnologias como manufatura aditiva, Internet das Coisas (*IoT*) e Inteligência Artificial (IA) potencializa essa habilidade inovadora.

Contudo, há um aspecto significativo que distingue a invenção da inovação. Uma invenção refere-se apenas a um conceito ou ideia nova, enquanto a inovação exige que essa ideia seja desenvolvida e disseminada no mercado. Para Forte (2011), a relação entre cultura e inovação deve ser entendida como complexa e multidimensional. Elementos como liderança,

comunicação, disposição para assumir riscos e estratégia de inovação vêm assumindo o protagonismo cada vez mais. Compreender esses elementos e integrá-los em uma cultura organizacional que favoreça a inovação contribuem para que as empresas consigam se adaptar e prosperar em um ambiente de constante mudança e disrupção tecnológica.

Conforme Dionisio (2019), a adaptabilidade surge como uma peça fundamental tanto na capacidade de como as organizações se ajustam às mudanças internas, quanto externas. A necessidade de uma estrutura flexível que encoraje a experimentação e também a rápida tomada de decisões são essenciais para lidar com a dinâmica do mercado e manter a competitividade. Desta forma, implicando em uma cultura organizacional que valoriza a iniciativa dos colaboradores e promova um ambiente inovador.

2.4 O SETOR DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS E A CADEIA DE SUPRIMENTOS

Jones e Brown (2021) explicam que a cadeia de suprimentos no ramo de máquinas agrícolas compreende diversas etapas interconectadas. Primeiramente, a aquisição de matérias-primas e componentes essenciais, como aço, plásticos e eletrônicos. Em seguida, vem a etapa da produção, onde são montados tratores, colhedoras, pulverizadoras e outros tipos de máquinas. A terceira etapa, sendo denominada como logística, garante o transporte eficiente dos equipamentos em uma rede bem estruturada, na qual inclui armazenamento, transporte e distribuição. O pós-venda assegura a assistência necessária aos clientes, que inclui instalação, manutenção e reparo dos equipamentos, bem como o fornecimento de peças de reposição.

Para Min *et al.* (2019), a coordenação eficiente dos processos, o uso da tecnologia da informação e a formação de parcerias estratégicas continuam sendo fundamentais para o sucesso de SCM (*Supply Chain Management*), especialmente em setores como o de máquinas agrícolas, onde a satisfação e fidelização do cliente desempenham um papel significativo.

Segundo os autores, essa gestão da cadeia de suprimentos continua buscando criar valor para o cliente e promover a colaboração entre as organizações. Portanto, as mudanças na tecnologia e na dinâmica do mercado têm impulsionado a necessidade de novas configurações e modelos de parceria, sobretudo nessa área.

O quadro 1 demonstra os dados de mercado do setor de máquinas agrícolas, corroborando com a importância dada à cadeia de suprimentos desse segmento.

Quadro 1: Dados de Mercado

Relatório da Mordor Intelligence (2023)	<p>O mercado brasileiro de máquinas agrícolas tem uma estimativa de US\$ 7,10 bilhões em 2023, projetando um crescimento para US\$ 8,87 bilhões até 2028, com uma taxa composta de crescimento anual (CAGR) de 4,6% durante o período de previsão.</p> <p>As empresas AGCO e CNH Industrial detêm conjuntamente a maior participação de mercado, representando cerca de 50% em 2023.</p> <p>O crescimento do agronegócio no Brasil impulsiona o mercado de máquinas agrícolas, devido à crescente demanda por alimentos e biocombustíveis.</p>
Estudo da ABIMAQ (2022)	<p>Em 2022, a indústria brasileira de máquinas e implementos agrícolas apresentou um desempenho positivo, registrando um aumento de 10% em comparação com o ano anterior.</p> <p>As exportações do setor também aumentaram, alcançando US\$ 4,5 bilhões no ano de 2022.</p> <p>As projeções para 2023 e 2024 são otimistas, com previsões de crescimento na produção e nas vendas de máquinas agrícolas.</p>
Artigo da Revista Economia e Sociedade Rural (2013)	<p>O artigo analisa as quatro maiores empresas de máquinas agrícolas do Brasil em termos de participação de mercado, produtos oferecidos, estratégias de negócios e perspectivas futuras.</p> <p>Destaca que essas empresas têm características semelhantes, mas também possuem diferenciais competitivos, além de investimentos previstos para os próximos anos.</p>

Fonte: Mordor Intelligence(2023), Abimaq (2022), Vian *et al.* (2013)

3 METODOLOGIA

O estudo utiliza a metodologia de natureza quali-quantitativa que integra dados subjetivos e objetivos, favorecendo a compreensão mais aderente ao objetivo desse estudo, que é captar as percepções dos profissionais atuantes na área e a utilização de tecnologias e ferramentas digitais da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos em empresas de máquinas agrícolas. Essa escolha se baseia na metodologia discutida por Creswell (2010), permitindo a compreensão de perspectivas em contextos complexos.

A pesquisa, de natureza exploratória e descritiva, foi realizada em duas fases interligadas. A primeira delas consistiu na execução de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com a finalidade de mapear o panorama atual do conhecimento acerca da utilização das ferramentas digitais da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos da indústria em geral. A segunda etapa foi a elaboração e aplicação de um questionário elaborado baseado em dados oriundos da RSL. O objetivo foi coletar informações práticas sobre o uso dessas tecnologias mapeadas, sua implementação, desafios enfrentados e benefícios percebidos pelos participantes.

3.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) foi realizada considerando a técnica desenvolvida por Kitchenhan e Charters (2007), na qual existem três etapas (Figura 1): Planejamento (onde identifica a necessidade da revisão e especifica a questão de pesquisa), Condução (na qual define a estratégia de busca, a seleção de critério e o plano de extração e análise de dados) e, por último, Apresentação (onde se estrutura e discute os resultados e elabora a formatação e edição do documento final).

Figura 1 - Fases da RSL



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Kitchenham e Charters (2007)

O período de busca foi entre abril e maio de 2024 e os dados considerados foram somente do conteúdo disponível dentro desse período. Foram selecionadas, em função da sua abrangência e respeitabilidade, as seguintes bases de dados: *Scopus* e *Web of Science*.

Para a garantia de que a pesquisa fosse mais extensa e inclusiva possível, foram consideradas combinações de palavras essenciais para a cadeia de suprimentos e as ferramentas digitais da Indústria 4.0 em empresas de máquinas agrícolas.

Segundo Tranfield *et al.* (2003), por meio da etapa do planejamento, define-se o problema ou questionamento, suas bases de dados, os termos e palavras-chaves. Desta forma, foram selecionadas as seguintes palavras-chaves: “*industrie 4.0*”, “*industry 4.0*”, “*supply chain*”, “*agricultural machinery*”, “*agricultural equipment*”, “*farming machinery*” e “*farming equipment*” com os respectivos booleanos *AND* ou *OR* (Figura 2) e resultou em apenas 1 documento em ambas as bases.

Figura 2 - Combinação de palavras-chave para a pesquisa inicial

BASE	CONSTRUCTO 1	Resultado
SCOPUS	TITLE-ABS-KEY ("industry 4.0" OR "industrie 4.0") AND TITLE-ABS-KEY ("supply chain") AND TITLE-ABS-KEY ("agricultural machinery" OR "agricultural equipment" OR "farming machinery" OR "farming equipment")	1 documento
WEB OF SCIENCE	TS=("industry 4.0" OR "industrie 4.0") AND TS=("supply chain") AND TS=("agricultural machinery" OR "agricultural equipment" OR "farming machinery" OR "farming equipment")	1 documento

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Os resultados iniciais apresentaram resultados que não agregariam, uma vez que só houve 1 artigo resultante. As palavras-chave e suas derivações “*agricultural machinery*”, “*agricultural equipment*”, “*farming machinery*” e “*farming equipment*”, foram substituídas pelas palavras “*machinery manufacturing*” e “*equipment manufacturing*”, essas mais relacionadas com o segmento de máquinas em geral. Esse segundo constructo com seus respectivos booleanos *AND* ou *OR* (Figura 3) resultou em 4 documentos na base “Scopus” e 2 documentos na base “*Web of Science*”.

Figura 3 - Primeira revisão de palavras-chave para a pesquisa

BASE	CONSTRUCTO 2	Resultado
SCOPUS	TITLE-ABS-KEY ("industry 4.0" OR "industrie 4.0") AND TITLE-ABS-KEY ("supply chain") AND TITLE-ABS-KEY ("machinery manufacturing" OR "equipment manufacturing")	4 documentos
WEB OF SCIENCE	TS=("industry 4.0" OR "industrie 4.0") AND TS=("supply chain") AND TS=("machinery manufacturing" OR "equipment manufacturing")	2 documentos

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Por conta dos resultados serem irrelevantes em termos de quantidade, foram necessárias adequações nos constructos e nas palavras-chaves. A partir disso, manteve-se os termos “*industry 4.0*” e “*supply chain*”, adicionando os termos “*digital tools*” e “*internet of things*” (Figura 4), por terem relação direta com o objetivo e foco do estudo. Nessa nova combinação, o resultado foi de 665 trabalhos na base “Scopus” e de 452 na “*Web of Science*”.

Figura 4 - Segunda revisão de palavras-chave para a pesquisa

BASE	CONSTRUCTO 3	Resultado
SCOPUS	TITLE-ABS-KEY ("industry 4.0") AND TITLE-ABS-KEY ("supply chain") AND TITLE-ABS-KEY ("digital tools" OR "internet of things")	452 documentos
WEB OF SCIENCE	TS=("industry 4.0" OR "industrie 4.0") AND TS=("supply chain") AND TS=("digital tools" OR "internet of things")	665 documentos

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Depois da aplicação de filtros, como o tipo de documento (artigos científicos), o idioma (inglês) e o acesso (apenas *open access*), foram selecionados 141 artigos da *Scopus* e 138 da *Web of Science*. Em seguida, ao empregar o software *Rayyan* para organização e triagem dos dados, foram encontrados 78 artigos duplicados, resultando em um total de 201 artigos únicos para leitura. Esse software possibilita a importação de dados para triagem e rotulagem dos artigos, classificando-os conforme a aderência e objetivo do estudo, o que torna a pesquisa e seleção mais eficientes.

Com base nessa leitura preliminar de títulos e resumos, 155 artigos foram excluídos por não terem aderência ao escopo temático da pesquisa, permanecendo 46 artigos elegíveis para

leitura completa e análise crítica. A seleção final considerou a aderência ao tema já que apresentaram elementos de ferramentas digitais da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos, a qualidade metodológica e a relevância para a construção dos instrumentos empíricos da pesquisa (questionário e roteiro de entrevistas).

3.2 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

A Revisão Sistemática de Literatura contribuiu para que os principais dados e informações se tornassem questões formuladas no questionário. Desta forma estabelecendo-se, por meio das respostas dos entrevistados, evidências e constatação de fatos da área de *supply chain* do setor de máquinas agrícolas.

As entrevistas tiveram 18 colaboradores (entre gerentes, coordenadores, especialistas e analistas) de 5 empresas, sendo que as mesmas têm sedes distribuídas em 4 diferentes estados brasileiros (São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul).

A coleta de dados por meio de questionários foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Ufscar sob o parecer **7.775.967** em conformidade com as normas éticas vigentes, tendo o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) de número **89125325.2.0000.5504**. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa e concordaram voluntariamente em participar, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme as diretrizes éticas estabelecidas para pesquisas envolvendo seres humanos.

As perguntas foram elaboradas em questões fechadas e abertas por meio do *GoogleForms*, sendo questões pré-formuladas para manter um núcleo similar de perguntas. As perguntas fechadas foram organizadas em cinco blocos temáticos, cada um contendo, no mínimo, três questões. Os blocos foram estruturados para investigar os seguintes aspectos:

- (1) Implementação e impactos das tecnologias da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos;
- (2) Utilização das tecnologias da Indústria 4.0;
- (3) Impactos da Indústria 4.0 nos setores da cadeia de suprimentos;
- (4) Tendências e perspectivas de transformação digital na cadeia de suprimentos;
- (5) Objetivos e metas relacionados à adoção de tecnologias digitais.

Para facilitar o tratamento estatístico dos dados e captar as percepções graduais (Malhotra, 2012) utilizou-se uma escala Likert de 5 pontos, permitindo aos respondentes indicar o grau de importância ou conhecimento em relação às afirmações apresentadas, com variação entre 1 (nenhum) e 5 (bem avançado). De acordo com o autor, essa escala é uma ferramenta que permite medir atitudes e opiniões das pessoas.

A Tabela 1 ilustra a codificação das respostas, oferecendo uma visão estruturada dos níveis de concordância atribuídos pelos participantes, o que permite uma análise clara e comparativa entre os diferentes eixos temáticos abordados.

Tabela 1 - Nível de Importância ou Conhecimento

Nível de Importância	Descrição
1	Nenhum
2	Básico
3	Intermediário
4	Avançado
5	Bem Avançado

Fonte: Cheng e Melo Filho (2007)

A seguir estão as cinco áreas temáticas e suas respectivas perguntas, com o objetivo de avaliar o grau de conhecimento, aplicação e efeito dessas tecnologias/ ferramentas digitais nas empresas pesquisadas.

Quadro 2 - Implementação e impactos das tecnologias da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos

QUESTIONÁRIO 1	NÍVEL DE CONHECIMENTO				
	Nenhum	Básico	Intermediário	Avançado	Bem Avançado
Implementação e Impactos das Tecnologias da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos					
1. Qual o nível de familiaridade com os conceitos da Indústria 4.0?					
2. A sua empresa implementa alguma tecnologia da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos?					
3. Qual o impacto com a utilização dessas tecnologias?					
4. Como a adoção de tecnologias de Indústria 4.0 afetou a competitividade da sua empresa no mercado?					
5. A sua empresa tem uma estratégia clara para a implementação de tecnologias de Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos?					
6. Qual é o nível de investimento da sua empresa em tecnologias de Indústria 4.0 para a cadeia de suprimentos?					
7. Qual é o nível de integração entre os diferentes departamentos da sua empresa usando tecnologias da Indústria 4.0?					
8. Quão eficaz é a colaboração com fornecedores e parceiros usando tecnologias de Indústria 4.0?					
9. Qual é o nível de treinamento e capacitação dos funcionários em tecnologias de Indústria 4.0 na sua empresa?					

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Quadro 3 - Utilização das tecnologias da Indústria 4.0

QUESTIONÁRIO 2	MULTI-ESCOLHA				
<p style="text-align: center;">Avaliação da Utilização das Tecnologias da Indústria 4.0</p>	IoT (internet das Coisas)	Big Data	Inteligência Artificial e Machine Learning	Robótica e Automação	Blockchain
	1. Quais tecnologias da Indústrias 4.0 são atualmente utilizadas na empresa?				
2. Quais dessas ferramentas você já teve contato na sua rotina de trabalho na cadeia de suprimentos?					
3. Quais dessas ferramentas são as mais conhecidas pelas pessoas que atuam na mesma área que você?					
4. Quais dessas ferramentas você recomendaria para melhorar a eficiência da área da cadeia de suprimentos?					

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Quadro 4 - Impactos da Indústria 4.0 nos setores da cadeia de suprimentos

QUESTIONÁRIO 3	MULTI-ESCOLHA				
<p style="text-align: center;">Impacto da Indústria 4.0 nos setores da Cadeia de Suprimentos</p>	Planejamento de Demanda	Aquisição e Compras	Gestão de Estoques	Produção e Manufatura	Gestão de Relacionamento c/ fornecedores
	1. Quais setores da cadeia de suprimentos da sua empresa foram mais impactados pela Indústria 4.0?				
2 . Em quais setores da cadeia de suprimentos da sua empresa o impacto da indústria 4.0 trouxe benefícios para o cliente?					
3 . Em quais setores da cadeia de suprimentos da sua empresa o impacto da indústria 4.0 contribuiu para a qualidade do produto final e melhorias nos processos produtivos?					

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Quadro 5 - Tendências e perspectivas de transformação digital na cadeia de suprimentos

QUESTIONÁRIO 4	MULTI-ESCOLHA				
Tendências e Impactos da I4.0 na Cadeia de Suprimentos	Automação completa dos processos	Uso extensivo de IA	Sustentabilidade	Integração global de cadeia de suprimentos	Outros
Quais tendências emergentes você acredita que moldarão o futuro da cadeia de suprimentos na era da Indústria 4.0?					
Quais dessas tendências você entende que a empresa deveria considerar como foco para otimizar ainda mais a cadeia de suprimentos?					
Quais dessas tendências podem trazer uma visão mais ampla sobre a estratégia de inovação para que a empresa se mantenha à frente?					

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Quadro 6 - Objetivos e metas relacionados à adoção de tecnologias digitais

QUESTIONÁRIO 5	MULTI-ESCOLHA				
Objetivos e Metas da Implementação de Tecnologias da I 4.0 na Cadeia de Suprimentos	Aumento de competitividade	Redução de custos	Melhoria na qualidade dos produtos	Aumento da eficiência operacional	Aumento da agilidade e flexibilidade
1. Quais são as principais metas da sua empresa para a cadeia de suprimentos nos próximos cinco anos com a implementação de tecnologias de Indústria 4.0?					
2. Quais desses aspectos podem ser considerados como prioridades para definir a implementação de tecnologias da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos?					
3. Em termos de crescimento e rentabilidade, quais desses aspectos podem trazer o maior impacto positivo para a empresa?					

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Em seguida, as perguntas abertas, de acordo com o quadro 7, foram realizadas com base em questões pré-estabelecidas, possibilitando respostas flexíveis e detalhadas. Assim, contribuindo para formação de grupos das palavras recorrentes.

Quadro 7 - Perguntas abertas relacionadas a Indústria 4.0

Perguntas abertas
QUESTIONÁRIO 6 – Como a Indústria 4.0 está transformando os processos da Cadeia de Suprimentos na sua empresa?
QUESTIONÁRIO 7 – Quais tecnologias da Indústria 4.0 foram as mais eficazes para melhorar a eficiência da Cadeia de Suprimentos? Por quê?
QUESTIONÁRIO 8 – Quais foram os principais desafios que a empresa enfrentou na implementação da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos? Como foram superados?
QUESTIONÁRIO 9 – Quais mudanças a empresa teve que fazer na sua estrutura organizacional ou de processos para se adaptar à Indústria 4.0?
QUESTIONÁRIO 10 – Quais benefícios tangíveis e intangíveis a sua empresa alcançou com a digitalização da Cadeia de Suprimentos?

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

3.3 ANÁLISE DE DADOS

3.3.1 Análise Qualitativa

A pesquisa qualitativa visa entender por meio da coleta dos dados, quais são os pontos de vista e interpretações dos participantes sobre a situação em estudo (RICHARDSON *et al.*, 2008). Assim, compreendendo o fenômeno da adoção de tecnologias da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos do setor de máquinas agrícolas.

De acordo com Ensslin *et al.* (2013), essa abordagem enfatiza a perspectiva construtivista, possibilitando a construção do conhecimento por meio da interação entre os pesquisadores e os participantes, levando em conta o contexto organizacional e as particularidades do setor pesquisado.

A pesquisa foi realizada por meio de um estudo de múltiplos casos, que abrangeu cinco empresas localizadas em quatro estados brasileiros: São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Rio Grande do Sul. Essa estratégia possibilitou a exploração de diferentes realidades organizacionais e a análise da variedade de práticas associadas à maturidade digital sem prejudicar a profundidade da análise.

A abordagem investigativa adotou uma configuração híbrida, combinando raciocínios indutivo e dedutivo, conforme defendido por Tasca *et al.* (2010). O método indutivo foi

utilizado na elaboração da compreensão a partir das experiências compartilhadas pelos envolvidos, ao passo que a dedução esteve presente na categorização teórica fundamentada na literatura e nos propósitos desse estudo. A abordagem adotada para o tratamento do material fundamentou-se na análise de conteúdo, conforme os procedimentos elencados por Bardin (2016). A fase preliminar envolveu a pré-análise, com organização do *corpus*, leitura flutuante e determinação das unidades de análise, fragmentos textuais com sentido completo, como frases ou palavras-chave com significado contextual.

A fase subsequente, de análise do material, compreendeu a codificação aberta, com a identificação, classificação e agrupamento de fragmentos com base em núcleos de significados semelhantes. A codificação foi efetuada de forma manual em planilhas estruturadas, contendo registros das unidades de contexto, frequência e observações interpretativas (FLICK, 2009).

Na sequência, os códigos foram agrupados em categorias temáticas, formuladas de forma indutiva com base nos dados, e posteriormente confrontadas com o referencial teórico da pesquisa. Para aprimorar a análise, adotou-se uma escala ordinal de avaliação qualitativa, fundamentada nos critérios de Flick (2009) e Minayo (2012), organizada em quatro níveis:

- Nível 0: onde consta resposta ausente ou irrelevante;
- Nível 1: onde consta resposta superficial e genérica;
- Nível 2: onde consta resposta intermediária, com exemplos ou aplicações;
- Nível 3: onde consta resposta analítica, com argumentos fundamentados e alinhamento ao contexto da pesquisa.

A adoção dessa escala visa identificar o grau de elaboração conceitual de cada participante e reflete o nível de conhecimento técnico demonstrado nas respostas. Essa técnica é recomendada por Flick (2009) e Minayo (2012) em estudos qualitativos voltados à avaliação de percepções e discursos, e permite interpretar o envolvimento dos profissionais com o tema da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos.

3.3.2 Análise Quantitativa

A análise quantitativa foi realizada por meio das respostas das perguntas fechadas com apenas 01 (uma) opção de escolha – questionário 1, estruturadas em escalas do tipo Likert,

coletadas por meio de questionário online via Google Forms. Participaram desse estudo e responderam ao questionário 18 profissionais de empresas do segmento pesquisado, esses com atuação direta nas áreas de Logística, Planejamento e Compras, dentre diversos níveis de atuação, como Gerentes, Coordenadores, Analistas e Especialistas.

Os dados obtidos foram exportados para planilhas eletrônicas e tratados com o auxílio do Microsoft Excel, conforme orientações metodológicas de Hair *et al.* (2009) e Malhotra (2012) para estudos de natureza descritivo-exploratória.

Como medida de tendência central, foi utilizada a mediana, apropriada para variáveis ordinais como as escalas Likert. A mediana representa o ponto central da distribuição, sendo menos sensível a valores extremos e distorções assimétricas, oferecendo uma descrição mais robusta das respostas (RICHARDSON *et al.*, 2008). Nos casos com número ímpar de respondentes, a mediana corresponde ao valor central. Em situações com número par (como é o caso dessa pesquisa), foi utilizada a média dos dois valores centrais, seguindo as recomendações de Malhotra (2012). Além disso, para analisar resultados complementares, foi considerado um histograma para mostrar como os dados estarão distribuídos, proporcionando a identificação de padrões e tendências e, eventualmente, presença de valores atípicos.

Para as perguntas fechadas múltipla escolha – questionários 2, 3, 4 e 5, as análises dessas questões foram conduzidas de maneira descritiva, por meio do cálculo das frequências absolutas e relativas de seleção para cada alternativa. Ou seja, foram contabilizadas quantas vezes cada opção foi escolhida no total de respostas e, além disso, o percentual de respondentes que escolheu cada opção, possibilitando identificar quais aspectos, práticas ou desafios são mais recorrentes entre os participantes. Essa abordagem permite mapear tendências, preferências e pontos críticos de forma mais precisa e representativa, contribuindo para uma compreensão aprofundada dos fatores envolvidos na adoção e aplicação das tecnologias da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos.

Essa estratégia foi adotada porque os temas abordados nesses questionários envolveram a ocorrência simultânea de diferentes práticas, desafios, benefícios ou ferramentas relacionadas à Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos, tornando inadequada a restrição a uma única resposta. O formato de múltiplas respostas possibilita captar de forma mais abrangente a complexidade do contexto estudado, permitindo que os respondentes expressem a multiplicidade de experiências e percepções vivenciadas em suas empresas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 AMOSTRAGEM E PERFIL DOS RESPONDENTES

Foram obtidas 18 respostas de profissionais das áreas de Logística, Compras e Planejamento, atuando em cinco empresas do setor de máquinas agrícolas localizadas nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul. O grupo contemplou diferentes níveis hierárquicos, incluindo Gerentes, Coordenadores, Analistas e Especialistas, proporcionando uma visão abrangente do estágio de maturidade digital dessas organizações.

4.2 ANÁLISE QUANTITATIVA DAS PERGUNTAS FECHADAS

4.2.1 Questionário 1 – Implementação e Impactos das Tecnologias da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos

Nesse questionário, cada respondente teve a opção de escolher apenas 01 (uma) alternativa das 5 (cinco) disponíveis, com o intuito de medir o nível de conhecimento ou importância sobre cada tópico relacionado ao questionário. As respostas foram analisadas estatisticamente, com ênfase na mediana, a fim de identificar o nível predominante para cada nível investigado, de acordo com a escala Likert. A seguir, apresentam-se os resultados detalhados para cada questão, acompanhados de interpretações baseadas nos percentuais de resposta e nas tendências observadas.

4.2.1.1 Nível de familiaridade com os conceitos da Indústria 4.0

Dos 18 (dezoito) respondentes, 44% declararam ter conhecimento “Básico”, 22% “Intermediário”, 17% “Avançado” sobre os conceitos da Indústria 4.0, enquanto apenas 17% relataram não possuir nenhuma familiaridade. Na tabela 2 consta a transcrição do número de respostas e respectivos percentuais:

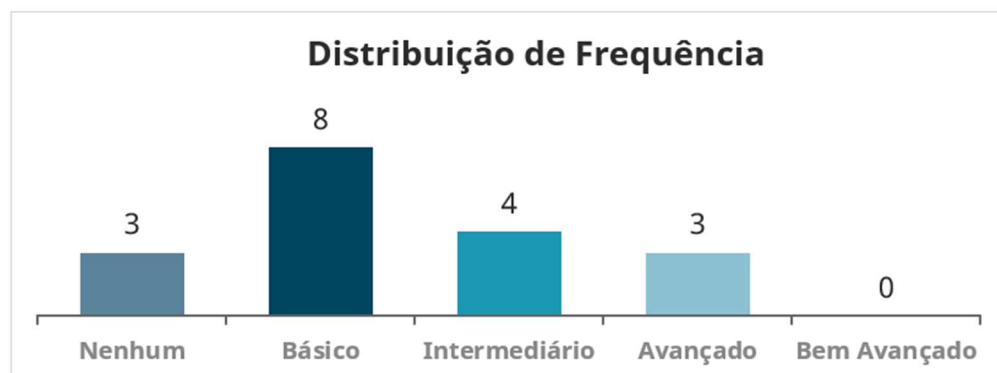
Tabela 2 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre familiaridade com os conceitos da I4.0

Nível	Número de Respostas	Percentual
Nenhum (1)	3	17%
Básico (2)	8	44%
Intermediário (3)	4	22%
Avançado (4)	3	17%
Bem Avançado (5)	0	0%
TOTAL	18	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Após organização da frequência das respostas, conforme gráfico 1, em ordem crescente para encontrar a mediana, o resultado dessa mediana para as respostas é 2 (dois), o que representa o nível “Básico” com relação ao nível de familiaridade com os conceitos da Indústria 4.0. Esse resultado indica que a percepção central dos respondentes encontra-se no nível “Básico” da escala Likert utilizada, sugerindo que, embora existam respondentes em outros níveis de conhecimento, a maioria se posiciona em um estágio inicial de familiaridade e compreensão sobre o tema em questão. Isso evidencia a necessidade de investimentos em capacitação, uma vez que essa baixa familiaridade pode ser um impeditivo para implementação dessas tecnologias na Cadeia de Suprimentos. Além disso, nenhum respondente relatou familiaridade no nível “Bem avançado”, revelando que ainda há carência de especialistas que dominam esses conceitos nas empresas pesquisadas.

Gráfico 1 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre familiaridade com os conceitos da I4.0



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.2.1.2 Implementação das tecnologias da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos na empresa

No que se refere à implementação de tecnologias da Indústria 4.0 nas empresas pesquisadas, observou-se que 44% dos respondentes classificaram o estágio de adoção como “Básico”, 39% como “Intermediário” e 6% como “avançado”. Destaca-se ainda que 11% indicaram não haver implementação dessas tecnologias em suas empresas, e não houve registros de estágios “bem avançados”. A mediana das respostas, de acordo com a distribuição da frequência do gráfico 2, também se encontra no nível “Básico”.

Esse panorama sugere que, embora haja iniciativas para adoção de soluções digitais, a grande maioria das empresas está nos estágios iniciais de implementação. Tal contexto pode ser atribuído a fatores como falta de conhecimento aprofundado – conectado com a pergunta anterior, receios quanto ao retorno sobre investimento e ausência de estratégias bem definidas, limitando os avanços no processo de transformação digital.

Na tabela 3 consta a transcrição do percentual e número de respostas:

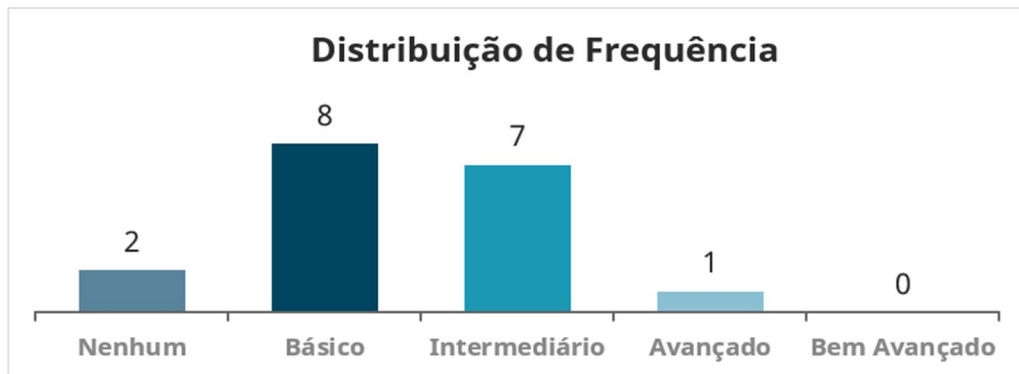
Tabela 3 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre a implementação das tecnologias da I4.0 na Cadeia de Suprimentos na empresa

Nível	Número de Respostas	Percentual
Nenhum (1)	2	11%
Básico (2)	8	44%
Intermediário (3)	7	39%
Avançado (4)	1	6%
Bem Avançado (5)	0	0%
TOTAL	18	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ademais, importante ressaltar que não houve nenhuma resposta no nível “Bem Avançado”, sugerindo que nenhuma dessas empresas tem a implantação dessas tecnologias em seu último nível na sua Cadeias de Suprimentos, inferindo que mesmo para as empresas que têm algum tipo de implantação dessas tecnologias, ainda há espaço para um avanço significativo.

Gráfico 2 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre a implementação das tecnologias da I4.0 na Cadeia de Suprimentos na empresa



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.2.1.3 Impacto percebido na utilização dessas tecnologias

A respeito do impacto percebido com a utilização das ferramentas da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos, 45% dos participantes avaliaram como “Básico”, 33% como “Intermediário” e 11% como “Avançado”. Apenas 11% dos respondentes indicaram não perceber impacto algum, e nenhum declarou percepção de impacto em nível “Bem avançado”. O número de respostas e respectivos percentuais estão representados na tabela 4:

Tabela 4 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre o impacto percebido na utilização dessas tecnologias

Nível	Número de Respostas	Percentual
Nenhum (1)	2	11%
Básico (2)	8	45%
Intermediário (3)	6	33%
Avançado (4)	2	11%
Bem Avançado (5)	0	0%
TOTAL	18	100%

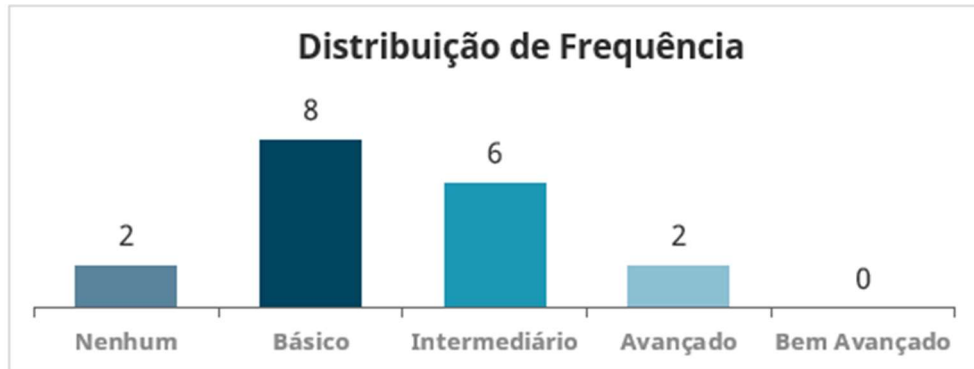
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A mediana das respostas, de acordo com a distribuição da frequência apontado no gráfico 3, foi classificada como “Básica”, indicando que os efeitos positivos oriundos da adoção dessas tecnologias são ainda sentidos de forma limitada.

Esse resultado pode estar relacionado ao estágio inicial de implementação e à falta de

integração das soluções digitais já implementadas, reforçando a importância de um avanço conjunto em conhecimento, infraestrutura e integração para potencializar o impacto dessas ferramentas no setor.

Gráfico 3 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre o impacto percebido na utilização dessas tecnologias



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.2.1.4 Como a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 afetou a competitividade da empresa

A análise dos dados referentes ao efeito da adoção de tecnologias da Indústria 4,0 sobre a competitividade das empresas revelou que 39% dos respondentes indicaram o nível “Básico”, 28% o nível “Intermediário” e 22% o nível “Avançado”, enquanto 11% afirmaram não perceber impacto competitivo. Não foram registradas respostas no nível “Bem avançado”. O número de respostas e respectivos percentuais estão representados na tabela 5:

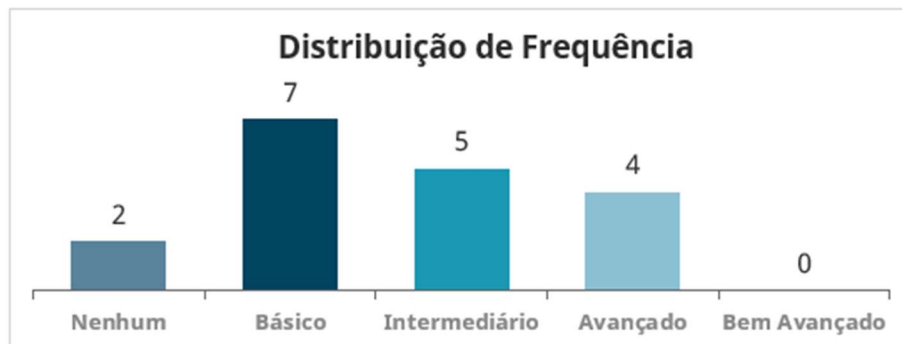
Tabela 5 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre como a adoção de tecnologias da I4.0 afetou a competitividade da empresa

Nível	Número de Respostas	Percentual
Nenhum (1)	2	11%
Básico (2)	7	39%
Intermediário (3)	5	28%
Avançado (4)	4	22%
Bem Avançado (5)	0	0%
TOTAL	18	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A análise da mediana, conforme distribuição de frequência indicada no gráfico 4, posiciona-se entre os níveis “Básico” e “Intermediário”. Isso sugere que, embora algumas empresas já percebam melhorias competitivas relacionadas à digitalização, a maior parte ainda está em transição, não tendo alcançado um patamar de competitividade significativamente superior em razão do uso das novas tecnologias.

Gráfico 4 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre como a adoção de tecnologias da I4.0 afetou a competitividade da empresa



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.2.1.5 Estratégia clara para implementação de tecnologias da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos

Sobre a existência de uma estratégia clara para a implementação de tecnologias da Indústria 4.0, os resultados apontam que 33% dos participantes consideram que não há uma estratégia definida (“Nenhum”), outros 33% classificam-na como “Básico”, 23% como “Intermediário” e 11% como “Avançado”. Não houve respostas no nível “Bem avançado”. O número de respostas e respectivos percentuais estão representados na tabela 6.

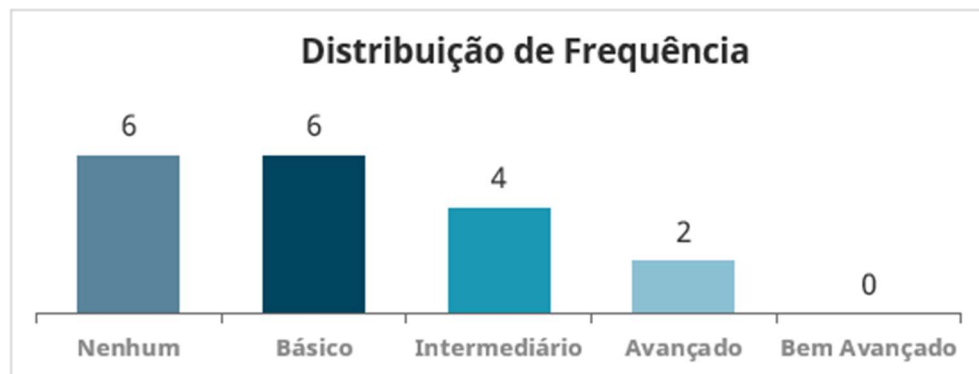
Tabela 6 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre a existência de uma estratégia clara para implementação de tecnologias da I4.0 na Cadeia de Suprimentos

Nível	Número de Respostas	Percentual
Nenhum (1)	6	33%
Básico (2)	6	33%
Intermediário (3)	4	23%
Avançado (4)	2	11%
Bem Avançado (5)	0	0%
TOTAL	18	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

De acordo com a distribuição de frequência apontada no gráfico 5, a mediana ficou estabelecida no nível “Básico”, indicando que a maior parte das empresas ainda carece de uma estratégia clara para a adoção dessas tecnologias. Essa ausência de estratégia pode comprometer a eficiência e a velocidade dessa implementação, além de dificultar a superação dos desafios inerentes à transformação digital.

Gráfico 5 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre a existência de uma estratégia clara para implementação de tecnologias da I4.0 na cadeia de suprimentos



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.2.1.6 Nível de investimento da empresa em tecnologias da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos

Com relação ao nível de investimento em tecnologias da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos das empresas pesquisadas, 44% dos respondentes classificaram o investimento

como “Básico”, 22% como “Intermediário” e apenas 6% como “Avançado”. Um percentual significativo, 28%, afirmou não haver investimento (“nenhum”), e não foram registradas respostas no nível “Bem avançado”. O número de respostas e respectivos percentuais estão representados na tabela 7:

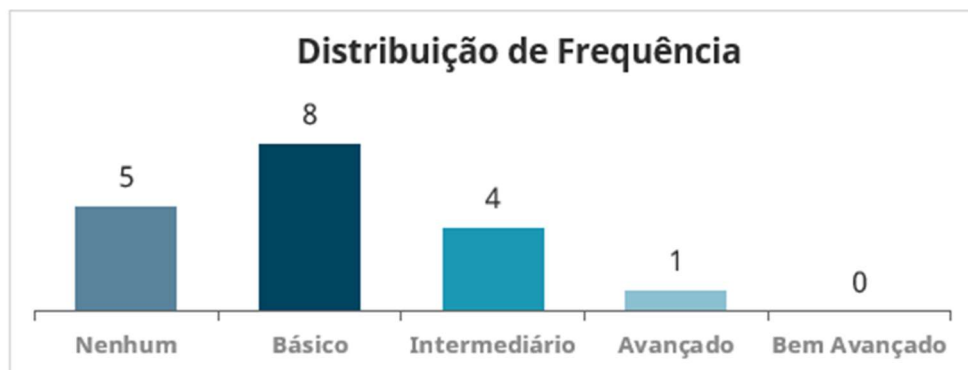
Tabela 7 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre o investimento da empresa em tecnologias da I4.0 na Cadeia de Suprimentos

Nível	Número de Respostas	Percentual
Nenhum (1)	5	28%
Básico (2)	8	44%
Intermediário (3)	4	22%
Avançado (4)	1	6%
Bem Avançado (5)	0	0%
TOTAL	18	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A mediana das respostas, calculada de acordo com a distribuição de frequência que consta no gráfico 6, indica um investimento no nível “Básico” por parte das empresas. Este cenário pode refletir tanto restrições orçamentárias quanto incertezas em relação ao retorno financeiro dos investimentos em digitalização, o que pode retardar o progresso de maturidade digital na cadeia de suprimentos dessas empresas e, também, a própria competitividade da mesma.

Gráfico 6 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre o investimento da empresa em tecnologias da I4.0 na Cadeia de Suprimentos



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.2.1.7 Nível de integração entre os departamentos utilizando as tecnologias da Indústria 4.0

Sobre a integração entre os departamentos da empresa com o uso de tecnologias da Indústria 4.0, 56% dos respondentes classificaram esse aspecto como “Básico”, 28% como “Intermediário” e 5% como “Avançado”. Apenas 11% afirmaram não haver integração alguma, e nenhuma resposta apontou para um nível “Bem avançado”. O número de respostas e respectivos percentuais estão representados na tabela 8:

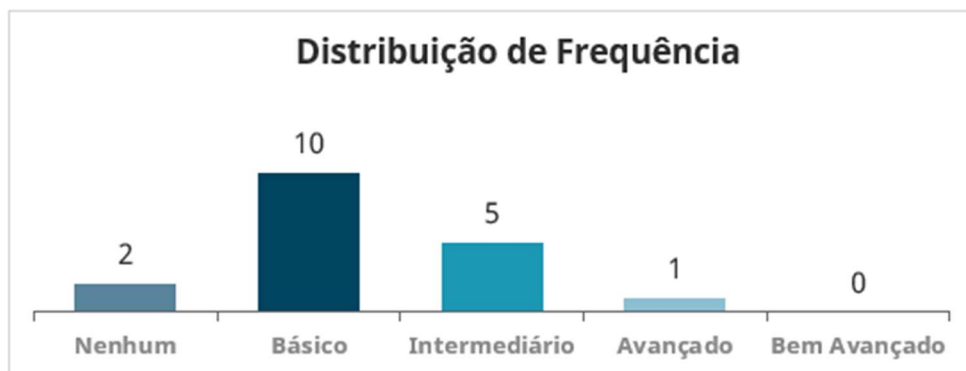
Tabela 8 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre a integração entre os departamentos utilizando as tecnologias da I4.0

Nível	Número de Respostas	Percentual
Nenhum (1)	2	11%
Básico (2)	10	56%
Intermediário (3)	5	28%
Avançado (4)	1	5%
Bem Avançado (5)	0	0%
TOTAL	18	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A mediana, calculada utilizando a distribuição de frequência de acordo com o gráfico 7, portanto, situa-se no nível “Básico”. Isso revela que, na maior parte das empresas pesquisadas, a utilização das tecnologias digitais ainda não se traduz em integração efetiva entre áreas, o que limita os ganhos em eficiência operacional e troca de informações, elementos essenciais para uma Cadeia de Suprimentos moderna e competitiva.

Gráfico 7 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre a integração entre os departamentos utilizando as tecnologias da I4.0



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.2.1.8 Eficácia da colaboração com fornecedores e parceiros por meio do uso das tecnologias da Indústria 4.0

Quanto à colaboração com fornecedores e parceiros por meio de tecnologias da Indústria 4.0, 39% dos respondentes classificaram o nível como “Básico”, 28% como “Intermediário” e 11% como “Avançado”. Outros 22% relataram não haver colaboração mediada por essas tecnologias, e não houve respostas no nível “Bem avançado”. O número de respostas e respectivos percentuais estão representados na tabela 9:

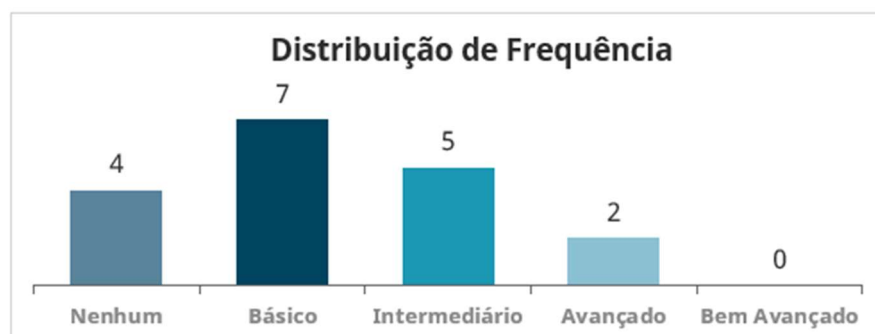
Tabela 9 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre a eficácia da colaboração com fornecedores e parceiros por meio do uso das tecnologias da I4.0

Nível	Número de Respostas	Percentual
Nenhum (1)	4	22%
Básico (2)	7	39%
Intermediário (3)	5	28%
Avançado (4)	2	11%
Bem Avançado (5)	0	0%
TOTAL	18	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A mediana das respostas, calculada por meio da distribuição de frequência representada no gráfico 8, ficou no nível “Básico”, apontando que a relação entre as empresas, por meio das soluções digitais, ainda ocorre de maneira limitada. Tal restrição pode comprometer a criação de valor conjunto e a obtenção de vantagens competitivas derivadas da colaboração e integração entre diferentes elos da cadeia, sobretudo entre as empresas pesquisadas e seus respectivos fornecedores.

Gráfico 8 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre a eficácia da colaboração com fornecedores e parceiros por meio do uso das tecnologias da I4.0



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.2.1.9 Nível de treinamento e capacitação dos funcionários em tecnologias da Indústria 4.0

Por fim, no que se refere ao nível de treinamento e capacitação dos funcionários em tecnologias da Indústria 4.0, 39% dos participantes assinalaram o nível “nenhum”, enquanto outros 39% classificaram como “básico” e 22% como “intermediário”. Não foram registradas respostas nos níveis “avançado” e “bem avançado”. O número de respostas e respectivos percentuais estão representados na tabela 10:

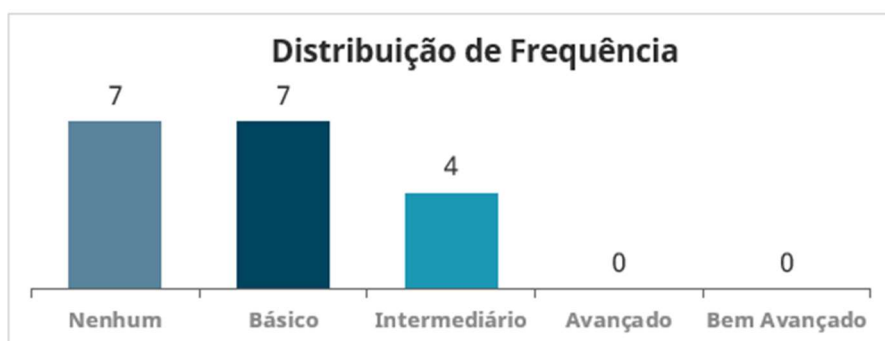
Tabela 10 - Número de respostas e respectivo percentual para cada nível sobre treinamento e capacitação dos funcionários em tecnologias das I4.0

Nível	Número de Respostas	Percentual
Nenhum (1)	7	39%
Básico (2)	7	39%
Intermediário (3)	4	22%
Avançado (4)	0	0%
Bem Avançado (5)	0	0%
TOTAL	18	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A mediana das respostas, calculada considerando a distribuição de frequência do gráfico 9, aponta para o nível “Básico”. Isso evidencia uma carência significativa de formação específica, com muitos profissionais ainda sem acesso a treinamentos adequados. Tal situação limita a capacidade de absorção e uso efetivo das tecnologias emergentes, reforçando a necessidade de investimentos em capacitação para viabilizar a transformação digital nas empresas do setor de máquinas agrícolas.

Gráfico 9 - Distribuição de frequência das respostas para cada nível sobre treinamento e capacitação dos funcionários em tecnologias das I4.0



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

De modo geral, a análise desse primeiro bloco de perguntas fechadas evidencia que o estágio de adoção e maturidade das ferramentas digitais da Indústria 4.0 nas empresas de máquinas agrícolas ainda é inicial. Em todas as dimensões avaliadas, a mediana das respostas situou-se no nível predominantemente “Básico” da escala Likert, indicando que a maioria das empresas pesquisadas está nos estágios iniciais tanto em termos de conhecimento quanto de implementação efetiva dessas tecnologias.

Os resultados mostram que tanto a familiaridade dos profissionais com os conceitos da Indústria 4.0 quanto a existência de estratégias claras para sua implementação são restritas, o que pode dificultar o direcionamento de investimentos e ações nesse sentido. Da mesma forma, o impacto percebido, o nível de integração entre departamentos e a colaboração com parceiros ainda apresentam baixa maturidade, limitando o potencial de ganhos em eficiência e competitividade. Destaca-se, ainda, a carência de treinamentos e capacitação dos funcionários, com muitos profissionais sem acesso a formação específica para atuação no contexto digital.

Esses achados sugerem que, apesar do reconhecimento da importância das tecnologias da Indústria 4.0 para o setor, persistem desafios estruturais e culturais que dificultam sua adoção plena. O avanço nesse cenário depende de ações coordenadas voltadas à capacitação, planejamento estratégico e investimentos adequados, de modo a promover uma transformação digital consistente e sustentável na cadeia de suprimentos das empresas de máquinas agrícolas.

Para os próximos blocos de perguntas fechadas, optou-se pela utilização de perguntas de múltipla escolha com possibilidade de seleção de várias alternativas. A adoção desse formato se justifica pela natureza multifacetada dos temas abordados, que abrangem práticas, desafios, benefícios e ferramentas relacionadas à Indústria 4.0.

4.2.2 Questionário 2 – Avaliação da utilização das tecnologias da Indústria 4.0

Nos questionários subsequentes – questionário 2, 3, 4 e 5, foram incluídas perguntas de múltipla escolha que permitiram ao participante selecionar mais de uma alternativa.

Considerou-se que restringir o respondente a uma única opção poderia limitar a expressão da realidade vivenciada nas empresas, uma vez que diversos fatores podem coexistir simultaneamente no ambiente organizacional. Dessa forma, o formato de múltiplas respostas visa captar de maneira mais ampla e fidedigna a diversidade de situações e percepções presentes no universo pesquisado.

Para a análise dessas questões, foi realizado o levantamento das frequências absolutas e relativas de cada alternativa assinalada pelos participantes.

4.2.2.1 Tecnologias da Indústria 4.0 atualmente utilizadas na empresa

Para identificar o grau de adoção das principais tecnologias da Indústria 4.0 nas empresas participantes, foi solicitado aos respondentes que indicassem, em uma pergunta de múltipla escolha, todas as tecnologias atualmente utilizadas em suas empresas.

A análise das respostas foi conduzida com base nas frequências absolutas (número de indicações para cada opção) e nas frequências relativas (percentual de participantes que selecionou cada tecnologia em relação ao total de respondentes). Utilizar tanto valores absolutos quanto percentuais permite uma avaliação precisa do alcance de cada tecnologia, facilitando a comparação entre as alternativas e a identificação de quais tendências já estão consolidadas ou ainda em fase inicial de adoção. Na tabela 11 é possível verificar as tecnologias e respectivas frequências absoluta e relativa.

Tabela 11 - Frequências absoluta e relativa para cada tecnologia da I4.0 atualmente utilizada na empresa

Alternativa	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
IoT (Internet das Coisas)	6	33,3
Big Data	6	33,3
Inteligência Artificial e Machine Learning	9	50,0
Robótica e Automação	10	55,6
Blockchain	0	0,0
Nenhum	3	16,7

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Os dados apontam que Robótica e Automação é a tecnologia mais adotada entre os participantes, sendo utilizada por 10 dos 18 respondentes (55,6%). Em seguida, observa-se uma presença significativa da Inteligência Artificial e Machine Learning, assinalada por metade dos participantes (50,0%). Esses resultados indicam que tais tecnologias estão na vanguarda da transformação digital nas empresas do setor, provavelmente em função do seu potencial para automação de processos produtivos e para a tomada de decisões baseada em dados.

IoT e Big Data aparecem com frequência relativa idêntica (33,3%), sugerindo que ainda

estão em processo de consolidação entre as empresas analisadas. A ausência de respostas para Blockchain evidencia que, apesar do crescente interesse global, essa tecnologia ainda não foi incorporada de modo relevante à realidade das empresas estudadas.

Destaca-se ainda que 3 respondentes (16,7%) indicaram não utilizar nenhuma das tecnologias da lista, revelando a existência de empresas em estágios iniciais de digitalização ou ainda resistentes à adoção de ferramentas da Indústria 4.0. Esse dado reforça a heterogeneidade do setor em relação à maturidade tecnológica, podendo indicar barreiras de conhecimento, investimento ou cultura organizacional.

4.2.2.2 Ferramentas da Indústria 4.0 já utilizadas na rotina de trabalho na Cadeia de Suprimentos

Foi perguntado aos participantes com quais ferramentas digitais da Indústria 4.0 eles já tiveram contato prático em sua rotina de trabalho na cadeia de suprimentos. Essa abordagem permite não só identificar as tecnologias mais disseminadas no dia a dia, mas também compreender a distância entre o conhecimento teórico sobre essas soluções e sua aplicação prática

A análise das respostas envolveu a apuração das frequências absolutas para cada alternativa e o cálculo dos percentuais em relação ao número total de participantes.. Na tabela 12 é possível verificar as tecnologias e respectivas frequências absoluta e relativa.

Tabela 12 - Frequências absoluta e relativa para cada tecnologia da I4.0 já utilizadas na rotina de trabalho na Cadeia de Suprimentos

Alternativa	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
IoT	2	11,1
Big Data	4	22,2
Inteligência Artificial e Machine Learning	8	44,4
Robótica e Automação	7	38,9
Blockchain	0	0,0
Nenhum	6	33,3

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A frequência relativa evidencia que menos da metade dos participantes já utilizou Inteligência Artificial e Machine Learning (44,4%) ou Robótica e Automação (38,9%) em suas rotinas, o que indica uma aplicação ainda restrita dessas tecnologias no cotidiano das empresas. Big Data (22,2%) e IoT (11,1%) apresentam índices ainda mais baixos, sugerindo que mesmo ferramentas consideradas fundamentais para a Indústria 4.0 ainda enfrentam desafios para se tornarem parte da rotina dos profissionais do setor.

O fato de um terço dos participantes (33,3%) nunca ter utilizado nenhuma das alternativas na prática reforça a existência de um descompasso entre a disponibilidade tecnológica e a aplicação real no ambiente de trabalho. Isso pode estar relacionado à falta de treinamento, resistência à mudança ou limitações de infraestrutura, aspectos que requerem atenção das organizações e formuladores de políticas para o setor.

4.2.2.3 Ferramentas da Indústria 4.0 mais conhecidas na área de atuação

Com o objetivo de compreender o nível de conhecimento das principais tecnologias digitais dentro do ambiente profissional dos respondentes, foi solicitado que indicassem quais dessas ferramentas são mais conhecidas entre seus colegas de área.

A análise das frequências absolutas e relativas fornece uma visão sobre a disseminação do conhecimento tecnológico e as tendências de aprendizagem coletiva no setor. Na tabela 13 é possível verificar essas tecnologias e respectivas frequências absoluta e relativa.

Tabela 13 - Frequências absoluta e relativa para as ferramentas da I4.0 mais conhecidas na área de atuação

Alternativa	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
IoT	4	22,2
Big Data	8	44,4
Inteligência Artificial e Machine Learning	14	77,8
Robótica e Automação	10	55,6
Blockchain	1	5,6
Nenhum	1	5,6

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A Inteligência Artificial e Machine Learning é amplamente reconhecida no setor, sendo assinalada por 77,8% dos respondentes, enquanto Robótica e Automação também demonstra bom nível de conhecimento (55,6%). O Big Data, com 44,4%, evidencia que a análise de grandes volumes de dados já começa a ganhar espaço no imaginário dos profissionais. Por outro lado, IoT (22,2%) e, sobretudo, Blockchain (5,6%) ainda carecem de maior difusão.

O fato de apenas 01 (um) respondente marcar “Nenhum” demonstra que o conhecimento sobre ao menos uma dessas tecnologias já está razoavelmente disseminado no setor, o que é um ponto positivo para futuras estratégias de adoção.

4.2.2.4 Ferramentas da Indústria 4.0 recomendadas para melhorar a eficiência da Cadeia de Suprimentos

Nessa questão, os participantes foram convidados a indicar quais ferramentas julgavam mais adequadas para promover melhorias de eficiência na cadeia de suprimentos.

O levantamento das frequências absolutas e relativas para cada opção permite identificar as percepções predominantes acerca do potencial de cada tecnologia no contexto das empresas pesquisadas. Na tabela 14 é possível verificar essas tecnologias e respectivas frequências absoluta e relativa.

Tabela 14 - Frequências absoluta e relativa para cada ferramenta da I4.0 recomendada para melhorar a eficiência da Cadeia de Suprimentos

Alternativa	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
IoT	9	50,0
Big Data	11	61,1
Inteligência Artificial e Machine Learning	16	88,9
Robótica e Automação	10	55,6
Blockchain	3	16,7
Nenhum	0	0,0

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A grande maioria (88,9%) dos participantes recomenda o uso de Inteligência Artificial e Machine Learning para ganhos de eficiência, confirmando a percepção da centralidade dessas

tecnologias para o futuro da cadeia de suprimentos. Big Data (61,1%), Robótica/Automação (55,6%) e IoT (50,0%) também foram bastante indicados, mostrando que, além de inteligência de dados, a automação física e a conexão de dispositivos são peças-chave na busca por eficiência. Blockchain, ainda que pouco conhecida e utilizada, já aparece como recomendação de parte dos respondentes (16,7%), indicando uma abertura para inovação futura.

4.2.3 Questionário 3 - Impacto da Indústria 4.0 nos setores da Cadeia de Suprimentos

4.2.3.1 Setores da Cadeia de Suprimentos mais impactados pela Indústria 4.0

Para compreender em quais etapas da cadeia de suprimentos as tecnologias da Indústria 4.0 vêm promovendo maiores transformações, os respondentes tiveram a oportunidade de selecionar mais de um setor impactado em sua empresa.

A análise de frequências absolutas e relativas possibilita identificar os setores mais influenciados pela digitalização e também mapear áreas que podem estar recebendo menos atenção ou investimento em inovação. Na tabela 15 é possível verificar os setores e respectivas frequências absoluta e relativa.

Tabela 15 - Frequências absoluta e relativa para cada setor mais impactado pela I4.0

Setor	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Planejamento de Demanda	10	55,6
Compras	6	33,3
Gestão de Estoques	11	61,1
Gestão c/ Fornecedores	8	44,4
Produção e Manufatura	9	50,0
Nenhum	3	16,7

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Gestão de Estoques é o setor mais frequentemente apontado como impactado pela Indústria 4.0 (61,1%), seguido do Planejamento de Demanda (55,6%) e Produção e Manufatura (50%). Esses dados evidenciam uma priorização dos investimentos digitais e maior percepção

dos impactos em áreas diretamente ligadas à eficiência operacional, controle de materiais e previsibilidade de processos. Gestão com Fornecedores (44,4%) e Compras (33,3%) aparecem como setores intermediários, demonstrando que, embora a digitalização chegue também às relações externas, ela ainda é menos expressiva do que nos setores internos. O fato de 16,7% dos participantes não perceberem impactos significativos em nenhum setor destaca a heterogeneidade do processo de transformação digital e aponta para oportunidades de ampliação do alcance das tecnologias emergentes.

4.2.3.2 Setores da Cadeia de Suprimentos que o impacto trouxe mais benefícios aos clientes

Esta questão tem o intuito de identificar quais setores da cadeia de suprimentos apresentam, na percepção dos participantes, maior repercussão positiva para o cliente final em decorrência da Indústria 4.0.

A análise das frequências absolutas e relativas de cada alternativa permite mapear onde a transformação digital está efetivamente agregando valor para o mercado consumidor. Na tabela 16 é possível verificar os setores e respectivas frequências absoluta e relativa.

Tabela 16 - Frequências absoluta e relativa para cada setor em que o impacto da I.40 trouxe benefícios aos clientes

Setor	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Planejamento de Demanda	11	61,1
Compras	6	33,3
Gestão de Estoques	9	50,0
Gestão c/ Fornecedores	5	27,8
Produção e Manufatura	5	27,8
Nenhum	4	22,2

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Planejamento de Demanda (61,1%) e Gestão de Estoques (50,0%) lideram como setores cujas inovações mais beneficiam o cliente, sugerindo que avanços em previsão e disponibilidade de produtos impactam diretamente na satisfação do consumidor. Compras

(33,3%), Gestão com Fornecedores e Produção/Manufatura (ambas com 27,8%) aparecem com menor frequência, indicando que ganhos nessas áreas podem ser menos perceptíveis ao cliente ou ainda pouco explorados. O percentual relevante de respostas “Nenhum” (22,2%) sugere que, para parte das empresas, a digitalização ainda não se converteu em benefícios claros para o consumidor final, destacando um espaço para fortalecimento da orientação ao cliente nas estratégias de inovação.

4.2.3.3 Setores da cadeia de suprimentos em que a Indústria 4.0 contribui para qualidade do produto final e processos

Buscando avaliar em quais setores da cadeia de suprimentos a Indústria 4.0 mais contribui para a qualidade do produto final e a melhoria dos processos produtivos, os respondentes puderam assinalar múltiplas opções.

A análise das frequências permite identificar áreas que estão colhendo resultados mais tangíveis em termos de qualidade e eficiência operacional. Na tabela 17 é possível verificar os setores e respectivas frequências absoluta e relativa.

Tabela 17 - Frequências absoluta e relativa para cada setor em que a I4.0 contribui para a qualidade do produto e processos

Setor	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Planejamento de Demanda	3	16,7
Compras	1	5,6
Gestão de Estoques	3	16,7
Gestão c/ Fornecedores	4	22,2
Produção e Manufatura	12	66,7
Nenhum	4	22,2

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O setor de Produção e Manufatura se destaca amplamente, sendo apontada por 66,7% dos participantes como o setor onde os impactos positivos da Indústria 4.0 na qualidade e nos processos são mais evidentes. Esse dado reafirma o papel central da digitalização na

modernização do chão de fábrica, com reflexos diretos na qualidade final dos produtos. Os demais setores apresentam índices significativamente menores, sugerindo que os ganhos de qualidade proporcionados pelas tecnologias digitais ainda não foram plenamente internalizados ao longo de toda a cadeia de suprimentos. O percentual de 22,2% de respostas “Nenhum” reforça a necessidade de ampliar o alcance e os benefícios das soluções digitais para além do ambiente produtivo.

4.2.4 Questionário 4 - Tendências da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos

4.2.4.1 Tendências emergentes na era da Indústria 4.0 que moldarão o futuro da Cadeia de Suprimentos

Para captar as expectativas quanto ao futuro da cadeia de suprimentos na era da Indústria 4.0, os participantes foram estimulados a selecionar, entre várias tendências, aquelas que acreditam que terão maior influência nos próximos anos.

A análise das frequências, tanto absolutas quanto relativas, ilumina as principais apostas do setor em termos de inovação tecnológica e estratégica. Na tabela 18 é possível verificar as tendências com suas respectivas frequências absoluta e relativa.

Tabela 18 - Frequências absoluta e relativa para cada tendência na era da I4.0 que pode moldar o futuro da Cadeia de Suprimentos

Tendência	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Automação dos processos	11	61,1
Uso extensivo de Inteligência Artificial	16	88,9
Integração global da Cadeia de Suprimentos	15	83,3
Sustentabilidade	7	38,9
Outros	1	5,6

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Uso extensivo de Inteligência Artificial (88,9%) e Integração global da cadeia (83,3%) são claramente vistas como tendências dominantes para o futuro, apontando para uma intensificação da conectividade, automação e análise de dados em toda a cadeia de suprimentos. Automação dos processos (61,1%) também é considerada uma tendência central, embora com destaque um pouco menor. A Sustentabilidade, apesar de ser uma pauta crescente globalmente, aparece com frequência menos expressiva (38,9%), sugerindo que, no contexto das empresas analisadas, o compromisso ambiental ainda é secundário em relação à digitalização. O item “Outros” não apresentou representatividade.

4.2.4.2 Tendências que a empresa deveria considerar como foco para otimizar a Cadeia de Suprimentos

Com o objetivo de identificar quais tendências os profissionais do setor consideram essenciais para a otimização da cadeia de suprimentos, os participantes puderam selecionar várias alternativas dentre as opções propostas nesse questionário.

A análise das frequências absolutas e relativas para cada tendência fornece subsídios para a priorização estratégica das empresas, indicando as áreas que devem receber mais atenção e investimento nos próximos anos. Na tabela 19 é possível verificar as tendências com suas respectivas frequências absoluta e relativa.

Tabela 19 - Frequências absoluta e relativa para cada tendência em que a empresa deve considerar como foco para otimizar a Cadeia de Suprimentos

Tendência	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Automação dos processos	9	50,0
Uso extensivo de Inteligência Artificial	9	50,0
Integração global da Cadeia de Suprimentos	17	94,4
Sustentabilidade	3	16,7
Outros	1	5,6

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A Integração global da cadeia de suprimentos destaca-se amplamente, sendo considerada prioridade absoluta para 94,4% dos participantes. Isso demonstra uma clara percepção de que o futuro da eficiência está na capacidade das empresas de conectar processos, informações e parceiros em escala mundial, promovendo transparência e colaboração. O uso extensivo de Inteligência Artificial e a automação dos processos, ambos com 50% de indicações, também são valorizados, indicando que a otimização é vista como resultado do alinhamento entre conectividade, automação e inteligência de dados. Sustentabilidade, embora importante em discussões globais, aparece com baixa frequência (16,7%), sugerindo que, neste contexto, ainda não é considerada estratégica para otimização imediata da cadeia.

4.2.4.3 Tendências que podem ampliar a visão estratégica de inovação no contexto da Indústria 4.0

Nesta questão, buscou-se identificar quais tendências emergentes são reconhecidas como relevantes para a formulação de uma visão inovadora e estratégica, capaz de posicionar a empresa à frente da concorrência no contexto da Indústria 4.0.

A análise das frequências evidencia o alinhamento (ou não) do setor com os principais movimentos de inovação do mercado global. Na tabela 20 é possível verificar as tendências com suas respectivas frequências absoluta e relativa.

Tabela 20 - Frequências absoluta e relativa para cada tendência que pode ampliar a visão estratégica de inovação no contexto da I4.0

Tendência	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Automação dos processos	13	72,2
Uso extensivo de Inteligência Artificial	13	72,2
Integração global da Cadeia de Suprimentos	11	61,1
Sustentabilidade	11	61,1
Outros	2	11,1

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Tanto a automação dos processos quanto o uso extensivo de Inteligência Artificial foram reconhecidos por 72,2% dos respondentes como bases para uma visão estratégica de inovação, consolidando-se como pilares do avanço tecnológico no setor. Integração global e sustentabilidade apresentam a mesma frequência (61,1%), sinalizando uma crescente valorização da colaboração internacional e da responsabilidade ambiental na construção de uma agenda inovadora. O equilíbrio entre inovação tecnológica e práticas sustentáveis aponta para uma tendência de convergência entre eficiência operacional, competitividade e comprometimento socioambiental.

4.2.5 Questionário 5 - Objetivos e metas da implementação de tecnologias da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos

4.2.5.1 Principais metas para a Cadeia de Suprimentos nos próximos 5 (cinco) anos com a implementação de tecnologias da Indústria 4.0

Esta pergunta buscou mapear as principais metas estratégicas das empresas para a cadeia de suprimentos nos próximos cinco anos – na visão dos participantes dessa pesquisa, considerando a implementação das tecnologias da Indústria 4.0.

A análise de frequência permite entender as prioridades organizacionais e o alinhamento dos objetivos empresariais com as potencialidades das soluções digitais. Na tabela 21 é possível verificar as principais metas com suas respectivas frequências absoluta e relativa.

Tabela 21 - Frequências absoluta e relativa para cada meta da Cadeia de Suprimentos nos próximos 5 anos com a implementação de tecnologias da I4.0

Meta	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Aumento de Competitividade	11	61,1
Redução de Custos	6	33,3
Melhoria na qualidade dos produtos	3	16,7
Aumento da eficiência operacional	11	61,1
Aumento da agilidade e flexibilidade	11	61,1

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Aumento de competitividade, eficiência operacional e agilidade/flexibilidade aparecem como as principais metas estratégicas para os próximos cinco anos, cada uma com 61,1% das indicações. Isso reflete um contexto no qual o ambiente de negócios exige respostas rápidas, processos eficientes e capacidade de diferenciar-se no mercado. Redução de custos (33,3%) e melhoria na qualidade dos produtos (16,7%) receberam menos destaque, sugerindo que as empresas estão mais focadas em fatores sistêmicos e de posicionamento do que em objetivos tradicionalmente táticos. A priorização das metas mais abrangentes revela uma maturidade crescente em relação à gestão da cadeia de suprimentos e ao papel das tecnologias digitais para o alcance de resultados estratégicos.

4.2.5.2 Prioridades para definir a implementação de tecnologias da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos

Para a definição de prioridades na implementação de tecnologias da Indústria 4.0, os respondentes foram convidados a apontar os aspectos considerados mais relevantes na sua visão.

A análise das frequências permite identificar os critérios que mais influenciam as decisões de investimento em inovação tecnológica nas empresas pesquisadas, considerando as prioridades de implementação apontadas pelos participantes. Na tabela 22 é possível verificar as prioridades e suas respectivas frequências absoluta e relativa.

Tabela 22 - Frequências absoluta e relativa para cada prioridade na definição da implementação de tecnologias da I4.0 na Cadeia de Suprimentos

Prioridade	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Aumento de Competitividade	15	83,3
Redução de Custos	8	44,4
Melhoria na qualidade dos produtos	1	5,6
Aumento da eficiência operacional	15	83,3
Aumento da agilidade e flexibilidade	13	72,2

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O aumento da competitividade e da eficiência operacional são, de forma praticamente unânime, as principais prioridades para a implementação tecnológica (83,3% cada). A agilidade e flexibilidade também se destacam (72,2%), revelando que o dinamismo e a capacidade de adaptação são considerados essenciais para o sucesso na era digital. Redução de custos (44,4%) aparece como prioridade intermediária, enquanto a melhoria da qualidade dos produtos (5,6%) é pouco mencionada, sugerindo que as empresas enxergam as novas tecnologias principalmente como instrumentos de desempenho sistêmico, e não apenas de aprimoramento do produto final.

4.2.5.3 Aspectos que podem trazer maior impacto positivo para crescimento e rentabilidade da empresa no contexto da Indústria 4.0

Por fim, para compreender quais fatores as empresas acreditam que mais contribuirão para crescimento e rentabilidade com a adoção da Indústria 4.0 – na visão dos respondentes que atuam na área da cadeia de surpimentos, foi solicitada a seleção de múltiplas opções.

A análise das frequências permite identificar as expectativas quanto ao retorno dos investimentos em inovação e transformação digital no ponto de vista dos que responderam ao questionário. Na tabela 23 é possível verificar os aspectos e suas respectivas frequências absoluta e relativa.

Tabela 23 - Frequências absoluta e relativa para os aspectos que podem trazer maior impacto positivo em termos de crescimento e rentabilidade da empresa no contexto da I4.0

Aspecto	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Aumento de Competitividade	12	66,7
Redução de Custos	16	88,9
Melhoria na qualidade dos produtos	5	27,8
Aumento da eficiência operacional	14	77,8
Aumento da agilidade e flexibilidade	11	61,1

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Redução de custos (88,9%) e aumento da eficiência operacional (77,8%) são os aspectos mais apontados como determinantes para o crescimento e a rentabilidade, seguidos pelo aumento da competitividade (66,7%) e agilidade/flexibilidade (61,1%). Melhoria da qualidade dos produtos (27,8%) aparece com menor destaque, indicando que, para a maior parte das empresas, o foco das iniciativas de Indústria 4.0 está nos ganhos financeiros e operacionais, e não apenas em atributos do produto final. Esse perfil de resposta reforça o viés pragmático das organizações, que buscam maximizar o retorno sobre o investimento em inovação priorizando resultados tangíveis e sistêmicos.

A análise detalhada das respostas às perguntas de múltipla escolha permitiu identificar, a partir das frequências absolutas e relativas, uma variedade de percepções, prioridades e tendências acerca da adoção das tecnologias da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos nas empresas pesquisadas. É importante ressaltar que, devido ao caráter anonimizado do questionário e à ausência de identificação das empresas participantes, os resultados obtidos expressam uma leitura agregada do setor, e não possibilitam o rastreamento das respostas individuais a um contexto organizacional específico.

Segundo Gil (2019), em pesquisas do tipo “*survey*” com dados coletados de forma anônima, as análises devem ser interpretadas como representações do grupo de respondentes, refletindo a diversidade de experiências, práticas e estágios de maturidade tecnológica presentes no universo pesquisado, sem atribuição direta a atores ou empresas particulares. Dessa forma, os resultados apontam para uma heterogeneidade coletiva nas práticas e percepções sobre a transformação digital, evidenciando tanto avanços importantes quanto desafios ainda a serem superados no contexto da Indústria 4.0 no setor de máquinas agrícolas.

Foi possível observar que ferramentas como Robótica, Automação e Inteligência Artificial/Machine Learning já são amplamente conhecidas, recomendadas e utilizadas, tanto em âmbito organizacional quanto na rotina dos profissionais. Tais soluções são reconhecidas não apenas pelo seu potencial de automação, mas também pelo impacto direto na eficiência operacional, na agilidade e na competitividade empresarial. Big Data e IoT, embora presentes em parte das respostas, ainda estão em processo de consolidação, e Blockchain permanece como tecnologia emergente, com pouca difusão prática no segmento e área analisados.

Os setores internos, especialmente gestão de estoques, planejamento de demanda e produção/manufatura, destacam-se como os maiores beneficiários da digitalização, tanto em termos de eficiência quanto de melhoria percebida pelo cliente. Contudo, parte dos respondentes ainda não percebe impactos relevantes, o que evidencia a coexistência de empresas digitalmente avançadas e outras em estágio inicial de transformação dentre as

pesquisadas.

No que tange às tendências para o futuro, a integração global da Cadeia de Suprimentos, o uso extensivo de inteligência artificial e a automação dos processos surgem como prioridades quase consensuais entre os participantes. Sustentabilidade e qualidade dos produtos, apesar de reconhecidas, ainda não ocupam posição central nas estratégias tecnológicas do setor, refletindo um foco mais pragmático nas dimensões operacionais e financeiras.

Ademais, as metas estratégicas mais almejadas para os próximos anos estão alinhadas à busca por competitividade, eficiência e flexibilidade, em detrimento de objetivos tradicionalmente táticos, como redução de custos ou aprimoramento isolado da qualidade. Tal perfil de respostas indica uma crescente maturidade gerencial e o entendimento de que a transformação digital é fator-chave para o posicionamento e sobrevivência no mercado contemporâneo.

Em síntese, os resultados apontam para um setor em transição, onde a consolidação da Indústria 4.0 se dá de maneira progressiva e seletiva, com avanços notórios em áreas estratégicas, mas também com desafios a serem superados em termos de difusão tecnológica, capacitação e integração entre os elos da cadeia. Esses achados subsidiam não apenas o entendimento do estágio atual do setor, mas também a formulação de políticas e estratégias para ampliar o alcance e o impacto positivo da digitalização nas empresas de máquinas agrícolas, sobretudo na Cadeia de Suprimentos.

4.3 ANÁLISE QUALITATIVA DAS PERGUNTAS ABERTAS

Além das perguntas fechadas, o instrumento de pesquisa contemplou cinco perguntas abertas, com o intuito de captar percepções, experiências e sugestões dos participantes em relação à adoção e aos desafios das tecnologias da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos. As perguntas abertas permitiram uma investigação mais aprofundada, dando voz aos respondentes e possibilitando a identificação de nuances, particularidades e aspectos não previstos nas opções das questões fechadas.

As respostas foram submetidas a uma análise qualitativa do tipo análise de conteúdo, conforme proposta por Bardin (2016), que envolveu procedimentos de leitura flutuante, identificação de unidades de significado, categorização dos temas emergentes e síntese interpretativa dos resultados. Os principais achados são apresentados a seguir, organizados por pergunta e ilustrados com trechos representativos das respostas dos participantes, de modo a evidenciar as contribuições e desafios apontados sob a perspectiva dos profissionais do setor.

Para cada resposta das perguntas abertas, foram considerados a **codificação aberta** (recorte de fragmentos, identificação de unidade de contexto, frequência e observações), o **agrupamento em categorias temáticas** (indutivas) e a **avaliação qualitativa** (níveis de 0 a 3), de acordo com Flick (2009) e Minayo (2012).

Abaixo seguem as perguntas e respectivas análises das respostas.

4.3.1 Na sua Opinião, como a Indústria 4.0 está transformando os processos da Cadeia de Suprimentos na sua empresa?

A presente questão aberta teve como propósito aprofundar a compreensão sobre as percepções dos profissionais quanto à efetiva influência da Indústria 4.0 nos processos da cadeia de suprimentos nas empresas pesquisadas. Considerando a crescente relevância das tecnologias digitais para a modernização dos fluxos produtivos e logísticos, tornou-se fundamental investigar não apenas se, mas em que medida e de que maneira, tais ferramentas têm sido incorporadas e percebidas no contexto organizacional. Com isso, a intenção foi captar, sob diferentes perspectivas, de que forma as inovações digitais têm (ou não) ocasionado mudanças nos processos internos das empresas pesquisadas.

A seguir (tabela 24), são apresentadas as categorias temáticas e fragmentos extraídos, além das respectivas frequências, que ilustram as múltiplas dimensões desse fenômeno conforme a perspectiva dos respondentes.

Tabela 24 - Categorias e Fragmentos Extraídos versus Frequência sobre como a I4.0 está transformando os processo da Cadeia de Suprimentos na empresa

Categorias	Fragmentos	Frequência (n)	Nível
Integração e agilidade dos processos	"Integração entre áreas, maior agilidade e compartilhamento de informação."	7	2
Ausência de transformação perceptível	"Não houve transformação observada, utilização quase nula, falta de investimentos."	4	0
Automatização e rastreabilidade	"Automatização de processos, rastreabilidade e facilitação de tarefas."	3	2
Eficiência e controle	"Maior controle dos processos, redução de falhas e aumento da eficiência."	2	3
Uso restrito de sistemas	"Uso de parâmetros em sistemas como SAP, sem impacto direto operacional."	2	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A análise detalhada desses dados permite observar que a categoria “Integração e agilidade dos processos” (n=7, nível 2) é a mais recorrente entre os participantes, demonstrando que muitos profissionais já percebem avanços relacionados à conectividade entre áreas e à agilidade de fluxos informacionais promovidos pelas tecnologias digitais. A categoria “Automatização e rastreabilidade” (n=3, nível 2) também se destaca, reforçando a percepção de que a automação e a rastreabilidade sobre os processos estão entre os principais benefícios práticos trazidos pela Indústria 4.0.

Por outro lado, a categoria “Ausência de transformação perceptível” (n=4, nível 0) revela que uma parcela significativa dos respondentes ainda não identifica mudanças relevantes, seja pela falta de adoção das tecnologias digitais, seja pela inexistência de investimentos. Isso evidencia que, enquanto há um grupo que já vivencia mudanças significativas, outro ainda enfrenta limitações estruturais e culturais para avançar.

A presença de categorias intermediárias, como “Uso restrito de sistemas” (n=2, nível 1), indica que há situações em que a digitalização ocorre de maneira superficial ou limitada a rotinas automatizadas não integradas ao contexto mais amplo da cadeia de suprimentos.

Por fim, destaca-se que a categoria “Eficiência e controle” (n=2, nível 3), embora menos frequente, expressa experiências mais avançadas de transformação, nas quais o controle aprimorado de processos, aumento da eficiência e a redução de falhas são resultados evidentes da aplicação das ferramentas da Indústria 4.0.

A predominância dos níveis intermediários confirma que a transformação digital segue em curso, sendo perceptível para muitos, mas ainda não consolidada para todos. Fragmentos de nível 3, embora minoritários, apontam uma experiência aprofundada de transformação, enquanto a persistência de respostas de nível 0 reforça a necessidade de políticas institucionais para democratizar o acesso e a percepção dos benefícios da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos.

4.3.2 Quais tecnologias da Indústria 4.0 foram as mais eficazes para melhorar a eficiência da Cadeia de Suprimentos? Por quê?

Visando explorar de modo aprofundado o repertório tecnológico presente nas empresas e sua relação com a eficiência operacional, esta questão específica investigou quais ferramentas da Indústria 4.0 são consideradas, pelos próprios profissionais do setor, como mais eficazes para a otimização da cadeia de suprimentos. Ao comparar os fragmentos extraídos, torna-se possível identificar não apenas as preferências tecnológicas, mas também o grau de apropriação

e experimentação efetiva dessas soluções no cotidiano das empresas investigadas.

A análise das respostas a esta questão seguiu o mesmo rigor metodológico, permitindo a identificação das tecnologias mais citadas e o detalhamento dos argumentos associados à sua eficácia. A tabela 25 a seguir apresenta o mapeamento das categorias, fragmentos e respectivas frequências das respostas.

Tabela 25 - Categorias e Fragmentos Extraídos versus Frequência das tecnologias da I4.0 que foram mais eficazes para melhorar a eficiência da Cadeia de Suprimentos

Categorias	Fragmentos	Frequência (n)	Nível
Automação de processos	"Automação de processos foi fundamental para reduzir trabalhos repetitivos..."	6	2
Ausência de aplicação	"Não há aplicação direta, nenhuma tecnologia ainda foi utilizada, tema incipiente."	4	0
Inteligência artificial	"Inteligência artificial aplicada ao planejamento de demanda trouxe previsibilidade..."	2	3
Big Data e análise de dados	"Big Data e análise de dados melhoraram a qualidade das decisões e gestão de estoques."	2	2
Integração de sistemas	"Sistemas integrados permitiram rastreabilidade e comunicação eficiente."	2	2
Menção superficial a ferramentas	"Citação genérica de automação/robótica, sem detalhamento."	2	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A partir dos dados da tabela, verifica-se que a "Automação de processos" (**n=6, nível 2**) foi a tecnologia mais frequentemente apontada como eficaz, com relatos diretos de ganhos em eficiência e produtividade. "Inteligência artificial" (**n=2, nível 3**) e "Big Data e análise de dados" (**n=2, nível 2**) também aparecem como tecnologias com impacto relevante, especialmente em contextos mais avançados de maturidade digital, onde se identificam aplicações preditivas e decisões baseadas em dados. Já a "Integração de sistemas" (**n=2, nível 2**), mesmo com baixa frequência, trouxe a percepção dos respondentes quanto à importância de sistemas integrados permitirem mais rastreabilidade e também mais eficiência na comunicação.

A existência de quatro menções à "ausência de aplicação" (**nível 0**) corrobora a heterogeneidade do setor, indicando que para muitos profissionais das empresas investigadas, a experiência com ferramentas digitais ainda não se concretizou. As menções superficiais a tecnologias (**n=2, nível 1**) sugerem conhecimento mais difuso ou genérico, mas sem apropriação prática substantiva.

A presença de respostas em todos os níveis indica que a experiência com tecnologias da Indústria 4.0 ainda não é homogênea, sendo necessário ampliar o acesso, o treinamento e o compartilhamento de práticas para que os ganhos de eficiência sejam percebidos de forma mais ampla e consistente no setor dessas empresas pesquisadas

4.3.3 Quais foram os principais desafios que a empresa enfrentou na implementação da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos? Como foram superados?

Considerando que a transformação digital não se limita à adoção de tecnologias, mas envolve mudanças culturais, estruturais e comportamentais, esta questão aberta buscou apreender os principais desafios enfrentados pelas empresas na jornada de implementação da Indústria 4.0 em suas cadeias de suprimentos. O tratamento metodológico das respostas, fundamentado na análise de conteúdo e na codificação aberta, permitiu identificar desde dificuldades ligadas à qualificação dos profissionais e resistência à inovação, até questões relacionadas à liderança, planejamento e disponibilidade de recursos. A categorização indutiva dos fragmentos possibilitou ainda compreender em que medida os participantes foram capazes de superar tais obstáculos, seja por meio de iniciativas de capacitação, seja pela demonstração de resultados concretos. Os principais achados dessa etapa estão organizados na tabela 26 a seguir.

Tabela 26 - Categorias e Fragmentos Extraídos versus Frequência dos principais desafios que empresa enfrentou na implementação da I4.0 na Cadeia de Suprimentos

Categorias	Fragmentos	Frequência (n)	Nível
Capacitação e conhecimento	"Falta de capacitação e conhecimentos técnicos foi o principal obstáculo."	6	1
Treinamento/ adaptação cultural	"Necessidade de treinamento e adaptação cultural dos colaboradores."	4	2
Resistência à mudança e liderança	"Resistência à mudança e ausência de projetos estruturados dificultaram o avanço."	3	1
Superação via treinamento/ engajamento	"Desafios superados com treinamentos e demonstração dos ganhos."	2	3
Desafios não vivenciados	"Não utilizou nenhuma tecnologia, não houve desafios."	1	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A análise evidencia que os desafios de “Capacitação e conhecimento” (**n=6, nível 1**) e “Treinamento/adaptação cultural” (**n=4, nível 2**) são predominantes, mostrando que limitações técnicas e culturais ainda representam os principais entraves para a digitalização. A “resistência à mudança e liderança” (**n=3, nível 1**) permanece como obstáculo relevante, especialmente em ambientes menos propícios à inovação.

Interessante notar que apenas duas respostas (**nível 3**) relataram processos de superação bem-sucedidos, geralmente associados a estratégias de treinamento e engajamento dos profissionais. Já as menções à ausência de desafios (**n=1, nível 0**) reforçam que a experiência com a Indústria 4.0 ainda não foi vivida por todos, seja por falta de implementação ou desconhecimento do tema.

Os dados reforçam que o avanço da Indústria 4.0 exige investimento em qualificação e mudança cultural. A superação dos desafios ocorre de modo pontual, principalmente por meio de treinamento e engajamento, e o processo de adaptação ainda está em andamento para a maioria dos profissionais da cadeia de suprimentos dessas empresas.

4.3.4 Quais mudanças a empresa teve que fazer na estrutura organizacional ou de processos para se adaptar à Indústria 4.0?

Esta questão buscou mapear as mudanças estruturais e/ou processuais implementadas pelas empresas para viabilizar a inserção da Indústria 4.0. A análise qualitativa, conduzida por meio da codificação aberta, permitiu identificar desde iniciativas de treinamento e integração até ajustes mais profundos na cultura e no modelo organizacional. Na tabela 27 seguir, são apresentados e discutidos os principais fragmentos e categorias emergentes, oferecendo uma visão abrangente das estratégias de adaptação adotadas ou, em alguns casos, da ausência de mudança.

Tabela 27 - Categorias e Fragmentos Extraídos versus Frequência das mudanças que a empresa fez na estrutura organizacional ou nos processos para se adaptar à I4.0

Categorias	Fragmentos	Frequência (n)	Nível
Ausência de mudanças	"Nenhuma alteração estrutural, ainda não se adaptou."	6	0
Treinamento e consultoria	"Contratação de consultorias e treinamentos para equipes."	5	2
Integração interdepartamental	"Integração entre áreas, reuniões de alinhamento e planejamento conjunto."	3	2
Mudança cultural/ inovação	"Mudança cultural e criação de célula de inovação para aceitação dos recursos digitais."	2	3
Ações pontuais/superficiais	"Implementação pontual de comitês ou indicadores, sem reestruturação relevante."	2	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Os resultados evidenciam que a transformação organizacional para adaptação à Indústria 4.0 apresenta-se como um processo heterogêneo e ainda em estágio inicial para uma parcela significativa dos profissionais pesquisados dessas empresas. Isso fica claro diante da frequência expressiva da categoria "ausência de mudanças" (**n=6, nível 0**), indicando que muitos respondentes não vivenciam ou não reconhecem alterações estruturais ou processuais em suas empresas. Em contraste, outras categorias como "treinamento e consultoria" (**n=5, nível 2**) e "integração interdepartamental" (**n=3, nível 2**) mostram que, onde há algum grau de iniciativa, as estratégias mais adotadas envolvem capacitação de equipes e fortalecimento da colaboração entre áreas, ainda que muitas vezes restritas a ações isoladas ou pontuais. Além disso, evidencia que muitas empresas estão recorrendo a agentes externos (consultorias) e ações de qualificação para viabilizar a transição digital.

Destaca-se, ainda, a presença de relatos de "mudança cultural/ inovação" (**n=2, nível 3**), que, embora menos frequentes, sinalizam que ambientes com estratégia mais estruturada e ênfase na cultura de inovação conseguem avançar em processos de mudança mais profundos e sustentáveis. Por outro lado, "ações pontuais/superficiais" (**n=2, nível 1**) indicam contextos nos quais as adaptações são limitadas a ajustes operacionais, sem comprometimento real com uma transformação organizacional ampla, ou seja, iniciativas incipientes ou pouco integradas.

Assim, a análise das categorias e suas frequências revela que, enquanto uma minoria experimenta mudanças estruturais relevantes, a maioria dos profissionais ainda percebe a transformação como superficial, fragmentada ou mesmo inexistente, refletindo a dependência de liderança engajada, investimentos contínuos e uma cultura organizacional aberta à inovação

para o sucesso da adaptação à Indústria 4.0.

4.3.5 Na sua opinião, quais benefícios tangíveis e intangíveis que a sua empresa alcançou com a digitalização da Cadeia de Suprimentos?

Por fim, buscando avaliar o impacto prático da transformação digital nas organizações pesquisadas, a última questão aberta direcionou o olhar dos respondentes para os benefícios efetivamente percebidos – sejam eles tangíveis, como ganhos de produtividade e eficiência, ou intangíveis, como integração, transparência e qualidade das decisões. A análise de conteúdo, realizada sobre as unidades de significado extraídas, possibilitou identificar tanto o alcance dos resultados positivos quanto a percepção de limitações ou ausência de benefícios.

A codificação aberta e a categorização indutiva dos discursos permitiram evidenciar como a percepção dos benefícios da digitalização varia amplamente entre os respondentes, refletindo diferentes estágios de compreensão, vivência ou apropriação das tecnologias digitais no setor. A síntese dessas percepções é apresentada na tabela 28 a seguir.

Tabela 28 - Categorias e Fragmentos Extraídos versus Frequência dos benefícios tangíveis ou intangíveis a empresa alcançou com a digitalização da Cadeia de Suprimentos

Categories	Fragmentos	Frequência (n)	Nível
Eficiência operacional/ produtividade	"Aumento de eficiência, redução de erros, maior produtividade."	5	2
Integração e planejamento	"Planejamento mais assertivo e melhor integração entre áreas e fornecedores."	3	2
Benefícios superficiais	"Agilidade no processo, comunicação mais eficiente."	3	1
Ausência de benefícios	"Nenhum benefício percebido, resultados pouco expressivos."	3	0
Decisão estratégica/ relacionamento	"Tomada de decisão mais rápida, acesso facilitado a informações estratégicas."	2	3
Relacionamento/ transparência	"Relacionamento com clientes e fornecedores fortalecido, transparência."	2	2

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Nota-se que os principais benefícios relatados se concentram em "Eficiência operacional/ produtividade" (n=5, nível 2) e "Integração e planejamento" (n=3, nível 2),

demonstrando que a digitalização, quando implementada, impacta positivamente tanto a gestão de processos quanto o alinhamento interdepartamental. “Decisão estratégica/ relacionamento” (**n=2, nível 3**) evidencia que há cenários em que a transformação digital alcançou uma dimensão decisória e relacional mais sofisticada, embora com uma frequência baixa de resposta.

A presença de respostas classificadas como “ausência de benefícios” (**n=3, nível 0**) e “benefícios superficiais” (**n=3, nível 1**) reforça, contudo, que a digitalização ainda não é universalmente percebida como vantajosa, seja por limitações de implementação, seja por falta de mensuração dos resultados.

Além das categorias já discutidas, destaca-se também a presença da categoria "relacionamento/transparência" (**n=2, nível 2**). Os fragmentos associados a essa categoria evidenciam que parte dos respondentes percebeu melhorias qualitativas nas relações com clientes e fornecedores, bem como maior transparência nos processos e operações da cadeia de suprimentos após a digitalização. Embora menos frequente que as categorias de eficiência ou integração, esse achado é relevante, pois indica que os impactos da transformação digital vão além dos ganhos operacionais, contribuindo também para a construção de vínculos de confiança, comunicação mais clara e colaboração entre diferentes elos da cadeia.

A inclusão dessa categoria reforça que os benefícios da digitalização não se limitam ao aumento de produtividade, mas também abrangem aspectos intangíveis essenciais para a competitividade e sustentabilidade no ambiente de negócios contemporâneo.

Portanto, observa-se que os benefícios tangíveis da digitalização – como maior eficiência, produtividade e integração – são reconhecidos por muitos profissionais, mas é igualmente relevante a valorização de ganhos intangíveis, como melhoria no relacionamento e transparência nas operações. Entretanto, a universalização desses benefícios está condicionada ao avanço da maturidade digital no setor, à apropriação consistente das tecnologias ao longo de toda a cadeia de suprimentos, bem como à promoção de uma cultura organizacional voltada à inovação, à colaboração e à disseminação de boas práticas.

De forma abrangente, a apresentação das tabelas com categorias, fragmentos, frequência e níveis qualitativos para as respostas das perguntas abertas torna a análise de conteúdo mais transparente e objetiva, permitindo identificar facilmente os temas predominantes, a intensidade e a profundidade das vivências dos participantes em relação à Indústria 4.0.

A análise qualitativa das perguntas abertas, fundamentada em rigorosa análise de conteúdo e codificação aberta, permitiu captar nuances, desafios, avanços e obstáculos vivenciados pelos profissionais da cadeia de suprimentos do setor de máquinas agrícolas diante da Indústria 4.0. O processo de leitura flutuante, identificação de unidades de significado e

categorização temática revelou um cenário multifacetado, em que a digitalização desponta como potencial vetor de transformação, porém ainda encontra barreiras relevantes para sua consolidação plena.

Entre os principais *insights*, destaca-se a percepção recorrente de que a Indústria 4.0, quando efetivamente implementada, proporciona ganhos significativos em integração de processos, agilidade operacional e eficiência na tomada de decisões. Fragmentos de respostas nos níveis mais elevados (2 e 3) evidenciam experiências concretas de automatização, rastreabilidade e compartilhamento de informações, além de impactos positivos na comunicação interdepartamental e no relacionamento com fornecedores. Tais relatos demonstram que, onde a maturidade digital é mais avançada, os benefícios extrapolam o plano operacional, alcançando a dimensão estratégica da gestão da cadeia de suprimentos.

Contudo, a análise revelou também a convivência de realidades muito distintas entre os profissionais. Um número considerável de respostas de níveis 0 e 1 mostra que, para uma parcela relevante dos participantes, a Indústria 4.0 ainda é percebida como um conceito distante, de implementação incipiente ou restrita a iniciativas pontuais e superficiais. A ausência de investimentos, a falta de políticas estruturadas de capacitação e resistência cultural à inovação foram recorrentes como obstáculos centrais, dificultando o avanço da digitalização.

Outro aspecto relevante emergiu da dificuldade de muitos profissionais em detalhar os desafios enfrentados ou as estratégias de superação, revelando não apenas limitações práticas, mas também lacunas reflexivas e de protagonismo frente ao processo de transformação digital. Isso sugere que, embora exista um discurso favorável à inovação, a apropriação efetiva das ferramentas digitais e o engajamento coletivo ainda demandam esforços institucionais mais consistentes.

No que tange aos benefícios, as respostas evidenciaram que, quando percebidos, os ganhos advindos da digitalização abrangem tanto aspectos tangíveis — como aumento de eficiência, redução de erros, planejamento mais assertivo e produtividade — quanto intangíveis, como integração, transparência, capacidade de adaptação e fortalecimento dos relacionamentos internos e externos. Essa dualidade reforça o caráter transversal da Indústria 4.0, afetando múltiplos elos e dimensões da cadeia de suprimentos.

Em suma, a análise detalhada das perguntas abertas revela que o setor encontra-se em um momento de transição, caracterizado por assimetrias de maturidade digital, coexistência de avanços e desafios e uma visão ainda fragmentada sobre a aplicabilidade e os reais impactos da Indústria 4.0. A consolidação de um ambiente digital mais amplo e homogêneo depende, portanto, do fortalecimento de políticas de formação continuada, do estímulo à cultura de

inovação e da disseminação de práticas bem-sucedidas, capazes de inspirar e orientar aqueles que ainda vivenciam a digitalização de forma incipiente. O cenário traçado pelas respostas aponta para a necessidade de um esforço conjunto entre gestores, profissionais e instituições para que o potencial transformador da Indústria 4.0 se converta, de fato, em vantagem competitiva sistêmica para o setor de máquinas agrícolas.

Conforme evidenciado pelos seguintes achados, foi possível mapear as principais ferramentas digitais utilizadas, como Robótica e Automação (adotadas por mais de 55% das empresas participantes), Inteligência Artificial/Machine Learning (50%), Big Data (33%) e IoT (33%), além da identificação de Blockchain como tecnologia emergente.

O grau de maturidade digital foi analisado a partir das respostas dos 18 profissionais de cinco empresas, mostrando que a maioria das organizações se encontra nos estágios “básico” ou “intermediário” de implementação: cerca de 44% classificaram o estágio de adoção como “básico” e apenas 6% como “avançado”. Os principais benefícios relatados incluíram aumento da eficiência operacional, melhorias no planejamento e integração de processos, redução de falhas e ganhos qualitativos em relacionamento com clientes e fornecedores, enquanto os desafios mais citados foram a carência de capacitação (relatada por 39% dos respondentes como “nenhum” treinamento), resistência à mudança e ausência de estratégias claras de transformação digital. Quanto às tendências, 88,9% dos participantes destacaram a expansão do uso de Inteligência Artificial e 83,3% a integração global da cadeia de suprimentos como focos estratégicos para os próximos anos.

Portanto, os dados evidenciam que, embora o estágio de digitalização ainda seja inicial para a maioria das empresas analisadas, o movimento rumo à Indústria 4.0 é claro e irreversível, trazendo oportunidades expressivas para ganhos de eficiência, integração e competitividade. Os achados oferecem subsídios concretos para que gestores aprimorem suas estratégias de transformação digital, potencializando os resultados de toda a cadeia de suprimentos das empresas de máquinas agrícolas.

Tendo em vista os resultados apresentados, torna-se relevante situar esses achados no contexto da literatura especializada, a fim de verificar convergências e divergências com estudos prévios sobre Indústria 4.0 e maturidade digital em cadeias de suprimentos. A seguir, realiza-se uma análise comparativa entre os dados desta pesquisa e as principais referências teóricas citadas ao longo do trabalho, aprofundando a discussão sobre o estágio de transformação digital e os desafios enfrentados pelo setor de máquinas agrícolas.

Os resultados deste estudo indicam que a maturidade digital das empresas de máquinas agrícolas ainda é predominantemente básica ou intermediária, o que se alinha ao observado por

Oliveira et al. (2020), que relataram dificuldades de integração digital devido à falta de interoperabilidade entre sistemas e escassez de profissionais qualificados. Martins et al. (2023) também reforçam que, apesar do avanço de tecnologias como IoT e Big Data, o setor agrícola brasileiro ainda enfrenta barreiras estruturais, especialmente em infraestrutura e conectividade – aspectos ressaltados pelos participantes desta pesquisa.

No que se refere aos impactos e benefícios, os entrevistados deste trabalho destacaram ganhos em eficiência operacional, planejamento e integração de processos, em consonância com Frazzon et al. (2019), que apontam para a maior previsibilidade e automação proporcionadas pela digitalização nas cadeias de suprimentos. Zhao et al. (2021) também ressaltam que tecnologias como IoT viabilizam rastreabilidade e otimização logística, benefícios que, embora presentes, ainda são percebidos de forma incipiente nas empresas brasileiras pesquisadas, revelando uma defasagem em relação a outros setores estudados nas referências.

A predominância de Robótica, Automação, Inteligência Artificial e Big Data como principais tecnologias adotadas reforça a tendência apontada por Guo et al. (2020), que destacam a importância de coleta e análise de dados em tempo real para a Indústria 4.0. Awan et al. (2021) também enfatizam que a integração dessas ferramentas contribui para cadeias de suprimentos mais ágeis e responsivas. Contudo, enquanto tais estudos descrevem cenários em que essas tecnologias já estão disseminadas, nos casos analisados nesta pesquisa a adoção ainda se concentra em setores específicos e enfrenta limitações de capacitação e planejamento estratégico.

Por fim, a resistência à mudança e a falta de treinamentos estruturados, identificadas como desafios centrais neste estudo, corroboram a análise de Johann et al. (2015), que destacam a necessidade de uma cultura organizacional aberta à inovação para o sucesso da transformação digital. Lavrado et al. (2020) complementam que mudanças profundas em práticas e valores organizacionais são indispensáveis para consolidar a Indústria 4.0, sendo o engajamento da liderança e o investimento em qualificação pontos-chave para superar essas barreiras, como também apontado pelos respondentes desta pesquisa.

5 CONCLUSÃO

Por meio de uma abordagem quali-quantitativa, composta por revisão sistemática da literatura e aplicação de questionários a profissionais das áreas de Logística, Planejamento e Compras, foi possível mapear a aplicação das ferramentas digitais, identificar o estágio de

maturidade digital, os principais desafios, benefícios e tendências futuras relacionadas à digitalização da gestão da cadeia de suprimentos.

Embora o setor de máquinas agrícolas no Brasil seja estratégico e apresente significativo potencial de crescimento, a adoção das tecnologias digitais da Indústria 4.0 ainda se encontra em estágios iniciais. A maioria das empresas avaliadas revelou níveis “básicos” de implementação, integração e capacitação, apontando a existência de barreiras estruturais e culturais para a consolidação da transformação digital. Apesar disso, observa-se uma tendência de ampliação do uso de soluções como robótica, automação, inteligência artificial e análise de dados, especialmente nos setores de gestão de estoques, planejamento de demanda e produção.

A análise da maturidade digital da cadeia de suprimentos no segmento de máquinas agrícolas, supriu uma lacuna na literatura nacional e internacional. Destaca-se, ainda, o potencial do estudo para subsidiar gestores empresariais em tomadas de decisão mais assertivas, ao indicar os benefícios tangíveis — como ganhos de eficiência, produtividade e integração — e intangíveis — como melhorias no relacionamento com fornecedores e clientes, transparência e capacidade de resposta ao mercado.

A transformação digital, quando estrategicamente implementada, pode fortalecer a competitividade das empresas, tornando-as mais preparadas para os desafios de um ambiente dinâmico e globalizado. Além disso, o trabalho oferece subsídios relevantes para o desenvolvimento de estratégias empresariais voltadas à transformação digital, visando não apenas ganhos operacionais, mas também a criação de valor para toda a cadeia, contribuindo para uma gestão mais inovadora, integrada e competitiva no setor de máquinas agrícolas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMAQ – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos. **Setor de máquinas agrícolas projeta queda de 10% no faturamento este ano apoiado na quebra da safra de soja, mas mitigado por outras culturas, como cana-de-açúcar.** 2024.

Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/maquinas-e-tecnologias/371255-setor-de-maquinas-agricolas-projeta-queda-de-10-no-faturamento-este-ano-apoiado-na-quebra-da-safra-de-soja-mas-mitigado-por-outras-culturas-como-cana-de-acucar.html>. Acesso em: 16 maio 2024.

ALVES, P.S. **Suprimentos 4.0-estudo exploratório baseado na utilização de ferramentas da indústria 4.0, IA, e Big Data, visando a melhoria de processos.** Campinas, Dissertação de Mestrado da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, 2021.

ARAUJO, S.F. **Utilização de soluções business-to-business B2B no segmento downstream**

da cadeia de suprimento de uma distribuidora de combustíveis: Natal, Dissertação de mestrado da UFRN, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/14920/1/SandelyFA.pdf>, Acesso em: 04/2024.

AWAN, U., SROUFE, R., SHAHBAZ, M. Industry 4.0 and the circular economy: A literature review and recommendations for future research. **Business Strategy and the Environment**, 2021, 30(4), 2038–2060. <https://doi.org/10.1002/bse.2731>.

BARDIN, LAURENCE. *Análise de conteúdo*. 4. ed. São Paulo: Edições 70, 2016. p. 126.

BARNEY, J. B.; HESTERLY, W. **Administração estratégica e vantagem competitiva**. 3.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2009.

BOWERSOX, D.J. **Gestão Logística da cadeia de suprimentos**. Porto Alegre: AMGH, 2014.

CHENG, L. C.; MELO FILHO, L. D. R. **QFD – Desdobramento da Função Qualidade na Gestão de Desenvolvimento de Produtos**. São Paulo: Editora Blücher, 2007.

COOPERSYSTEM. **Cooperativa de profissionais especialistas em Tecnologia da Informação: Cinco tecnologias para otimizar sua cadeia de suprimentos**, 2023. Disponível em: <https://www.coopersystem.com.br/5-tecnologias-para-otimizar-sua-cadeia-de-suprimentos>.

CORREA, H.L., **Administração de Cadeias de Suprimentos e Logística - Integração na Era da Indústria 4.0:** São Paulo, Atlas, 2019.

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

CSCMP. **Council of Supply Chain Management Professionals, “Definition of Supply Chain Management.”** Council of Supply Chain Management Professionals, 2023. Disponível em: https://cscmp.org/CSCMP/Academia_and_Awards/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey4=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921.

DEGEN, R. J. **O empreendedor: empreender como opção de carreira**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

DIONISIO, G.F. **Análise dos elementos que compõem a cultura de inovação: um estudo teórico**. Dissertação de Mestrado da Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2019.

DORNIER, P.; ERNST, R.; FENDER, M.; KOUVELIS, P. **Logística e operações globais**. São Paulo: Atlas, 2000.

ENSSLIN, SANDRA ROLIM; ENSSLIN, LEONARDO; BORTOLUZZI, LUIZ; ENSSLIN, SANDRA ROLIM. **MCDA: uma abordagem construtivista para a gestão de recursos humanos em uma agência governamental**. 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/272955391_MCDA_a_constructivist_approach_to_th

e_management_of_human_resources_at_a_governmental_agency. Acesso em: 16 mar. 2025.

FELIZOLA, W, et al. Estratégias e desafios na gestão da cadeia de suprimentos para aumentar a competitividade empresarial. **Revista Tópicos**, v. 2, n. 7, p. 1-17, 2024.

FORTE, M.V. de et al. Schumpeter e o desenvolvimento tecnológico: uma visão aplicada as pequenas e medias empresas PMES. **Revista de Ciências da Administração**, 13(29), 2011.

FRAZZON, E. M., RODRIGUEZ, C. M. T., PEREIRA, M. M., PIRES, M. C., UHLMANN, I. Towards supply chain management 4.0. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, 2019, 16(2), 180–191.

FLICK, UWE. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 232–234.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOMES, C.R. **Estoque e Compras. Introdução às Práticas de Gestão Estratégica de Compras e Suprimentos**: Bauru, Editora Viena, 2012.

GONÇALVES, A., SILVA, R. **Transformações na Cadeia de Suprimentos na Era Digital**. Editora XYZ, 2023.

GUO D.; Li M.; ZHONG R.; HUANG G. Graduation Intelligent Manufacturing System (GiMS): an Industry 4.0 paradigm for production and operations management **Industrial Management & Data Systems**, 2020.

HAIR, JOSEPH F.; BUSH, ROBERT P.; ORTINAU, DAVID J. **Marketing research: a practical approach for the new millennium**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 2009. Seção sobre escalas de medição e Escala Likert.

JHA, S., MEENA, K., KUMAR, A. “**Application of IoT in Agriculture: Challenges and Opportunities**.” *Journal of Agriculture and Technology*, 14(2), 345-356, 2020.

JOHANN, S.L. *et al.* **Gestão da mudança e cultura organizacional**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2015.

JONES, T.J.; BROWN, M.A. **Supply Chain Management in Agricultural Machinery Industry**. *Journal of Agricultural Engineering*, 78(4), 112-126, 2021.

KITCHENHAM, Barbara; CHARTERS, Stuart. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Technical Report EBSE-2007-01. Keele: School of Computer Science and Mathematics, 2007. Disponível em: https://legacyfileshare.elsevier.com/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf. Acesso em: 6 dez. 2024.

LAVRADO, F.P. et al. Inovação e cultura organizacional: características presentes em culturas de inovação. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, 1091), 2020.

LIAO, J.; KICKUL, J.; MA, H. Organizational dynamic capability and innovation: an empirical examination of Internet firms. **Journal of Small Business Management**, v. 47, n. 3, p. 263-

286, 2009.

MAK, H. Y., MAX SHEN, Z. J. When triple-a supply chains meet digitalization: The case of JD.com's C2M model. **Production and Operations Management**, 2021, 30(3), 656–665

MALHOTRA, NARESH K.; DASH, SATYABHUSHAN. **Marketing research: an applied orientation**. 6. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2012. Cap. 9: Measurement – Scaling Noncomparative.

MANESH, M. F.; PELLEGRINI, M. M.; MARZI, G.; DABIC, M. **Knowledge management in the fourth industrial revolution: Mapping the literature and scoping future avenues**. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 68, n. 1, p. 289–300, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1109/TEM.2019.2963489>.

MARTINS, G.M., *et al.* **O uso da blockchain na cadeia de suprimentos agrícolas**. *Revista e- fatec*, v. 13, n. 1, jun. 2023.

MIN, S.; ZACHARIA, Z. G.; SMITH, C. D. *Defining supply chain management: in the past, present, and future*. **Journal of Business Logistics**, v. 40, n. 1, p. 44–55, 2019.

MINAYO, MARIA CECÍLIA DE SOUZA. **Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade**. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 17, n. 3, p. 621–626, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/39YW8sMQhNzG5NmpGBtNMff/>. Acesso em: 30 abr. 2025.

MORAIS, F. *Transformação digital*. São Paulo: Saraiva Educação, 2020.

OLIVEIRA, M.G.de. *et al.* **Roadmapping: uma abordagem estratégica para o gerenciamento da inovação em produtos, serviços e tecnologia**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2020.

PETERSEN K. *et al.* *Guidelines for Conducting Systematic Mapping Studies in Software Engineering: An Update*. **Information and Software Technology**, 64, 2015.

PIRES, H. **A controladoria como suporte ao processo decisório corporativo: como maximizar os lucros de forma planejada**: Ebood Kindle, 2019.

QUINTELA, A.do.C. *et al.* Impacto da pandemia de covid19 em cadeias de suprimentos: um estudo de caso múltiplo. **XLI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “Contribuições da Engenharia de Produção para a Gestão de Operações Energéticas Sustentáveis” Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 18 a 21 de outubro de 2021**.

RAMOS, D.W.de.O. Inovação na gestão da cadeia de suprimentos e os seus impactos nas praticas sustentáveis: uma revisao sistemática da literatura. **XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO**, Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

REID, D. R; SANDERS, N.R. *Gestão de Operações*. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

RICHARDSON, LAUREL; ELLIS, CAROLYN; BOCHNER, ARTHUR; DENZIN, NORMAN K.; LINCOLN, YVONNA S.; MORSE, JANICE; PELIAS, RONALD. **Talking and thinking about qualitative research**. In: DENZIN, NORMAN K.; GIARDINA,

MICHAEL D. (orgs.). *Ethical futures in qualitative research: decolonizing the politics of knowledge*. Thousand Oaks: Sage Publications, 2008. p. 229–269.

SACOMANO, J.B. *et al.* **Indústria 4.0: conceitos e fundamentos**. São Paulo: Blucher, 2018.

SANTOS, M. B.; FERNANDES, R. A. O papel da tecnologia na gestão do conhecimento e na inovação organizacional. *Jornal de Negócios e Tecnologia*, v. 28, n. 1, p. 15-28, 2020.

SCHVINGEL, F. **Comportamento do consumidor organizacional: fatores que influenciam a escolha**: Lajeado, Univates, 2016. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/79834376.pdf>,

SCHWAB, K. *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Business.2016.

SEYFERT, A. *et al.* *Supply chain 4.0-the next generation digital supply chain*. *McKinsey & Company, June*, 2016.

SONY, M; ANTONY, J; NAIK, S. Como as organizações implementam uma iniciativa LSS eficaz? Estudo qualitativo. **Benchmarking: An International Journal**, v. 27, n. 5, p. 1657-1681, 2020.

SPÖTTL, G.; WINDELBAND, L. **The 4th industrial revolution – its impact on vocational skills**, *Journal of Education and Work*, 2021. 34:1, 29-52, DOI: 10.1080/13639080.2020.1858230.

SRHIR, S.; JAEGLER, A.; MONTOYA., J. Uncovering Industry 4.0 technology attributes in sustainable supply chain 4.0: **A systematic literature review**, 2022.

TASCA, LUIZ; ENSSLIN, SANDRA ROLIM; ENSSLIN, LEONARDO; BORTOLUZZI, LUIZ. **Modelo multicritério de apoio à decisão construtivista no processo de gestão pública: uma abordagem híbrida**. *Revista Produção*, v. 20, n. 2, p. 314–325, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/hQ5cJtNmzzSJf8hS7GhWGdH/?lang=pt>. Acesso em: 08 abr. 2025.

TOMAZ, *et al.*. **E-empreendedor: o portal do empreendedor digital**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – UFSC, Florianópolis, 2001.

TORRES, R. L. **A indústria automobilística brasileira: uma análise da cadeia de valor**. 2011. 179p. Dissertação, Mestre em Economia, UFSC, 2011. Towards supply chain management 4.0. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, 2019, 16(2), 180–191

TRANFIELD, D.; DENIER, D.; SMART, P. **Towards a Methodology for Developing** v. 68, n. 1, p. 289-300, 2003.

VALENTE, J. C. M. G. **Centralização de compras como estratégia logística competitiva: o caso da Vodafone Portugal**. 2005. 106p. Tese de Doutorado. Instituto Superior de Economia e Gestão.

VENTURELLI, M. Indústria 4.0: Maturidade para Indústria 4.0: avaliação qualitativa e quantitativa para implantação da digitalização. **Industria4.0**, 2020.

ZEFERINO, F.M., **Logística rodoviária: a utilização das ferramentas da qualidade na redução de custos de transporte**: Curitiba, Appris Editora, 2019.

ZHAO, L., ZHAO, X., WU, X. “**Smart Logistics in Agriculture: Opportunities and Challenges.**” *Journal of Agricultural Engineering*, 78(4), 112-126, 2021.