

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GABRIEL CASAGRANDE FARINÁCIO

**INVESTIGAÇÃO QUANTITATIVA PARA MAPEAR O NÍVEL DE MATURIDADE DA
INDÚSTRIA DE LONDRINA E REGIÃO**

LONDRINA

2023

GABRIEL CASAGRANDE FARINÁCIO

**INVESTIGAÇÃO QUANTITATIVA PARA MAPEAR O NÍVEL DE MATURIDADE DA
INDÚSTRIA DE LONDRINA E REGIÃO**

**Quantitative research to map the level of maturity of the industry in Londrina
and region**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Prof. Dr Rogério Tondato

LONDRINA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

GABRIEL CASAGRANDE FARINÁCIO

**INVESTIGAÇÃO QUANTITATIVA PARA MAPEAR O NÍVEL DE MATURIDADE DA
INDÚSTRIA DE LONDRINA E REGIÃO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Prof. Dr Rogério Tondato

Data de aprovação: 21/novembro/2023

Rogério Tondato
Doutor
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Silvana Rodrigues Quintilhano
Doutora
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

José Ângelo Ferreira
Doutor
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**LONDRINA
2023**

AGRADECIMENTOS

Dedico esse trabalho especialmente a minha namorada, que sempre esteve do meu lado e me deu todo o apoio necessário.

Aos meus pais, meu irmão, familiares e meus amigos por não me deixarem desistir.

E por fim, agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Rogerio Tondato por todo suporte dado durante o decorrer do trabalho.

RESUMO

A Revolução Industrial marcou um período de transformação econômica, substituindo a economia agrária e artesanal por uma economia industrial e impulsionando a inovação tecnológica. Isso resultou em mudanças significativas nas condições de vida, trabalho e na sociedade, inaugurando assim a era industrial moderna. A Indústria 4.0, também conhecida como Quarta Revolução Industrial, é um conceito que abrange a integração de tecnologias avançadas e a automação em processos industriais. Isso visa aprimorar a produtividade, qualidade e flexibilidade por meio de um sistema de produção altamente eficiente, personalizado e capaz de responder rapidamente às demandas do mercado. Na região de Londrina, que tem estado em constante progresso desde 1980, existe um grande potencial para seguir essa tendência devido à sua localização estratégica, à presença de universidades e instituições de pesquisa, bem como à disponibilidade de recursos naturais na região. A adoção da transformação digital poderia contribuir para a competitividade e inovação nas indústrias locais. Nesse contexto, este trabalho apresentou um mapeamento das características das indústrias de Londrina e região, usando um questionário respondido por gestores das empresas para avaliar a adoção do conceito 4.0 nas indústrias. No entanto, os resultados revelaram que apenas 10% das empresas participantes relataram o uso dessas ferramentas, indicando que Londrina enfrenta desafios significativos para se adaptar à Quarta Revolução Industrial.

Palavras-chaves: Indústria 4.0, Revolução Industrial; Londrina; Transformação Digital.

ABSTRACT

The Industrial Revolution marked a period of economic transformation, replacing the agrarian and artisanal economy with an industrial economy and driving technological innovation. This resulted in significant changes in living, working and societal conditions, thus ushering in the modern industrial era. Industry 4.0, also known as the Fourth Industrial Revolution, is a concept that encompasses the integration of advanced technologies and automation in industrial processes. This aims to improve productivity, quality and flexibility through a highly efficient, personalized production system capable of responding quickly to market demands. In the Londrina region, which has been in constant progress since 1980, there is great potential to follow this trend due to its strategic location, the presence of universities and research institutions, as well as the availability of natural resources in the region. The adoption of digital transformation could contribute to competitiveness and innovation in local industries. In this context, this work presented a mapping of the characteristics of industries in Londrina and the region, using a questionnaire answered by company managers to evaluate the adoption of the 4.0 concept in industries. However, the results revealed that only 10% of participating companies reported using these tools, indicating that Londrina faces significant challenges in adapting to the Fourth Industrial Revolution.

Keywords: Industry 4.0; Industrial Revolution; Londrina; Digital transformation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Detalhamento do nível de maturidade	16
Figura 2 – Níveis de análise da Maturidade para Industria 4.0	17
Figura 3 - Questões objetivas	18
Figura 4 - Gráfico de resultados	18
Figura 5 - Diferença do número de estabelecimentos industriais em Londrina entre 2011-2021.	28
Figura 6 - Resultado: Setores das empresas.....	30
Figura 7 – Resultado: Porte da Empresa.....	31
Figura 8 – Resultado: Ferramentas utilizadas. Fonte: Do autor (2023)	31
Figura 9 – Resultado: Colaboração	32
Figura 10 – Resultado: Sustentabilidade	33
Figura 11 – Resultado: A inovação, o planejamento estratégico e um ambiente colaborativo	34
Figura 12 – Resultado: Qualidade.....	35
Figura 13 – Resultado: Relação gestão ambiental e de segurança.	36
Figura 14 – Resultado: Gestões.....	38
Figura 15 – Resultado: Cadeia de Suplementos.....	39
Figura 16 – Resultado: Gestão de Compras	40
Figura 17 – Resultado: Gestão de Compras	41
Figura 18 – Resultado: Planejamento e Controle de Produção	42
Figura 19 – Resultado: Manutenção Fonte: Do autor (2023)	43
Figura 20 – Resultado: Aplicação da Industria 4.0	43

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 – Tecnologia e Palavras-Chave	20
Quadro 2 - Trabalhos Correlatos	25
Quadro 3 - Questões 1ª fase.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IOT	<i>Internet of Things</i> / Internet das Coisas
IA	Inteligência Artificial
IOS	Internet dos Serviços

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Objetivo	8
1.2	Justificativa	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	Revolução Industrial	10
2.2	Indústria 1.0	10
2.3	Indústria 2.0	11
2.3.1	A administração científica	11
2.3.2	Produção em massa.....	12
2.4	Indústria 3.0	13
2.4.1	Produção enxuta	15
2.5	Indústria 4.0	15
2.5.1	Princípios da Indústria 4.0	16
2.5.2	Pilares da Indústria 4.0.....	20
2.6	Trabalhos Correlatos	24
3	MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA	26
4	DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	27
4.1	A Indústria em Londrina e Região	27
4.2	Apresentação da pesquisa	28
4.3	Resultados obtidos na pesquisa	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
6	CONCLUSÃO	47
	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICE A - Questionário de pesquisa	53

1 INTRODUÇÃO

Durante a idade moderna, várias revoluções ocorreram no mundo, incluindo a revolução industrial. Foram criados equipamentos mecânicos, os quais substituíram a mão de obra humana, nascendo, assim, a indústria moderna. Com a segunda revolução, houve o acréscimo de um novo nível de modernidade, substituindo-se as máquinas a vapor por eletricidade, além da forma de produção em massa. Tudo isso foi substituído no início dos anos 1970, com a revolução da internet, sendo empregadas novas formas de produção, automatizando-se cada vez mais as indústrias e substituindo-se o trabalho manual e intelectual (SILVA, 2022).

A quarta revolução industrial, denominada indústria 4.0, traz um impacto maior em relação às novas formas de tecnologia, permitindo uma interligação entre mundo físico e virtual. Contudo, segundo Schwab (2016), as mudanças tecnológicas são mais amplas, não sendo apenas uma revolução das fábricas, mas do sistema inteiro, ligada à conectividade - robôs, drones, cidades inteligentes e inteligência artificial. Neste contexto, mudanças nos modelos de negócios terão repercussões profundas no perfil dos empregos, nos próximos anos.

A indústria mundial passa por um processo de aprimoramento. É de extrema importância, diante de um mundo cada vez mais tecnológico, que o desenvolvimento de novas tecnologias passe para o ambiente de produção. Novas tecnologias permitem a integração dentro da indústria. Essa nova revolução industrial está cada vez mais presente na indústria, uma vez que elas têm a necessidade de se adaptar às mudanças, a fim de continuar competitivas, precisando desenvolver uma visão de como abranger e administrar tais mudanças (SENAI, 2019).

Entretanto, pequenas e médias empresas, e principalmente as situadas em países em desenvolvimento, possuem maior dificuldade de acrescentar tais tecnologias, visto a necessidade no investimento físico e humano.

Assim, diante do exposto acima, pode-se realizar o seguinte questionamento: Em que medida a indústria da região de Londrina já contempla conceitos da Indústria 4.0?

1.1 Objetivo

O objetivo geral deste trabalho foi investigar, a partir de um mapeamento, o nível de maturidade da indústria em empresas de Londrina e Região.

Como objetivos específicos, tem-se:

- Desenvolver um referencial teórico sobre as características das indústrias;
- Desenvolver um questionário que verifique o nível de maturidade da indústria;
- Realizar coleta de dados e analisar as empresas que estão perto ou já atingiram a realidade de indústria 4.0;
- Mapear as características das indústrias;

1.2 Justificativa

Com o passar dos anos, diversas revoluções influenciaram na capacidade dos seres humanos de aprender. Novas tecnologias foram surgindo com o intuito de melhorar a forma como se trabalha, sempre visando à praticidade e o bem-estar como um todo (SCHWAB, 2016).

Com as três primeiras revoluções industriais, inúmeros resultados foram surgindo em forma de mecanização, eletricidade e informação. Com o surgimento da internet, as opções de melhorias vêm aparecendo e a quarta revolução industrial surge como um método de capacitar ainda mais as fábricas, estabelecendo uma rede global para incorporar máquinas, armazenamentos e formas de produção modernizadas (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

Desta forma, é essencial descobrir como as indústrias estão evoluindo, de acordo com essa nova revolução, bem como determinar a forma como estão se organizando para implantar esta nova forma de trabalho.

Este projeto tem por escopo o estudo da atual situação das indústrias de Londrina e região perante esta nova revolução, avaliando o nível de maturidade frente a esta inovação, bem como descobrir o porquê de algumas empresas ainda não terem iniciado essa modernização. Para minha formação profissional, entrará como aprimoramento de habilidades e conhecimentos sobre a revolução, assim como o desenvolvimento de formas para auxiliar em futuras oportunidades.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Revolução Industrial

O processo de industrialização até meados do século XVIII, de acordo com Miranda (2012, p 11), eram limitados e tinham como principal força motriz de seus meios de produção a força humana e animal.

Sobre a Revolução Industrial, Hobsbawn (2007) descreve:

O que significa a frase 'a revolução industrial explodiu'? Significa que a certo altura da década de 1780, e pela primeira vez na história, foram retirados os grilhões do poder produtivo das sociedades humanas, que daí em diante se tornaram capazes da multiplicação rápida, constante, e até o presente ilimitada, de homens, mercadorias e serviços. Este fato é hoje tecnicamente conhecido pelos economistas como a 'partida para o crescimento autossustentável'. Nenhuma sociedade anterior tinha sido capaz de transpor o teto que a estrutura social pré-industrial, uma tecnologia é uma ciência deficientes (*sic*), e conseqüentemente o colapso, a fome e a morte periódicas, impunham à produção.

Essa revolução industrial ficou conhecida como 1ª revolução industrial ou indústria 1.0. Esta revolução continuou ao longo dos anos e encontra-se na 4ª revolução, sendo chamada de indústria 4.0.

2.2 Indústria 1.0

É sabido que a Revolução Industrial teve início na Inglaterra, onde as primeiras máquinas a vapor foram construídas, resultando na criação de fábricas de produção em massa que se disseminaram pela Europa e, posteriormente, por todo o mundo (VENTURELLI, 2017).

O ponto fundamental para a primeira Revolução Industrial reside nas mudanças tecnológicas implementadas, principalmente em três áreas da indústria. Além das mudanças mencionadas no parágrafo anterior, houve transformações na maneira de extrair matéria-prima e na exploração de novas fontes de energia. Não se limitaram apenas a mudanças nos processos de fabricação, mas também resultaram na criação de novas formas de organização visando a melhoria da eficiência interna. As fábricas deixaram de ser apenas locais de trabalho, transformando-se em ambientes com estruturas maiores e mais organizadas (LIMA; NETO, 2017).

2.3 Indústria 2.0

Um século após a primeira Revolução Industrial, novos avanços foram descobertos e integrados à indústria. Isso incluiu a descoberta da eletricidade, avanços nos setores de transporte e comunicação e, acima de tudo, o desenvolvimento da tecnologia para transformar o ferro em aço. Esse conjunto de avanços marcou o início da Segunda Revolução Industrial, que visava aumentar os lucros em troca dos investimentos realizados. As indústrias começaram a adotar a produção em série, aumentando a eficiência produtiva e, conseqüentemente, gerando novas oportunidades de emprego, bem como a incorporação de novos equipamentos nas fábricas (MIRANDA, 2012).

Os principais pilares dessa nova revolução industrial foram estabelecidos por figuras notáveis como Frederick Taylor e Henry Ford, que aplicaram essas descobertas em suas fábricas para produzir bens de consumo em larga escala. Eles se depararam com uma sociedade em rápida transformação, marcada pela migração em massa das áreas rurais para as urbanas, um fenômeno conhecido como êxodo rural. Esse movimento populacional deu origem a duas novas classes sociais que desempenharam papéis fundamentais na sociedade industrial em evolução: a burguesia industrial, representando os proprietários e investidores, e o proletariado, composto pelos trabalhadores que desempenhavam funções nas fábricas (MIRANDA, 2012).

2.3.1 A administração científica

Antes da proposta de Taylor, os sistemas de administração nas empresas eram caracterizados por permitir que cada trabalhador executasse suas tarefas da maneira que achasse conveniente. Além disso, cabia ao próprio trabalhador a escolha dos instrumentos de trabalho disponíveis. A gerência, por sua vez, oferecia pouca ou nenhuma orientação (TAYLOR, 1990).

Conseqüentemente, nesse contexto, havia uma notável falta de uniformidade na execução de determinadas atividades no meio do século XIX. Os métodos de trabalho eram transmitidos oralmente ou por meio da observação, de pessoa para pessoa, sem que houvesse uma codificação ou análise sistemática desses ensinamentos. Isso significa que as práticas de trabalho não haviam sido documentadas ou descritas de forma sistemática até então (TAYLOR, 1990).

O sistema de Taylor se fundamentava em quatro princípios, que, de acordo com Lodi (1971), são conhecidos por termos abreviados e identificativos: planejamento, seleção, controle e cooperação.

O princípio do planejamento envolvia a substituição do critério individual do operário por uma ciência que definiria como a tarefa deveria ser realizada. A ciência passaria a prevalecer sobre as regras empíricas pessoais dos trabalhadores, tornando o processo produtivo mais eficiente (TAYLOR, 1990).

A seleção científica do trabalhador, de acordo com Taylor (1990), envolvia o estudo, treinamento e instrução do operário, em vez de permitir que ele mesmo escolhesse os métodos de trabalho de forma aleatória. O objetivo era selecionar trabalhadores com capacidade de superar o padrão normal de produtividade.

O terceiro princípio, o controle, implicava uma supervisão contínua por parte da direção da empresa para assegurar que o trabalho fosse realizado de acordo com as leis científicas estabelecidas. Isso requeria a presença de um supervisor, um instrutor que verificava se os trabalhadores estavam seguindo as instruções definidas (TAYLOR, 1990).

O quarto princípio, a cooperação, de acordo com Taylor (1990), tinha como objetivo compartilhar igualmente as responsabilidades entre a administração e os trabalhadores. Segundo o autor (2023), a cooperação significava que "a administração assumiria as tarefas para as quais estava mais preparada, e os operários as restantes".

Na verdade, Taylor apresentava seu sistema como um projeto de colaboração entre o trabalho e o capital, enfatizando em seus discursos que o objetivo principal da administração científica era garantir o máximo crescimento tanto para o empregador quanto para o empregado (HELOANI, 1994).

2.3.2 Produção em massa

O crescimento exponencial da população, as revoluções e os avanços nos meios de transporte, agricultura e indústria marcaram a criação de um mundo novo. De acordo com Huberman (1986), Henry Ford emergiu como uma figura chave ao propor uma abordagem revolucionária para resolver os problemas inerentes à produção artesanal.

Conforme Womack, Jones e Ross (1992), as técnicas desenvolvidas por Ford levaram à redução de custos e, ao mesmo tempo, ao aumento da qualidade dos

produtos, tornando-os acessíveis a um número maior de consumidores. Essa combinação de técnicas ficou conhecida como Sistema de Produção em Massa, também conhecido como Sistema Fordista. A primeira grande concretização desse sistema ocorreu em 1908, com o lançamento do Ford Modelo T.

Segundo Maximiano (2004), Henry Ford desempenhou um papel fundamental na disseminação da produção em massa em todo o mundo, baseando-se em dois princípios fundamentais: a especialização dos trabalhadores e a padronização das peças. Dentro desse sistema de produção em massa, o produto é dividido em várias partes, e os processos de produção são subdivididos em etapas, com cada peça sendo fabricada em diferentes etapas do processo. Isso resultou em trabalhadores altamente especializados em tarefas específicas, criando o conceito de trabalhadores intercambiáveis, onde cada um tinha uma função específica dentro da produção.

2.4 Indústria 3.0

A Terceira Revolução Industrial teve início na década de 1970 e foi caracterizada pelo avanço da tecnologia de ponta. Pode ser resumida como um processo abrangente que se espalha e tem impacto cultural. Economicamente e politicamente, a Terceira Revolução Industrial deu origem ao neoliberalismo e à globalização. Essa transformação na forma de produção coincidiu com mudanças no planejamento estatal e na organização dos setores econômicos: primário (agropecuária e extração de minérios), secundário (indústria, pesquisa e informática) e terciário (serviços).

Nessa fase da Revolução Industrial, também foram desenvolvidas várias inovações e tendências (PASQUINI, 2020). No entanto, o texto não especifica quais são essas inovações e tendências. Caso deseje obter mais informações sobre esse aspecto, sinta-se à vontade para fornecer mais detalhes ou fazer uma pergunta específica.

- Telefonia móvel;
- Criação de robôs para indústrias;
- Progresso na criação de foguetes;
- Desenvolvimento da biotecnologia;
- Utilização da energia atômica;

Segundo Silva (2002), a terceira fase da Revolução Industrial evoca uma visão arrojada e futurista, com a introdução de robôs, máquinas de comando numérico, design assistido por computador, programas de controle de qualidade e certificações ISO 9000. Essa fase emergiu como resultado dos avanços tecnológicos do século XX e XXI.

A Indústria 3.0 apresentou várias características distintas, como o uso de diversas fontes de energia, o aumento dos recursos de informática, a diminuição do desemprego, a globalização, o crescimento de potenciais industriais e uma maior preocupação com as consequências ambientais (SILVA et al., 2002).

Em seu livro "A Terceira Revolução Industrial," Rifkin (2011) identifica cinco pilares que sustentam essa terceira revolução. Todos esses pilares devem ser implementados de forma conjunta para que a revolução industrial possa ser eficaz e sustentável. No entanto, o texto não detalha quais são esses cinco pilares. Caso deseje obter mais informações sobre eles, sinta-se à vontade para fornecer mais detalhes ou fazer uma pergunta específica.

- Substituição de energias prejudiciais para energias renováveis;
- Modificação do patrimônio imobiliário de cada continente em micros geradores de energia;
- Emprego de hidrogênio e outras tecnologias em todas as edificações e infraestrutura para o armazenamento de energias intermitentes;
- O uso da tecnologia para transformar rede elétrica em uma rede de compartilhamento continental de energia que atua como internet;
- Apresentar transições da frota de transportes para veículos que utilizem combustíveis ou eletricidade, para que possam comprar e vender eletricidade em redes interativas, continentais e inteligentes;

De fato, um dos maiores avanços alcançados com a Terceira Revolução Industrial foi a implementação da produção enxuta, que teve um impacto significativo no processo de fabricação. A produção enxuta permitiu a redução substancial dos tamanhos dos lotes de produção, tornando economicamente viável a produção em menor escala. Isso, por sua vez, abriu portas para a participação de pequenos e médios fabricantes na competição pelos mercados consumidores (LEMOS, 2022).

2.4.1 Produção enxuta

A produção enxuta, também conhecida como Sistema Toyota, consiste em um conjunto de técnicas que, quando devidamente implementadas e otimizadas, possibilitam a redução das fontes de desperdício e promovem a melhoria contínua. Essas técnicas têm como objetivo identificar e eliminar desperdícios, melhorar a qualidade, reduzir o tempo e os custos, visando satisfazer as necessidades dos clientes (SILVA, 2018).

De acordo com Maximiano (2005), os dois princípios mais importantes do Sistema Toyota são a eliminação de desperdícios e a fabricação com qualidade, com o intuito de aprimorar o desempenho das indústrias.

De acordo com Lemos (2022), além disso, a produção enxuta envolve o controle do fluxo total, o que contribui para a redução das incertezas e do tipo de caos frequentemente encontrado em plantas de manufatura. Ela não é apenas "enxuta" no sentido financeiro e físico, mas também emocional. Isso significa que as pessoas que trabalham nesse ambiente têm maior confiança e tranquilidade em comparação com os ambientes corporativos tradicionais, que são frequentemente caóticos e sujeitos a mudanças constantes, onde trabalhar horas extras para atender a pedidos é considerado normal.

Estudos realizados por Wormack e Jones (2004), Ohno (1997) e Liker (2005) destacam uma das maiores vantagens da produção enxuta para o aumento da produtividade das empresas, sem a necessidade de grandes investimentos em novos recursos: a padronização da rotina e das tarefas no ambiente de trabalho. Isso contribui para a eficiência operacional e a melhoria contínua dos processos, reduzindo desperdícios e aumentando a qualidade.

2.5 Indústria 4.0

De acordo com Kagermann et al. (2013), o termo "Indústria 4.0" surgiu publicamente em 2011, na Alemanha, durante a feira de Hannover. Essa nova abordagem da indústria foi desenvolvida com o objetivo de fortalecer a competitividade da indústria manufatureira alemã.

Conforme Silveira (2017), a principal justificativa por trás do conceito de Indústria 4.0 é que, ao conectar máquinas, sistemas e ativos, as empresas podem estabelecer redes inteligentes e, assim, administrar módulos de produção de forma

independente. Isso implica na capacidade de coordenar e otimizar processos de fabricação de maneira mais eficiente, tornando a produção mais ágil e adaptável às demandas do mercado em constante mudança.

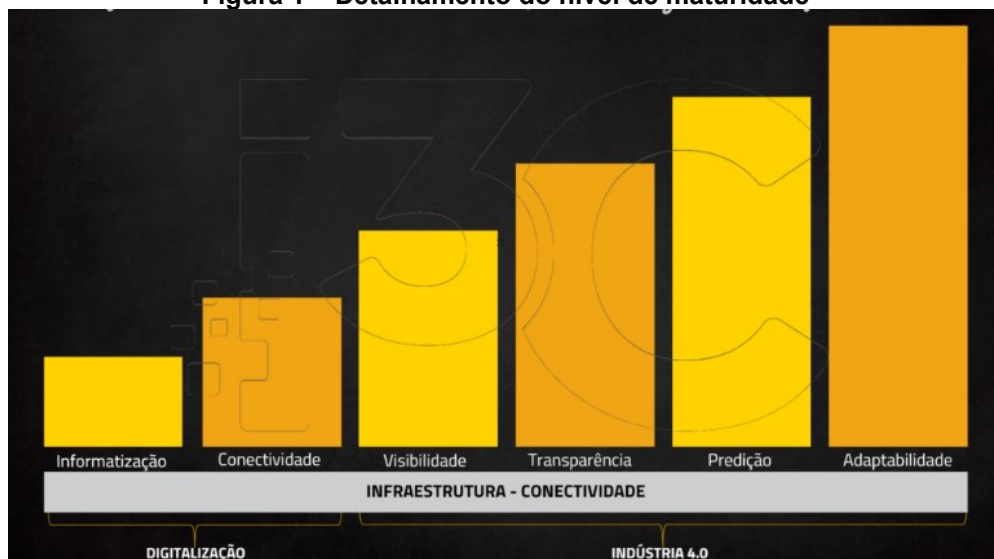
2.5.1 Princípios da Indústria 4.0

Segundo alguns autores, existem seis princípios da Indústria 4.0 que são de extrema importância e sempre devem ser exigidos para que se consiga implementar a quarta revolução. Segundo Silveira (2016) os princípios são:

- Capacidade de operação em tempo real – obtenção e processamento de dados.
- Virtualização – cópia virtual das fábricas inteligentes, permitindo assim a rastreabilidade e o controle remoto.
- Descentralização – tomada de decisões poderá ser feita por dentro de um sistema físico.
- Orientação de Serviços - Aperfeiçoamento de arquiteturas de software orientadas a serviços aliados ao conceito de *Internet of Services*.
- Modularidade – produção de acordo com a demanda.
- Interoperabilidade – competência de os sistemas comunicarem entre si.

Para melhor análise, a Figura 1 mostra como funciona o nível de maturidade. Com ela pode-se descobrir qual o nível de indústria que tal empresa se encontra.

Figura 1 – Detalhamento do nível de maturidade



Fonte: i3C Soluções (2021)

O gráfico apresentado na figura acima ilustra os níveis de maturidade com base na infraestrutura e conectividade, divididos em duas etapas: digitalização, que abrange a coleta e a disponibilidade de informações, e a implementação da Indústria 4.0 propriamente dita.

Para realizar essa análise, são considerados os principais fatores de transformação digital e a situação real da indústria em questão. Isso não apenas permite a avaliação e o grau de maturidade, mas também serve como um guia para o desenvolvimento de um plano de ação. É importante ressaltar que uma análise mais detalhada das empresas é necessária para criar um plano de transformação mais eficaz. Portanto, a análise é dividida em três níveis: Empresa, Unidade Fabril e Processo, conforme ilustrado na Figura 2 (SANTOS, 2021).

Essa abordagem segmentada possibilita uma compreensão mais profunda das áreas específicas que necessitam de melhorias e permite a implementação de estratégias mais direcionadas para o aprimoramento da maturidade na Indústria 4.0 (SANTOS, 2021).

Figura 2 – Níveis de análise da Maturidade para Indústria 4.0
Avaliação de Maturidade para Indústria 4.0



Fonte: Revista Elevador Brasil (2021)

No que diz respeito à empresa, realiza-se um estudo abrangente da organização em seu nível mais alto, considerando diversos fatores para avaliar a maturidade da empresa em relação à Indústria 4.0. Para esse propósito, é empregada uma forma de pesquisa parcialmente estruturada, com perguntas objetivas, como

descrito por Santos (2021). A Figura 3 apresenta as questões objetivas relacionadas à medição do nível de maturidade nessas áreas específicas.

Essas perguntas objetivas são projetadas para avaliar aspectos-chave da empresa em relação à adoção e implementação da Indústria 4.0. Através dessa avaliação, é possível obter insights sobre o grau de preparação da organização para abraçar as inovações e tecnologias associadas à Indústria 4.0, identificando áreas que podem precisar de desenvolvimento e melhorias. Isso ajuda a orientar o desenvolvimento de estratégias de transformação digital e a criação de planos de ação específicos para elevar o nível de maturidade da empresa (SANTOS, 2021).

Figura 3 - Questões objetivas

Negócios / Estratégia e organização	• Mede de que maneira o tema Indústria 4.0 e inovação estão <u>posicionados na estratégia da empresa</u>
Aplicação / Fábrica inteligente	• Mede em que nível a empresa possui uma <u>produção digital integrada e automatizada</u> baseada em sistemas cyberfísicos
Infraestrutura / Operações inteligentes	• Mede em que nível os processos e produtos da empresa são <u>modelados digitalmente e podem ser controlados por meio de sistemas</u> e algoritmos de TIC em um mundo virtual
Serviços Datadriven / Produtos inteligentes	• Mede em que nível a empresa oferece <u>serviços orientados a dados por meio da integração de produtos, produção e clientes</u> , assim como mensura em que medida seus produtos podem ser controlados com TI
Inovação	• Mede o quanto a empresa <u>trata a inovação como estratégia e qual sua importância na geração de resultados</u> para o negócio. Adicionalmente qualifica como se estrutura o processo de inovação
Cultura de inovação para a Indústria 4.0	• Mede o nível da empresa nas habilidades necessárias para implementar os conceitos da Indústria 4.0, e <u>qualifica como a cultura da empresa incentiva a inovação, a geração de ideias e o fluxo de informação é livre</u>

Fonte: Revista Elevador Brasil (2021)

Os resultados destas análises podem ser condensados e reproduzidos em forma de gráfico, parecido com a forma da Figura 4:

Figura 4 - Gráfico de resultados

Maturidade para a Indústria 4.0



Eixos	Nota	Objetivo
Negócios	3	5
Aplicação	0	5
Infraestrutura	5	5
Serviços	2	5
Inovação	5	5
Cultura	4	5

Fonte: Revista Elevador Brasil (2021)

Silva (2021) elaborou um modelo que classifica os variados níveis de maturidade das organizações:

- 0-2 Pré-digital: Conhecimento e ações são divididos e sem organizações. Sem indícios de relações entre os trabalhadores, os procedimentos e os produtos;
- 3-4 Iniciante Digital: Acontecimentos distantes de relação entre produtos, trabalhadores e procedimentos. Determinadas informações são partilhadas entre grupos e gestores, mas com quase nenhum envolvimento da coordenação;
- 5-6 Operação Conectada: Procedimentos orientados centralmente proporcionando a divisão de melhores técnicas. Projetos para digitalização com conexão de produtos, trabalhadores e procedimentos;
- 7-8 Operação Inteligente: Administração participante no portfólio digital possibilita implementar em larga escala propósitos organizacionais comuns. Elaboraões digitais constituem largo espectro na variedade de produtos, nos trabalhadores e nos procedimentos;
- 9-10 Operação Transformativa: Procedimentos, produtos e trabalhadores são fortemente instrumentados, contextualmente responsáveis e independentes. A equipe de operações trata os grupos de dados individualmente.

Conforme Santos (2021), a classificação mencionada acima fornece uma visão geral da situação da empresa em relação à maturidade para a Indústria 4.0. No entanto, é importante destacar que essa classificação pode não ser tão relevante, uma vez que áreas diferentes dentro da mesma empresa podem apresentar níveis de maturidade distintos. Portanto, compreender a maturidade de cada estrutura analisada é mais relevante, pois permite a criação de planos de mudanças direcionados e específicos para cada área.

No que diz respeito à análise da Unidade Fabril, é fundamental reconhecer que diferentes empresas podem possuir unidades físicas diversas, muitas vezes com naturezas distintas entre si, independentemente de suas especialidades no processo

ou localização. Isso leva a variações nos níveis de maturidade entre as unidades fabris.

Da mesma forma, a análise dos processos é equivalente à análise da unidade fabril. Os processos envolvidos podem ser diferentes e, conseqüentemente, apresentar níveis de maturidade distintos. Portanto, é necessário considerar eixos específicos para cada análise, a fim de elaborar planos de investimentos em pessoas e tecnologias que sejam adequados a cada contexto (SANTOS, 2021).

De acordo com Santos (2021), é fundamental compreender que a Indústria 4.0 é sustentada por pilares que representam a base para sua implementação eficaz. Além disso, para que a indústria alcance a Quarta Revolução Industrial, seus processos precisam estar bem estruturados e ter passado com eficiência pelas etapas das três revoluções industriais anteriores. A compreensão desses pilares e o fortalecimento dos processos são essenciais para a adoção bem-sucedida da Indústria 4.0.

2.5.2 Pilares da Indústria 4.0

Dentro do contexto da Indústria 4.0, as tecnologias emergentes e exponenciais são conhecidas por apresentarem características extremamente inovadoras e transformadoras de maneira rápida e intensa. Essas tecnologias têm a capacidade de impactar todos os setores industriais (BONGOMIN, 2020). Elas oferecem benefícios ao impulsionar a transformação digital, acelerando mudanças, enfocando mais no cliente, promovendo produção personalizada, flexibilidade e redução de custos (SCHLAEPFER, 2015). As tecnologias disruptivas têm o potencial de provocar mudanças rápidas nos aspectos sociais, econômicos, princípios de trabalho, produção e consumo (BONGOMIN, 2020).

O Quadro 1 apresenta as principais tecnologias que devem ser acompanhadas para compreender a Indústria 4.0. Abaixo, são detalhadas essas tecnologias:

Tecnologia	Palavras-Chave
Internet das Coisas (IOT)	Inovação tecnológica, relacionar serviços;
Segurança cibernética	Técnica de segurança;

<i>Blockchain</i>	Principal consumido: Setor financeiro;
Fábrica Inteligente	Fábrica conectada;
Inteligência Artificial (IA)	Investigações cruzada;
Computação em nuvem	Oferece acesso independente do lugar;
<i>Big Data</i>	Análise de aglomeração de dados;
<i>Smart Data</i>	Capacidade de obter grande insights;
<i>Data Science</i>	Melhorar técnicas de retirada de conhecimento;
Tecnologia da Informação	Tratamento de dados, sistemas de informação;
Manufatura aditiva	Autonomia para design;
Internet do Serviço (IoS)	Utilização de serviços;

Fonte: Do autor (2023) (2023)

Uma das principais tecnologias da Indústria 4.0 é a Internet das Coisas (IoT). A IoT é uma inovação tecnológica que se baseia em conceitos já estabelecidos, como a Internet e objetos inteligentes (GALEGALE, 2016). A União Internacional das Telecomunicações (ITU) define a IoT como uma base para uma organização global que visa fornecer informações e conectar serviços de tecnologia da informação e comunicação para trabalhar em conjunto, tanto os já existentes quanto aqueles em desenvolvimento (ITU, 2012, citado por LEE, 2015). O objetivo da IoT é conectar máquinas, objetos e pessoas simultaneamente (SANTOS, 2018).

A segurança cibernética desempenha um papel fundamental na Indústria 4.0, uma vez que visa proteger os dados e sistemas tecnológicos contra ataques cibernéticos. Mesmo que a implementação de medidas de cibersegurança possa gerar custos para as empresas, é fundamental para evitar problemas negativos na era da Indústria 4.0 (ERBOZ, 2017). Ataques de vírus e cibernéticos podem ter impactos devastadores, causando interrupções nas redes de informação e aumentando os custos (SCHLAEPFER et al., 2015).

Apesar dos temores dos empresários em relação a ciberataques, perda de dados e outras questões de segurança digital na adoção de tecnologia, as empresas podem recorrer a técnicas como o blockchain para garantir a segurança de transações comerciais e financeiras (HERVÉ; SCHMITT; BALDEGGER, 2020). O *blockchain* é

uma tecnologia de registro distribuído que oferece maior transparência e segurança, tornando as transações mais confiáveis e resistentes a manipulações.

O *blockchain* é uma tecnologia que tem como principal aplicação o setor financeiro, sendo mais conhecida por sua utilização no Bitcoin e outras moedas criptografadas. Além disso, o *blockchain* é impulsionado pela demanda do setor bancário para verificar a propriedade de ativos e processar transações (NOFER, 2017). O uso de tecnologias digitais, como o *blockchain*, desempenha um papel significativo na superação de barreiras internacionais e na criação de novas oportunidades de negócios (HERVÉ; SCHMITT; BALDEGGER, 2020).

Uma fábrica inteligente pode ser definida como uma empresa totalmente conectada, equipada com sensores que permitem a coleta de dados em tempo real e a criação de uma representação virtual do processo produtivo. Isso possibilita a realização de testes e melhorias dentro dessa representação virtual antes de serem implementados no mundo físico. Como resultado, o tempo necessário para desenvolver e aprimorar produtos é reduzido, e a qualidade é aprimorada (SANTOS, 2018). Muitas fábricas inteligentes são baseadas em sistemas de manufatura digital e mecanizado, e fazem uso de tecnologias modernas, como redes sem fio, computação em nuvem e Inteligência Artificial (WAN, 2018).

A Inteligência Artificial (IA) utiliza algoritmos e investigação cruzada para criar informações relevantes que servirão como base para a tomada de decisões com base em dados (SCHLAEPFER et al., 2015). O objetivo da IA é criar agentes que compreendam o mundo e ajam nele, tomando ações que levem a resultados desejados, levando em consideração restrições e objetivos (PARKES, 2015). Por exemplo, a IA é usada na capacidade de os seres humanos manterem diálogos inteligentes com algoritmos, particularmente em questões que envolvem respostas a perguntas existentes (ACM, 2017).

A computação em nuvem é um modelo computacional que oferece aos usuários finais acesso a uma ampla gama de recursos e serviços em qualquer local, independentemente da plataforma, desde que haja conectividade com a "nuvem" (SILVA, 2010). Essa abordagem ajuda a compreender, automatizar e otimizar a gestão por meio do armazenamento e processamento de dados de forma virtual. A computação em nuvem é uma forma de virtualizar recursos e serviços, criando um modelo cliente/servidor (ERBOZ, 2017). No entanto, a implementação da computação em nuvem enfrenta desafios relacionados à administração, latência na transmissão e

execução, garantia de segurança e privacidade, integração de sistemas, segurança e durabilidade (DUSTDAR, 2016).

O *Big Data Analytics* é a tecnologia que lida com a análise de grandes conjuntos de dados, tanto estruturados quanto não estruturados, que são gerados digitalmente constantemente (GOMES, 2020). Essa tecnologia tem a capacidade de processar e analisar volumes significativos de informações diversas que impactam as tomadas de decisão. O *Big Data Analytics* pode ser considerado uma ferramenta que aborda desafios comuns na cadeia de valor, uma indústria que busca melhorar sistemas de software e estratégias que criam recursos de dados por meio do desenvolvimento de novos modelos de acordos inovadores (ERBOZ, 2017). O *Big Data* é frequentemente caracterizado pelos "5Vs": Volume, Velocidade, Variedade, Variabilidade e Veracidade (ZENG, 2017).

O *Smart Data*, por outro lado, é usado para analisar o conhecimento extraído de dados e produzir informações e insights que auxiliam nas decisões. O *Smart Data* é definido como a "capacidade de obter grandes insights a partir de informações confiáveis, contextualizadas, dados relevantes, cognitivos, preditivos e consumíveis em qualquer escala" (KOBIELUS, 2016, p. 8 apud ZENG, 2017). Essa tecnologia envolve a agregação, associação e exploração de várias fontes de dados (ZENG, 2017).

O *Data Science* desempenha um papel fundamental na melhoria das técnicas de extração de conhecimento de grandes volumes de dados, abrangendo aspectos como limpeza de dados, transformações, modelagem e diagnóstico (MANETH, 2017). Ele permite que as organizações obtenham informações valiosas a partir de dados brutos, o que é essencial na era da Indústria 4.0.

A Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) abrange uma variedade de elementos, incluindo tratamento de dados, sistemas de informação, engenharia de software, automação, recursos de mídia e a integração de hardware e software. Ela desempenha um papel crucial na capacitação da Indústria 4.0, fornecendo a infraestrutura tecnológica necessária para suportar as operações. (LAURINDO; SHIMIZU; CARVALHO; RABECHINI JUNIOR, 2001)

A manufatura aditiva, também conhecida como impressão 3D, é uma tecnologia que oferece grande flexibilidade no design e na produção de produtos. É especialmente útil para a fabricação de produtos personalizados de acordo com as necessidades dos clientes, o que reduz a necessidade de estoques e evita a

superprodução. Embora haja desafios técnicos a serem superados, como imprecisão e custo elevado para produção em massa, a impressão 3D oferece oportunidades inovadoras, onde o design define a produção (LANGE, 2019).

Por fim, a Internet do Serviço (IoS) é uma ferramenta que se assemelha à Internet das Coisas (IoT), mas em vez de se conectar a dispositivos, máquinas ou pessoas, ela se concentra na conexão de serviços em vez de elementos físicos. Esses serviços são oferecidos, utilizados e interconectados por todos os participantes da cadeia de valor, contribuindo para uma maior eficiência e automação de processos (VINCI, 2020).

2.6 Trabalhos Correlatos

Os artigos "Avaliação da maturidade da indústria 4.0: survey na indústria moveleira do polo de Arapongas-PR," "Modelo de maturidade para a indústria 4.0 para PME's brasileiras: um estudo de caso em uma indústria de ração animal," e "Modelo de maturidade para a análise das indústrias no contexto da indústria 4.0" apresentam diferentes abordagens para a avaliação da maturidade da indústria 4.0.

No primeiro artigo, de autoria de Oliveira et al. (2022), a maturidade da indústria moveleira do polo de Arapongas-PR é avaliada. Os autores desenvolveram um questionário com 30 perguntas para avaliar a maturidade da indústria em relação a sete dimensões: liderança, processos, pessoas, tecnologia, organização, dados e parcerias. O questionário foi aplicado a 119 empresas do polo, e os resultados mostraram que a indústria moveleira de Arapongas está em um nível médio de maturidade.

No segundo artigo, de autoria de Lima et al. (2022), a maturidade da indústria 4.0 em PME's brasileiras é avaliada. Os autores adaptaram um modelo de maturidade da indústria 4.0 desenvolvido na Alemanha para a realidade brasileira. O modelo adaptado é composto por seis dimensões: liderança, estratégia, processos, pessoas, tecnologia e cultura. Os autores aplicaram o modelo a uma indústria de ração animal, e os resultados mostraram que a empresa está em um nível avançado de maturidade.

No terceiro artigo, de autoria de Silva et al. (2022), a maturidade da indústria 4.0 na indústria brasileira em geral é avaliada. Os autores desenvolveram um modelo de maturidade da indústria 4.0 composto por cinco dimensões: liderança, estratégia, processos, pessoas e tecnologia. O modelo foi validado com dados de uma pesquisa survey realizada com 1.000 empresas de diferentes setores da indústria brasileira. Os

resultados mostraram que a indústria brasileira está em um nível inicial de maturidade. No Quadro 2, apresenta-se uma tabela que resume os principais pontos de cada artigo.

Quadro 2 - Trabalhos Correlatos

Artigo	Oliveira et al. (2022)	Lima et al. (2022)	Silva et al. (2022)
Foco	Indústria moveleira do polo de Arapongas-PR	PME's brasileiras	Indústria brasileira em geral
Estratégia de avaliação	Questionário com 30 perguntas	Adaptação de modelo existente	Modelo desenvolvido pelos autores
Estratégia de adaptação	Adaptação de modelo existente	Adaptação para a realidade brasileira	Validação com dados de pesquisa survey
Validação	Pesquisa survey com 119 empresas	Estudo de caso em uma indústria de ração animal	Pesquisa survey com 1.000 empresas

Fonte: Do autor (2023)

É importante ressaltar que os artigos apresentam diferentes níveis de complexidade na avaliação da maturidade da indústria 4.0. O primeiro artigo utiliza um questionário simples com 30 perguntas, enquanto o terceiro artigo utiliza um modelo mais complexo com cinco dimensões. O segundo artigo fica em um ponto intermediário, adaptando um modelo existente para a realidade brasileira.

Apesar das diferenças, os três artigos contribuem para o desenvolvimento de modelos de avaliação da maturidade da indústria 4.0. Os resultados desses estudos podem ajudar as empresas a identificarem seus pontos fortes e fracos em relação às tecnologias da Indústria 4.0 e a desenvolver estratégias para melhorar sua maturidade. Essa variedade de abordagens e níveis de complexidade reflete a diversidade de contextos e necessidades dentro do cenário da Indústria 4.0, proporcionando insights valiosos para empresas e pesquisadores que buscam aprimorar suas práticas e alcançar maior eficiência e competitividade nesse contexto em constante evolução.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Para o trabalho será utilizada uma pesquisa qualitativa, uma abordagem em que utilizaremos uma pesquisa para arrecadar dados das indústrias, para então conseguirmos interpretar os dados e estabelecer nossos resultados.

A pesquisa qualitativa, para Merriam (1998), envolve a obtenção de dados descritivos na perspectiva da investigação crítica ou interpretativa e estuda as relações humanas nos mais diversos ambientes, assim como a complexidade de um determinado fenômeno, a fim de decodificar e traduzir o sentido dos fatos e acontecimentos

Nas palavras de Brandão ,

A pesquisa qualitativa (...) está relacionada aos significados que as pessoas atribuem às suas experiências do mundo social e a como as pessoas compreendem esse mundo. Tenta, portanto, interpretar os fenômenos sociais (interações, comportamentos etc.), em termos de sentidos que as pessoas lhes dão; em função disso, é comumente referida como pesquisa interpretativa (2001, p.13).

Quanto aos objetivos da pesquisa, pode-se dizer que é descritiva, pois tem como característica a observação dos fatos, registros, análises e sua classificação.

Castro (1976), (*apud* Oliveira;2011) considera que a pesquisa descritiva apenas captura e mostra o cenário de uma situação, expressa em números e que a natureza da relação entre variáveis é feita na pesquisa explicativa.

Quando se diz que uma pesquisa é descritiva, se está querendo dizer que se limita a uma descrição pura e simples de cada uma das variáveis, isoladamente, sem que sua associação ou interação com as demais sejam examinadas”(CASTRO, 1976, p. 66).

Quanto ao método de pesquisa adotado, utilizar-se-á o survey, pois utiliza coleta de dados únicos, análise e inferência estatística.

Segundo Tanur *apud* Pinsonneault e Kraemer (1993, p?),

A pesquisa survey pode ser descrita como a obtenção de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas, indicado como representante de uma população alvo, por meio de um instrumento de pesquisa, normalmente um questionário.

Quanto às etapas metodológicas utilizadas, a pesquisa divide-se em três etapas: a primeira etapa foi desenvolvida o referencial teórico sobre características e métodos da indústria 4.0. Na segunda etapa, realizou-se uma pesquisa para coletas de dados, durante o mês de outubro nas empresas de Londrina e Região. E por fim, na terceira etapa, realizou o mapeamento das características das indústrias para descobrir a sua maturidade.

4 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Neste capítulo, é apresentada uma breve revisão bibliográfica sobre a industrialização de Londrina e região. Em seguida, descreve-se a metodologia da pesquisa, incluindo a construção do formulário, o objetivo de cada pergunta, a forma de coleta de dados e a estratégia de contato com os respondentes.

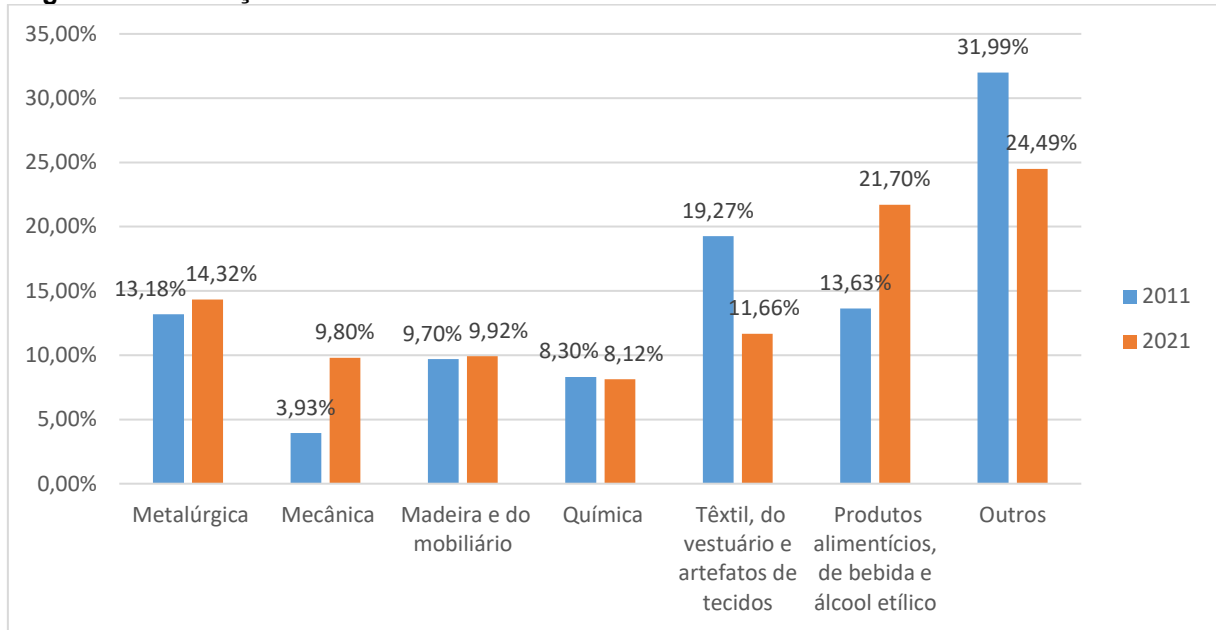
4.1 A Indústria em Londrina e Região

A indústria de Londrina e Região encontra-se em constante crescimento. Ao longo dos anos, têm-se observado mudanças nos tipos de indústrias que se estabeleceram na área. O processo de industrialização do Paraná em geral ocorreu de forma tardia em comparação com algumas outras regiões do país.

Londrina começou a se destacar entre os municípios do interior do Paraná a partir da década de 1980. Isso se deveu à sua localização estratégica, que a conectava aos principais centros comerciais do país e aos portos de Santos e Paranaguá, conforme apontado por Bragueto (1996).

Segundo Bragueto (1996), as transformações na estrutura agrária da Microrregião Geográfica de Londrina a partir de 1962 levaram a região a desempenhar um novo papel na divisão territorial do trabalho. Essas transformações foram resultado das mudanças no capitalismo brasileiro, que passou por um processo de industrialização pesada, com vínculos internacionais e o apoio do Estado. A consolidação da acumulação comandada pelo capital monopolista ocorreu em dois momentos distintos: o primeiro ocorreu com o Plano de Metas, no quinquênio 1956-1960, e o segundo teve lugar após a crise de 1962-1967, durante a fase culminante do "milagre brasileiro" entre 1967 e 1974, que se estendeu com desaceleração até 1980, marcando a instalação dos setores de bens de consumo durável, intermediários e de capital.

Para a comparação da evolução da indústria na região de Londrina, os dados relativos ao número de estabelecimentos e empregos, de acordo com as atividades econômicas em 2011 e 2021, foram analisados. Esses dados foram obtidos a partir do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES). A fim de facilitar a compreensão dos resultados, foram escolhidos alguns setores industriais específicos na região metropolitana.

Figura 5 - Diferença do número de estabelecimentos industriais em Londrina entre 2011-2021.

Fonte: IPARDES (2023) Organizado pelo autor

A análise da Figura 5 permite concluir que, no período entre 2011 e 2021, houve um aumento no número de estabelecimentos nos setores metalúrgico, mecânico e de produtos alimentícios, ao passo que o setor têxtil registrou uma diminuição.

4.2 Apresentação da pesquisa

O objetivo deste trabalho foi propor uma pesquisa para identificar o nível da indústria em Londrina e região. Inicialmente, uma pesquisa bibliográfica foi realizada para conceber o formato do formulário que seria criado para apresentar às empresas. O questionário foi então enviado para alguns sindicatos de Londrina e região, com o intuito de ser respondido pelas empresas locais.

Para conduzir o estudo, foi desenvolvido um questionário utilizando a plataforma de criação de formulários da empresa Google. Essa abordagem permitiu a estruturação da pesquisa, que foi enviada às indústrias por e-mail. No entanto, foi obtido um total de 20 respostas ao questionário, um valor inferior ao número projetado inicialmente.

A pesquisa foi dividida em três fases, sendo a primeira denominada de "direcionamento dos respondentes." Nesta etapa, foram incluídas 3 (três) perguntas que permitiram a obtenção de informações gerais de cada empresa, tais como o setor

industrial, a identificação do respondente e o porte da empresa, como apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Questões 1ª fase

#	Pergunta	Alternativas
1	Qual cargo você ocupa na empresa?	. Diretor; . Gerente; . Supervisor; . Outros;
2	Qual o setor que sua empresa atua?	. Fabricação de Produtos Alimentícios; . Artigos para viagem e calçados; . Biocombustíveis; . Metalurgia; . Equipamentos eletrônicos; . Veículos automotores; . Outros;
3	Qual o tamanho da empresa? (em número de funcionários)	. 0 a 50 funcionários; . 51 a 100 funcionários; . 101 a 500 funcionários; . acima de 501 funcionários;

Fonte: Do autor (2023)

Por outro lado, a segunda fase foi caracterizada por um conjunto de 23 questões, com o propósito de coletar informações abrangentes sobre todos os setores operantes na indústria. Foram obtidas respostas que descrevem o funcionamento do ecossistema das indústrias, abordando tanto relações internas quanto externas, conforme detalhado no Apêndice B.

A terceira fase da pesquisa consistiu em uma única pergunta, na qual os respondentes informaram se faziam uso de alguma tecnologia da Indústria 4.0. Caso a resposta fosse afirmativa, os respondentes eram direcionados para as últimas 11 questões, conforme descrito no Apêndice B. Essas perguntas específicas buscavam fornecer insights sobre a adoção da Indústria 4.0 na região de Londrina.

4.3 Resultados obtidos na pesquisa

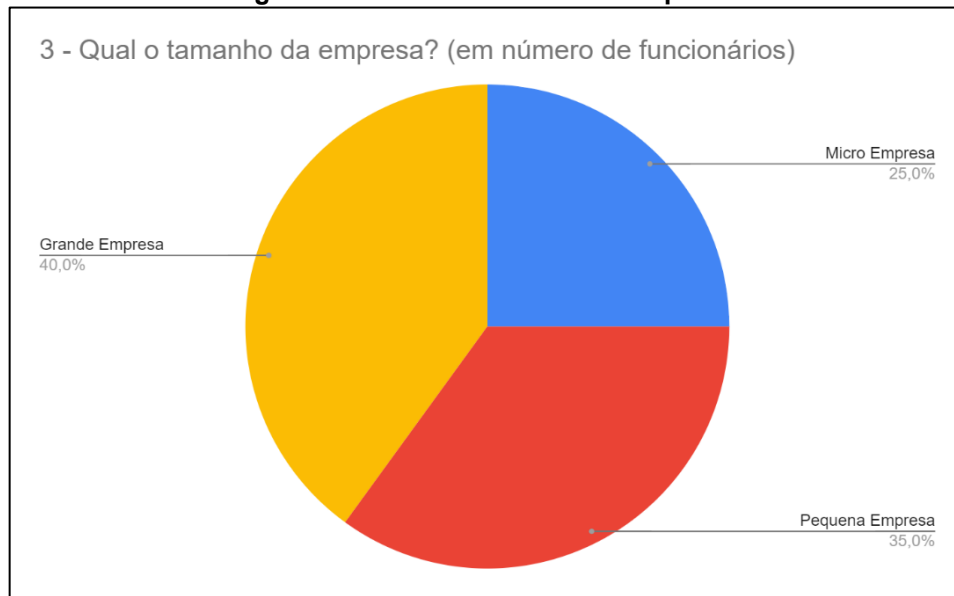
Das 20 respostas recebidas, 17 delas vieram da indústria metalúrgica, representando aproximadamente 85% do total. Além disso, foram obtidas mais 3 respostas, correspondendo a 15% da pesquisa. Essas respostas incluíram empresas dos setores de embalagens, eletrometalmecânicos e pesquisa e desenvolvimento no setor agro, como ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Resultado: Setores das empresas.



Fonte: Do autor (2023)

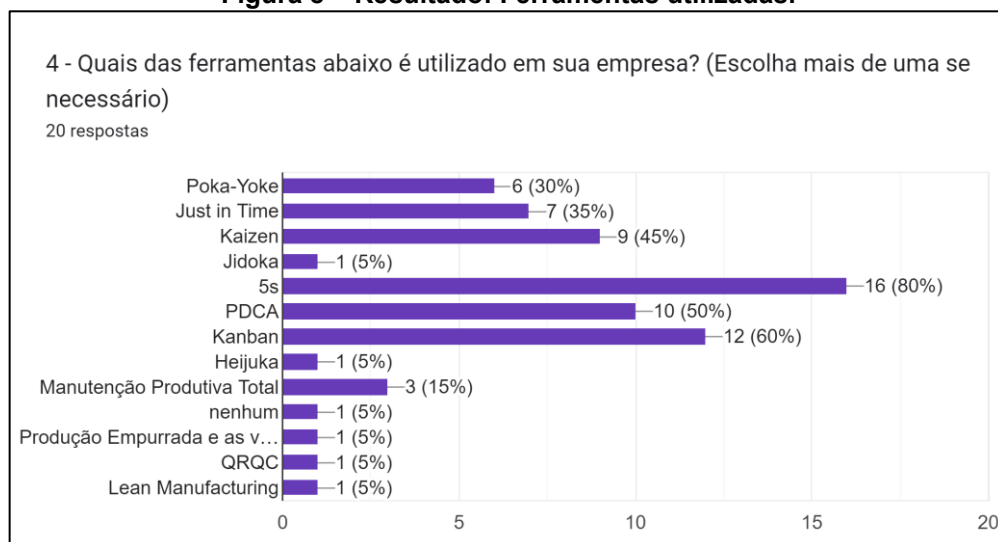
A partir das respostas, além da segmentação por setor industrial, também foram obtidas porcentagens relacionadas ao porte de cada empresa. As empresas foram classificadas em diferentes categorias de porte, que incluem microempresas (0 a 50 funcionários), pequenas empresas (51 a 100 funcionários), médias empresas (101 a 500 funcionários) e grandes empresas (mais de 501 funcionários), como apresentado na Figura 7.

Figura 7 – Resultado: Porte da Empresa.

Fonte: Do autor (2023)

Na segunda fase da pesquisa, o objetivo foi identificar as características das operações das empresas, compreendendo como elas se comportam em relação a questões fundamentais.

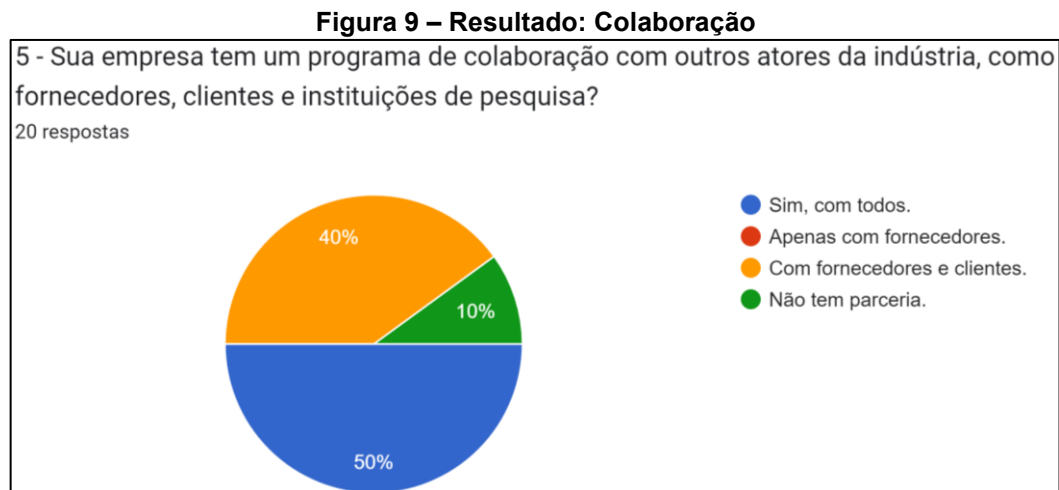
Na primeira questão, foram listadas 9 ferramentas, com a opção adicional de acrescentar outras ferramentas. Os resultados, apresentados na Figura 8, revelam que a maioria das empresas utiliza a ferramenta japonesa de qualidade 5s. Além disso, as ferramentas Kanban e o ciclo PDCA também são amplamente adotadas pelas empresas respondentes.

Figura 8 – Resultado: Ferramentas utilizadas.

Fonte: Do autor (2023)

Na Figura 9, observa-se que a maioria das empresas demonstra um alto nível de colaboração com outros atores da indústria. O gráfico indica que 40% das empresas possuem um programa de colaboração que abrange todos os atores da indústria. Além disso, 50% das empresas têm programas de colaboração direcionados apenas a fornecedores e clientes. Apenas 10% das empresas relataram não ter nenhum programa de colaboração.

Esses resultados ressaltam a importância da colaboração para as empresas, demonstrando que essa abordagem está se tornando cada vez mais crucial. As empresas estão reconhecendo que podem obter benefícios significativos ao trabalhar em conjunto com outras empresas, fornecedores e instituições de pesquisa.



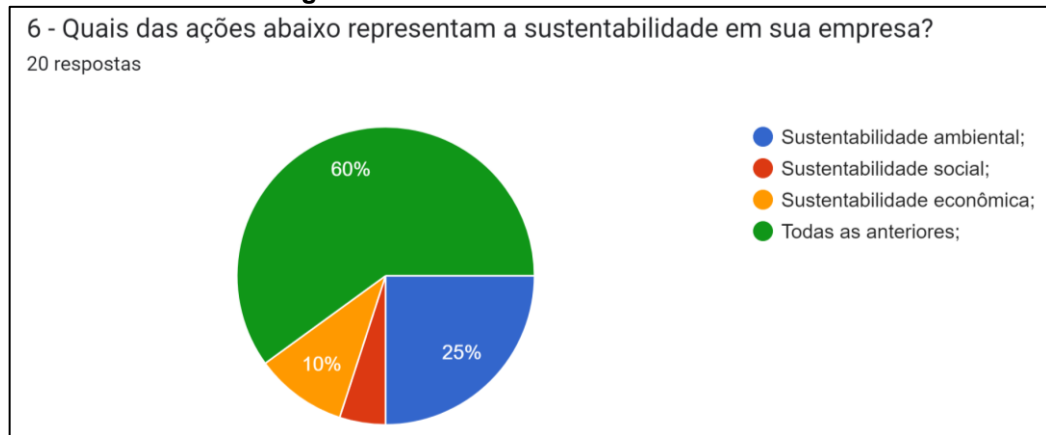
Fonte: Do autor (2023)

Na Figura 10, é abordado o conceito de sustentabilidade e as ações que as empresas consideram representar a sustentabilidade. O gráfico revela que 60% das empresas acreditam que as três dimensões da sustentabilidade (ambiental, social e econômica) são essenciais para que uma empresa seja considerada sustentável. Além disso, 25% das empresas consideram que apenas a dimensão ambiental é importante, enquanto 10% consideram que apenas a dimensão econômica é relevante.

Esse resultado sugere que as empresas estão cada vez mais conscientes da importância da sustentabilidade para seus negócios. Elas estão percebendo que é necessário equilibrar as três dimensões da sustentabilidade (ambiental, social e econômica) para criar um negócio que seja sustentável a longo prazo. Isso reflete uma

crecente preocupação com práticas empresariais responsáveis e o impacto positivo no meio ambiente e na sociedade.

Figura 10 – Resultado: Sustentabilidade

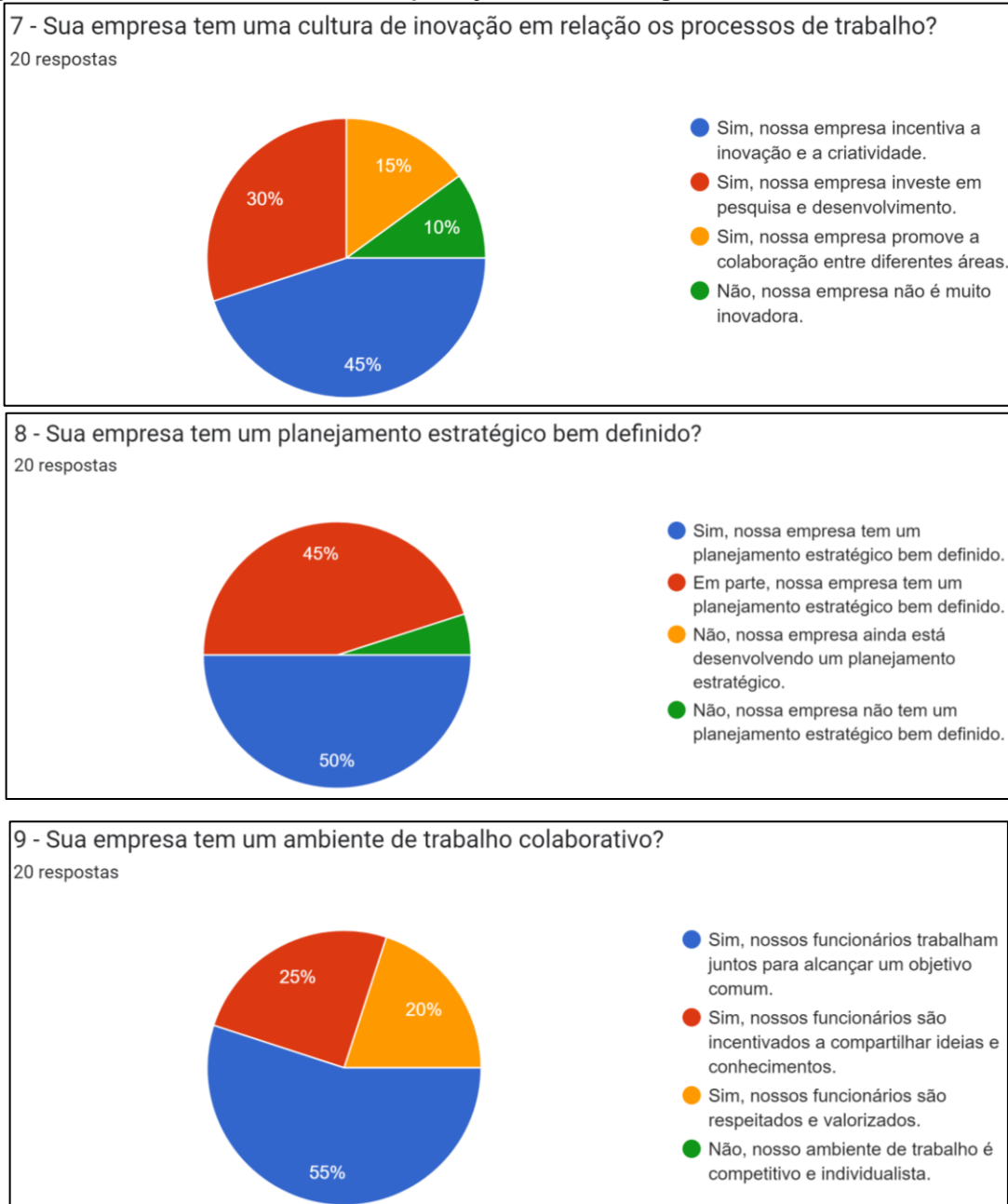


Fonte: Do (2023)

Na sequência das respostas, observa-se uma associação entre as ferramentas mencionadas na questão 4 e elementos cruciais para o sucesso de qualquer organização, como inovação, planejamento estratégico e um ambiente colaborativo. Ferramentas e metodologias como o PDCA, 5S, Kaizen e Kanban desempenham papéis fundamentais nesse contexto. Devido à sua versatilidade, essas ferramentas podem ser aplicadas de várias maneiras para apoiar diferentes setores da empresa, contribuindo tanto para a inovação quanto para o planejamento estratégico.

A Figura 7 demonstra que as empresas possuem ferramentas definidas para abordar os pontos mencionados ou estão investindo nesses aspectos. Isso sugere um reconhecimento da importância dessas ferramentas na busca pela inovação, eficácia operacional e colaboração, contribuindo para o sucesso global das organizações.

Figura 11 – Resultado: A inovação, o planejamento estratégico e um ambiente colaborativo

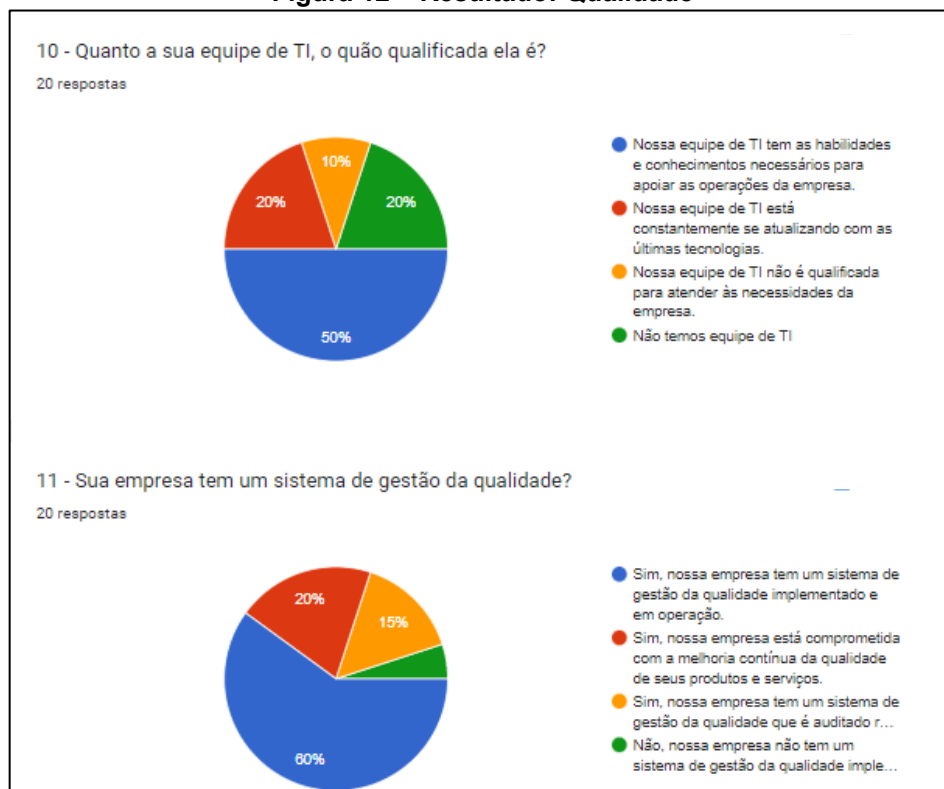


Fonte: do autor (2023)

A qualificação da equipe de TI e a implementação de um sistema de gestão da qualidade são duas ferramentas essenciais para garantir a produção de alta qualidade. Uma equipe de TI bem qualificada está mais preparada para desenvolver e manter sistemas e processos que atendam aos requisitos de qualidade estabelecidos. Por outro lado, um sistema de gestão da qualidade fornece um framework estruturado para identificar, priorizar e resolver problemas relacionados à qualidade.

Empresas que investem na qualificação de sua equipe de TI e na adoção de um sistema de gestão da qualidade estão em uma posição mais favorável para produzir produtos e serviços de alta qualidade. Isso, por sua vez, pode resultar em uma melhor satisfação do cliente, aumento nas vendas e redução de custos, como indicado na Figura 12. Essas práticas contribuem para aprimorar a eficiência e a eficácia da empresa, ao mesmo tempo em que fortalecem sua posição no mercado.

Figura 12 – Resultado: Qualidade



Fonte: do autor (2023)

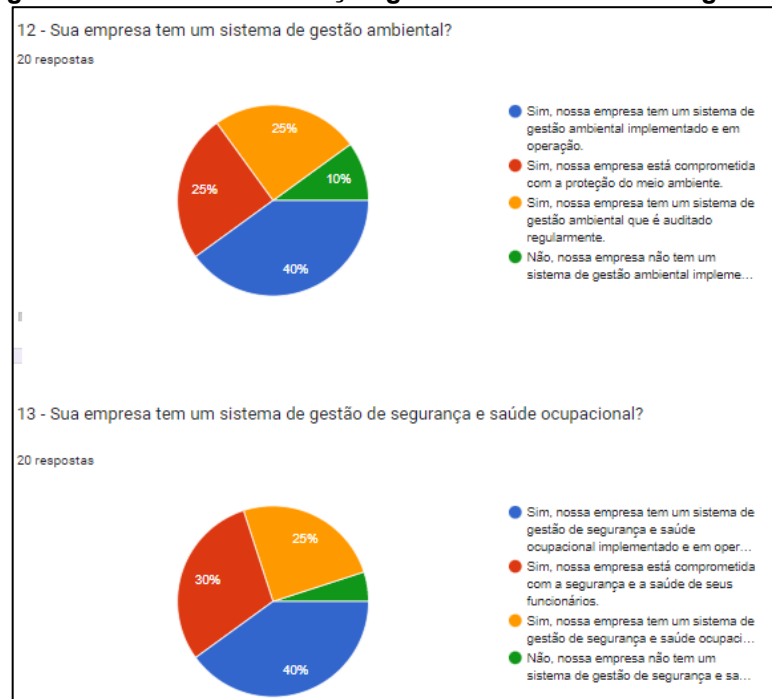
A Figura 13 trata da relação entre a implementação de um sistema de gestão ambiental e um sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional. A adoção de um sistema de gestão ambiental demonstra o compromisso da empresa com a preservação do meio ambiente. Um sistema de gestão ambiental eficaz tem o potencial de mitigar os impactos ambientais da empresa, melhorar a eficiência energética e resultar em economias financeiras substanciais.

Por outro lado, a implementação de um sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional reflete o compromisso da empresa em garantir a segurança e a saúde de seus colaboradores. Um sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional bem-sucedido contribui para a prevenção de acidentes e doenças

ocupacionais, além de promover o aumento da produtividade e a redução de custos operacionais.

Ambas as questões são de importância fundamental para as empresas que buscam a sustentabilidade e a responsabilidade corporativa. A implementação simultânea de sistemas de gestão ambiental e de segurança e saúde ocupacional pode resultar na redução dos impactos ambientais, no aprimoramento da segurança e da saúde dos funcionários e, como resultado, no aumento da competitividade das empresas no mercado. Isso contribui para a construção de uma imagem positiva e o cumprimento das expectativas de stakeholders.

Figura 13 – Resultado: Relação gestão ambiental e de segurança.



Fonte: Do autor (2023)

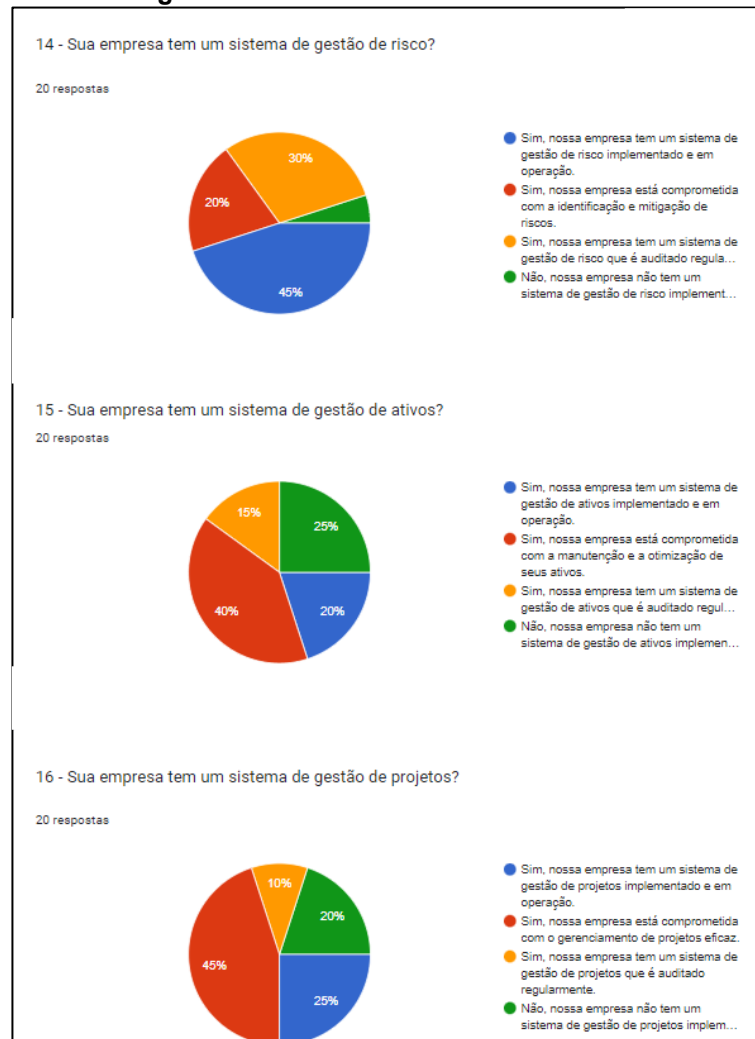
A adoção de sistemas de gestão de risco, ativos e projetos demonstra o compromisso da empresa com a eficácia na gestão de seus recursos e operações. Um sistema de gestão de risco eficaz auxilia a empresa na prevenção de perdas financeiras, na proteção de sua reputação e na minimização de outros prejuízos. Por sua vez, um sistema de gestão de ativos contribui para a otimização desses recursos, aumentando sua vida útil, reduzindo custos e elevando a produtividade. Por fim, a implementação de um sistema de gestão de projetos demonstra o compromisso da empresa com a execução eficiente de seus projetos, resultando no cumprimento de prazos, orçamentos e objetivos estabelecidos.

Essas práticas são essenciais para garantir a eficiência operacional e a gestão eficaz dos recursos, o que pode ter um impacto positivo nas finanças, na reputação e no sucesso geral da empresa. Além disso, elas contribuem para o cumprimento das expectativas de clientes e demais partes interessadas, fortalecendo a posição da empresa no mercado.

Essas três vertentes estão intrinsecamente relacionadas, pois todas convergem para a eficaz gestão dos riscos, ativos e projetos da empresa. Um sistema de gestão de risco pode identificar e mitigar ameaças que possam afetar tanto os ativos quanto os projetos. Ao mesmo tempo, um sistema de gestão de ativos contribui para a valorização desses recursos, reduzindo o risco de perdas financeiras. Enquanto isso, um sistema de gestão de projetos desempenha um papel crucial na garantia do êxito na execução de projetos estratégicos, conforme demonstrado na Figura 14.

Essa integração entre as vertentes da gestão é fundamental para garantir a eficiência e a eficácia operacional da empresa, bem como para minimizar riscos e maximizar o retorno dos investimentos em ativos e projetos. Ela reflete a importância de uma abordagem holística na gestão empresarial, que considera interconexões e sinergias entre diferentes aspectos da operação.

Figura 14 – Resultado: Gestões



Fonte: Do autor (2023)

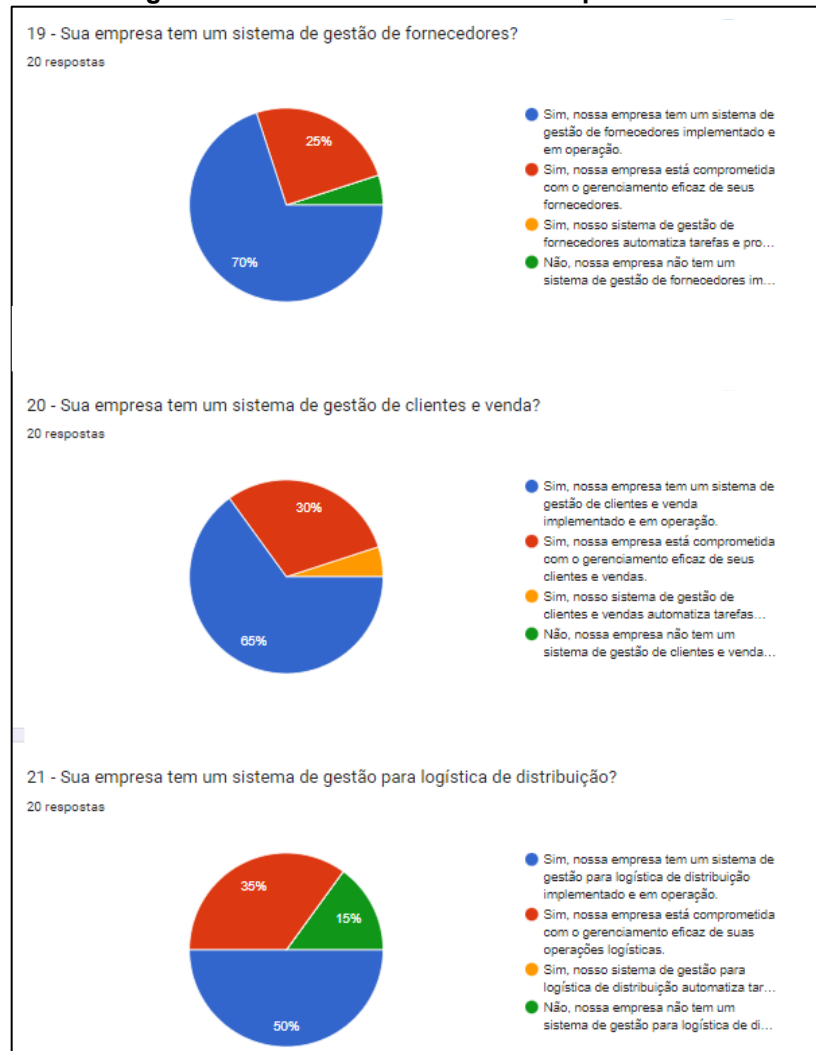
A Figura 15 aborda a implementação e operação de sistemas de gestão relacionados a fornecedores, clientes e logística de distribuição, respectivamente. Um sistema de gestão de fornecedores envolve processos, políticas e procedimentos que visam a eficaz gestão dos fornecedores, assegurando sua confiabilidade e atendimento às necessidades da empresa.

De maneira semelhante, um sistema de gestão de clientes e vendas concentra-se na satisfação do cliente e na manutenção do relacionamento, garantindo que os clientes continuem adquirindo produtos e serviços da empresa. Por fim, um sistema de gestão de logística de distribuição está direcionado a otimizar as operações logísticas, permitindo a entrega eficaz e ágil dos produtos aos clientes.

Todas essas abordagens convergem para uma gestão eficaz das operações da empresa, assegurando a confiabilidade nos fornecedores, a satisfação dos clientes

e a eficiência logística. Isso contribui para a construção de relacionamentos sólidos com parceiros comerciais e para o sucesso no mercado.

Figura 15 – Resultado: Cadeia de Suplementos



Fonte: Do autor (2023)

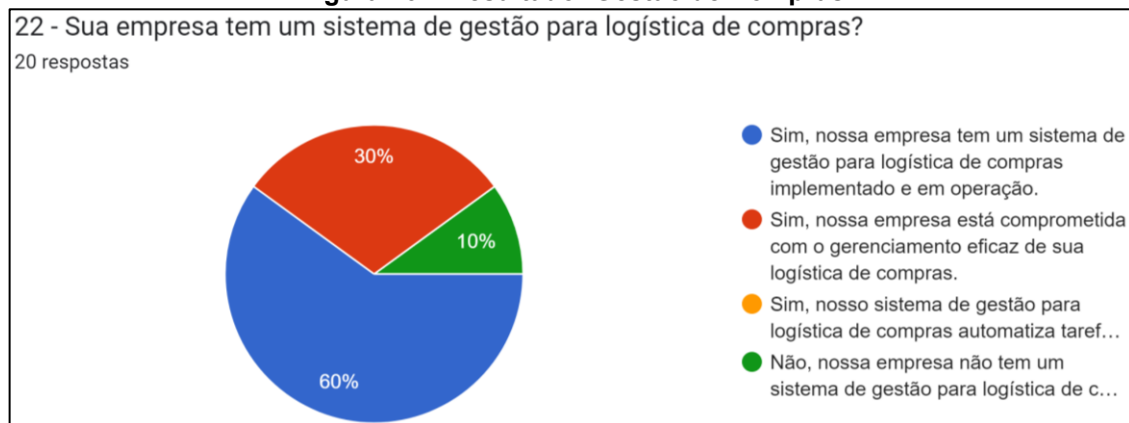
A Figura 15 está relacionada à Figura 16, pois ambas estão ligadas à gestão da cadeia de suprimentos, que abrange o gerenciamento de todo o fluxo de bens, serviços e informações desde a fonte de matéria-prima até o ponto de consumo. Isso inclui atividades como fornecimento, produção, armazenamento, transporte e distribuição.

A implementação de um sistema de gestão para logística de compras é fundamental para aprimorar a eficiência dessa cadeia de suprimentos. Isso é alcançado pela automação de tarefas como pedidos de compra, rastreamento de pedidos e fornecendo visibilidade completa do status de estoques e pedidos. Além disso, ajuda a identificar oportunidades de redução de custos por meio de

negociações mais eficazes com fornecedores. Essa abordagem reflete o reconhecimento crescente das empresas sobre a importância de gerenciar eficazmente suas operações de logística de compras para otimizar toda a cadeia de suprimentos.

Portanto, a presença de um sistema de gestão de logística de compras fornece valiosos insights sobre o compromisso das empresas com a eficiência na gestão da cadeia de suprimentos, o que é essencial para atender às demandas do mercado e manter a competitividade

Figura 16 – Resultado: Gestão de Compras



Fonte: Do autor (2023)

A implementação de um sistema de gestão de marketing demonstra o compromisso da empresa com a eficácia de suas estratégias de marketing, auxiliando na consecução de objetivos como o aumento das vendas, a melhoria do reconhecimento de marca e a geração de leads. Simultaneamente, a adoção de um sistema de *Customer Relationship Management* (CRM) reflete o empenho da empresa na satisfação do cliente, o que resulta em um aprimoramento das relações, aumento das vendas e redução de custos.

Ambos os sistemas estão interligados, contribuindo para uma gestão eficaz do relacionamento com o cliente: o sistema de gestão de marketing é responsável por atrair novos clientes, enquanto o CRM desempenha um papel fundamental na manutenção e fidelização dos clientes existentes. Essa integração entre as abordagens de marketing e CRM é essencial para criar um ciclo virtuoso de atração, conversão e retenção de clientes, o que é fundamental para o sucesso a longo prazo da empresa, como ilustrado na Figura 17.

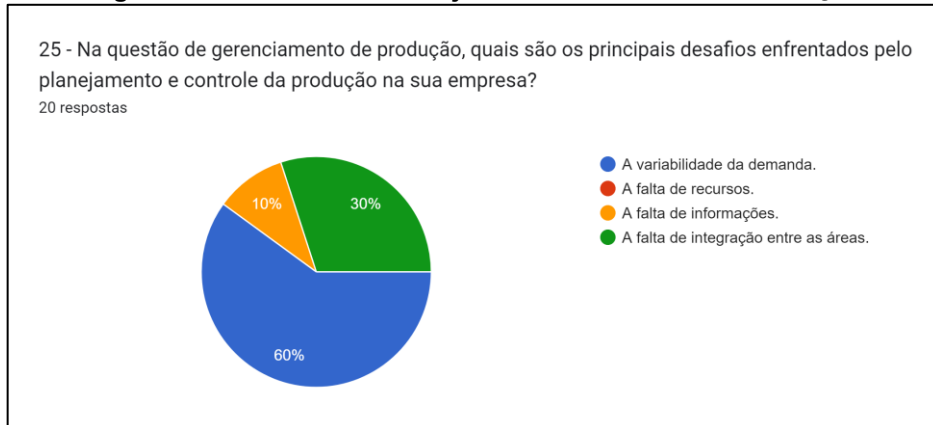
Figura 17 – Resultado: Gestão de Compras



Fonte: Do autor (2023)

A Figura 18 oferece uma visão dos desafios enfrentados pelo Planejamento e Controle de Produção (PCP). É notável que, para mais de 50% dos entrevistados, a variabilidade na demanda é o principal obstáculo dentro da organização. Quando a demanda varia significativamente, torna-se difícil realizar previsões precisas, o que pode resultar em falta ou excesso de estoque, impactando negativamente a eficiência operacional.

Além disso, a falta de integração entre as áreas é um problema considerável, levando a atrasos na execução de tarefas, erros de comunicação, duplicação de esforços e dificuldades na tomada de decisões. Portanto, promover a integração entre os departamentos é essencial para aprimorar a eficiência e eficácia das operações empresariais, o que é crucial para enfrentar desafios como a variabilidade na demanda e melhorar o desempenho geral da empresa.

Figura 18 – Resultado: Planejamento e Controle de Produção

Fonte: Do autor (2023)

De acordo com os resultados da pesquisa na empresa, a manutenção preventiva é o método mais amplamente empregado, abrangendo 60% das respostas, seguida pela manutenção corretiva com 35%, enquanto a manutenção preditiva compreende apenas 5%. Notavelmente, a manutenção produtiva total não foi mencionada por nenhum dos respondentes.

Esses resultados indicam que a organização tem uma forte ênfase na prevenção de falhas e na manutenção proativa dos equipamentos. A manutenção preventiva é eficaz para reduzir custos, aprimorar a confiabilidade dos equipamentos e impulsionar a produtividade. No entanto, a manutenção preditiva desempenha um papel crucial na identificação e correção de problemas antes que causem falhas. A abordagem da manutenção produtiva total, que considera o impacto da manutenção na produtividade e qualidade, também é relevante, como ilustrado na Figura 19.

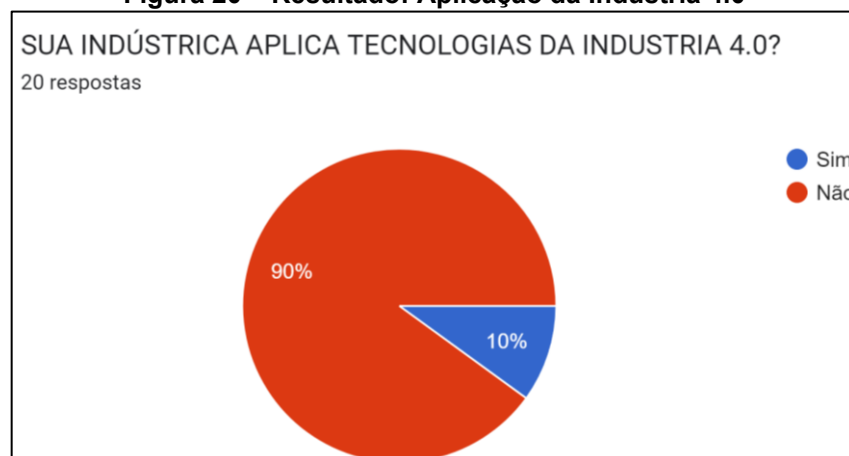
Esses resultados destacam a importância de uma abordagem equilibrada em relação à manutenção, considerando não apenas a prevenção, mas também a capacidade de detectar problemas de maneira proativa e a influência da manutenção na produtividade e qualidade geral da produção.

Figura 19 – Resultado: Manutenção

Fonte: Do autor (2023)

A terceira fase da pesquisa fornece direcionamento sobre a utilização do modelo de Indústria 4.0 na região. De acordo com os resultados, devido ao alto investimento necessário e ao porte das empresas que responderam ao questionário, observa-se que poucas indústrias estão adotando essas novas ferramentas. Conforme a Figura 20, apenas 10% das empresas respondentes estão utilizando a Indústria 4.0 em suas operações diárias.

Esses resultados refletem um cenário em que a adoção da Indústria 4.0 ainda é limitada na região, possivelmente devido aos desafios financeiros e tecnológicos associados a essa transição. No entanto, à medida que a conscientização e a acessibilidade a essas tecnologias continuam a crescer, é possível que mais empresas adotem gradualmente os princípios da Indústria 4.0 para aprimorar suas operações e se manterem competitivas no mercado.

Figura 20 – Resultado: Aplicação da Indústria 4.0

Fonte: Do autor (2023)

Entendo que, devido à baixa taxa de adoção da Indústria 4.0 entre as empresas respondentes, as perguntas subsequentes tiveram menos ênfase, uma vez que seriam respondidas apenas por aqueles que escolheram a opção "SIM" para a pergunta anterior. Com apenas 10% das respostas resultando em apenas 2 empresas respondentes, a quantidade limitada de dados tornaria difícil tirar conclusões significativas sobre a sequência do questionário.

É uma abordagem prudente reconhecer a limitação dos dados disponíveis e apresentar as respostas no apêndice A para fins de conhecimento. Embora a amostra seja pequena, os insights obtidos ainda podem ser valiosos para entender o panorama da adoção da Indústria 4.0 na região e podem servir como base para futuras pesquisas e análises mais abrangentes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O propósito deste trabalho era analisar se as empresas de Londrina e região estavam próximas ou já haviam atingido o cenário da Indústria 4.0. Embora o retorno de empresas participantes tenha sido menor do que o esperado, o estudo forneceu informações valiosas, embora quantitativamente não tenha gerado resultados com validade estatística exata.

A pesquisa foi estruturada em três fases distintas. A primeira fase coletou informações gerais das empresas, incluindo setor industrial, porte e identificação dos respondentes. A segunda fase buscou aprofundar o entendimento das operações das empresas, explorando o uso de ferramentas de qualidade, colaborações com outros atores da indústria e a importância da sustentabilidade. Na terceira fase, a adoção da Indústria 4.0 foi explorada, mesmo que apenas um pequeno número de empresas tenha relatado o uso dessas tecnologias.

Os resultados revelaram várias tendências interessantes. Ficou claro que a maioria das empresas utiliza ferramentas japonesas de qualidade, como 5S, Kanban e ciclo PDCA. Além disso, a colaboração com outros atores da indústria é uma prática comum, sugerindo que as empresas reconhecem a importância de parcerias para atingir seus objetivos.

A importância da sustentabilidade também se destacou nos resultados, com a maioria das empresas considerando que as três dimensões da sustentabilidade são necessárias para serem consideradas sustentáveis. Isso é um sinal positivo de que as empresas reconhecem a importância de equilibrar considerações ambientais, sociais e econômicas em suas operações.

Além disso, os resultados destacaram a relevância da qualificação da equipe de TI e da implementação de um sistema de gestão da qualidade para a produção de qualidade. A implementação de sistemas de gestão de risco, ativos e projetos também foi considerada crucial para o sucesso operacional.

A pesquisa destacou ainda a importância da gestão de fornecedores, clientes e logística de distribuição para a eficiência operacional, todos relacionados à gestão da cadeia de suprimentos. A implementação de sistemas de gestão de marketing e CRM foi vista como um compromisso com estratégias de marketing eficazes e satisfação do cliente.

No que diz respeito à Indústria 4.0, os resultados indicaram que a adoção dessas tecnologias ainda está em seus estágios iniciais na região, com apenas 10% das empresas relatando seu uso. Esse resultado pode estar relacionado principalmente à dificuldade das empresas em investir em novas tecnologias e se adaptar a uma nova mudança cultural.

Em resumo, os resultados desta pesquisa forneceram uma visão abrangente das práticas e desafios enfrentados pela indústria em Londrina e na região. Eles destacaram a importância de várias estratégias, como colaboração, sustentabilidade, qualificação da equipe e sistemas de gestão, para melhorar a eficiência e qualidade das operações industriais. Além disso, mostram que a Indústria 4.0 ainda está em seus estágios iniciais na região, apresentando oportunidades para desenvolvimento e crescimento.

6 CONCLUSÃO

Neste estudo, foi explorado o estágio de desenvolvimento da Indústria 4.0 na cidade de Londrina e nas áreas circundantes. Para avaliar a adoção e integração das tecnologias da Indústria 4.0, realizamos uma pesquisa que envolveu a distribuição de questionários às empresas locais.

Durante a condução deste estudo, se deparou com desafios significativos relacionados à coleta de dados. Infelizmente, não foi possível obter respostas suficientes por parte das empresas que participaram, o que inviabilizou a obtenção de um nível de maturidade preciso da indústria na região. Isso pode ser atribuído a diversas razões, como a relutância das empresas em compartilhar informações confidenciais ou a possível falta de compreensão em relação ao conceito de Indústria 4.0.

Apesar das limitações encontradas, este trabalho fornece insights preliminares sobre a necessidade de aumentar a conscientização e a educação sobre as tecnologias da Indústria 4.0 nas empresas da região. Além disso, destaca a importância de futuras pesquisas que possam abordar essas limitações e contribuir para uma avaliação mais precisa do nível de maturidade da indústria em Londrina e arredores.

Em resumo, embora não tenha sido possível obter os resultados desejados devido à escassez de respostas, este estudo enfatiza a importância da conscientização e da educação em relação à Indústria 4.0 na região e ressalta a necessidade de investigações adicionais para uma melhor compreensão da dinâmica da indústria local neste cenário em constante evolução.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Maria T. T.; FERREIRA, Cristiano V.; PEREIRA, Hernane B. **Uma Ontologia para a Gestão do Conhecimento no Processo de Desenvolvimento de Produto**. *Revista Gestão da Produção*. São Carlos, v.17, n.3, p. 537-551, 2010

Artificial Intelligence. *Communications of the ACM*, [s. l.], v. 60, n. 2, p. 10–11, 2017. DOI 10.1145/3034429. Disponível em: Acesso em: 15 nov. 2022.

BASSETO, Ana Laura Canassa. **Modelo de maturidade para a análise das indústrias no contexto da indústria 4.0**. 2019. 183 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.

BERNASKI, Paulo C. **Ontologia para o Domínio de Aplicação Custos considerando o Processo de Desenvolvimento de Produto**. 2009. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

BONGOMIN, Ocident *et al.* **Exponential disruptive technologies and the required skills of industry 4.0**. *Journal of Engineering*, v. 2020, 2020.

BRAGUETO, C.R. **A inserção da Microrregião Geográfica de Londrina na divisão territorial do trabalho**. 1996. 323f. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – USP. São Paulo.

COSTA, Nykael Moreira. **Avaliação da maturidade da indústria 4.0: survey na indústria moveleira do polo de Arapongas-PR**. 2022. 200 f. Tese(Programa de Pós-Graduação de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Nove de Julho, São Paulo.

DINI, Gal M.; QUARESMA, Marina R.; FERREIRA, Lydia M. **Adaptação Cultural e Validação da Versão Brasileira da Escala de Autoestima de Rosenberg**. *Revista da Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica*. São Paulo, v.19, n.1, p. 41-52. Jan-Abr 2004.

DUARTE, Priscila S.; MIYAZAKI, Maria C. O. S.; CICONELLI, Rozana M.; SESSO, Ricardo. **Tradução e Adaptação Cultural do Instrumento de Avaliação de Qualidade de Vida para Pacientes Renais Crônicos (KDQOL-SF)**. *Revista da Associação Médica Brasileira*. São Paulo, v.49, n.4, p. 375-381. 2003.

DUSTDAR, Schahram. **Cloud computing**. *Computer*, n. 2, p. 12-13, 2016.

ERBOZ, Gizem. **How to define industry 4.0: main pillars of industry 4.0**. Szent Istvan, University, Gödöllő, p. 1-9, 2017.

GALEALE, Gustavo Perri. **INTERNET DAS COISAS APLICADA A NEGÓCIOS - UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO**. 2016. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/jistm/a/xVZfWsmzsVY5Tj55YDBDRGG/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 07 nov. 2022.

GOMES, Leonnardo. **Veja como o *Big Data Analytics* tem transformado a compreensão e análise de grande volume de dados**. 2020. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/big-data-analytics>. Acesso em: 07 nov. 2022.

HELOANI, R. **Organização do trabalho e administração: uma visão multidisciplinar**. São Paulo: Cortez, 1994

HERVÉ, Annaële; SCHMITT, Christophe; BALDEGGER, Rico. Digitalization, ***Entrepreneurial Orientation and Internationalization of Micro-, Small-and Medium Sized Enterprises***. *Technology Innovation Management Review*, v. 10, n. 4, 2020.

HOBBSAWN, Eric J. **A Era das revoluções: Europa 1789-1848**. 21. ed. Tradução Maria Tereza Lopes Teixeira e Marcos Penchel. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2007, p. 50.

HUBERMAN, L. **História da Riqueza do Homem**. Trad. Waltensir Dutra. 21.ed. Rio de Janeiro: LTC– Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1986

I3C SOLUÇÕES. I3C Soluções, 2021. Website. Disponível em: <https://i3csolucoes.com.br/os-niveis-de-maturidade-da-industria-4-0/>. Acesso: 15 nov. 22.

IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social). Informações Municipais e Regionais. Disponível em: <https://www.ipardes.pr.gov.br/Pagina/Informacoes-Municipais-e-Regionais>. Acesso em 11 out. 2023

LANGE, Katrin. **Manufatura Aditiva na Siemens**. 2019. Disponível em: <https://www.siemens.com/br/pt/digitalizacao/impresao-3d.html>. Acesso em: 02 ago. 2023.

LAURINDO, Fernando José Barbin; SHIMIZU, Tamio; CARVALHO, Marly Monteiro de; RABECHINI JUNIOR, Roque. **O papel da tecnologia da informação (TI) na estratégia das organizações**. Scielo Brasil, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 160-179, ago. 2001. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-530x2001000200005>.

LEE, In; LEE, Kyoochun. ***The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises***. *Business Horizons*, v. 58, n. 4, p. 431-440, 2015

LEMOES, Thiago Rodrigues. **ELETROMOBILIDADE E BATERIAS DE ÍON-LÍTIO: Spillovers tecnológicos das TICs à Indústria Automotiva**. 2022. 140 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022. Cap. 2.

LODI, J B. **História da administração**. São Paulo: Biblioteca Pioneira de Administração e Negócios, 1971.

MANETH, Sebastian; POULOVASSILIS, Alexandra. **Data science. The Computer Journal**, v. 60, n. 3, p. 285-286, 2017.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral da Administração: da revolução urbana à revolução digital**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

MAXIMIANO, A. C. **Introdução à administração**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995

MIRANDA, Fernando Silveira Melo Plentz. **A Mudança do Paradigma Econômico, a Revolução Industrial e a Positivização do Direito do Trabalho**. Disponível em: <http://docs.uninove.br/arte/fac/publicacoes/pdf/v3-n1-2012/fer1.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2022.

NOFER, Michael et al. **Blockchain. Business & Information Systems Engineering**, v. 59, n. 3, p. 183-187, 2017.

OHNO, T. O. **Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 2005

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **METODOLOGIA CIENTÍFICA: um manual para a realização de pesquisas em administração**. Disponível em: <https://www.studocu.com/pt-br/document/instituto-federal-de-educacao-ciencia-e-tecnologia-do-ceara/metodologia-cientifica-e-tecnologica/manual-de-metodologia-cientifica-prof-maxwell-with-cover-page-v2/21426929>. Acesso em: 6 jun. 2022.

OLIVEIRA JÚNIOR, Libório de. **Modelo de maturidade para a indústria 4.0 para PME's brasileiras: um estudo de caso em uma indústria de ração animal**. 2018. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

PASQUINI, C. N. **As revoluções industriais: uma abordagem conceitual**. *Revista Tecnologia da Fatec Americana*. São Paulo, v. 8, n. 1, p. 33, 2020.

PIGOSSO, Daniela C. A. **Ecodesign Maturity Model: A Framework to Support Companies in the Selection and Implementation of Ecodesign Practices**. 2012. 278 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2012.

RAMOS, Karoll Haüssler Carneiro. **Análise multivariada de fatores críticos de sucesso em governança de ti na administração pública federal à luz dos dados de controle externo**. 2015.

RIFKIN, Jeremy. **A Terceira Revolução Industrial – Como o poder lateral está transformando a energia, a economia e o mundo**. São Paulo: M.Books, 2011.

RODRIGUES, Tatiane Daby de Fatima Faria. **AS PESQUISAS QUALITATIVAS E QUANTITATIVAS NA EDUCAÇÃO**. Disponível em: <https://revistaprisma.emnuvens.com.br/prisma/article/view/49>. Acesso em: 6 jun. 2022.

SAKURAI, Ruudi. **AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS ATÉ A INDÚSTRIA 4.0.** Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/386>. Acesso em: 6 jun. 2022.

SCHLAEPFER, R. C.; KOCH, M.; MERKOFER, P. **Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential Technologies**, 2015. Deloitte. URL:<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf> Acesso em 15/11/2022.

SANTOS, Paulo Roberto dos. **Maturidade para a Indústria 4.0.** 2021. Disponível em: <https://revistaeb.com/maturidade-para-a-industria-4-0/>. Acesso em: 15 nov. 2022

SENAI. **COMO A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL CONTRIBUI PARA DISSEMINAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0?** 2019. Disponível em: <https://www.sesirs.org.br/industria-inteligente/como-inteligencia-artificial-contribui-para-disseminacao-da-industria-40>. Acesso em: 07 nov. 2022.

SILVA, Daniel Neves. **Revolução Industrial.** Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/historiageral/revolucao-industrial-2.htm>. Acesso em: 07 nov. 2022.

SILVA, Thainy G. E. **PRODUÇÃO ENXUTA: CONCEITOS, CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS EM UMA EMPRESA DE PANIFICAÇÃO.** Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_258_478_35392.pdf. Acesso em: 25 nov. 2022

SILVA, Dorotéa Bueno da. **O REFLEXO DA TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL NA SOCIEDADE.** Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr82_0267.pdf. Acesso em: 07 nov. 2022.

SILVA, F. H. R. **Um estudo sobre os benefícios e os riscos de segurança na utilização de Cloud Computing**; 2010. 15f. Artigo científico de conclusão de curso apresentado no Centro Universitário Augusto Motta, UNISUAM-RJ.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **Indústria 4.0: O que é, e como ela vai impactar o mundo.** 2016. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>. Acesso em: 07 nov. 2022.

TAYLOR, F.W. **Princípios de administração científica.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 1990.

VINCI, Centro Universitário Leonardo da. **Fundamentos de Internet of Things (IoT).** Indaial: Uniasselvi, 2020.

WAN, Jiafu et al. **Artificial intelligence for cloud-assisted smart factory.** IEEE Access, v. 6, p. 55419-55430, 2018

WOMACK, J. P., JONES, D. T; ROOS, D. **A Máquina que mudou o Mundo**. Trad. Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

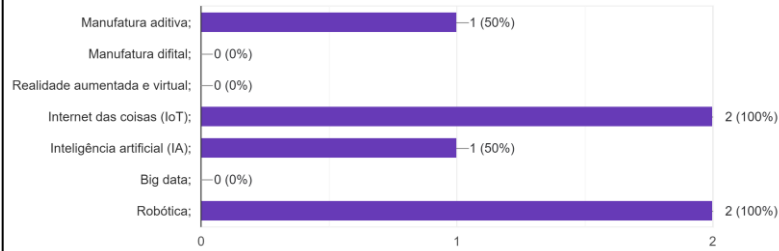
WOMACK, J.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: Elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

ZENG, Marcia. **Interoperability**. Knowledge Organization 46, N° 2. 2019

APÊNDICE A - Questionário de pesquisa

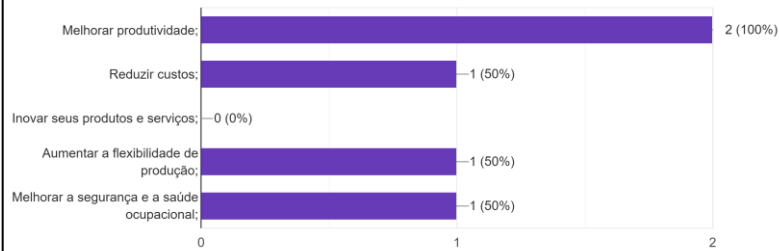
27 - Sua empresa utiliza alguma das tecnologias abaixo? Selecione mais de uma, caso necessário.

2 respostas



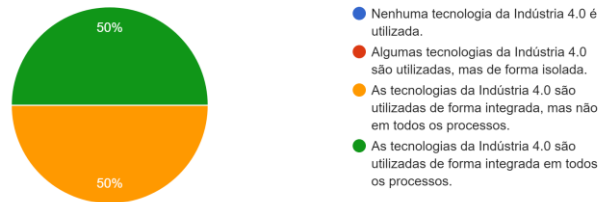
28 - As tecnologias apontadas acima, são para quais objetivos? Selecione mais de uma, caso necessário.

2 respostas



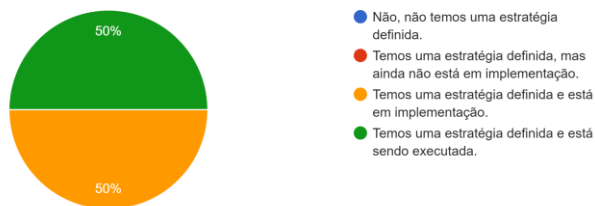
29 - Qual é o nível de utilização de tecnologias da Indústria 4.0 em sua empresa?

2 respostas



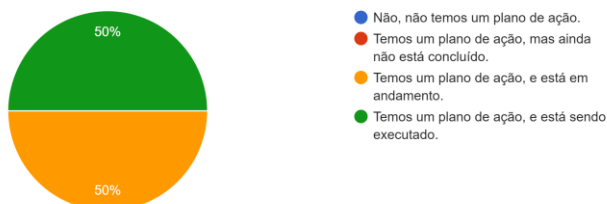
30 - Sua empresa tem uma estratégia definida para o uso de tecnologias da Indústria 4.0?

2 respostas



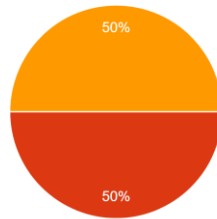
31 - Sua empresa tem um plano de ação para a implementação de tecnologias da Indústria 4.0?

2 respostas



32 - Sua empresa tem um orçamento definido para o investimento em tecnologias da Indústria 4.0?

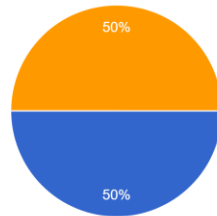
2 respostas



- Não, não temos um orçamento definido.
- Temos um orçamento definido, mas ainda não está aprovado.
- Temos um orçamento definido, e está aprovado.
- Temos um orçamento definido, e está sendo utilizado.

33 - Sua empresa tem um programa de treinamento para os funcionários sobre tecnologias da Indústria 4.0?

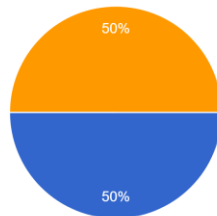
2 respostas



- Não, não temos um programa de treinamento.
- Temos um programa de treinamento, mas ainda não está implementado.
- Temos um programa de treinamento, e está em andamento.
- Temos um programa de treinamento, e está sendo executado.

34 - Sua empresa tem um programa de comunicação interna sobre tecnologias da Indústria 4.0?

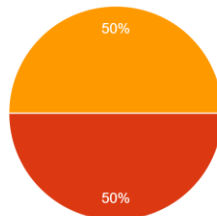
2 respostas



- Não, não temos um programa de comunicação interna.
- Temos um programa de comunicação interna, mas ainda não está implementado.
- Temos um programa de comunicação interna, e está em andamento.
- Temos um programa de comunicação interna, e está sendo executado.

35 - Sua empresa participa de eventos e fóruns sobre Indústria 4.0?

2 respostas



- Não, não participamos de eventos e fóruns.
- Participamos de alguns eventos e fóruns.
- Participamos regularmente de eventos e fóruns.
- Somos patrocinadores de eventos e fóruns sobre Indústria 4.0.

36 - Quais são os principais desafios para a implementação de tecnologias da Indústria 4.0 em sua empresa?

2 respostas

Cultura

Velocidade da atualização da tecnologia

37 - Quais são as principais oportunidades para a utilização de tecnologias da Indústria 4.0 em sua empresa?

2 respostas

Melhorar eficiência

Produtividade

38 - Quais são as principais recomendações para o desenvolvimento da indústria 4.0 na região?

2 respostas

Visibilidade, flexibilidade e adaptabilidade

Formação da equipe interna.

APÊNDICE B – Questionário fases 2 e 3

Fase 2

4 - Quais das ferramentas abaixo é utilizado em sua empresa? (Escolha mais de uma se necessário)

Poka-Yoke

Just in Time

Kaizen

Jidoka

5s

PDCA

Kanban

Heijuka

Manutenção Produtiva Total

Outro

5 - Sua empresa tem um programa de colaboração com outros atores da indústria, como fornecedores, clientes e instituições de pesquisa?

Sim, com todos.

Apenas com fornecedores.

Com fornecedores e clientes.

Não tem parceria.

6 - Quais das ações abaixo representam a sustentabilidade em sua empresa?

Sustentabilidade ambiental;

Sustentabilidade social;

Sustentabilidade econômica;

Todas as anteriores;

7 - Sua empresa tem uma cultura de inovação em relação os processos de trabalho?

Sim, nossa empresa incentiva a inovação e a criatividade.

Sim, nossa empresa investe em pesquisa e desenvolvimento.

Sim, nossa empresa promove a colaboração entre diferentes áreas.

Não, nossa empresa não é muito inovadora.

8 - Sua empresa tem um planejamento estratégico bem definido?

Sim, nossa empresa tem um planejamento estratégico bem definido.

Em parte, nossa empresa tem um planejamento estratégico bem definido.

Não, nossa empresa ainda está desenvolvendo um planejamento estratégico.

Não, nossa empresa não tem um planejamento estratégico bem definido.

9 - Sua empresa tem um ambiente de trabalho colaborativo?

Sim, nossos funcionários trabalham juntos para alcançar um objetivo comum.

Sim, nossos funcionários são incentivados a compartilhar ideias e conhecimentos.

Sim, nossos funcionários são respeitados e valorizados.

Não, nosso ambiente de trabalho é competitivo e individualista.

10 - Quanto a sua equipe de TI, quão qualificada ela é?

Nossa equipe de TI tem as habilidades e conhecimentos necessários para apoiar as operações da empresa.

Nossa equipe de TI está constantemente se atualizando com as últimas tecnologias.

Nossa equipe de TI não é qualificada para atender às necessidades da empresa.

Não temos equipe de TI

11 - Sua empresa tem um sistema de gestão da qualidade?

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão da qualidade implementado e em operação.

Sim, nossa empresa está comprometida com a melhoria contínua da qualidade de seus produtos e serviços.

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão da qualidade que é auditado regularmente.

Não, nossa empresa não tem um sistema de gestão da qualidade implementado.

12 - Sua empresa tem um sistema de gestão ambiental?

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão ambiental implementado e em operação.

Sim, nossa empresa está comprometida com a proteção do meio ambiente.

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão ambiental que é auditado regularmente.

Não, nossa empresa não tem um sistema de gestão ambiental implementado.

13 - Sua empresa tem um sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional?

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional implementado e em operação.

Sim, nossa empresa está comprometida com a segurança e a saúde de seus funcionários.

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional que é auditado regularmente.

Não, nossa empresa não tem um sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional implementado.

14 - Sua empresa tem um sistema de gestão de risco?

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão de risco implementado e em operação.

Sim, nossa empresa está comprometida com a identificação e mitigação de riscos.

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão de risco que é auditado regularmente.

Não, nossa empresa não tem um sistema de gestão de risco implementado.

15 - Sua empresa tem um sistema de gestão de ativos?

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão de ativos implementado e em operação.

Sim, nossa empresa está comprometida com a manutenção e a otimização de seus ativos.

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão de ativos que é auditado regularmente.

Não, nossa empresa não tem um sistema de gestão de ativos implementado.

16 - Sua empresa tem um sistema de gestão de projetos?

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão de projetos implementado e em operação.

Sim, nossa empresa está comprometida com o gerenciamento de projetos eficaz.

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão de projetos que é auditado regularmente.

Não, nossa empresa não tem um sistema de gestão de projetos implementado.

17 - Sua empresa tem um sistema de gestão de orçamento?

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão de orçamento implementado e em operação.

Sim, nossa empresa está comprometida com a gestão financeira eficaz.

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão de orçamento que é auditado regularmente.

Não, nossa empresa não tem um sistema de gestão de orçamento implementado.

18 - Sua empresa tem um sistema de gestão de recursos humanos?

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão de recursos humanos implementado e em operação.

Sim, nossa empresa está comprometida com o gerenciamento eficaz de seus recursos humanos.

Sim, nosso sistema de gestão de recursos humanos automatiza tarefas e processos.

Não, nossa empresa não tem um sistema de gestão de recursos humanos implementado.

19 - Sua empresa tem um sistema de gestão de fornecedores?

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão de fornecedores implementado e em operação.

Sim, nossa empresa está comprometida com o gerenciamento eficaz de seus fornecedores.

Sim, nosso sistema de gestão de fornecedores automatiza tarefas e processos.

Não, nossa empresa não tem um sistema de gestão de fornecedores implementado.

20 - Sua empresa tem um sistema de gestão de clientes e venda?

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão de clientes e venda implementado e em operação.

Sim, nossa empresa está comprometida com o gerenciamento eficaz de seus clientes e vendas.

Sim, nosso sistema de gestão de clientes e vendas automatiza tarefas e processos.

Não, nossa empresa não tem um sistema de gestão de clientes e venda implementado.

21 - Sua empresa tem um sistema de gestão para logística de distribuição

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão para logística de distribuição implementado e em operação.

Sim, nossa empresa está comprometida com o gerenciamento eficaz de suas operações logísticas.

Sim, nosso sistema de gestão para logística de distribuição automatiza tarefas e processos.

Não, nossa empresa não tem um sistema de gestão para logística de distribuição implementado.

22 - Sua empresa tem um sistema de gestão para logística de compras?

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão para logística de compras implementado e em operação.

Sim, nossa empresa está comprometida com o gerenciamento eficaz de sua logística de compras.

Sim, nosso sistema de gestão para logística de compras automatiza tarefas e processos.

Não, nossa empresa não tem um sistema de gestão para logística de compras implementado.

23 - Sua empresa tem um sistema de gestão de marketing?

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão de marketing implementado e em operação.

Sim, nossa empresa está comprometida com o gerenciamento eficaz de suas campanhas de marketing.

Sim, nosso sistema de gestão de marketing automatiza tarefas e processos.

Não, nossa empresa não tem um sistema de gestão de marketing implementado.

24 - Sua empresa tem um sistema de gestão de relacionamento com o cliente (CRM)?

Sim, nossa empresa tem um sistema de gestão de relacionamento com o cliente (CRM) implementado e em operação.

Sim, nossa empresa está comprometida com o gerenciamento eficaz de seus relacionamentos com os clientes.

Sim, nosso sistema de gestão de relacionamento com o cliente (CRM) automatiza tarefas e processos.

Não, nossa empresa não tem um sistema de gestão de relacionamento com o cliente (CRM) implementado.

25 - Na questão de gerenciamento de produção, quais são os principais desafios enfrentados pelo planejamento e controle da produção na sua empresa?

A variabilidade da demanda.

A falta de recursos.

A falta de informações.

A falta de integração entre as áreas.

26 - Qual é o tipo de manutenção predominante na sua empresa?

Manutenção corretiva.

Manutenção preventiva.

Manutenção preditiva.

Manutenção produtiva total.

Fase 3

27 - Sua empresa utiliza alguma das tecnologias abaixo? Selecione mais de uma, caso necessário.

Manufatura aditiva;

Manufatura difital;

Realidade aumentada e virtual;

Internet das coisas (IoT);

Inteligência artificial (IA);

Big data;

Robótica;

28 - As tecnologias apontadas acima, são para quais objetivos? Selecione mais de uma, caso necessário.

Melhorar produtividade;
Reduzir custos;
Inovar seus produtos e serviços;
Aumentar a flexibilidade de produção;
Melhorar a segurança e a saúde ocupacional;

29 - Qual é o nível de utilização de tecnologias da Indústria 4.0 em sua empresa?

Nenhuma tecnologia da Indústria 4.0 é utilizada.

Algumas tecnologias da Indústria 4.0 são utilizadas, mas de forma isolada.

As tecnologias da Indústria 4.0 são utilizadas de forma integrada, mas não em todos os processos.

As tecnologias da Indústria 4.0 são utilizadas de forma integrada em todos os processos.

30 - Sua empresa tem uma estratégia definida para o uso de tecnologias da Indústria 4.0?

Não, não temos uma estratégia definida.

Temos uma estratégia definida, mas ainda não está em implementação.

Temos uma estratégia definida e está em implementação.

Temos uma estratégia definida e está sendo executada.

31 - Sua empresa tem um plano de ação para a implementação de tecnologias da Indústria 4.0?

Não, não temos um plano de ação.

Temos um plano de ação, mas ainda não está concluído.

Temos um plano de ação, e está em andamento.

Temos um plano de ação, e está sendo executado.

32 - Sua empresa tem um orçamento definido para o investimento em tecnologias da Indústria 4.0?

Não, não temos um orçamento definido.

Temos um orçamento definido, mas ainda não está aprovado.

Temos um orçamento definido, e está aprovado.

Temos um orçamento definido, e está sendo utilizado.

33 - Sua empresa tem um programa de treinamento para os funcionários sobre tecnologias da Indústria 4.0?

Não, não temos um programa de treinamento.

Temos um programa de treinamento, mas ainda não está implementado.

Temos um programa de treinamento, e está em andamento.

Temos um programa de treinamento, e está sendo executado.

34 - Sua empresa tem um programa de comunicação interna sobre tecnologias da Indústria 4.0?

Não, não temos um programa de comunicação interna.

Temos um programa de comunicação interna, mas ainda não está implementado.

Temos um programa de comunicação interna, e está em andamento.

Temos um programa de comunicação interna, e está sendo executado.

35 - Sua empresa participa de eventos e fóruns sobre Indústria 4.0?

Não, não participamos de eventos e fóruns.

Participamos de alguns eventos e fóruns.

Participamos regularmente de eventos e fóruns.

Somos patrocinadores de eventos e fóruns sobre Indústria 4.0.

36 - Quais são os principais desafios para a implementação de tecnologias da Indústria 4.0 em sua empresa?

37 - Quais são as principais oportunidades para a utilização de tecnologias da Indústria 4.0 em sua empresa?

38 - Quais são as principais recomendações para o desenvolvimento da indústria 4.0 na região?