INOVAÇÃO E TECNOLOGIA: A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E SEUS IMPACTOS NAS INDÚSTRIAS BRASILEIRAS EM 2022

Felipe Lopes Marsi *
*Prof. Marcos Antonio Canhada***

* Bacharelando em Ciências Econômicas pela Universidade de Sorocaba (Uniso). E-mail: 00107324@aluno.uniso.br.

** Orientador do trabalho: Mestre em Engenharia de Produção e professor do Curso de Ciências Econômicas da (Uniso). E-mail: marco.canhada@prof.uniso.br.

Recebido em: 26 de novembro de 2024. Avaliado em: 13 de novembro de 2024

RESUMO

Este artigo busca compreender o impacto da Quarta Revolução Industrial na economia brasileira. Para isso, a presente pesquisa tem seu foco nas indústrias brasileiras no ano de 2022, focado exclusivamente nas informações contidas na Pesquisa de Inovação Semestral 2022: indicadores temáticos (IBGE). Portanto, este artigo é um estudo feito com base na pesquisa citada. O objetivo é compreender se as tecnologias digitais avançadas, oriundas da Quarta Revolução Industrial, estão causando impactos significativos em sua utilização pelas indústrias e se estão afetando sua produtividade. Identifica-se que as tecnologias citadas realmente afetam de forma positiva a produtividade, porém não há uma grande adesão às mesmas por conta de barreiras à sua utilização.

PALAVRAS-CHAVE: Quarta Revolução Industrial; Indústria 4.0; transformação digital; indústria brasileira.

INNOVATION AND TECHNOLOGY: THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION AND ITS IMPACTS ON BRAZILIAN INDUSTRIES IN 2022

ABSTRACT

This article aims to understand the impact of the Fourth Industrial Revolution on the Brazilian economy. To that end, the present research focuses on Brazilian industries in the year 2022, exclusively centered on the information contained in the Pesquisa de Inovação Semestral 2022: indicadores temáticos (IBGE). *Therefore, this article is a study based on the mentioned research. The objective is to understand whether advanced digital technologies, stemming from the Fourth Industrial Revolution, are causing significant impacts on their use by industries and if they are affecting their productivity. We identified that the mentioned technologies indeed have a positive effect on productivity; however, there is not widespread adoption due to barriers to their usage.*

Keywords: Fourth Industrial Revolution; Industry 4.0; digital transformation; Brazilian industry.

1 INTRODUÇÃO

O tema que foi objeto deste artigo tem uma grande importância para a sociedade moderna, pois se trata de um assunto atual e de extrema relevância que tende a causar impactos econômicos muito relevantes, que é Inovação e Tecnologia, o impacto da Quarta Revolução Industrial e suas tecnologias nas indústrias brasileiras no ano de 2022. O problema deste relatório é que a pesquisa buscou compreender o impacto da Quarta Revolução Industrial nas indústrias brasileiras a partir da perspectiva do grau de utilização e seus impactos na produtividade, portanto será: a Quarta Revolução Industrial causou impactos significativos na utilização de suas tecnologias e na produtividade das indústrias brasileiras no ano de 2022?

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar quais foram os impactos da Quarta Revolução Industrial nas indústrias brasileiras no ano de 2022, com isso, procurar entender como o Brasil está no que se refere ao fenômeno estudado. O objetivo específico desta pesquisa foi analisar os impactos nas indústrias brasileiras decorrentes das tecnologias vindas com a Quarta Revolução Industrial no ano de 2022, a partir das informações contidas na Pesquisa de Inovação Semestral 2022: indicadores temáticos (IBGE), para verificar se realmente houve impactos significativos e procurar entender e mensurar esses possíveis impactos, focando especificamente no grau de utilização das tecnologias e em uma variável importantíssimas para a economia, a produtividade das indústrias.

A hipótese deste relatório afirma que o impacto da Quarta Revolução Industrial na economia mundial será gigantesco, a mudança será tão exótica que ficará difícil dividir os efeitos individuais de cada variável na economia. Essa revolução atingirá todas as variáveis macroeconômicas, como comércio, PIB, inflação, emprego, consumo, investimento, entre outras. Porém, isso será mais relevante em duas áreas: crescimento, principalmente no que diz respeito à produtividade, que é seu decisório de longo prazo, e emprego. (SCHWAB, 2016)

Esta pesquisa abordou o impacto da Quarta Revolução Industrial com um grande foco na produtividade e nível de utilização das tecnologias nas indústrias, deixando de lado outras variáveis, pois consoante a hipótese deste artigo a produtividade é uma das mais atingidas pelo fenômeno, por isso, tende a passar por grande mudança e causar maiores impactos econômicos. Esta pesquisa focou nas consequências referentes ao desempenho dessa variável econômica e nos níveis de utilização das tecnologias que fazem parte do fenômeno, não foram estudadas questões de impactos sociais. Com isso, conseguimos ter uma análise mais completa sobre os impactos econômicos do fenômeno estudado, pois focaremos nas variáveis mais relevantes e

em seus desempenhos nas indústrias brasileiras em 2022, deixando o estudo especificamente no centro desta mudança.

Esta pesquisa é relevante para compreendermos como a Quarta Revolução Industrial está afetando as indústrias brasileiras e sua produtividade, que são muito importantes para a economia brasileira. Com isso, procuramos entender para qual direção estamos caminhando nesse processo. Entendendo para qual direção a economia brasileira está se direcionando, os agentes econômicos podem se preparar e tomar as melhores decisões para obter os melhores resultados.

Este artigo teve como delineamento pesquisas bibliográficas, pesquisas documentais e artigos científicos. O presente relatório estudou dados referentes a tecnologias digitais avançadas nas indústrias brasileiras no ano de 2022. Os dados presentes neste artigo são retirados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através da Pesquisa de Inovação Semestral 2022: indicadores temáticos: tecnologias digitais avançadas, teletrabalho e cibersegurança. O presente relatório foi realizado a partir da fonte de dados indicada, pois no Brasil atual, não há outra fonte de dados que se compare à indicada, ela contém todas as informações necessárias de forma muito completa. Este relatório teve como metodologia científica o método hipotético dedutivo, e foi utilizado análise de dados de forma quantitativa e qualitativa.

Por fim, tal artigo está dividido em cinco seções a contar a introdução como sendo a primeira; a segunda contém o arcabouço teórico onde se descrever as principais teorias acerca da evolução do capitalismo, processo de destruição criadora, revoluções industriais, Quarta Revolução Industrial, Indústria 4.0 e produtividade; a terceira seção consta a apresentação e análise dos dados decorrente das hipóteses consideradas; a quarta apresenta as conclusões acerca da pesquisa realizada; e, por último, a quinta seção traz as referências utilizadas.

2 ARCABOUÇO TEÓRICO

Conforme indica Schumpeter (1961), o capitalismo não possui uma característica estacionária, mas ele é na sua essência composto por mutações econômicas. Apesar do sistema econômico capitalista acontecer em um ambiente que está em constante alteração no âmbito social e natural em que vivemos, alterações que podem vir, por exemplo, por meio de guerras, revoluções, aumento populacional e outras mudanças oriundas desses fatores naturais e sociais, essas alterações por mais que tenham sua importância econômica, não são responsáveis pela evolução do capitalismo. Mesmo questões como o crescimento do capital ou grandes mudanças no sistema monetário, não são suficientes para explicar a grande mudança e evolução do

capitalismo. Mas o que realmente importa, no que diz respeito a evolução do processo capitalista e que traz uma transformação tão abrupta no sistema econômico, vem por meio de um processo de inovação e novas tecnologias, que trazem novas formas de produzir, consumir, transportar, novos produtos, novos mercados, novas indústrias e novos processos industriais, que vem por meio das empresas.

Esse processo evolutivo se chama destruição criadora, isso pelo fato de que as inovações e novas tecnologias vem para destruir as que as antecederam, trazendo constante melhoria e transformação, seja em processos de produção ou novos produtos, que por sua vez, criam novos mercados estrangeiros e domésticos. O processo em questão é o fundamento para explicar o capitalismo e nunca para de acontecer, para sobreviver as empresas necessitam fazer parte disso, porém essas revoluções não acontecem do dia para a noite, existem ciclos econômicos onde se leva um certo tempo para se incorporar a mudança, trazendo um momento ilusório de uma certa calma relativa. Por isso, o processo de evolução capitalista deve ser analisado em períodos longos de tempo, podendo ser décadas ou séculos, e não devemos estudar o processo em questão de forma isolada, olhando apenas para um segmento ou indústria, pois com isso não podemos tirar conclusões do todo, mas devemos estudar esse processo de destruição criadora na totalidade que nunca para de criar e destruir. Com isso, a principal concorrência existente no capitalismo não vem por meio da concorrência dos preços, mas sim da concorrência que vem por meio do processo de criar novos produtos, novas formas de produzir, novos tipos de organizações, novos fundamentos de suprimentos, trazendo novas formas, a longo prazo, de aumentar a produção e reduzir os preços. (SCHUMPETER, 1961)

No decorrer da história a humanidade passou por algumas revoluções que mudaram completamente a nossa estrutura social e econômica, por exemplo, a revolução agrícola que ocorreu há cerca de 10.000 anos e possibilitou o aumento da produção agrícola levando ao maior ajuntamento de pessoas que com tempo foram se tornando cidades. As revoluções são mudanças drásticas e súbitas que acontecem devido ao avanço tecnológico, trazendo uma ruptura completa em como encaramos o mundo e nossas estruturas, mas é importante ressaltar que essas mudanças podem levar anos para se concretizar de fato. No exemplo da revolução agrícola citado acima, o grande fator tecnológico que possibilitou a mudança estrutural na época foi a domesticação dos animais, que trouxe mudanças na comunicação, transporte e produção. (SCHWAB, 2016)

De acordo com Simão (2014 *apud* SILVA *et al.*, 2018), existem dois fatores que acompanharam todas as revoluções que já vivemos: os avanços tecnológicos e as mudanças na

organização social. Com fundamento nesses dois princípios, a Primeira Revolução Industrial foi iniciada no ano de 1760, esse marco histórico teve como causa a invenção da máquina a vapor e o começo do pensamento econômico liberal, que se iniciou com a publicação da obra "An Inquiry into the Nature and Cause of the Wealth of Nations" de Adam Smith. Já a Segunda Revolução Industrial, que começou no início do século vinte, foi alavancada pelo surgimento de linhas de montagem e pelo que indicou Frederick Winslow Taylor, quando deu a ideia de utilizar métodos cartesianos para administrar as empresas. Com a Terceira Revolução Industrial, que começou na década de sessenta do século vinte, o que impulsionou seu acontecimento do ponto de vista tecnológico, foi a chegada da robótica e da automação, e do ponto de vistas das mudanças da organização social, foi o plano Marshall que ocorreu na década antecessora a revolução em questão e acarretou grandes fluxos de investimento que alavancaram essas inovações.

Conforme Schwab (2016), a Quarta Revolução Industrial se iniciou na virada do século XXI e se refere à revolução digital. Internet global e móvel, inteligência artificial, tecnologias menores e mais eficientes, essas são apenas algumas das tecnologias desta revolução que transformará a economia mundial e a sociedade. Estas novas tecnologias não apenas estão surgindo, mas também aprimorando tecnologias já existentes, por exemplo, softwares e redes, tornando-os mais aprimorados e integrados. Mas muito mais do que apenas sistemas e máquinas inteligentes e conectadas, a Quarta Revolução Industrial traz consigo uma junção de conhecimentos entre o físico, o digital e o biológico, aumentando a velocidade e a capacidade de novas descobertas em todas as áreas. Possibilitando o surgimento e a existência de indústrias inteligentes, o que liga de forma industrial o digital e o físico e traz a existência do conceito de Indústria 4.0.

> Surge a Indústria 4.0 (Alemanha), com cadeias globais de valor, ou fábricas inteligentes. Trata-se de inovações integradas, com o uso da automação industrial, digitalização, robótica avançada, softwares inteligentes, sensores integrados, computação em nuvem, IA, analytics, big data e Internet das Coisas (IoT) que podem gerar produtos inteligentes, com elevada eficiência operacional. Trata-se de um ecossistema interconectado de fornecedores, clientes, produtos e processos de elevada eficiência. Há gestão integrada de um conjunto de tecnologias disruptivas integradas com substantivas mudanças da manufatura. (MURICI, 2022)

Continuando sobre as tecnologias digitais que compõem a Quarta Revolução Industrial estudada pelo artigo, a Análise de Big Data se refere a grandes quantidades de dados que, por meio de softwares tecnológicos, são coletados, processados e analisados. A computação em nuvem é um conjunto de serviços que podem ser acessados e compartilhados de forma rápida e eficiente pela internet em qualquer lugar, podendo ser softwares, redes, armazenamento,

servidores e outros. Referente à inteligência artificial (IA), é um sistema que coleta e analisa informações de forma inteligente, agindo de forma autônoma para realizar a tarefa solicitada através das informações obtidas. Já a Internet das Coisas (Internet of Things, IoT) envolve a interconexão de dispositivos "inteligentes" que coletam e transmitem dados pela internet, possibilitando o monitoramento e controle remoto desses sistemas via redes online. A Manufatura Aditiva (Impressora 3D) são impressoras que usam tecnologias e softwares digitais e criam objetos físicos tridimensionais. Por fim, a robótica se refere a robôs utilizados para setores industriais ou de serviços, que fazem as funções programadas de forma eficiente e automática, ampliando a automação. (IBGE, 2023)

Em relação à produtividade, como indica Porter (1999), é o valor de produção de uma unidade de trabalho ou de capital. O objetivo central de um país é melhorar de forma contínua o padrão de vida de seus cidadãos, portanto, para isso, é necessário desenvolver a capacidade de aumentar a produtividade do trabalho e do capital. Como as empresas de um país lidam com a produtividade, cujo aumento deve melhorar tanto a qualidade e características (que atingem seu preço) como a eficiência de produção, indica como será o padrão de vida a longo prazo no mesmo, atingindo a renda per capita nacional. Mas para que esse processo de continuar evoluindo para atingir altos níveis de produtividade não acabe, é essencial que a economia do país permaneça em um constante ciclo de se autoaprimorar; desenvolvendo novas tecnologias que podem melhorar a produção, alterar o produto ou até mesmo entrar, ou criar setores e produtos novos. As empresas precisam buscar esse aumento de produtividade para continuar competindo no cenário nacional e internacional, pois quanto maior o grau de produtividade e de complexidade, mais o padrão de vida do país estará garantido.

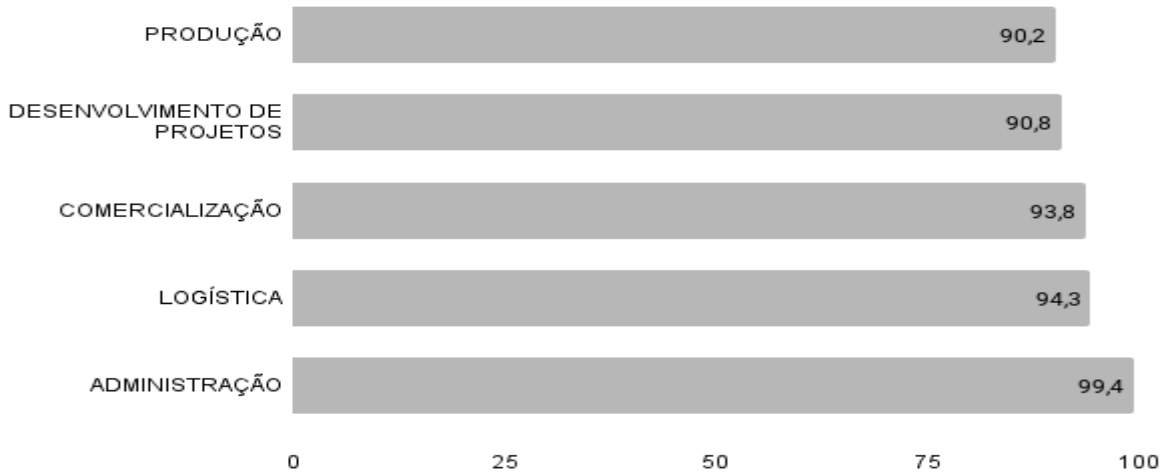
3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

3.1Transformação digital nas indústrias

Consoante a Pintec Semestral, das 9586 indústrias extrativas e de transformação estudadas pela pesquisa, que estão sediadas dentro do território nacional e possuem 100 ou mais funcionários, fizeram uso de informações em formato digital em alguma esfera e funcionalidades dentro de suas transações. O processo de transformação digital acontece quando transformamos conteúdos analógicos, imagens e outras informações em conteúdos que podemos ler, armazenar, processar e transmitir por equipamentos eletrônicos. (IBGE, 2023)

O gráfico 1 apresenta o percentual de digitalização, parcial ou predominante, nos setores das empresas nas indústrias brasileiras em 2022, como informa o Pintec do IBGE.

Gráfico 1 - Total de indústrias que utilizaram informações de maneira digital por setor no ano de 2022, em %.



Fonte: IBGE, **Pesquisa de Inovação Semestral 2022**, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Estatísticas Estruturais e Temáticas em Empresas. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/investigacoes-experimentais/estatisticas-experimentais/35867-pesquisa-de-inovacao-semestral.html?edicao=37966&t=resultados. Acesso em 19/09/2024. Elaborado pelo autor.

Os dados mostram o grau de utilização de tecnologias digitais em cada setor ou função das empresas. Os setores são: desenvolvimento de projetos de produtos, processos e serviços (P&D, design e engenharia de produtos e processos), que ficou como Desenvolvimento de Projetos no gráfico; produção (processo produtivo, manutenção e controle da qualidade), que está referenciado como Produção no gráfico; logística (logística de compras de insumos e distribuição de produtos e serviços), que ficou nomeado como Logística no gráfico; administração (planejamento, contabilidade, recursos humanos, finanças e TI), que ficou indicado no gráfico como Administração; por fim, comercialização (marketing, vendas e pós-venda), que o gráfico apresenta como Comercialização.

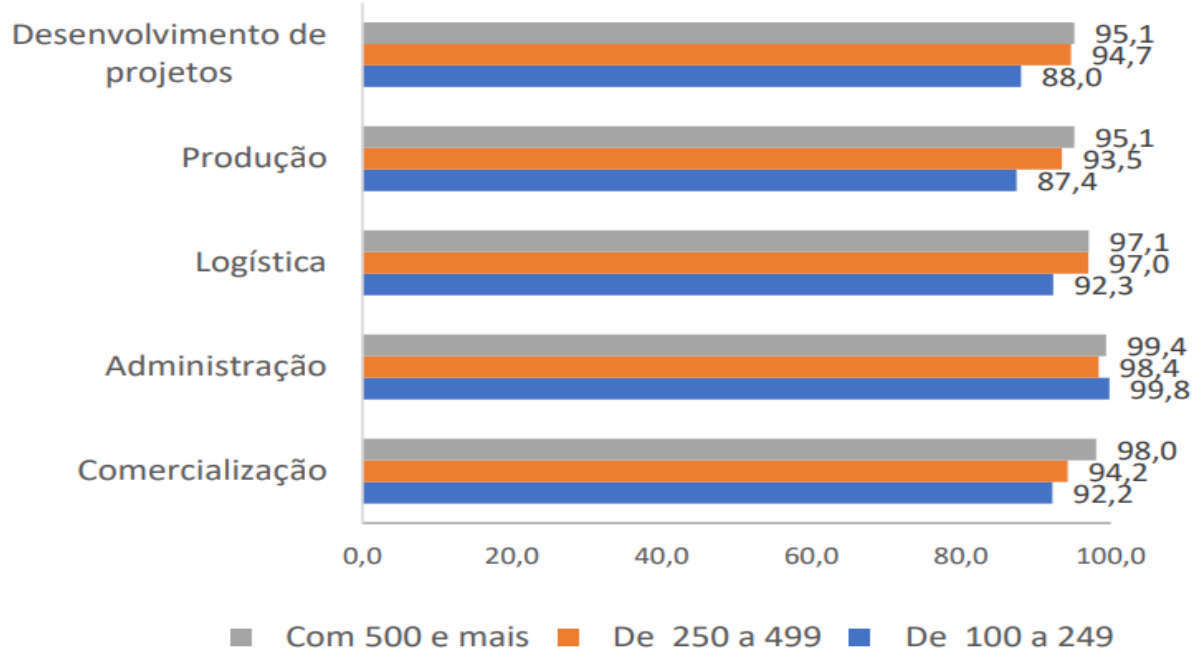
O gráfico 1 ainda nos revela que, no ano de 2022, as empresas estudadas utilizam fortemente tecnologias digitais de alguma forma. Observamos que a distância entre o setor com maior digitalização (administração, 99,4%) e o menor (produção, 90,2%) é muito baixa, o que indica que a digitalização é bem distribuída entre os setores. Por exemplo, conseguimos observar que o setor que mais apresentou alto grau de digitalização foi o administrativo (99,4%); em segundo lugar ficou a logística (94,3%); em terceiro, a comercialização (93,8%); em quarto, o desenvolvimento de projetos (90,8%); e por fim, a produção (90,2%).

De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (2016), com o passar do tempo a digitalização está vez mais enraizada na vida das pessoas e da empresas, alterando nosso dia a dia em todas as dimensões, mas principalmente nas indústrias, bens de consumo, saúde, energia,

mobilidade urbana e agricultura. Isso gera uma série de mudanças, por exemplo, com a chegada da indústria 4.0, a digitalização tem o potencial de desenvolver a produtividade das indústrias.

O gráfico 2 apresenta o percentual de digitalização, parcial ou predominante, nos setores das indústrias brasileiras em 2022, dividido pelo total de funcionários que ocupam as indústrias, como informa o gráfico retirado da Pesquisa de Inovação Semestral 2022: indicadores temáticos (IBGE). Semelhante ao gráfico 1 que mostra o grau de utilização de tecnologias digitais em cada setor ou função das empresas, mas agora está dividido pelo total de funcionários que ocupam a empresa. São três divisões: indústrias com 100 a 249 funcionários (cor azul), indústrias com 250 a 499 funcionários (cor laranja) e indústrias com 500 e mais funcionários (cor cinza).

Gráfico 2 - Total de indústrias que utilizaram informações de maneira digital por setor e por porte da organização no ano de 2022, em %.



Fonte: IBGE, **Pesquisa de Inovação Semestral 2022**, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Estatísticas Estruturais e Temáticas em Empresas. Disponível em: PINTEC Semestral (2022). Acesso em: 29/09/2024.

Analisando o gráfico 2, percebemos uma paridade muito grande nas três divisões citadas acima. Porém, empresas de 500 e mais funcionários tendem a indicar uma pequena vantagem no grau de digitalização nas áreas pesquisadas, principalmente em desenvolvimento de projetos e produção. Porém, áreas como logística e administração possuem altos graus de digitalização, independente do tamanho da empresa. Conforme o gráfico, a digitalização já está muito presente nas indústrias brasileiras.

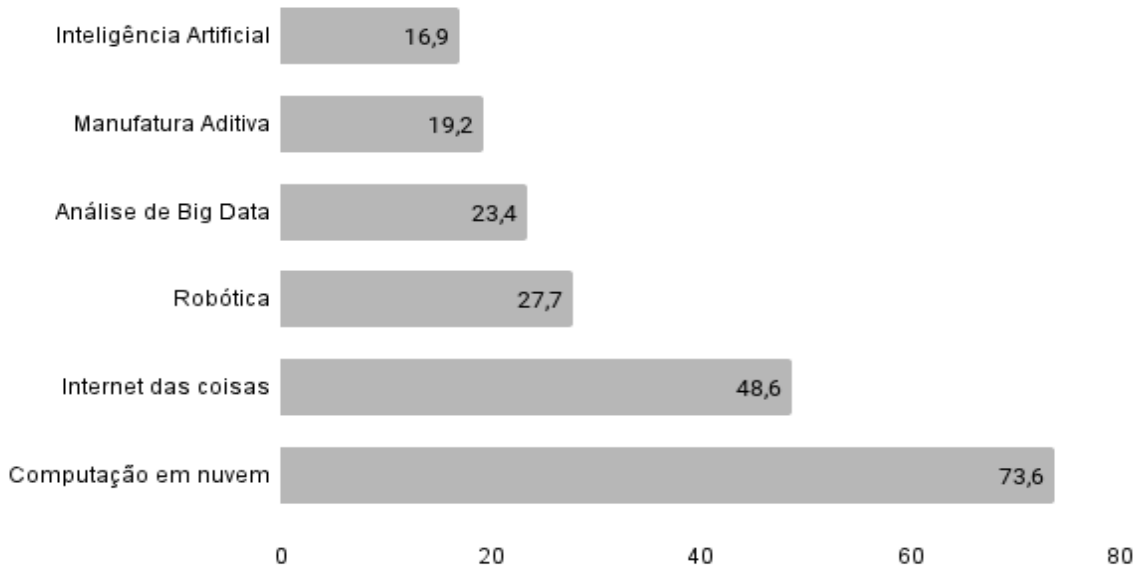
Conforme afirma Murici (2022), quando o assunto são as tecnologias digitais nas organizações, o tamanho das mesmas não interfere no uso das tecnologias digitais, mas o que realmente muda são os tipos e níveis de tecnologias digitais que utilizam. Pois as organizações menores são mais limitadas por terem menos disponibilidade de recursos financeiros para implementar tais mudanças, com isso essas organizações possuem mais dificuldades para implementar as tecnologias em questão, que são mais globalizantes e trazem maiores combinações.

3.2 Tecnologias digitais avançadas nas indústrias

As tecnologias digitais avançadas são sistemas, ferramentas e soluções que estão se colocando como objetivo principal do desenvolvimento na atualidade. Esse conceito se refere à internet das coisas, computação em nuvem, análise de big data, inteligência artificial, robótica e manufatura aditiva. Geralmente, o impacto que essas tecnologias causam nas organizações é aprimorado de acordo com a conexão entre as mesmas, integrando as tecnologias e potencializando a eficiência delas em conjunto. (IBGE, 2023)

O gráfico 3 traz um panorama, em percentual, sobre as tecnologias digitais avançadas utilizadas pelas indústrias brasileiras no ano de 2022, que está dividido por tipo de tecnologia utilizada.

Gráfico 3 - Total de indústrias que utilizaram tecnologias digitais avançadas por tipo de tecnologia no ano de 2022, em %.



Fonte: IBGE, **Pesquisa de Inovação Semestral 2022**, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Estatísticas Estruturais e Temáticas em Empresas. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/investigacoes-experimentais/estatisticas-experimentais/35867-pesquisa-de-inovacao-semestral.html?edicao=37966&t=resultados. Acesso em 15/10/2024. Elaborado pelo autor.

Vemos uma grande diferença quando o assunto são as tecnologias digitais avançadas, se comparados com os gráficos anteriores. Enquanto nos dois primeiros gráficos existia um grau muito elevado de digitalização, quando passamos a analisar apenas as tecnologias digitais avançadas isso mudou completamente nas indústrias brasileiras no ano de 2022, vemos uma utilização muito menor das tecnologias em questão, além de perceber uma diferença muito grande entre a mais utilizada (Computação em nuvem, 73,6%) e a menos utilizada (Inteligência Artificial, 16,9%), o que não acontecia de forma tão expressiva nos gráficos anteriores.

De acordo com Muruci (2022), as principais questões que impedem ou atrasam o avanço das tecnologias digitais avançadas no Brasil, são problemas como a falta de profissionais qualificados para lidar com as tecnologias em questão, resistência à inovação, falta de infraestrutura tecnológica, recursos financeiros escassos, dificuldade de recrutamento e fidelização de especialistas digitais.

Continuando com a análise do gráfico, vemos que, em 2022, as indústrias brasileiras utilizam pouco a Inteligência Artificial (16,9%), deixando a mesma como a menos utilizada; a segunda menos utilizada foi a Manufatura Aditiva (19,2%); a terceira menos utilizada foi a Análise de Big Data (23,4%), a quarta menos utilizada foi a Robótica (27,7%); até o momento as quatro primeiras tecnologias digitais avançadas não apresentam uma diferença muito expressiva, mas as duas últimas apresentam uma diferença muito grande das outras e entre elas; a sexta menos utilizada foi a Internet das Coisas (48,6%); por fim, a tecnologia mais utilizada que se destaca muito das outras, é a Computação em Nuvem (73,6%). Com esses dados, percebemos que a Computação em Nuvem é a única que a maioria das indústrias utiliza, o restante ficou abaixo dos 50%.

> A computação em nuvem é um sistema que dispõe de uma rede de recursos computacionais, acessíveis de maneira conveniente e sob demanda. Que pode ser utilizada e adaptada de maneira rápida e sem grandes custos e dependências de provedores (Xu, 2012 *apud* INÁCIO, 2021)

Para melhor entendimento, vamos analisar as duas tecnologias digitais avançadas que mais apresentaram ser utilizadas pelas indústrias brasileiras no ano de 2022, verificando em quais setores elas são mais utilizadas e qual é o porte das empresas que fazem a utilização das mesmas.

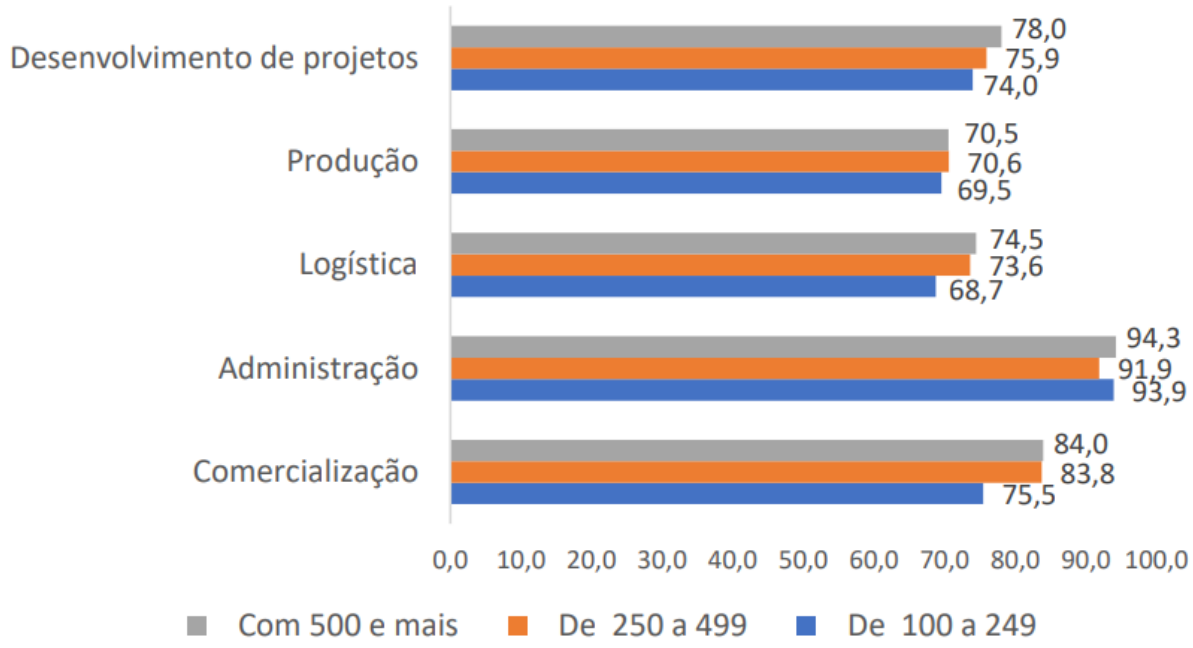
3.2.1 Computação em nuvem

Consoante a Soares (2018), Computação em Nuvem, em inglês chamada de cloud computing, é uma maneira de armazenar e acessar dados em redes mundiais, podendo ser acessada de qualquer lugar do mundo e por diversos dispositivos diferentes e, ao mesmo tempo,

reduzindo os custos e facilitando nas soluções de problemas. Essa tecnologia, alinhada com outras tecnologias digitais avançadas, por exemplo a inteligência artificial acessando a computação em nuvem, podem gerar máquinas inteligentes e conectadas com elevados níveis de eficiência.

O gráfico 4 mostra, com o valor em percentual, a quantidade de organizações que fazem uso da Computação em Nuvem por setor na mesma, além disso, o gráfico divide esse percentual em quantidade de pessoas que ocupam a organização, como já indicado no gráfico 2 são três divisões: indústrias com 100 a 249 funcionários, indústrias com 250 a 499 funcionários e indústrias com 500 e mais funcionários.

Gráfico 4 - Empresas que utilizaram a Computação em Nuvem por setor e por porte da organização no ano de 2022, valor em %.



Fonte: IBGE, **Pesquisa de Inovação Semestral 2022:** Indicadores Temáticos, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Estatísticas Estruturais e Temáticas em Empresas. Disponível em: PINTEC Semestral (2022). Acesso em: 17/10/2024.

Observando o gráfico 4, percebemos uma relação muito próxima entre as indústrias com quantidade de funcionários diferentes, seguindo um padrão muito próximo em todas as áreas. Percebemos valores elevados em todas as áreas das empresas, mas o setor que se destaca é a Administração, com valores elevados a 90% das indústrias utilizando. Vale lembrar que no gráfico 3, a Computação em Nuvem atingiu elevado grau de utilização nas indústrias em 2022, com 73,6% das indústrias utilizando.

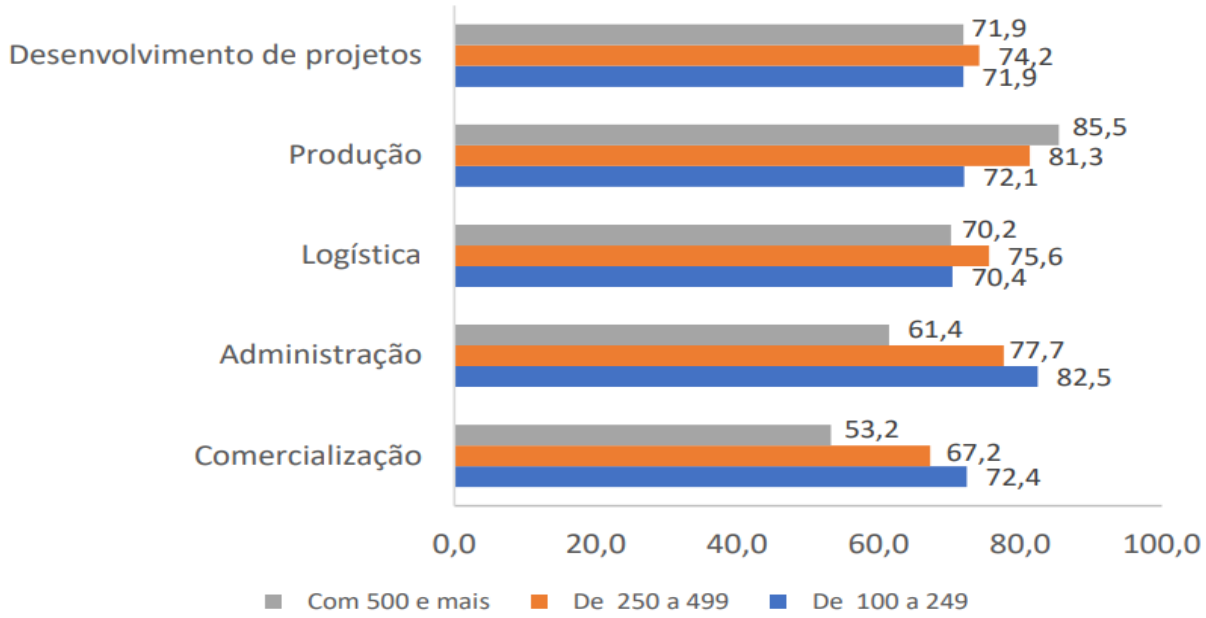
A computação em nuvem envolve o uso da internet para acessar recursos computacionais compartilhados, como redes e servidores, sem a necessidade de grandes investimentos em infraestrutura física local, resultando em redução de custos e aumento de eficiência na produtividade e na segurança. (IBGE, 2023)

3.2.2 Internet das coisas

Cada dia que passa a Internet das Coisas vem recebendo cada vez mais investimentos, e pode ser uma ferramenta poderosa também para a gestão pública, trazendo resoluções mais eficientes para dificuldades que envolvem criminalidade, eficiência produtiva, poluição, congestionamento e outros problemas enfrentados na sociedade. Tudo isso através do processamento de grandes quantidades de dados e tecnologias avançadas integradas. (MAGRANI, 2018)

O gráfico 5 indica o valor percentual que as empresas utilizam a Internet das Coisas, por setor e por pessoas que ocupam a organização. Conforme já indicado, são três divisões: indústrias com 100 a 249 funcionários, indústrias com 250 a 499 funcionários e indústrias com 500 e mais funcionários.

Gráfico 5 - Empresas que utilizaram a Internet das Coisas por setor e por porte da organização no ano de 2022, valor em %.



Fonte: IBGE, **Pesquisa de Inovação Semestral 2022:** Indicadores Temáticos, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Estatísticas Estruturais e Temáticas em Empresas. Disponível em: PINTEC Semestral (2022). Acesso em: 17/10/2024.

Para analisar o gráfico 5, vale lembrar que o gráfico 3 indicou que apenas 48,6% das indústrias utilizavam a Internet das Coisas. Vemos que, dentro dessa quantidade, as indústrias de portes diferentes apresentaram diferenças significativas nos setores em que elas utilizam a tecnologia, saindo do padrão dos outros gráficos. O setor que mais apresentou uma certa igualdade na utilização foi o Desenvolvimento de Projetos, que indicou percentuais muito próximos. Podemos perceber que as empresas com 500 e mais funcionários apresentaram percentuais bem abaixo das outras nos setores de Administração e Comercialização, não seguindo o padrão dos outros gráficos.

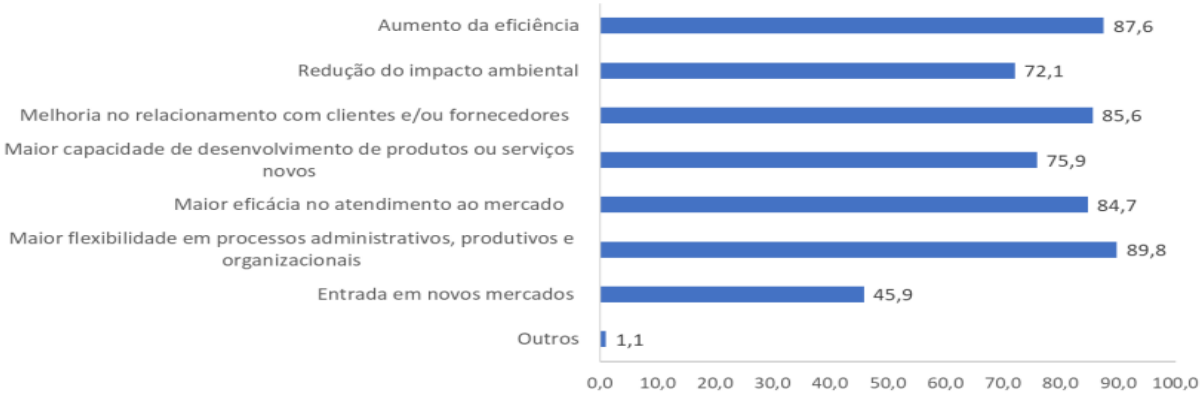
Conforme diz Magrani (2018), a Internet das Coisas é capaz de afetar de forma positiva a produtividade e a inovação, criando novas oportunidades de negócios. Porém, uma das principais dificuldades de se incrementar a Internet das Coisas são problemas de falhas de segurança.

Como nos informa Peppet (2014 *apud* Magrani, 2018), um dos principais motivos para os sistemas e dispositivos ligados a Internet das Coisas sofrerem problemas de cibersegurança e ataques de hackers, é que as organizações que querem utilizar a IoT não são experientes em produzir hardwares e softwares com elevado nível tecnológico e seguro, mas são exclusivas em fornecer bens e serviços comuns no mercado.

3.3 Impactos positivos causados pela utilização das tecnologias digitais avançadas

O gráfico 6 demonstra quais são os pontos positivos que as indústrias obtiveram ao utilizar as tecnologias digitais avançadas, a partir das empresas que adotaram as tecnologias avançadas, o valor está %.

Gráfico 6 - Benefícios adquiridos pelas organizações que utilizaram tecnologias digitais avançadas em 2022, valor em %.



Fonte: IBGE, **Pesquisa de Inovação Semestral 2022:** Indicadores Temáticos, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Estatísticas Estruturais e Temáticas em Empresas. Disponível em: PINTEC Semestral (2022). Acesso em: 17/10/2024.

O gráfico 6 apresenta sete benefícios adquiridos pelas empresas, e percebemos que seis desses benefícios foram obtidos por mais de 70% das indústrias que utilizaram essas tecnologias digitais avançadas em 2022. Os dois maiores benefícios indicados pelo gráfico são: maior flexibilidade em processos administrativos, produtivos e organizacionais (89,8%) e o aumento da eficiência (87,6%).

O IBGE (2023), que é o autor do gráfico 6, nos informa que esse aumento da eficiência citado no mesmo se enquadra em três fatores, que são: redução de custos, aumento da produtividade e otimização dos processos de tomada de decisão.

Todas essas tecnologias digitais avançadas trazem consigo como principais benefícios a redução de custos e o aumento da eficiência. Esses benefícios podem acontecer principalmente na produtividade, crescimento da receita, empregabilidade e investimento. (Welcker, 2017 *apud* ALBERTIN *et al.*, 2017)

3.4 Elementos que trazem complicações na adesão de tecnologias digitais avançadas

O gráfico 7 nos mostra, com o valor em percentual, quais são os elementos que dificultaram a entrada das tecnologias digitais avançadas nas indústrias brasileiras no ano de 2022.

Gráfico 7 - Obstáculos na adoção de tecnologias digitais avançadas indicados pelas indústrias brasileiras no ano de 2022, valor em %.

Fonte: IBGE, **Pesquisa de Inovação Semestral 2022:** Indicadores Temáticos, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Estatísticas Estruturais e Temáticas em Empresas. Disponível em: PINTEC Semestral (2022). Acesso em: 17/10/2024.

Observando o gráfico 7, percebe-se que as quatro maiores dificuldades para se utilizar tecnologias digitais avançadas nas indústrias brasileiras em 2022 são: altos custos de soluções tecnológicas (80,8%), falta de pessoal qualificado na empresa (54,6%), risco associados à segurança e privacidade (49,5%) e limitada oferta de pessoal qualificado no mercado (48,9%). Mas se percebe que os altos custos das soluções tecnológicas ficam muito à frente dos demais.

No Brasil atual, não há motivos suficientes para a implementação definitiva dessas tecnologias. Para acontecer essa digitalização avançada, que alteraria a cadeia de suprimentos da indústria, são necessários níveis muito elevados de investimento e uma grande mudança na infraestrutura das organizações. Com isso, observamos que as áreas que mais são afetadas por essas faltas de oportunidade são: falta de recursos financeiros, mão de obra especializada escassa, falta de suporte técnico adequado e a falta de informações que revelam os benefícios e o valor agregado quando se utiliza tecnologias digitais. (INÁCIO, 2021)

"A transformação digital requer inovações disruptivas nas organizações e mudança do mindset dos colaboradores. Novas profissões estão sendo criadas e há necessidade de requalificação dos profissionais nas organizações" (Murici, 2022).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos deste artigo foram atingidos. Para o cumprimento do objetivo geral, conseguimos ter um panorama excelente da situação das indústrias brasileiras em relação à quarta revolução industrial, observamos que as indústrias brasileiras estão interessadas nas tecnologias digitais avançadas e que realmente existe um esforço das organizações para a adoção dessas tecnologias. Porém, também identificamos que as indústrias brasileiras possuem uma série de obstáculos para a completa digitalização avançada, deixando o Brasil apenas no início das mudanças referentes ao fenômeno estudado.

O objetivo específico também foi atingido, verificamos o nível de utilização das principais tecnologias digitais avançadas e seus impactos na produtividade das organizações, principalmente das duas tecnologias que apresentaram maior adesão por parte das empresas, a computação em nuvem e a internet das coisas. Foi utilizado apenas dados e gráficos vindos da Pesquisa de Inovação Semestral 2022: indicadores temáticos: tecnologias digitais avançadas, teletrabalho e cibersegurança do IBGE, conforme previsto no objetivo, já que este artigo se propôs a analisar a pesquisa indicada e elaborar o artigo com base na mesma, pois é a melhor e mais completa fonte de dado do assunto no momento, no Brasil. Percebemos que o impacto da digitalização é gigantesco no Brasil, mas também observamos que quando se trata de tecnologias digitais avançadas, ainda apresentamos dificuldade de implementá-las em nossas

indústrias. Mas vemos que as empresas que conseguem aderir às tecnologias digitais avançadas estão tendo excelentes resultados vindo delas.

A hipótese deste artigo foi parcialmente aceita, pois percebemos que apesar das tecnologias digitais avançadas causarem um impacto muito positivo nas indústrias e em sua produtividade, ainda não alcançamos o ponto em que essas tecnologias causaram uma mudança disruptiva nas indústrias e na economia brasileira. Conforme foi investigado na pesquisa, percebemos que apenas uma das tecnologias digitais citadas passou dos 50% de utilização pelas organizações, sendo a computação em nuvem, o restante ficou abaixo e algumas apresentaram porcentagens muito pequenas de utilização. Vimos que apesar dos muitos benefícios que a quarta revolução industrial traz consigo, os desafios para se incrementar essas mudanças também são muito elevados, vemos que pontos como os altos custos para digitalização, a falta de mão de obra especializada, falta de cibersegurança, falta de investimento e a falta de informação, são uns dos principais motivos que atrapalham a digitalização nas indústrias. Por outro lado, percebemos que essas tecnologias afetam realmente de forma positiva na eficiência e produtividade das indústrias, trazendo aumento da eficiência, aumento da flexibilidade, melhoria no relacionamento com clientes e fornecedores, melhor atendimento ao mercado, entre outros.

Por esses motivos, a hipótese foi parcialmente aceita, podemos estar apenas no início de uma mudança disruptiva nas indústrias, na economia e na sociedade brasileira, e apesar da demora e da falta de incentivo à digitalização no Brasil, podemos estar no processo de transformação e amadurecimento para tal revolução.

Referente às lacunas deste artigo que também ficam como indicações de novos estudos a serem realizados, a primeira delas é que foi estudado apenas uma das duas variáveis indicadas pela hipótese como mais afetadas pela Quarta Revolução Industrial, deixando de lado a variável trabalho, não analisando o impacto do fenômeno no mercado de trabalho e como isso afeta as empresas e os trabalhadores. Outro fator que pode ser considerado uma lacuna é que não foi possível analisar a fundo cada uma das tecnologias e entender seus benefícios individuais e suas maiores barreiras para a implementação. O que também é considerado uma lacuna no presente artigo é que este trabalho não é dividido por setor industrial, caso tenha setores que estão à frente de outros no processo de digitalização avançada, mas é utilizado nas indústrias de forma geral. Também podemos considerar como lacuna e indicação de novos estudos o fato do presente artigo não estudar impactos sociais causados pela revolução em questão, como ela afeta as áreas da sociedade brasileira, como educação, entretenimento, administração pública e

outras áreas importantes. O fato de este artigo ser fundamentado em apenas uma fonte de dados, apesar de ser a melhor fonte com os melhores dados encontrados, também pode ser uma lacuna.

5 REFERÊNCIAS

ALBERTIN, Marcos Ronaldo; ELIENESIO, Maria Luiza B.; AIRES, Aline dos S.. **Desafios e oportunidades da indústria 4.0 para o Brasil.** Joinville: Enegep, 2017. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_245_419_34169.pdf. Acesso em: 22 out. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil.** Brasília: CNI, 2016. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/d6/cb/d6cbfbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios_para_industria_40_no_brasil.pdf. Acesso em: 26 set. 2024.

IBGE. **Pesquisa de Inovação Semestral 2022:** Indicadores Temáticos. Tecnologias digitais avançadas, teletrabalho e cibersegurança. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102028.pdf. Acesso em: 17 out. 2024.

INÁCIO, Danilo. **Impacto das tecnologias da indústria 4.0 na resiliência e responsividade da cadeia de suprimentos digital**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/71681/R%20-%20D%20-%20DANILO%20INACIO.pdf?sequence=1. Acesso em: 17 out. 2024

MAGRANI, Eduardo. **A Internet das Coisas.** Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018. Disponível em: https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/b50af2ba-b001-4b1d-a1ad-5df985f6d1bb/content. Acesso em: 22 out. 2024

MURICI, Maria das Graças. **Transformação digital:** impactos para organizações brasileiras. 2022. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/46796/1/Tese%20doutorado%20Maria%20das%20Gra%c3%a7as%20Murici%20vers%c3%a3o%20final%20enviada%20PPGGOC%2010.02.22.pdf. Acesso em: 6 mai. 2024.

PORTER, Michael E. **Competição:** Estratégias Competitivas Essenciais. Rio de Janeiro: Campus, 1999. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/8272890/mod_resource/content/1/Michael%20Porter%20-%20A%20Vantagem%20Competitiva%20das%20Na%C3%A7%C3%B5es.pdf. Acesso em: 26 set. 2024

SCHUMPETER, Joseph A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia.** 1.ed. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961. Disponível em: https://www.institutomillenium.org.br/wp-content/uploads/2013/01/Capitalismo-socialismo-e-democracia-Joseph-A.-Schumpeter.pdf. Acesso em: 01 mai. 2024.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial.** 1.ed. Suíça: Fórum Econômico Mundial, 2016. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7963812/mod_resource/content/1/LIVRO%20A%20QUARTA%20REVOLU%C3%87%C3%83O%20INDUSTRIAL%20Klaus%20Schwab%20-%20edipro%20%282016%29-1.pdf. Acesso em: 07 abr. 2024.

SILVA, Elcio B. *et al.* **Automação & Sociedade:** Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil. Rio de Janeiro: Brasport, 2018. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=JL5HDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=Conceitos+e+Componentes+da+Qua

rta+Revolu%C3%A7%C3%A3o+Industrial&ots=2hE9Jzd8dq&sig=A1j7giQx0vnAxcUtSTJS8fc5yFo#v=onepage&q=Conceitos%20e%20Componentes%20da%20Quarta%20Revolu%C3%A7%C3%A3o%20Industrial&f=false. Acesso em: 26 set. 2024.

SOARES, Matias Gonsales. **A Quarta Revolução Industrial e seus possíveis efeitos no direito, economia e política.** Universidade Autónoma de Lisboa, 2018. Disponível em: https://www.migalhas.com.br/arquivos/2018/4/art20180427-05.pdf. Acesso em: 17 out. 2024.