

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE ESTUDOS SOCIAIS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E ANÁLISE

ADALBERTO GUEDES FIGUEIRA

**A ECONOMIA DA INOVAÇÃO E O IMPACTO DAS TECNOLOGIAS AO
LONGO DAS ÉPOCAS**

**MANAUS
2023**

ADALBERTO GUEDES FIGUEIRA

**A ECONOMIA DA INOVAÇÃO E O IMPACTO DAS TECNOLOGIAS AO
LONGO DAS ÉPOCAS**

Trabalho apresentado como requisito
para a obtenção do Grau de Bacharel em
Ciencias Economicas da Universidade
Federal do Amazonas.

Orientador: Raphael Ribeiro Costa

MANAUS

2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

F475e Figueira, Adalberto Guedes
A economia da inovação e o impacto das tecnologias ao longodas épocas / Adalberto Guedes Figueira . 2023
39 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Raphael Ribeiro Costa
TCC de Graduação (Ciências Econômicas) -
UniversidadeFederal do Amazonas.

1. Tecnologia. 2. Inovação. 3. Revolução Industrial. 4. Indústria 4.0 . 5. Desenvolvimento econômico. I. Costa, Raphael Ribeiro. II.Universidade Federal do Amazonas III. Título

ADALBERTO GUEDES FIGUEIRA

**A ECONOMIA DA INOVAÇÃO E O IMPACTO DAS TECNOLOGIAS AO
LONGO DAS ÉPOCAS**

Monografia apresentada à Comissão Examinadora da Universidade Federal do Amazonas como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

BANCA EXAMINADORA

Prof. M.Sc. Raphael Ribewiro Costa (Presidente)

Prof. Dr. Diogo Del Fiori (Membro)

Prof. Dr. Márcio Antônio Couto Ferreira (Membro)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me sustentou ao longo de toda jornada acadêmica, dando-me força, animo e inteligência para prosseguir.

Agradeço aos meus pais que ao longo de toda a minha caminhada de estudos sempre me deram todo o apoio e carinho em todas as circunstâncias, sem medir esforços, e aguentaram firmemente todas as minhas ausências dedicadas aos estudos para que chegasse até este momento. Sempre foram meus maiores incentivadores e acreditaram sempre em mim.

A minha namorada Fernanda, que esteve comigo lado a lado ao fim da minha jornada acadêmica no bacharel, sendo de suma importância para a conclusão da mesma, minha companheira de estudos e ainda mais, minha companheira de vida. Dando-me apoio em todos os momentos felizes e tristes que vivenciei até aqui, muito obrigado por tudo, meu amor.

Agradeço a todos os meus professores e colegas de curso, por tudo que vivenciamos em todo ambiente acadêmico e por todas as trocas de conhecimentos.

Por fim, minha sincera gratidão a todas as pessoas citadas acima e aqueles que me apoiaram e estiveram comigo ao longo desta caminhada.

RESUMO

A inovação tecnológica relaciona-se com vários aspectos dentro das atividades econômicas, sendo compreendida como instrumento indispensável para o aumento de produtividade e competitividade das organizações. O objetivo geral desta monografia foi analisar as tecnologias que surgiram a partir da primeira revolução industrial, tendo como objetivos específicos analisar sobre as tecnologias e inovações envolvidas em cada revolução, discutir as inovações tecnológicas existentes na Indústria 4.0 e abordar sobre os desafios dessa indústria no mercado brasileiro. Esse trabalho justificou-se devido ao acelerado crescimento das inovações tecnológicas que impactam diretamente no desenvolvimento da sociedade. A metodologia utilizada foi de natureza descritiva, bibliográfica e quantitativa, analisando fatores históricos correlacionados à inovação econômica. Nos resultados e discussões, foram abordadas as inovações tecnológicas que surgiram nas revoluções industriais, as inovações tecnológicas existentes na Indústria 4.0 e os desafios da indústria 4.0 para o mercado brasileiro. Analisando, assim, de que forma esses elementos se estabeleceram dentro do desenvolvimento da sociedade e a maneira como essas inovações impulsionaram o crescimento econômico ao longo das épocas.

Palavras-chave: tecnologia, inovação, Revolução Industrial, Indústria 4.0, desenvolvimento econômico.

ABSTRACT

Technological innovation is related to various aspects within economic activities, being understood as an indispensable instrument for increasing the productivity and competitiveness of organizations. The general objective of this monograph was to describe the technologies that emerged from the first industrial revolution, with the specific objectives of describing the technologies and innovations involved in each revolution, discussing the technological innovations in Industry 4.0 and addressing the challenges of this industry in the market. Brazilian. This work was justified due to the accelerated growth of technological innovations that directly impact the development of society. The methodology used was descriptive, bibliographical and quantitative in nature, analyzing historical factors correlated to economic innovation. In the results and discussions, the technological innovations that emerged in the industrial revolutions, the existing technological innovations in Industry 4.0 and the challenges of Industry 4.0 for the Brazilian market were addressed. Thus, analyzing how these elements were established within the development of society and how these innovations boosted economic growth over time.

Keywords: technology, innovation, Industrial Revolution, Industry 4.0, economic development.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Evolução e mudança das Revoluções Industriais – PwC.....	25
Quadro 2 – Tecnologias com importante potencial transformador.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Preocupações e dificuldades sobre a introdução da Indústria 4.0 32

Tabela 2 – Número de empresas que implementaram inovações de produtos e/ou processos.....33

LISTA DE SIGLAS

CPS – Ciber Physical Systems

IoT – Internet of Things

PwC – Pricewaterhouse Coopers

IoS – Internet of Services

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO...	10
2. REVISÃO DE LITERATURA...	12
2.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE ECONOMIA DA INOVAÇÃO	12
2.2 A ECONOMIA, INOVAÇÕES TECNOLOGIAS E SEUS IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO DOS NEGÓCIOS	14
3. METODOLOGIA.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	22
4.1 AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS QUE SURGIRAM NAS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS	22
4.2 AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS EXISTENTES NA INDÚSTRIA 4.0 ...	25
4.3 OS DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 PARA O MERCADO BRASILEIRO ...	31
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

A inovação tecnológica é compreendida como um instrumento indispensável para aumentar a produtividade e a competitividade das organizações, no entanto, este assunto é instigado desde os primeiros avanços na sociedade sendo essencial a fim de impulsionar o desenvolvimento econômico de diferentes regiões e países.

O desenvolvimento não se resume a um simples crescimento das atividades econômicas existentes, mas consiste fundamentalmente em um processo qualitativo de transformação da estrutura produtiva, envolvendo a inclusão de novos produtos e processos e a agregação de valor à produção por meio do uso intensivo de informação e conhecimento.

Adam Smith (1996) descreve a tecnologia como o principal agente transformador da economia, principalmente pelos acontecimentos que repercutiam através da chegada primeira Revolução Industrial, pois a mesma ampliou a divisão do trabalho e melhorou o maquinário da época.

Schumpeter (1911) acredita que as mudanças tecnológicas constituíram como um motor para o desenvolvimento. Dessa forma, mudariam completamente a estrutura econômica por dentro em um processo de criação destruidora.

O presente trabalho tem por objetivo geral analisar as tecnologias que surgiram a partir da revolução industrial. Quanto os objetivos específicos: i) analisar sobre as tecnologias e inovações envolvidas em cada revolução industrial; ii) discutir as inovações tecnológicas existentes na Indústria 4.0; iii) abordar sobre os desafios da Indústria 4.0 no mercado brasileiro.

Este estudo é relevante devido ao acelerado crescimento das inovações tecnológicas que impactam diretamente no desenvolvimento econômico da sociedade. Ademais, a Indústria 4.0 é caracterizada por impulsionar o crescimento e o desenvolvimento econômico, sendo uma nova fase da revolução industrial, responsável por acrescentar transformações que impactam a sociedade em diversos setores, como nos negócios, na produção, no consumo, no transporte.

Dessa maneira, forma-se uma ampla rede na qual todos os sistemas convergem para trabalhar em harmonia e alavancar os ganhos. Assim, essa grande mudança é de suma importância de ser compreendida e estudada, seja no âmbito social, cultural ou econômico.

Logo, o seguinte trabalho se justifica por analisar as tecnologias e inovações

originadas em cada revolução industrial, com enfoque na discussão das novas tecnologias promovidas pela Indústria 4.0 e seus impactos na economia e na sociedade em geral.

Considerando a importância da inovação das tecnologias ao longo do tempo e como que as mesmas se desenvolveram no decorrer da história, o presente trabalho pretende compreender o impacto das tecnologias originadas ao longo das épocas e entender de que forma as invenções de cada época impulsionaram o desenvolvimento da sociedade. Ademais, o mesmo pretende argumentar de forma sucinta com que na sociedade atual essas inovações tecnológicas vêm se comportando.

No decorrer do trabalho será descrito de forma sucinta a origem de cada tecnologia em suas respectivas Revoluções Industriais e como que cada uma delas fizeram com que economistas como Adam Smith e Karl Marx discutissem sobre suas importâncias. Será abordado também de forma objetiva sobre o termo inovação e como que essas inovações se tornam indispensáveis para a Indústria 4.0.

Esta monografia se divide em 5 seções, incluindo esta introdução e por fim considerações finais. Na revisão de literatura, após a análise de dados coletados através de diversas fontes que incluíam livros, artigos de periódicos, relatórios governamentais e outras fontes relevantes em base de dados como a SciELO e repositórios institucionais de faculdades, foi abordado um breve histórico da economia da inovação e a relação da economia, inovações tecnológicas e seus impactos no desenvolvimento dos negócios. A metodologia utilizada foi de natureza descritiva, analisando fatores históricos correlacionados à inovação econômica.

Nos resultados e discussões, foram abordadas as inovações tecnológicas que surgiram nas revoluções industriais, as inovações tecnológicas existentes na Indústria 4.0 e os desafios da indústria 4.0 para o mercado brasileiro. Analisando, assim, de que forma esses elementos se estabeleceram dentro do desenvolvimento da sociedade e a maneira como essas inovações impulsionaram o crescimento econômico ao longo das épocas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE ECONOMIA DA INOVAÇÃO

Segundo Arocena e Sutz (citado por Kupfer, 2019, p. 102) a inovação é um processo interativo, onde os resultados dependem do tipo de relações entre diferentes empresas, organizações e setores, bem como de comportamentos institucionais profundamente enraizados na história de cada região ou nação.

Observa-se que grande parte dos desenvolvimentos econômicos, que aconteceram ao longo de diversos períodos, tem como principal pioneiro as inovações que surgiram em sua época. Devido a formações de blocos econômicos e avanços das tecnologias, a inovação ganhou destaque para o crescimento econômico das nações.

Assim, a busca pela sobrevivência deu subsídio ao surgimento da história da inovação. Ainda em lugares mais extremos, havia sinais de inovações, como exemplo, a criação do fogo, cujo foi desenvolvido com objetivo de suprir a necessidade correspondente a sua época.

O termo inovação pode ser definido como uma ideia, uma prática ou um objeto percebido como novo pelo indivíduo. Inovar é criar algo novo, renovar, inserir novidades, recriar. A inovação é um sinônimo de mudanças e/ou melhorias de algo já existente, neste caso, esta atividade e prática se relaciona em vários aspectos dentro das atividades econômicas.

Segundo Kupfer (1996) nas visões neo-schumpeterianas, os conceitos de inovação são definidos como fatores que proporcionam uma maior competitividade em uma determinada indústria. Diversos setores industriais são estimulados pela produção inovadora, podendo impactar positivamente, as atividades econômicas de determinado país,

Schumpeter apresenta uma ideia de inovação onde poderia ser entendida como uma certa introdução comercial de um novo produto ou a combinação de algo existente criados a partir de uma determinada invenção e que, dessa forma, tornaria-se pertencente ao campo da ciência e tecnologia.

Enquanto para Pavitt (1984), a inovação é caracterizada sendo um produto ou processo de produção novo ou melhorado, comercializado ou utilizado em um país.

Segundo Bozeman e Link (1984), invenção é o desenvolvimento de algo novo enquanto inovação somente acontece quando esta criação é colocada em uso. Assim sendo, inovação é tido como algo novo, podendo ser desde um produto/serviço até um novo processo ou modelo de gestão capaz de gerar valor para economia.

Segundo (Kupfer, 2019).

A inovação está no centro das políticas públicas efetivadas por países avançados e, também, pelos países emergentes que conseguiram progredir em seus níveis de desenvolvimento socioeconômico nas últimas décadas, de fato, é um fenômeno muito amplo que exige um enorme percurso intelectual para o estabelecimento dos seus princípios e para o desenho das suas práticas. Desde a invenção, que é algo mais ligado ao mundo da ciência, até a inovação propriamente dita, que se relaciona com as atividades de pesquisa aplicada e, ainda, a difusão, que é o reflexo de uma miríade de fatores condicionantes empresariais, estruturais e sistêmicos, todas essas dimensões e suas extensas (Kupfer, 2019).

Logo, progredir no nível de desenvolvimento socioeconômico seria um dos focos das maiorias dos países, para que isso aconteça os mesmos precisam deparar-se e acostumar-se a ter em seu progresso a inovação, colocando-a como um sinal sempre alarmante para que seja continuamente estudada e trabalhada para a ampliação do desenvolvimento.

A inovação, para Smith, era resultado do “aprender-fazendo”, ou seja, da busca pelo aperfeiçoamento das formas tradicionais de realizar tarefas produtivas por meio da observação e da experiência.” (TIGRE, 2006 p.26).

Ademais, a mudança tecnológica constitui um elemento fundamental na obra de Marx, tanto pela influência que tem no avanço da sociedade, quanto por seus impactos no processo de trabalho. Ele considera a tecnologia um elemento endógeno presente nas relações produtivas e na valorização do capital. A economia capitalista não pode ser entendida sem que se compreenda a lógica da mudança em tecnologia.

De acordo com Marx, a base técnica que seria necessária para o processo de acumulação de capital seria a divisão de social de trabalho mais completa e inovações em bens de de capital. Marx entendia que a inovação era uma forma de obter um monopólio temporário sobre uma técnica superior ou produto diferenciado. (TIGRE, 2006, p.37 e 38)

Por outro lado, o austríaco Joseph Schumpeter foi o responsável por iniciar a reflexão sobre inovação, tanto em nível macroeconômico quanto empresarial. Segundo

Schumpeter (1961), as inovações tecnológicas têm por finalidade criar novas formas de consumo, alimentando assim o sistema capitalista. Schumpeter foi o prógono do pensamento inovador, o mesmo desenvolveu a ideia de que a aquisição, a introdução e aproveitamento de novas tecnologias na fabricação ou distribuição de qualquer bem ou serviço para o mercado era caracterizado como uma inovação tecnológica.

O papel central da inovação está colocado na elaboração de Schumpeter, sintetizado no célebre segundo capítulo de sua Teoria do Desenvolvimento Econômico (1911) – a, em qualquer de seus cinco tipos básicos, está no centro da dinâmica do sistema, pois o lucro é resultado de uma inovação bem-sucedida implementada na economia. É a inovação que detona um conjunto de mudanças que está por trás do fenômeno do desenvolvimento – e sua lógica articulada ao cerne da ação no sistema capitalista: a busca do lucro. É a inovação que alimenta o processo de destruição criadora que caracteriza o sistema capitalista (SCHUMPETER, 1984, p. 54).

Logo, quando uma inovação é introduzida pioneiramente por uma única empresa, seus impactos econômicos são limitados ao âmbito do inovador e, eventualmente, de seus clientes. Uma inovação só produz impactos econômicos abrangentes quando se difunde amplamente entre empresas, setores e regiões, desencadeando novos empreendimentos e criando novos mercados. (TIGRE, 2006, p.86)

2.2 A ECONOMIA, INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E SEUS IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO DOS NEGÓCIOS

A Economia é considerada uma ciência social, pois se ocupa do comportamento humano e estuda como as pessoas e as organizações na sociedade se empenham na produção, distribuição, troca e consumo de bens e serviços. O objetivo dela é analisar os problemas econômicos e a apresentar soluções resolvê-los, para que assim consiga melhorar a qualidade de todos os agentes envolvidos (famílias, governos e empresas) e a forma como esses agentes econômicos interagem entre si, ou seja, isso forma a atividade econômica, que é exercida pelo homem dentro dessa sociedade.

Por isso, devido de ser considerada uma teoria social, é baseada em eventos e circunstâncias sociais em constante processo de transformação no decorrer do tempo. Nesse caso, pode-se dizer que as teorias sociais são produtos das circunstâncias econômicas e sociais em que são concebidas, ou seja, dentro de um contexto social, político e cultural que estão inseridas.

Dessa forma, é correto afirmar que o ser humano pode agir, criar, alterar as circunstâncias econômicas e sociais com ideias que tem sobre elas. Portanto, quando falamos no pensamento econômico em suas diversas linhas de tempo, analisamos também todo o contexto histórico da época em que ele está inserido (ALENCAR, 2013, 11.).

Para Tigre 2006, p. 17):

Tomando como base esse conhecimento é de suma importância abranger sobre as inovações tecnológicas ao longo da história. Visando os impactos sobre o crescimento da produtividade a revolução industrial constitui como um divisor de água na história econômica, desde meados do século XVIII observam-se sucessivas ondas de inovações obtidas por meio da introdução de máquinas e equipamentos, de novas formas de organização da produção e do desenvolvimento de novas fontes de materiais e energia.

Até o século XVIII, antes da primeira revolução industrial, a agricultura era a principal atividade econômica em todo o mundo. A Revolução Industrial foi uma experiência inusitada na história da humanidade. Segundo Landes (1969), as transformações anteriores, políticas ou econômicas, sempre haviam acabado por se estabilizar em uma nova posição de equilíbrio. Porém, esta revolução claramente continuava e prometia prosseguir indefinidamente apesar dos esforços de seus opositores para reduzir seu ritmo.

O aumento das tecnologias inovadoras é apresentado de forma vagarosa e muito concentrada no setor de indústria têxtil, e de forma mais reduzida, na fabricação de ferro. No entanto, em meados do fim do século XVIII, na mesma época onde Adam Smith compõem a escrita do livro A Riqueza das Nações, a revolução industrial já se encontra em vasto desenvolvimento, alavancando ainda mais a produtividade do mercado e o crescimento econômico.

Quando surge algo novo no mercado, no caso, uma nova tecnologia, observa-se que não é caminho fácil e automático para sua inclusão. Uma vez que gera nova concorrência com as coisas já existentes e acaba representando uma adequação de métodos que já são estabelecidos, provocando, assim, prejuízo no capital investido. Por conta disso, torna-se necessário a verificação de diversos fatores que incidem essa mudança e a possibilitem.

Nesse sentido, Landes (1969, p. 19) aponta dois fatores preponderantes:

“(1) uma oportunidade de aperfeiçoamento em razão da inadequação das técnicas vigentes ou uma necessidade de aprimoramento criada por aumentos autônomos dos custos dos fatores; e (2) uma superioridade de detal ordem que os novos métodos fossem compensatórios para cobrir os

custos de mudança”. Somente uma forte combinação de incentivos poderia ter levado os empresários a essas mudanças e superarem a resistência dos trabalhadores à mecanização. (LANDES 1969, p. 19)

Existem três princípios onde as inovações tecnológicas que surgiram na Revolução Industrial podem ser inseridas: a mudança entre a habilidade e força humana pela máquina rápidas e incansáveis; a mudança de fontes animadas de energia por fontes inanimadas, tendo destaque o início da máquina para mudar o calor em trabalho; e o uso de matérias-primas novas e muito mais abundantes. A aplicação desses princípios permitiu um progressivo aumento autossustentado na produtividade e na renda, motivando um fluxo ininterrupto de investimentos e inovações tecnológicas. Assim, o efeito combinado das invenções acabou por ter um impacto radical nos processos produtivos, dando origem à Revolução Industrial. (TIGRE, 2006, p. 19)

Para Marx, a invenção da máquina a vapor foi um fator essencial para o avanço do capitalismo. Ele entendia que a relação entre tecnologia e sociedade não era determinista, pois um sistema econômico não poderia ser moldado apenas pela tecnologia, visto que dependia fundamentalmente das instituições políticas e sociais. Há, entretanto, um processo de forte interação entre a direção tecnológica e o regime de acumulação.

A partir da Revolução Industrial, o desenvolvimento tecnológico passou a servir ao processo de acumulação de capital e apresentar um viés de substituição de trabalho por máquinas. A competição entre empresas exigia a constante renovação dos métodos produtivos, de forma a reduzir custos e buscar introduzir novos produtos. Para Marx, o capitalismo não se sustentava sem a constante transformação das formas de produção. (TIGRE, 2006, p. 23)

O primeiro a reconhecer relação entre mudança tecnológica e crescimento econômico foi Adam Smith. A sua base as suas observações sobre os acontecimentos que estavam ocorrendo na Inglaterra na época na qual escreveu Riquezas das Nações, Adam identifica duas “inovações” que favoreciam o crescimento da produtividade: a divisão social do trabalho e os melhoramentos na maquinaria.

Utilizando o famoso exemplo da fábrica de alfinetes, Smith demonstrou que, subdividindo as tarefas necessárias para a produção em diferentes etapas, em que cada trabalhador seria especializado em uma função específica, a produtividade aumentava significativamente em relação ao processo artesanal, no qual todo trabalho era desenvolvido por uma única pessoa.

Para Adam Smith, o resultado de “aprender-fazendo” consistia-se em inovação. Desse modo, a busca pelo aperfeiçoamento das formas tradicionais se consistia em realizar tarefas produtivas por meio da observação e da experiência.

Na segunda metade do século XIX ocorreu um aprofundamento do processo de industrialização europeu, definido pelos historiadores como a “Segunda Revolução Industrial”. O período é caracterizado pela rápida difusão da máquina a vapor, da metalurgia do ferro e do aço, das ferrovias e das novas práticas na indústria química. Foi uma época marcada pelo aprimoramento de inovações desenvolvidas anteriormente, visando torná-las mais operacionais e econômicas. Esse período de amadurecimento tecnológico e de difusão de progressos anteriores não significa ausência de criatividade. Inovações radicais importantes, como a eletricidade, o telégrafo e o motor a combustão interna surgiram nessa época, mas seus impactos econômicos só serão sentidos mais profundamente no século XX.

Segundo Rezende (1997) logo ao fim da Segunda Guerra Mundial, houve início a Terceira Revolução Industrial em meados do século XX, onde se teve por nome a Revolução Técnico- científica, onde se destacou a parte da genética, robótica, eletrônica, telecomunicações e avanços tecnológicos na qual possibilitaram o acesso remoto e diversos outros recursos em processamento de dados a distância.

Os avanços tecnológicos foram fundamentais para o surgimento de uma nova organização econômica mundial. Com essas mudanças, as redes de comunicações passaram por um rápido desenvolvimento, gerando à máquina possibilidades em processar, distribuir e armazenar informações. Assim, o capitalismo encontrou subsídio para sua integração com o intuito de alcançar níveis elevados dentro do âmbito de competitividade internacional (TAVARES, 1992).

A mudança de relação entre as pessoas de todo o mundo se deu a partir da Terceira Revolução Industrial. Nesse contexto, foi devido ao surgimento da internet e de todas as outras formas de comunicações que passaram a surgir e a crescer instantaneamente.

A produção em massa, a eletricidade, as linhas de montagem e a tecnologia da informação, entre outras inovações, marcaram as três primeiras revoluções industriais, possibilitando que o desenvolvimento econômico acontecesse juntamente com a competição tecnológica. No entanto, no que diz respeito a Indústria 4.0 é que a mesma procura atingir um alto grau de eficácia operacional, produtividade e automação dos sistemas produtivos.

Todas as Revoluções impactaram os negócios de suas épocas pelas inovações ocorridas, a economia para funcionar como uma engrenagem para o avanço da sociedade teve que se adaptar as novas tecnologias que iriam surgindo, desde a saída da agricultura para máquina a vapor, até chegar em tecnologias de algoritmos e sistemas baseados em inteligência artificial. Essas inovações tecnológicas fizeram com que os empreendedores e empreendimento se adaptassem, tornando cada vez mais o mercado competitivo e mais alavancado e para se manter dentro dele é preciso sempre estar inovando.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada é de natureza descritiva, bibliográfica e quantitativa. Foi utilizado o método descritivo para descrever fenômenos ou eventos, ao invés de explicá-los ou predizê-los. Além disso, o presente trabalho apoiou-se na pesquisa bibliográfica para o levantamento e revisão de obras publicadas referentes ao assunto em fontes confiáveis.

Nessa metodologia, características das épocas e fatos históricos são relacionados à inovação econômica e a maneira como, ao longo do tempo, determinadas inovações conseguiram transformar com ampla magnitude a dinâmica no mundo dos negócios e alavancaram o desenvolvimento da sociedade em geral. Com isso, os resultados destacaram a importância da inovação econômica para a economia e a sociedade, bem como os fatores que influenciaram seu desenvolvimento ao longo do tempo.

Este estudo tem como objetivo descrever as características das épocas analisadas e fatos históricos relacionados à inovação econômica. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura existente sobre inovação econômica, seguida de análise de dados coletados. As fontes incluíram livros, artigos de periódicos, relatórios governamentais e outras fontes relevantes em bases de dados como a SciELO e repositórios institucionais de faculdade. A busca foi realizada no período de 2010 a 2023. A pesquisa foi conduzida usando palavras-chave relevantes, como "inovação", "economia", "tecnologia" e "história".

A amostra foi selecionada com base em critérios pré-determinados, como relevância, autoria, data de publicação e adequação ao problema de pesquisa buscando trazer a uma compreensão abrangente para demonstrar a relevância do assunto.

Segundo Silva e Menezes (2000, p. 21) “a pesquisa descritiva visa descrever as características em relação ao estabelecimento de relações entre variáveis ou o aprofundamento do entendimento de determinada população ou fenômeno. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionários e observação sistemática”.

Segundo Fonseca (2002), *métodos* “significa organização, e *logos*, estudo sistemático, pesquisa, investigação; ou seja, metodologia é o estudo da organização, dos caminhos a serem percorridos, para se realizar uma pesquisa ou um estudo, ou para fazer ciência”.

Para Minayo (2007, p. 44)

A metodologia é uma discussão epistemológica sobre o “caminho do pensamento” que o tema ou o objeto de investigação requer; como a apresentação adequada e fundamentada dos métodos, técnicas e dos instrumentos operativos que devem ser utilizados para as buscas relativas às indagações da investigação e como a “criatividade do pesquisador”, ou seja, a sua marca pessoal e específica na forma de articular a teoria, métodos, achados experimentais, observacionais ou de qualquer outra tipo específico de respostas as indagações específicas.

Durante o decorrer da história, várias inovações foram destaques em suas respectivas épocas, elas marcaram e impactaram empreendimentos de seus determinados momentos, por exemplo na segunda metade do século XVIII, momento na qual a mão de obra artesanal foi substituída pelo trabalho assalariado com o uso de máquinas, ou em meados do século XX na qual a inovação da época ficou marcada pelo uso da eletricidade, da química, do petróleo e do aço, ou também na Terceira Revolução Industrial onde a tecnologia da época ficou marcada pelo uso da eletrônica e da informática para modernizar a indústria, até ir para a inovação mais recente idealizada na Indústria 4.0, onde a mesma se caracteriza por unir as mais altas tecnologias que possibilitam a fusão do mundo digital, físico e biológico

Partindo desses conhecimentos, o presente trabalho busca correlacionar fatos históricos de diferentes épocas analisadas e o impacto na composição da inovação econômica. Com isso, busca-se compreender os avanços das tecnologias dentro desse contexto, além de observar como as inovações tecnológicas têm se tornado um instrumento fundamental dentro da sociedade e como impactaram brevemente os empreendimentos de determinadas épocas.

A análise de dados foi realizada por meio de uma revisão da literatura coletada buscando tratar sobre o avanço da tecnologia ao longo dos anos dentro da inovação econômica, possibilitando com que, através desse conhecimento, fosse demonstrado como as novas tecnologias estão se tornando um instrumento fundamental nesse contexto.

Os dados foram organizados em categorias relevantes, como as principais características da inovação econômica, suas implicações para a economia e a sociedade e os fatores que influenciaram o desenvolvimento da inovação econômica. A pesquisa bibliográfica será realizada a partir de artigos e livros que abordem sobre o tema proposto, buscando trazer uma clareza sobre o assunto.

Os resultados foram relatados em um formato descritivo, com ênfase na correlação entre referências e fatos históricos atrelados à inovação econômica. Os resultados deste

trabalho incluíram conclusões relevantes e discussões sobre suas implicações, que poderão servir de base para futuras pesquisas abordando o tema.

Este estudo fez uso de metodologia descritiva para abordar fatos históricos relacionados à inovação econômica e a maneira como, ao longo do tempo, determinadas inovações conseguiram transformar a dinâmica no mundo dos negócios e alavancar o desenvolvimento da sociedade em geral. Os resultados destacaram a importância da inovação econômica para a economia e a sociedade, bem como os fatores que influenciaram no seu desenvolvimento ao longo do tempo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS QUE SURGIRAM NAS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS

Toda e qualquer inovação tecnológica constitui em uma ferramenta onde é essencial para o crescimento da produtividade e da competitividade das empresas e organizações, influenciar para o desenvolvimento econômico de determinada região ou até de algum país. Esse desenvolvimento não tem origem de um simples crescimento das atividades econômicas existentes, mas consiste em um processo de transformação da estrutura produtiva no sentido de incorporar novos produtos e processos e agregar valor à produção por meio da intensificação do uso da informação e do conhecimento.

No século XVIII iniciava-se a primeira revolução industrial onde a sua principal atividade econômica consistiria na agricultura ao redor de todo o mundo. A ideia de fábrica ou indústria ainda não existia, apesar de alguns locais possibilitassem uma estrutura parecida, mas o conceito do mesmo ainda não existia. Ou seja, o aumento da produção consistia na dependência de um aumento nos fatores de produção utilizados e para dobrar alguma produção precisaria dobrar o número de trabalhadores, quantidade de insumos e a área das oficinas.

No contexto da Primeira Revolução Industrial, a inovação tecnológica se caracteriza por ser vagarosa e concentrada na indústria têxtil. Durante esse período, ocorreram diversas transformações que podem ser agrupadas em três princípios: a troca da mão de obra humana pelo uso de máquinas, ou seja, a força e inteligência humana deu lugar à essas novas criações, que apresentam maior efetividade, velocidade, precisão e, acima de tudo, com a ausência de cansaço físico atrelado ao trabalho. O segundo princípio, pode ser observado pela ótica da substituição de fontes animadas de energia por fontes inanimadas, destacando a introdução de máquinas de conversão de calor em trabalho, possibilitando ao homem o acesso à nova e supostamente ilimitada fonte de energia para atendê-lo. Em terceiro lugar, destacam-se as matérias-primas, agora com novas descobertas e maior abundância, enfatizando a troca de suprimentos vegetais ou animais por minerais.

A diminuição do tempo e o aumento da produtividade deu-se por conta de toda modificação da produção, na qual as inovações contribuíram para a distribuição dos bens produzidos, possibilitando o melhor escoamento de matérias primas.

Além disso, a máquina a vapor impulsionou o setor de transportes a partir das ferrovias, possibilitando o aumento da produção nas minas de carvão e ferro. A partir disso, as produções nas fábricas passaram a ser mais apropriadas para quantidade demandada, dessa forma, todo o processo no contexto econômico passou a ser com maior qualidade tornou-se algo viável.

De acordo com o historiador Rezende, a mineração de carvão, além do setor têxtil e siderúrgico, também eram destaques no ramo da produção inglesa. Embora não tenham passado por nenhum processo de mecanização, a produtividade de carvão que era de 16 milhões de toneladas em 1830 passou a ser 50 milhões em 1850. O processo de descarbonização do ferro e a laminação foram inovações metalúrgicas que passaram a ser incluídas na indústria siderúrgica, devido a redução do minério de ferro pelo coque (REZENDE, 2005).

Dando seguimento à Primeira Revolução Industrial, a Segunda Revolução Industrial, no século XIX, foi palco para a industrialização dos principais países europeus, Japão, EUA e Rússia, tendo como inovação a utilização do aço, da eletricidade e do petróleo. O historiador marxista Hosbawn, destaca que o ritmo industrial acelerado foi impulsionado pela aplicação de tais recursos, os quais possibilitaram a redução do tempo de produção e do custo dos produtos, em concomitância com um consumo em escala cada vez maior (HOSBAWN, 2000).

Durante a Segunda Revolução Industrial ocorreram alguns avanços técnicos na qual a indústria siderúrgica possibilitou a troca do ferro pelo aço, onde vieste a se tornar o material básico mais utilizado pelas indústrias, neste mesmo momento os investimentos nas estradas de ferro prosseguiram por meio do benefício do aço.

Assim como é observado em outros períodos da história, a busca por melhorias no âmbito industrial era fundamental. Em decorrência disso, o investimento nas pesquisas científicas permitiu grandes avanços tecnológicos. Desse contexto, houveram diversas inovações tecnológicas, como por exemplo, o petróleo, a combustão, a criação de hidrelétricas, entre outras criações.

De acordo com Rezende (2006), a partir de 1866, após a substituição da força a vapor pela eletricidade e pelo petróleo, o sistema produtivo passou a contar com a eletricidade como fonte de energia.

Tigre (2006) relata que antes do término do século XIX, a criação da indústria automobilística e a expansão da produção petrolífera começaram a ser iniciadas. Taylor e Ford foram os principais representantes dessa nova forma de produção material dos bens de consumo.

As teorias desenvolvidas pelos dois foram feitas em uma sociedade capitalista, na qual a predominância da burguesia era extremamente estabelecida na esfera econômica, o êxodo rural favoreceu o crescimento urbano, assim, o aumento da classe operária era consequência natural.

Na Segunda Revolução Industrial teve a chegada da indústria química, assim, uma nova relação entre o homem e o meio natural foi iniciada, devido a manipulação dos elementos naturais pela indústria química, abrindo, portanto, novas possibilidades no setor produtivo. “Essa indústria permitia que matérias primas fossem sintetizadas artificialmente em laboratório. Anilinas, ácidos, tecidos e corantes sintéticos, alcalóides, explosivos, essências, medicamentos e plásticos são produzidos em grandes volumes, por essa nova indústria que ‘imita a natureza’” (REZENDE, 2005, p. 147).

Logo em seguida esses acontecimentos a Terceira Revolução Industrial se fazem presente no fim da Segunda Guerra Mundial, essa revolução também é chamada de Revolução Técnico-científica, sendo caracterizada pela robótica, pela parte eletrônica, na parte das telecomunicações e genética. O uso dos recursos adquiridos pelas telecomunicações possibilitou o uso de forma remota, compartilhamento, integração e o processamento de dados à distância.

Neste período houveram diversos avanços na medicina a partir de diversas produções de medicamentos, isso acarretou no desenvolvimento da engenharia genética e da biotecnologia.

No período na qual aconteceu a Quebra da Bolsa de Nova Iorque, o mundo capitalista apoiou-se em uma intervenção estatal com o objetivo de livrar-se da crise econômica e, em decorrência disso possibilitou a regularização, a normatização e a produção de bens e serviços para sociedade. Além desse acontecimento, vários outros fatores cooperaram para a queda da produtividade nas economias mundiais, podendo ser destacado o desenvolvimento das novas tecnologias, as novas formas de gestão e organização da produtividade e todo desenvolvimento econômico em âmbito internacional, também na parte tecnológica, política e cultural.

Segundo Diehl e Vargas (1996) destaca-se como principais mudanças para as economias capitalistas a microeletrônica como novo paradigma tecnológico, terceirização do processo produtivo, competição via qualidade e diferenciação de produtos, organização de sistemas flexíveis, fornecimento e produção, surgimento de empresas multi-industriais atuando em escala internacional. As tecnologias da informação (TI) na Indústria 3.0 alteram o modo de transmissão das informações e da comunicação. Nesse caso, as indústrias mudaram a sua gestão significativamente, utilizando de dispositivos

que melhoram a coleta e troca de dados. A TI não é utilizada somente para coleta de dados, além disso também usada para organizá-los, processá-los, incluí-los e ordená-los, trazendo melhorias no desempenho das empresas.

Observa-se na Terceira Revolução Industrial, uma mudança na relação interpessoal ao longo de todo o globo terrestre. O modo como a informação passou a ser espalhada foi drasticamente impactado a partir da criação da internet e das novas formas de comunicação decorrentes disso. Em consequência, o campo científico foi ricamente beneficiado com as inovações da época, não apenas na economia, mas em diversas outras áreas do conhecimento.

Dessa forma, este capítulo apresentou as três primeiras Revoluções Industriais, conhecidas como revoluções de técnicas de produção, por motivo de oferecer crescimento da renda, serviços, produtos e avanços sociais.

Quadro 1 - Evolução e mudança das Revoluções Industriais - PwC Brasil.

Indústria 1.0	Indústria 2.0	Indústria 3.0	Indústria 4.0
Fim do século 18	Começo do século 20	1970	2015
Invenção da produção mecânica alimentada por água e vapor.	Início da produção em massa. Linhas e montagem e comunicação mais fáceis.	Introdução de automação e robótica individual. Início da era da informação.	Digitalização e integração de cadeias de valor e produtos e/ou serviços. TI, máquinas e seres humanos conectados, interagindo em tempo real. Smart Factory

Fonte: Elaborado pelo autor com bases nas fontes da PwC Brasil (2016).

No quadro acima mostra a evolução das revoluções industriais de forma sucinta e simples. Observa-se as mudanças que tiveram ao longo dos anos e de cada indústria até chegarmos na indústria 4.0, a atual.

4.2 AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS EXISTENTES NA INDÚSTRIA 4.0

A Indústria 4.0 é caracterizada pela utilização dos novos meios de informações, a internet, para a realização e comunicação entre máquinas e pessoas, utilizando-se de redes de comunicação em um sistema cyber-físico. Essa relação, tende a trazer grandes benefícios para o desenvolvimento e o crescimento econômico (BRETTEL et al., 2014).

Dessa forma, estima-se que essa tecnologia tenha uma capacidade de juntar

múltiplas tecnologias que possui uma melhor digitalização e automação de processos, com por exemplo, uma observação maior aos mecanismos de manufatura.

Sendo assim, a Indústria 4.0 visa atingir um alto nível de eficiência operacional, além de levar produtividade e automação aos sistemas produtivos. Segundo Weyer, a Indústria 4.0 seria caracterizada por máquinas, dispositivos, módulos de produção e produtos que compõe um sistema cyber-físico. Entretanto tais conceitos podem ser analisados sob uma perspectiva da cadeia de valor e administração, estendidos para um ponto desta cadeia durante o período de vida dos produtos ou até mesmo como um conjunto de conceitos e inovações aplicados na sua organização (WEYER et al.,2015).

[...] a Quarta Revolução Industrial pode ser melhor descrita como uma mudança na lógica de fabricação para uma abordagem de valor cada vez mais descentralizada e auto-reguladora, habilitada por conceitos e tecnologias como CPS, IoT, computação em nuvem ou manufatura aditiva e fábricas inteligentes, de modo a ajudar as empresas a atender a produção futura requisitos (SACOMANO et al., p. 25, 2018).

Durante o século XXI, as inovações tecnológicas começaram a ser caracterizadas pela presença de telas, como computadores, tablets e smartphones.

Tendo em vista o desenvolvimento de tantas tecnologias, a busca por produtos personalizados, com maior qualidade e menor custo está crescendo cada vez mais. Novos sistemas de produção surgiram, nos quais os dispositivos inteligentes são ligados à rede e os produtos obtém capacidade de comunicação entre eles (CHENG, 2015).

Em decorrência dessa nova revolução, representou para o mercado uma nova fase de produções industriais, juntamente com a mesma, transformações surgiram sobre os processos produtivos, sobre todas as etapas da cadeia de valor, do desenvolvimento do produto ao pós-venda e descarte, passando por novos modelos de negócios.

A integração de comunicação e tecnologias de informação são a base da Industria 4.0, possibilitando a qualidade e a produtividade para alavancar cada vez mais, fazendo com que a indústria tenha uma nova geração de estratégias e modelos negócios.

Segundo Cheng, toda as produções que ocorreram na Indústria 2.0 cresceram até chegar em toda produção da Indústria 4.0. Esse crescimento pode ser definido como a produção de bens e serviços indústria com demandas específicas e, com enormes flexibilidades das empresas, onde os custos são para uma produção em massa que reduzem e chegam muito próximos dos custos de uma produção em massa sem customização (CHENG et al., 2015).

Sendo assim, a Indústria 4.0 ergue-se sobre a ótica de novos dispositivos e tecnologias, que dão subsídio ao surgimento de novas oportunidades traduzidas em novos produtos e serviços no mercado. Logo, obtém-se benefícios e vantagens, proporcionando uma vasta abordagem, tanto no âmbito técnico quanto no âmbito de organização.

Estas novas tecnologias oferecidas pela Indústria 4.0 permitem a modificação do gerenciamento das operações de manufatura, em decorrência disso, houve maior descentralização e união vertical e horizontal, tornando as fabricas mais complexas e inteligentes (BRETTEL et al, 2014).

Observa-se algumas tecnologias que são de extrema relevância para o desenvolvimento na fabricação de produtos para o mercado, destaca-se algumas tecnologias que não são restringidas, como por exemplo a Internet of Things, Big Data e Cyber Physical Systems.

Logo, a utilização da internet como meio de comunicação e relação entre máquinas e pessoas, por meio de amplas redes de comunicação, através de um sistema cyber-físico, viabiliza a Indústria 4.0 e impulsiona o desenvolvimento e crescimento econômico. Com isso, visa-se o agrupamento de múltiplas tecnologias facilitadoras da digitalização e automação dos processos com uma verificação maior aos mecanismos de produção. (BRETTEL et al.,2014)

[...] a Quarta Revolução Industrial pode ser melhor descrita como uma mudança na lógica de fabricação para uma abordagem de valor cada vez mais descentralizada e auto-reguladora, habilitada por conceitos e tecnologias como CPS, IoT, computação em nuvem ou manufatura aditiva e fábricas inteligentes, de modo a ajudar as empresas a atender a produção futura requisitos (SACOMANO et al., p. 25, 2018).

O uso de novas tecnologias como telas, computadores, tablets e smartphones caracterizam as inovações do século XXI. Com isso, a procura de produtos personalizados, apresentando maior qualidade e menor custo, se torna cada vez maior diante do processo acelerado de produção do mundo atual.

Nessa nova era tecnológica, os produtos passaram a ter capacidade de comunicação com os sistemas de produção, de forma que dispositivos inteligentes ligados à rede configuram novas estruturas nesse processo (CHENG et al.,2015).

Com o surgimento dessa revolução, observa-se uma nova perspectiva nas produções industriais, cuja as transformações impactam diretamente sobre os processos produtivos, em âmbito de todas as etapas da cadeia de valor, passando por novos modelos de negócios, desde o desenvolvimento do produto até o pós-venda e descarte.

Destaca-se a integração das tecnologias de informação e comunicação como item característico e primordial da Indústria 4.0. Sendo esta integração responsável por permitir novos níveis de produtividade, qualidade e flexibilidade, gerando para a indústria novas estratégias e modelos de negócios.

Observa-se uma transição de produção em massa da Indústria 2.0 para uma customização em massa na Indústria 4.0. Entende-se como customização a produção de bens ou serviços que atendem indústrias com desejos específicos, com grande agilidade e flexibilidade das empresas. Nesse processo, os custos para uma customização em massa são reduzidos e chegam a permear próximos aos custos de uma produção em massa sem customização (CHENG et al. 2015)

A utilização de tecnologias, destacada na Indústria 4.0, fomenta e estimula novos produtos ou serviços, oferecendo vantagens e benefícios técnicos e organizacionais. O uso dessas tecnologias viabiliza a modificação do gerenciamento das produções de manufatura e, em decorrência disso, leva à descentralização e maior união vertical e horizontal, tornando as fábricas mais complexas e inteligentes (BRETTEL et al, 2014).

Destaca-se que algumas tecnologias originadas pela Indústria 4.0 não são limitadas, como por exemplo, a Internet of Things, Big Data e Cyber Physical Systems, as quais possuem grande importância no processo de fabricação dos produtos para o mercado.

Ademais, a Indústria 4.0 está subsidiada pela utilização da internet como meio de comunicação máquinas-pessoas, fazendo uso de suas amplas redes de comunicação, em um sistema chamado cyber-físico. Dessa forma, serão incluídas tecnologias facilitadoras de digitalização e automação aos mecanismos de produção, possibilitando um crescente desenvolvimento e crescimento econômico (BRETTEL et al, 2014)

Existem tecnologias que são de forma fundamental para a estruturação da Indústria 4.0, determinadas inovações propositaram com que a indústria se fortalecesse na eficiência de sua produtividade, entre as tecnologias que formam essa estruturação estão os Sistemas *Ciber Físicos* (CPS), a Internet das Coisas (IoT) e de Serviços (IoS).

Segundo Wang (2016) o Sistemas *Ciber Físicos* ou *Cyber-Physical Systems* (CPS), é resultado dos avanços tecnológicos dos computadores, composto sistemas de informação e automação, possibilitando a mudança de informações, seguido por processos produtivos e o desempenho dos comandos a distância e em tempo real. Outra definição para esse tipo de sistema está relacionado a componentes físicos, virtuais e digitais.

Segundo Wang (2016) a Internet das Coisas ou Internet of Things (IoT), é a

responsável pela conexão entre a indústria 4.0, podendo ser definida como redes de eletricidade, sensores e softwares que conduzem o ambiente físico e o digital estarem interligados. A conexão desse sistema é possibilitada pela integração proporcionada pela internet sem fio, podendo ser organizado em quatro camadas, sendo elas a detecção, a rede, o serviço e a interface.

A Internet de Serviços ou Internet of Services (IoS), é considerada uma evolução da IoT, ou seja, são serviços ofertados por meio da internet ou internamente à empresa.

Empresas vão usar a Internet para construir e fornecer um grande número de novos tipos de serviços que vão além da reserva de voos ou compra de livros. Serviços que estão disponíveis na Web em separado serão combinados e ligados entre si, resultando em serviços agregados de valor acrescentado (SACOMANO et al, p. 35, 2018).

O campo de estudo da IoS é caracterizado por esses tipos de serviços, onde que ao invés de comprar a máquina, a indústria tem a capacidade de comprar apenas o serviço que é oferecido e, quando as máquinas necessitam de manutenção, este pode ser solicitado pelo próprio equipamento.

A Indústria 4.0 discorre também de determinadas tecnologias que são responsáveis para dar todo suporte necessário, exemplos que poder ser citados são a Big Data, Comunicação máquina a máquina e a Inteligência Artificial.

Segundo Hermann (2016) o que se entende sobre Big Data, caracteriza-se por grandes quantidades de dados que são guardados de forma instantânea, dados esses que são resultados da extensão de milhões de sistemas ligados a rede (IoT), na qual possibilita a otimização da qualidade e o aperfeiçoamento das atividades produtivas dentro da Indústria 4.0

De acordo com Rubmann (2015) Big Data é uma análise baseada em grandes conjuntos de dados que surgiu recentemente no mundo da manufatura, onde otimiza a qualidade da produção, economiza energia e melhora o serviço do equipamento.

Segundo Coelho (2016, p. 1-65)

(...)esta tecnologia demonstra uma vasta eficiência de processamento de dados, não apenas no volume, mas sim na qualidade e velocidade de modificação das informações, tornando possível o aumento do aprendizado de máquinas, de processos e na própria etapa inovativa das firmas.

É chegada a conclusão através desses conhecimentos que o processamento de dados é importante para o aprimoramento da atividade industrial, aperfeiçoamento da

dinâmica das atividades produtivas e aumento da eficácia e produtividade.

Segundo Cullinen (2013) há outro suporte que seria a Comunicação Máquina a Máquina, na qual são redigidos por Sistemas *Ciber* Físicos, onde a comunicação máquina a máquina ou em inglês *Machine to Machine* (M2M), podem vir a ser definido como um sistema produtivo altamente automatizado, onde passam dados de informações para fora do ambiente de produção e, são programados para distribuir esses dados e informações com outros equipamentos.

Juntamente com a Revolução 4.0, veio a inteligência artificial que consiste em permitir com que as pessoas interajam diversos dispositivos e sistemas computacionais de maneira rápida e inteligente. Dessa forma a tecnologia da informação tendem a aumentar a capacidade dos computadores resolverem problemas complexos servindo de apoio para o ser humano. Neste caso, a inteligência artificial passaria a prover sugestões às necessidades de decisões e coordenar todo o processo de produção.

Todas essas inovações tecnológicas que surgiram e ainda estão em desenvolvimento na Indústria 4.0 torna o mercado cada vez mais competitivo, o nível de produtividade, armazenamento de dados nas empresas se tornam cruciais caso queiram continuar em desenvolvimento com o mercado, os impactos se tornam cada vez mais presente em cada negócio que pretende inovar.

Quadro 2 - Tecnologias com importante potencial transformador.

TECNOLOGIAS	IMPACTO
Internet das coisas	Facilita o monitoramento dos fornecedores e do uso dos produtos pelos consumidores, antecipando manutenções e fornecimentos de peças de reposição ao longo da cadeia
Big Data e Analytics	Auxiliam nos processos de tomada de decisão, antecipando tendências e demandas, além de possibilitar a criação de novos produtos
Inteligência Artificial	Interfaces avançadas homem-máquina e robôs realizam as tarefas com maior precisão, segurança e efetividade.
Computação em Nuvem	Habilita o controle dos equipamentos e dispositivos a distância

Fonte: Elaborado pelo autor com base de dados da CNI (2018).

4.3 OS DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 PARA O MERCADO BRASILEIRO

A existência da Indústria 4.0 traz consigo uma importância extrema para o desenvolvimento da sociedade, no entanto, traz consigo também diversos desafios bem como as habilidades e competências requeridos em seu processo de implementação que podem ainda não existir dada originalidade e contemporaneidade.

Segundo Pfeiffer (2015) na implantação da Indústria 4.0 os desafios sociais são tão abrangentes quanto os sistêmicos mesmo para empresas que tem um histórico de anos de experiência na adoção de novas tecnologias de automação. Oferecer bons empregos em engenharia de produção que promovam o bem-estar humano como objetivo principal, preservando sua saúde promovendo seu aprendizado e qualificando-o sob a luz das mudanças eminentes é um grande desafio.

Se as indústrias pretendem superar esses desafios, necessitarão de determinados requisitos necessários como, encontrar soluções em questões de segurança e proteção digital, formação e desenvolvimento profissional, processos e organização do trabalho. Nesse contexto, determinadas empresas já iniciaram o desenvolvimento inicial das tecnologias pertencentes a Indústria 4.0, a eficiência e a eficácia dos recursos têm dificultado o caminho de mudança das empresas.

Tabela 1 – Preocupações e dificuldades sobre a introdução da Indústria 4.0.

PREOCUPAÇÕES E DIFICULDADES	GLOBAL	BRASIL
Falta de Clareza nas operações digitais e suporte / liderança de alta administração	40%	39%
Incerteza quanto aos benefícios econômicos sobre os investimentos digitais	38%	39%
Necessidade de grande financiamento	36%	29%
Talentos insuficientes	25%	16%
Falta de padrões digitais, normas e certificações	21%	3%
Expansão lenta das tecnologias de infraestrutura básica	18%	26%
Os parceiros de negócios não são capazes de colaborar em torno de soluções digitais	16%	26%
Preocupação com a perda de controle da propriedade intelectual da empresa	14%	6%

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da PwC (2016).

O desenvolvimento profissional dentro dessa Revolução é o mais preocupante, pois sem a qualidade adequada acaba impactando na produtividade das empresas, na taxa de emprego, na distribuição de renda entre a sociedade, nos mercados, no bem-estar social, entre outros e por mais que se tende evitar essas novas tecnologias se integram de forma muito rápida na sociedade e não tem com evita-la no estilo da sociedade.

Para que as tecnologias obtidas através dessa revolução se tornem cada vez mais possíveis e eficaz, é preciso a geração de emprego para poder cooperar no aumento dos índices de produtividade e competitividade das industriais. De certa forma, essa geração de emprego exige determinado tipo de formação, habilidades, capacidades e conhecimento técnico em conjunto de um profissional adequado. Ou seja, os novos profissionais necessitariam de outros meios de treinamento para adquirir e desenvolver as novas destrezas das fábricas inteligentes.

De acordo com o MDIC13 (2018), o mercado de trabalho brasileiro será afetado pela Indústria 4.0 por causa das demandas e ofertas para os profissionais. Neste caso, 1,5 mil professores de educação profissional de tecnologia na Indústria 4.0 receberão um recurso que serão destinados para eles, entre parceria da MDIC e o MEC14 E A Comissão Europeia.

Segundo Kiesel (citado por Wolpers, 2015) os conceitos introduzidos pela Indústria 4.0 nos processos de gestão da produção desencadearam mudanças nas habilidades e competências exigidas dos funcionários e também dos gestores de pessoas nos processos de fabricação. Destacam-se cinco competências como essenciais para atividades educacionais de empregadores e empregados: comunicação e colaboração, criatividade, autogestão, pensamento na resolução de problemas e aprendizado constante. Uma abordagem ensino no local de trabalho adaptada as novas tecnologias de existentes de aprendizagem formam a base para que as necessidades futuras da I4.0 sejam satisfeitas.

A implantação da Indústria 4.0 no cenário brasileiro traz desafios como: (i) a construção de políticas estratégicas, incentivos governamentais; (ii) a reunião de empresários e gestores com postura proativa; e (iii) o desenvolvimento tecnológico e formação de profissionais, próximos à indústria (FIRJAN, 2016).

De acordo com uma publicação FIRJAN (2016), disserta sobre a relação da indústria 4.0 no Brasil. Na publicação, indica-se que grande parte da indústria brasileira está percorrendo entre a segunda e a terceira revoluções industriais, ou seja, entre o uso de linhas de montagem e a aplicação da automação.

O setor mais adiantado em relação à Indústria 4.0, segundo a publicação, é o setor automotivo, cujos profissionais estão em constante atualização para atender às demandas. A indústria automotiva tem um grande número de profissionais, que podem ser aproveitados em outros setores (FIRJAN, 2016).

Segundo a própria publicação o determinado aumento da competitividade da indústria brasileira, em nível mundial, pode ser impulsionado a partir da digitalização, potencializando a economia, o que pode ser visto como uma predisposição para o uso de tecnologias da Indústria 4.0 no cenário brasileiro (FIRJAN, 2016).

Segundo a CNI (2018) a evolução da Indústria 4.0 no Brasil abrange desafios que são compostos desde os investimentos em equipamentos que envolvem essas tecnologias, à ajustes de layouts, adaptação de processos e dos tipos de relacionamentos entre empresas ao longo da cadeia produtiva, criação de novas especialidades e desenvolvimento de competências.

Diversas indústrias brasileiras já automatizaram seus processos, mas ainda não se alcançou a manufatura digital. A indústria 4.0 é composta por duas partes: processos integrados que tendem a garantir a produção customizada e produtos inovadores.

Tabela 2 - Número de empresas que implementaram inovações de produtos e/ou processos.

	B indústrias extrativas	C indústria de transformação	TOTAL
Números empresa-Brasil	2.297	100.2016	116.962
Números de empresas que implementaram inovações de produtos e/ou processo, no triênio de referência-Brasil	336	34.296	39.329

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da PINTEC do IBGE (2017).

Para que o Brasil consiga alcançar essas duas vertentes ainda precisará de diversos desenvolvimentos. No entanto esses modelos já se tornaram realidades em países mais desenvolvidos como nos Estados Unidos e na Alemanha, porque nesses países a cultura de incentivos em grandes projetos e incentivos em iniciativas com participação do

governo e da iniciativa privada.

De acordo com a CNI (2018) grande parte das indústrias brasileiras estão no ato inicial da inclusão digitais. As empresas industriais brasileiras têm preferenciado as tecnologias para o aumento da eficiência no meio de todo processo de produção e qualificando a gestão dos negócios, na transição para a Indústria 4.0.

A Revolução Industrial 4.0, tende a buscar a produção em alavancada para alcançar a adaptação em massa. Conforme Coelho (2016, p. 16), esta pode ser determinada como:

(...) um processo de produção de bens ou serviços que atendam desejos específicos e individuais a custos reduzidos, muito próximos dos custos de produção em massa sem customização, só possível com uma grande agilidade e flexibilidade da empresa.

A Indústria 4.0 ainda está de certa forma distante para negócios não tão grandes que se encontram presentes no Brasil, muito por falta de qualificação adequada por meio da mão de obra, as inovações tecnológicas presentes nessa revolução são imprescindíveis para o desenvolvimento da sociedade mundial, desde o armazenamento de dados, a inteligência artificial. Tudo isso se mostra cada dia mais necessário para o desenvolvimento de um país e posteriormente da sua economia e outros fatores. O desenvolvimento da sociedade então começa a se encaixar em um círculo vicioso onde que o grande intuito dos desenvolvedores é capacitar ainda mais essas inovações para seu melhor desempenho, o determinado desempenho perfeito.

A Indústria 4.0 traz sim os seus desafios para a sociedade e a mesma busca acompanha-la para uma melhoria em geral. No entanto, toda e qualquer tecnologia traz consigo além de desafios, traz benefícios. Obviamente que como e qualquer inovação tecnológica, essas inovações buscam a mesma coisa que a primeira inovação procurava, ela procura a redução de custos e o aumento da eficiência.

Os principais benefícios que a Indústria 4.0 pode trazer para o Brasil conseguem ser agrupados em algumas áreas, a primeira na qual pode ser agrupada é a produtividade e uso de recursos, ou seja, uma rede interligando máquinas, produtos e sistemas produtivos contribui para otimização da utilização de recursos. A mesma também aumenta a eficiência no uso de energia e de materiais com uso otimizado entre empresas interligadas. Ela influencia no crescimento da receita, onde é baseado em um aumento antecipado da demanda dos fabricantes por equipamentos aprimorados e aplicações de dados combinados com a demanda dos consumidores por produtos customizados, na

empregabilidade pois esta é uma área controversa porque, no passado, o surgimento da automação e avanços tecnológicos, por vezes, levou a uma redução no emprego, pelo menos no curto prazo.

Nessa revolução espera-se um aumento na quantidade de empregos, mas é preciso levar em consideração que serão necessárias diferentes competências e que alguns trabalhadores pouco qualificados poderão ser substituídos pelas máquinas, enquanto outros, como engenheiros mecânicos, programadores de software e especialistas em TI estarão em maior procura e se encontra também como uma área que seja possível investimento, a esperança é que com a indústria 4.0 sejam feitos muitos investimentos e que, conseqüentemente, impulse a economia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente monografia teve como objetivo analisar as inovações tecnológicas e seu impacto nos processos produtivos ao longo das diferentes revoluções industriais. Foi possível observar melhorias significativas na eficiência e autonomia desses processos ao longo do tempo. No entanto, todas as inovações, independentemente da época, trouxeram desafios para diversos produtores e consumidores, assim como a gerações de empregos, exigindo uma formação de mão de obra mais ampla e especializada.

Assim, ao comparar as inovações tecnológicas nas diferentes revoluções, foi evidente a intensificação dos impactos na força de trabalho com o avanço das revoluções industriais. A terceira revolução, marcada pela implantação da internet e o desenvolvimento das comunicações, serviu como um ponto de partida para a possível quarta revolução.

No contexto brasileiro, a atuação da Indústria 4.0 representa um desafio elevado devido à falta de investimento em infraestrutura, especialmente nas tecnologias da Indústria 3.0, que ainda não foram adequadamente desenvolvidas no país. Entretanto, acredita-se que o Brasil possui significativo potencial para desenvolver novas tecnologias e se tornar mais competitivo, aplicando os conceitos da Indústria 4.0 em diversos setores da economia. Essa transformação digital será um passo importante para o aumento da competitividade, porém requer um esforço contínuo e intensificado, com destaque para a qualificação de profissionais com múltiplas formações.

Sendo assim, o presente trabalho concluiu que perspectivas futuras indicam que a Revolução 4.0 pode resultar em uma estrutura produtiva, menos rígida e com maior flexibilidade, comparada aos modelos atuais já vistos. Espera-se que as novas fábricas sejam inteligentes, conectadas autônomas, buscando a redução de custos de produção e um constante aprimoramento da produtividade. Além disso, visa-se o surgimento de novos postos de trabalho e áreas com maior nível de formação e dinâmica, proporcionando maiores rendimentos.

Logo, espera-se que este trabalho estimule outros estudantes e entusiastas da área a realizar pesquisas relacionadas ao tema da inovação, que ainda desenhada de um estudo e compreensão aprofundados. Ademais, visa estimular o desenvolvimento de projetos e levantamentos bibliográficos que tenham um foco específico em melhorias e benefícios para a área.

Pesquisas futuras podem se concentrar em aprofundar a compreensão desses fatores

e em explorar as implicações da inovação econômica para o futuro da economia global. Buscando, assim, compreender sobre novas inovações tecnológicas que irão trazer impacto à economia.

REFERÊNCIAS

DONINI, Guilherme Bolzan. **Análise da inovação tecnológica nas indústrias de produtos eletrônicos no Brasil**. Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Ciências Sociais e Humanas. Santa Catarina, 2015. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1NIE-dqVWk0nKV_dfKQe9fVXpEGVE7HeJ/view. Acesso em: 17 de maio de 2023.

FIRJAN. **Indústria 4.0: Panorama da Inovação**. 2016. <http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/4938>

KUPFER, D. **Uma abordagem neo-schumpeteriana de competitividade industrial**. Ensaios FEE, Porto Alegre, v. 1, n.17, p. 355-372, 1996. Acesso em: 17 de maio de 2023.

LANDES. David S. Prometeu Desacorrentado. **Transformação tecnológica e desenvolvimento industrial na Europa ocidental de 1750 até os dias de hoje**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2005. Acesso em: 17 de maio de 2023.

MDIC. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. (2018). **MDIC e ABDI lançam Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 no Fórum Econômico Mundial**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/ultimas-noticias/3133-mdic-e-abdi-lancam-agenda-brasileira-para-a-industria-4-0-no-forum-economico-mundial>>. Acesso em: 21 maio. 2023.

MAIK KIESEL ET MARTIN WOLPERS. **Educational Challenges for Employees in Project-based Industry 4.0 Scenarios** », Proceedings of the 15th International Conference on Knowledge Technologies and Data-driven Business, ACM, série i-KNOW '15, 2015, p. 41:1–41:4 https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10423/2/Industria_4_0.pdf

PENNA, Caetano. **A thesis submitted in January 2014 in partial fulfilment of the requirements for the degree of**. University of sussex, 2014. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1XOLwo7qax7kAMwW8fqizhO4OyKKrpsSU/view>. Acesso em: 17 de maio de 2023. Acesso em: 17 de maio de 2023.

PFEIFFER, S. **Effects of Industry 4.0 on vocational education and training**. n. November/2015, p. 51, 2015

REZENDE, Cyro. **História Econômica Geral**. São Paulo: Contexto, 2005.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1911. Acesso em: 17 de maio de 2023.

TIGRE, Paulo Bastos. **Gestão da Inovação: a economia da tecnologia no Brasil**. São Carlos: Elsevier, 2006. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/17IUMj9z7EdD-YbRVtzOiUSQmFygayMve/view>. Acesso em: 17 de maio de 2023.

TIGRE, Marques F. A relação entre mudança tecnológica e difusão das tecnologias da informação e comunicação com emprego e qualidade das ocupações. Comissão Econômica para América Latina – CEPAL/ONU (mimeo) 2006. Acesso em: 17 de maio de 2023.

TAVARES, Maria da Conceição. **Ajuste e reestruturação nos países centrais. Economia e Sociedade**. Campinas, n.1, p.59-67, ago. 1992. Acesso em: 17 de maio de 2023.

SMITH, Adam. **A Riqueza das Nações**: investigando sobre sua natureza e suas causas. São Paulo: Nova Cultural, 1996.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1911.

KUPFER, D. **Uma abordagem neo-schumpeteriana de competitividade industrial**. Ensaio FEE, Porto Alegre, v. 1, n.17, p. 355-372, 1996.