

iscte

INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Impacto da adoção de tecnologias ligadas à Indústria 4.0 na performance da inovação

Patrícia Alexandra Figueiras Albino

Mestrado em Economia da Empresa e da Concorrência

Orientadores:

Professor Doutor Vítor Hugo dos Santos Ferreira
Departamento de Economia, ISCTE Business School (IBS)

ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Setembro, 2024



**BUSINESS
SCHOOL**

Departamento de Economia

Impacto da adoção de tecnologias ligadas à Indústria 4.0 na performance da inovação

Patrícia Alexandra Figueiras Albino

Mestrado em Economia da Empresa e da Concorrência

Orientadores:

PhD, Vítor Hugo dos Santos Ferreira, Professor Associado
Convidado, Departamento de Economia,
ISCTE Business School (IBS)

ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Setembro, 2024

Agradecimentos

Ao professor Doutor Vítor Hugo dos Santos Ferreira, meu orientador, pelo apoio necessário para a elaboração desta dissertação. Além disso, aprecio a motivação e a força que a professora Doutora Nádia Simões forneceu durante os momentos mais difíceis desta jornada. Agradeço, sinceramente por partilharem o seu conhecimento e experiência, bem como por me ajudarem a crescer academicamente e pessoalmente.

Obrigada aos meus colegas que estiveram sempre dispostos ajudar-me ao longo destes anos, especialmente ao Rodrigo, à Beatriz e ao Gonçalo.

Aos meus pais e irmãos, por estarem sempre presentes para me acompanharem nas minhas experiências, e prontos para me amparar em momentos de necessidade.

Ao meu namorado, que tantas vezes viu o nosso tempo juntos a ser sacrificado, mas que apesar de tudo, caminhou sempre ao meu lado com determinação, deixando-me confiante de que o nosso caminho daqui em diante será partilhada, enfrentando juntos as alegrias e superando os obstáculos.

Por fim, quero agradecer às indústrias que responderam ao questionário, pois sem elas este estudo não seria possível.

Resumo

Nos dias de hoje, a capacidade de inovar e o uso eficaz das tecnologias são essenciais para o sucesso das indústrias. A vantagem competitiva de uma empresa não reside apenas nas suas tecnologias, mas sim na forma como são utilizadas. A inovação surge de uma extensa rede de relacionamentos dentro da organização, mostrando como a gestão é fundamental para um processo inovador bem-sucedido.

A dissertação tem duas secções distintas. A primeira consiste numa revisão teórica que examina a literatura existente e os efeitos futuros da indústria 4.0 em Portugal. A segunda é uma secção prática, que aborda a metodologia, a análise de dados e a discussão dos resultados. Para avaliar a importância atribuída pelas empresas às variáveis, foi enviado um questionário às empresas do setor industrial com o objetivo de analisar como estas gerem a performance de inovação.

O objetivo principal foi testar as hipóteses estabelecidas, como a existência de uma correlação positiva entre a performance de inovação das empresas e a adoção de ferramentas da indústria 4.0; a existência de uma correlação direta entre o investimento em tecnologia e a competitividade das empresas industriais em Portugal; e os diferentes efeitos das estratégias tecnológicas implementadas nas empresas nacionais na performance da inovação.

Os resultados reforçam a literatura existente e mostram o efeito positivo do investimento em tecnologia na performance de inovação.

Palavras-chave: *Performance, Inovação, Tecnologia, Indústria 4.0, Mudança e Industry 4.0.*

Classificação JEL:

- O33 Technological Change: Choices and Consequences • Diffusion Processes
- L86 Information and Internet Services • Computer Software

Abstract

Nowadays, the ability to innovate and the effective use of technologies are essential for the success of industries. A company's competitive advantage lies not only in its technologies, but in the way they are used. Innovation arises from an extensive network of relationships within the organization, showing how management is fundamental for a successful innovative process.

The dissertation has two distinct sections. The first consists of a theoretical review that examines the existing literature and the future effects of industry 4.0 in Portugal. The second is a practical section, which addresses methodology, data analysis and discussion of results. To assess the importance attributed by companies to variables, a questionnaire was sent to companies in the industrial sector with the objective of analyzing how they manage innovation performance.

The main objective is to test the established hypotheses, such as the existence of a positive correlation between the innovation performance of companies and the adoption of industry 4.0 tools; the existence of a direct correlation between investment in technology and the competitiveness of industrial companies in Portugal; and the different effects of technological strategies implemented in national companies on innovation performance.

The results reinforce the existing literature and show the positive effect of investment in technology on innovation performance.

Keywords: *Performance, Innovation, Technology, Industry 4.0, Change and Industry 4.0.*

JEL classification:

- *O33 Technological Change: Choices and Consequences • Diffusion Processes*
- *L86 Information and Internet Services • Computer Software*

Conteúdo

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
Capítulo I - Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.1. Problemática de investigação	2
1.2. Objetivos e questões de investigação	3
1.3. Estrutura da Tese	4
Capítulo II- Revisão de Literatura	7
2.1. Indústria 4.0	7
2.1.1. Evolução das Indústrias	7
2.1.2. Definição de Indústria 4.0.....	8
2.1.3. Pilares da Indústria 4.0.....	9
2.1.4. Impactos e Desafios da Indústria 4.0	12
2.2. Inovação e Performance	13
2.2.1. Definição de performance	13
2.2.2. Tipologia da Inovação.....	14
2.2.3. Definição de Inovação.....	15
2.2.4. Importância da Inovação.....	16
2.3. Inovação organizacional na Performance e respetivas Barreiras	17
2.4. Relação entre Inovação e Competitividade na Indústria	18
2.5. O Futuro das Indústrias	20
Capítulo III- Metodologia	23
3.1. Escalas de medida	25
3.1.1. Métricas de avaliação da Indústria 4.0	26
3.1.2. Escalas de Medida da Performance de Inovação	27
3.1.3. Variáveis de Controlo.....	29
3.1.4. Processo de Recolha de Dados	29
3.2. Modelo de Investigação	30
Capítulo IV- Análise Empírica	31
4.1. Caracterização da Amostra	31
4.2. Análise da Viabilidade e Fiabilidade dos Dados	35
4.3. Análise Fatorial	42
4.4. Análise Correlacional	44
4.5. Análise de Regressão Linear	45
4.6. Discussão de Resultados	47
Capítulo V – Análise do Caso: Grupo “De Heus”	49
5.1. Contextualização da Empresa	49

5.2.	Motivações para a Inovação	50
5.3.	Estratégia de Inovação.....	50
5.4.	Implementação da Inovação	50
5.5.	Impacto da Inovação na Empresa	51
6.	<i>Considerações Finais</i>	53
6.1.	Conclusão	53
6.2.	Limitações.....	55
6.3.	Estudos Futuros	56
	<i>Referências Bibliográficas</i>	57
	<i>Anexos</i>	65
	Anexo A- Questionário	65
	Anexo B- Guião da Entrevista	75
	Anexo C- Tabelas SPSS	76

Lista de Figuras

Figura 1.1- Diagrama dos objetivos e questões.....	4
Figura 1.2- Estrutura da Dissertação.....	5
Figura 2.1- Evolução histórica das indústrias.....	8
Figura 2.2- Modelo de ligação de pessoas, processos e tecnologia.....	9
Figura 2.3- Pilares da indústria 4.0.....	11
Figura 3.1- Esquema metodológico.....	23
Figura 3.2- Indicadores da inovação.....	28
Figura 3.3- Esquema do modelo de investigação.....	30
Figura 4.1- Setor de atividade.....	32
Figura 4.2- Volume de negócios em 2023.....	34

Lista de Tabelas

Tabela 3.1- Metodologia das questões de investigação.....	24
Tabela 3.2- Escalas para medir a inovação.....	27
Tabela 4.1- Dimensão da amostra.....	31
Tabela 4.2- Cargo atual na empresa.....	32
Tabela 4.3- N° de anos de existência da empresa.....	33
Tabela 4.4- N° de funcionários da empresa.....	35
Tabela 4.5- Tabela de referência da KMO.....	35
Tabela 4.6- Índice de KMO adequado ao estudo.....	36
Tabela 4.7- Tabela de referência de alfa de Cronbach.....	36
Tabela 4.8- Alfa de Cronbach.....	37
Tabela 4.9- Tabela referente à média e ao desvio padrão na AT.....	37
Tabela 4.10- Alfa de Cronbach.	38
Tabela 4.11- Tabela referente à média e ao desvio padrão no IT.	38
Tabela 4.12- Alfa de Cronbach.	39
Tabela 4.13- Tabela referente à média e ao desvio padrão das ET.	39
Tabela 4.14- Alfa de Cronbach.....	40
Tabela 4.15- Tabela referente à média e ao desvio padrão da API.....	40
Tabela 4.16- Análise Fatorial das Tecnologias.	42
Tabela 4.17- Análise fatorial da Performance de Inovação.	43
Tabela 4.18- Tabela da matriz de correlação.....	44
Tabela 4.19- Tabela da Regressão Linear.	46

Lista de abreviaturas

CPS – Sistemas Ciberfísicos

IoT – Internet das Coisas

IO – Inovação Organizacional

KMO – Kaiser-Meyer- Olkin

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PME – Pequenas e Médias Empresas

SCs – Sistemas da Cadeia de Suprimentos

TI – Tecnologia da Informação

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

VN – Volume de Negócios

Capítulo I - Introdução

1.1. Enquadramento

A crescente importância e transformação das ferramentas tecnológicas nas empresas levou à escolha do tema “O impacto da adoção de tecnologias ligadas à Indústria 4.0 na performance da inovação”.

Uma transformação digital sem precedentes e a integração de tecnologias avançadas em processos produtivos definem a indústria 4.0 como um novo paradigma nas grandes revoluções industriais. Para entender esta mudança, é fundamental recordar as revoluções industriais anteriores.

A implementação das máquinas a vapor nos processos produtivos foi o marco inicial da primeira revolução industrial no século XVIII (Lu et al., 2017). A segunda revolução industrial, caracterizada pela eletricidade, levou à fragmentação do trabalho e à produção em massa, impulsionada por novos materiais como o aço e os produtos sintéticos no início do século XX (Keller et al., 2014). A introdução e o uso de tecnologias da informação na gestão da produção começaram na década de 1970, marcando o início da terceira revolução industrial (Stock & Seliger et al., 2016).

A chamada Indústria 4.0 representa o futuro do setor industrial, é marcada pela digitalização e pela integração de sistemas ciberfísicos. Esta nova revolução industrial combina métodos tradicionais de produção com os mais recentes avanços em tecnologia da informação e comunicação, refletindo a crescente digitalização que atravessa todos os setores industriais (Kagermann et al., 2014).

Seguindo esta trajetória evolutiva, os sistemas ciberfísicos (CPS), a internet das coisas (IoT), a computação em nuvem, a inteligência artificial, os sistemas autónomos, a fabricação aditiva e o Big Data são alguns dos vários avanços tecnológicos que formam a indústria 4.0. (Keller et al., 2014). Cada uma destas tecnologias contribuí, de forma individual para o aumento da produtividade, da agilidade e da eficiência organizacional (Kagermann et al., 2014).

Por outro lado, a integração destas tecnologias tem transformado não apenas os processos industriais, mas também a cadeia de valor, elevando-a a um novo patamar de organização e gestão durante todo o ciclo de vida dos produtos (Kagermann & Lukas et al., 2013). Conceitos como a personalização em massa, a digitalização de equipamentos e

processos, e a adaptabilidade dos sistemas têm provocado uma grande mudança em toda a empresa (Hermann et al., 2016).

Assim, através da integração das pessoas, das máquinas, dos equipamentos e dos sistemas, suportados por sistemas ciberfísicos inteligentes, torna-se possível a comunicação e a cooperação direta entre estes elementos, o que provoca um grande impacto em toda a indústria, transformando a “produção em massa” em “personalização em massa” (Hermann et al., 2016).

A indústria 4.0 é vista como uma oportunidade de aumentar a competição no setor industrial, pois permite uma maior personalização dos processos e uma adaptação dos produtos às necessidades únicas de cada consumidor (Hermann et al., 2016).

Como qualquer revolução, a indústria 4.0 também enfrenta desafios significativos, especialmente no que diz respeito aos custos de implementação, mudanças organizacionais e processuais, qualificação dos recursos humanos e cibersegurança (Erol et al., 2016).

Os benefícios esperados, por outro lado, são substanciais, uma vez que incluem melhorias na qualidade dos produtos, maior eficiência na comunicação, menos tempo e custos e uma maior eficácia no desenvolvimento dos produtos (Oesterreich & Teuteberg et al., 2016).

1.1. Problemática de investigação

A indústria 4.0 caracterizada, como mencionado anteriormente, pela junção das tecnologias avançadas transformou a forma como as empresas operam e inovam (Keller et al., 2014).

Apesar do potencial destas tecnologias ser amplamente conhecido, a sua adoção leva a questões críticas. A mudança para a indústria 4.0 não é apenas uma mudança tecnológica, uma vez que, também envolve questões culturais, organizacionais e estratégicas que afetam a capacidade de crescimento de uma empresa (Keller et al., 2014).

A principal problemática deste estudo é compreender como a adoção da indústria 4.0 afeta a performance da inovação nas indústrias.

Especificamente, o objetivo é determinar se a união destas tecnologias resulta em melhorias significativas na capacidade de inovação, tanto em termos de processos quanto de produtos e serviços. Além disso, é fundamental verificar se todas as indústrias que adotam estas tecnologias conseguem obter benefícios inovadores ou se existem variáveis, como o setor de atuação e o tamanho da empresa que influenciam os resultados obtidos.

O papel dos recursos humanos e das competências organizacionais na maximização dos benefícios da indústria 4.0 também deve ser considerado um desafio. A adoção de tecnologias, por si só, não garante melhorias na inovação, é necessário que as empresas

desenvolvam capacidades complementares, como a requalificação dos trabalhadores, a adaptação de processos de gestão e a criação de uma cultura organizacional que valorize a experiência e a aceitação de riscos.

A investigação também deve ter em consideração os possíveis riscos e barreiras que podem prejudicar a eficácia da implementação destas tecnologias. Questões como altos custos iniciais de implementação, resistência à mudança por parte dos trabalhadores, e desafios associados à cibersegurança são fatores que podem limitar o impacto positivo esperado na performance de inovação (Erol et al., 2016).

Com base nesta análise, espera-se contribuir para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes para a implementação destas tecnologias, reforçando a capacidade de inovação das indústrias, e como resultado, aumentar a competitividade no mercado.

1.2. Objetivos e questões de investigação

Foi definido o seguinte conjunto de objetivos, tendo em consideração o que foi dito no subponto anterior:

- Avaliar o impacto da adoção de tecnologias relacionadas à indústria 4.0 na performance inovadora das empresas industriais portuguesas.
- Analisar se o investimento em ferramentas tecnológicas da indústria 4.0 resulta em um aumento significativo da competitividade empresarial.
- Investigar as práticas da inovação e a eficiência das tecnologias ligadas à indústria 4.0, e compreender como estas influenciam o desempenho geral das empresas.

Para alcançar estes objetivos, deverão ser encontradas respostas para as seguintes questões:

- Qual o impacto da adoção de ferramentas associadas à indústria 4.0 na performance das empresas?
- Será que o investimento em tecnologia aumenta a competitividade nas empresas industriais portuguesas?
- Quais foram as diferentes estratégias tecnológicas utilizadas pelas empresas nacionais?

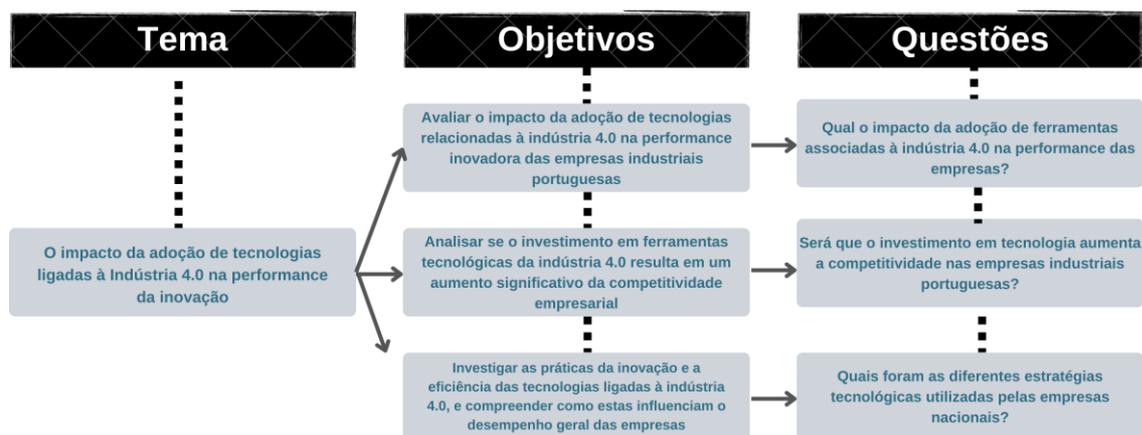


Figura 1.1- Diagrama dos objetivos e questões. Fonte: Elaboração própria.

1.3. Estrutura da Tese

Com o intuito de alcançar os objetivos estabelecidos e responder às questões de pesquisa, esta dissertação foi organizada da seguinte maneira: no capítulo introdutório, é apresentado o contexto geral da tese, destacando-se a problemática de investigação e os principais motivos que justificam a realização deste estudo, incluindo os objetivos e as questões de pesquisa.

No capítulo II é feita uma revisão crítica acerca da literatura existente sobre os conceitos de indústria, performance e inovação. Inicia-se com uma contextualização histórica relativa às várias revoluções industriais, desde as primeiras fases até a indústria 4.0. Após a introdução histórica, o conceito de indústria 4.0 é desenvolvido, onde consta os nove pilares da I4.0. Em seguida, o conceito de performance é abordado no contexto da inovação, realçando como a inovação organizacional impacta diretamente na eficácia e competitividade das empresas. Neste capítulo, analisa-se ainda a relação entre inovação e competitividade, mostrando como a capacidade de inovar determina a posição das empresas no mercado. Por fim, são discutidas as projeções futuras das indústrias.

O capítulo III é dedicado à metodologia, onde são detalhadas as escalas de medida utilizadas para avaliar as variáveis de interesse no estudo. Neste capítulo, o modelo de investigação adotado é apresentado, descrevendo a estrutura de análise e as técnicas utilizadas para a recolha e interpretação dos dados.

Os resultados são apresentados e discutidos no capítulo IV, onde também se examina e compara as respostas dos questionários com a revisão de literatura mencionada no capítulo II. A partir desta análise, são retiradas as conclusões finais que esta dissertação pretende alcançar.

Seguido da discussão de resultados, temos o capítulo V, em que se analisa o caso do grupo “De Heus”, onde é detalhada a experiência da empresa com as inovações tecnológicas.

Inicia com a contextualização da empresa e explora as suas motivações e estratégias de inovação. Segue com a descrição da implementação das inovações e conclui refletindo sobre os resultados e implicações da inovação para a indústria. Este capítulo tem como objetivo apresentar um exemplo concreto de uma empresa que conseguiu evoluir significativamente através da inovação, demonstrando na prática como a adoção de novas tecnologias e estratégias inovadoras pode impactar positivamente no desempenho e na competitividade industrial.

Esta dissertação conclui-se no Capítulo VI, onde se apresenta as conclusões e as contribuições deste estudo para a implementação do conceito de indústria 4.0. Além disso, são discutidas as limitações encontradas durante a pesquisa e oferecidas sugestões para futuras investigações.



Figura 1.2 - Estrutura da Dissertação. Fonte: Elaboração própria.

Capítulo II- Revisão de Literatura

2.1. Indústria 4.0

2.1.1. Evolução das Indústrias

O termo “revolução” refere-se a transformações significativas. Esta mudança ocorre ao longo da história, quando surgiram novas tecnologias e perspectivas, que causaram transformações significativas nos sistemas sociais e económicos (Schwab et al., 2016).

A indústria é composta por um conjunto de processos de produção organizados pelo homem, através da utilização de máquinas e ferramentas. Toda a atividade coletiva que envolve a conversão de matérias-primas em bens de consumo ou produção, utilizando máquinas, pode ser considerada uma atividade industrial (Salvendy et al., 2001).

A introdução de máquinas no final do século XVIII transformou a forma como os produtos eram fabricados, dando início à era da industrialização (Jensen et al., 1993).

Na primeira revolução industrial, a grande mudança foi a introdução da mecanização na produção e o aproveitamento da energia gerada pelo vapor da água para impulsionar este processo (Jensen et al., 1993).

A segunda metade do século XIX marcou o início da segunda revolução industrial, que inclui avanços significativos nos setores químico, elétrico, do petróleo e do aço. A energia elétrica foi muito importante durante esta segunda revolução, uma vez que permitiu que as máquinas fizessem o trabalho dos humanos. Esta fonte de energia amplamente utilizada permitiu que praticamente qualquer dispositivo que precisasse de energia fosse impulsionado por eletricidade (Jensen et al., 1993). Este período é marcado pelo aparecimento do fordismo. O fordismo é um método de produção criado por Henry Ford na década de 1920, que implementou os princípios de racionalização laboral do taylorismo, mas organizou todo o processo de produção de maneira contínua ou em linha de montagem. Este sistema de produção em massa, também chamado de fordismo, baseia-se principalmente no ritmo máximo de produção (Hermann, Pentek, & Otto, 2016).

A tecnologia avançada e de ponta são os pilares da terceira revolução industrial. Este período é marcado por atividades mais criativas, o que exige mão-de-obra altamente qualificada. É uma revolução que tem como objetivo transformar trabalhadores especializados em especialistas que sejam capazes de lidar com emergências (Stearns et al., 2018).

A mais recente mudança nos métodos de produção é representada pela quarta revolução industrial. Não se refere a um grupo específico de tecnologias, mas representa uma mudança

para os novos sistemas baseados na infraestrutura digital da terceira revolução industrial. (Schwab et al., 2016).

A quarta revolução industrial, conhecida como Indústria 4.0, é marcada pelas recentes inovações tecnológicas, nas quais a internet e as tecnologias de suporte permitem a conexão entre os objetos físicos, pessoas, máquinas inteligentes, linhas de produção e processos, ultrapassando as barreiras organizacionais, de forma a criar uma cadeia de valor inteligente, integrada e ágil (Schumacher et al., 2016).

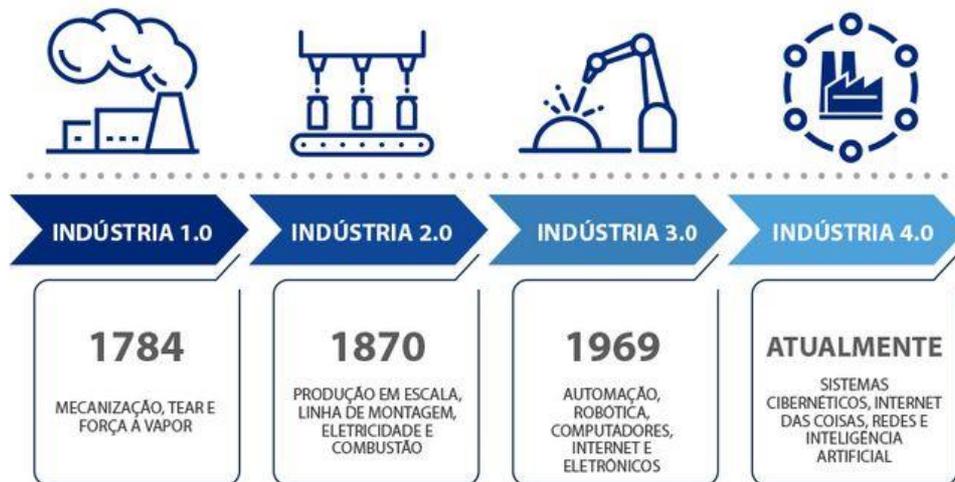


Figura 2.1 - Evolução histórica das indústrias. Fonte: Adaptado a Blacutt, B et al., 2021.

2.1.2. Definição de Indústria 4.0

O conceito de I4.0 surge pela primeira vez na Alemanha, durante um projeto na feira de Hannover em 2011 e, oficialmente adotada como “Industrie 4.0”, em 2013 (Schwab et al., 2016)

A indústria 4.0 marca uma revolução na produção, caracterizada pela integração de tecnologias de última geração, com o objetivo de melhorar a eficiência e a qualidade (Xu & Li et al., 2014). A mecanização, o uso de eletricidade e a tecnologia da informação (TI) foram os estímulos das três primeiras revoluções industriais. A quarta revolução industrial começou com a chegada da Internet das Coisas (IoT) e dos sistemas ciberfísicos (CPS) à indústria (Hermann, Pentenk & Otto et al., 2016).

A introdução destas tecnologias originou métodos cada vez mais complexos, transformando-os em sistemas que incorporam software, conectividade, microprocessadores, armazenamento de dados, hardware e sensores (Porter & Heppelmann et al., 2014).

Com o objetivo de otimizar processos de forma autónoma e melhorar a eficiência dos sistemas, dos trabalhadores e das máquinas, as fábricas estão interconectadas através das tecnologias (Thoben et al., 2017). Esta conexão contribui para o desenvolvimento das fábricas

inteligentes, sendo estas unidades económicas que integram a produção e a distribuição, concentrando-se principalmente, na troca de informação e de dados entre as várias partes envolvidas no processo de fabricação (Shrouf, Ordieres, & Miragliotta et al., 2014).

Para se adaptar às novas realidades digitais e tecnológicas, é necessário repensar estratégias essenciais, como o marketing, vendas, produção e serviços pós-venda. Deste modo, para maximizar a eficácia e responder às necessidades do mercado é essencial que as diferentes áreas da empresa se integrem (Porter & Heppelmann et al., 2015).

Assim, através destas ligações, as indústrias estão capazes de tornar o ambiente mais dinâmico, através da transformação dos processos e das decisões mais eficazes. A indústria 4.0 tem a capacidade de revolucionar a eficiência do setor industrial (Kagermann et al., 2022).

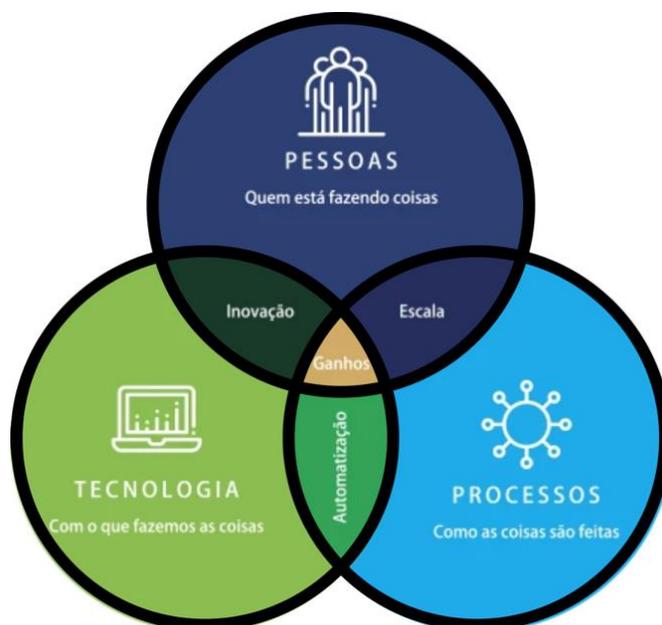


Figura 2.2- Modelo de ligação de pessoas, processos e tecnologia. Fonte: Adaptado a Oks et al., 2017.

2.1.3. Pilares da Indústria 4.0

As tecnologias na indústria 4.0, como foi referido anteriormente, dão origem a fábricas inteligentes, que eficazmente combinam habilidades humanas, máquinas e recursos. O sistema ciberfísico (CPS), que é a base deste processo, será o centro da inteligência nestas novas instalações fabris. Este sistema melhora a estrutura da fábrica inteligente, através da conexão e coordenação de toda a cadeia de produção (Kagermann et al., 2022). A internet das coisas (IoT) possibilita que toda a fábrica se comunique entre si. No entanto, a fábrica precisa de estar conectada à internet para que esta conexão se torne possível. Assim, esta conectividade possibilita às máquinas tomarem decisões com autonomia e serem

monitoradas de forma remota, o que resulta de uma maior flexibilidade e redução de custos (Roblek, Meško, & Krapež et al., 2016).

De modo a entender toda esta inovação, é necessário compreender as nove tecnologias implícitas na indústria 4.0, sendo estas as seguintes:

- Big Data: aplica-se a conjuntos de grandes dados, sendo estes dados diversos e complexos que afetam a tomada de decisão organizacional em relação à estratégia de uma empresa. Logo, o aumento no nível de dados e das capacidades tecnológicas aumentam a produtividade, a inovação e a concorrência, aumentando a vantagem competitiva das empresas. A análise de big data pode ser usada em várias áreas, como a previsão de falhas para reduzir a probabilidade de erro (Ji & Wang et al., 2016) e também os algoritmos orientados pelo big data reduzem o dano antes que muitos destes aconteçam (Seele et al., 2017).

- Robótica: o uso de robôs na indústria é essencial para lidar com tarefas complexas que seriam desafiadoras para os seres humanos. A estratégia de automação, especialmente com robôs autônomos, é essencial para implementar práticas e melhorias contínuas nas empresas. Avanços recentes na indústria facilitam a integração e a utilização de robôs, permitindo uma cooperação estreita entre humanos e máquinas (Hedelind & Jackson et al., 2011).

- Simulação: As ferramentas de simulação desempenham um papel importante no suporte às atividades de produção, o que contribui para a criação de um ambiente de fabricação sustentável. As ferramentas digitais, que abrangem desde o design do sistema de produção até a capacidade de autoconfiguração, possibilitam uma gestão eficaz da fábrica. Num ambiente de negócios cada vez mais competitivo, a simulação permite ajustes em sistemas complexos, o que facilita o planeamento das operações com base em informações precisas (Weyer et al., 2016).

- Integração de sistemas: A integração de sistemas horizontais e verticais é essencial para a operação eficiente das fábricas inteligentes. A integração vertical envolve a interligação flexível e reconfigurável dos sistemas dentro da fábrica para alcançar agilidade. A integração horizontal destina-se à participação entre os parceiros nos sistemas da cadeia de suprimentos. Por outro lado, os sistemas verticais conectam-se uns com os outros por meio de plataformas partilhadas, graças aos sistemas baseados em nuvem. Aos membros da cadeia de suprimentos é permitido visualizar e investigar os fluxos de produtos e procedimentos (Wang et al., 2016).

- Internet das Coisas (IoT): Cálculos e análises baseados em sistemas em nuvem são as soluções que a Internet das Coisas (IoT) apresenta como a próxima grande revolução tecnológica. O objetivo principal da Internet das Coisas (IoT) é conectar objetos físicos à internet, com o objetivo de recolher dados. Estes dados são utilizados por computadores ou

dispositivos sofisticados para tomar decisões operacionais (Rahman & Rahmani et al., 2018). As empresas precisam de ter capacidades de IoT no futuro, especialmente em termos de flexibilidade operacional e tomada de decisão rápida (Akhtar et al., 2018).

- **Cibersegurança:** A segurança cibernética é uma questão crítica que pode ter consequências no ambiente de negócios devido às más intenções por trás dos ataques cibernéticos. Portanto é crucial implementar soluções preventivas e sistemas de defesa para reduzir os efeitos adversos desses incidentes. Embora investir em medidas de segurança cibernética represente um custo para as empresas, o valor gasto é justificado, tendo em consideração os potenciais danos causados por ataques cibernéticos (Cho & Woo et al., 2019)

- **Computação em nuvem:** A computação em nuvem representa uma inovação significativa no campo das tecnologias de informação e comunicação (TIC), trazendo diversas vantagens para os sistemas da cadeia de suprimentos (SCs). Possibilita a automação e integração dos SCs, bem como a oferta de recursos que resultam da redução de custos, de tempo e aumenta a eficiência na execução de tarefas, como por exemplo, na armazenagem de dados, transferência de informação e comunicação (BCG et al., 2019).

- **Fabricação Aditiva:** A fabricação aditiva, também conhecida como Impressão 3D, envolve a produção de produtos personalizados de acordo com as necessidades dos clientes. Esta estratégia oferece vantagens em termos de construção e design complexos (Frazier et al., 2014).

- **Realidade Aumentada:** A realidade aumentada é uma tecnologia interativa que possibilita a integração do mundo virtual com o ambiente real, permitindo que elementos virtuais se sobreponham à realidade (He et al., 2017).

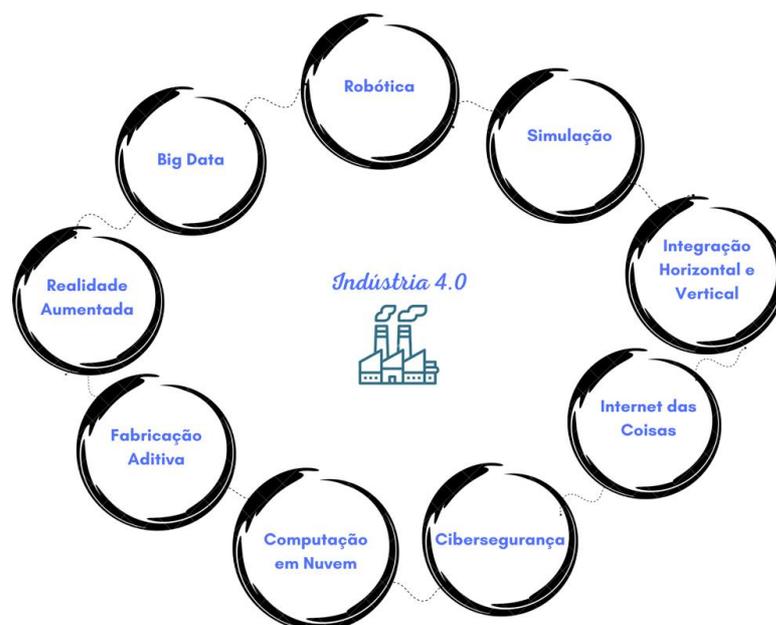


Figura 2.3 - Pilares da indústria 4.0. Fonte: Adaptado a Rubman et al., 2015.

2.1.4. Impactos e Desafios da Indústria 4.0

A quarta revolução industrial provocou um grande impacto nas indústrias, principalmente na diversidade das funções. A implementação das tecnologias melhorou os processos de fabricação, tornando-os dinâmicos. Deste modo, o posicionamento das empresas na cadeia de valor exigiu uma mudança, o que afeta todos os processos produtivos e organizacionais, bem como as relações entre os indivíduos da cadeia de valor, modelos de negócio e o desenvolvimento do produto (Schuh et al., 2014).

Como todas as revoluções industriais, aumentar a produtividade é o principal objetivo. No entanto, com o apoio das tecnologias inovadoras, o objetivo da quarta revolução industrial é aumentar a qualidade dos produtos e serviços, aumentar a flexibilidade dos processos, otimizar os recursos e automatizar as tomadas de decisões (Kagermann et al., 2013).

Ao discutir processos produtivos, a indústria 4.0 integra diversas tecnologias para alcançar um alto nível de flexibilidade na produção, com o objetivo de possibilitar a produção em massa. O conceito de produção em massa, um conceito que antes não era viável economicamente, mas que agora permite que as empresas ofereçam soluções que respondam às necessidades específicas de cada cliente (Prause & Atari et al., 2017).

Portanto, o novo paradigma da produção prioriza a personalização, a inovação e o valor percebido pelo cliente em relação aos produtos e aos serviços oferecidos (Pereira & Romero et al., 2017).

Estas transformações permitem a substituição de trabalhadores que realizem funções repetitivas por sistemas autônomos, isto é, as tecnologias substituem tarefas e atividades de rotina por sistemas ciberfísicos, o que exige trabalhadores com habilidades específicas, maior criatividade e um nível mais alto de formação (Lee et al., 2014). No entanto, com o surgimento de novas profissões e setores de negócios, as empresas são obrigadas a investir na formação dos trabalhadores (Schwab et al., 2017).

As empresas ao adotar estratégias de modernização para aumentar a competitividade, enfrentam novos desafios, além dos benefícios esperados (Kagermann et al., 2014).

Como descrito anteriormente, o investimento e a resistência dos trabalhadores à mudança são um dos desafios iniciais previstos nas indústrias. Para lidar com as novas tendências tecnológicas, as empresas precisam de requalificar os trabalhadores atuais, ou contratar trabalhadores qualificados. Isto permite que os gestores criem e liderem estratégias para a indústria 4.0 (Barros et al., 2017).

Os governos também enfrentaram este desafio, uma vez que estiveram que reformular os seus sistemas de educação e formação para que os trabalhadores atuais e futuros adquiram as competências necessárias para satisfazer as exigências do mercado (Maresova et al., 2018).

Além do investimento em recursos humanos, a transformação para este novo paradigma requer grandes investimentos financeiros, o que para algumas indústrias se torna um problema. As empresas com maior desenvolvimento tecnológico e poder económico são as menos afetadas e mais bem posicionadas para obter um retorno do investimento num período mais curto (Geissbauer et al., 2016). Por outro lado, as pequenas e médias empresas (PMEs) serão as mais afetadas, tendo a necessidade de analisar as suas estratégias de investimento com mais cuidado e consciência. Portanto, devem usar os seus recursos de forma eficaz para se adaptar à Indústria 4.0 sem comprometer a sustentabilidade e a competitividade da empresa (Müller et al., 2018).

O estabelecimento de normas que permitam a interoperabilidade entre sistemas, processos e componentes da cadeia de valor é um grande obstáculo na implementação da indústria 4.0 (Khan & Turowski et al., 2016). Para isso, é fundamental adotar uma estrutura de referência baseada em normas e padrões que garantam uma comunicação eficiente e fluída entre todos os participantes (Müller et al., 2018). O objetivo da Indústria 4.0 é que os sistemas dentro e entre as indústrias sejam compatíveis uns com os outros. (Parlamento Europeu et al., 2017).

Tendo a comunicação, um papel essencial entre as componentes destas redes inovadoras, coloca-se o desafio da cibersegurança. É essencial garantir a segurança e a integridade dos sistemas e dos dados para evitar ataques à privacidade e aos dados pessoais, bem como assegurar a operacionalidade, a proteção do ambiente, a saúde e a segurança dos trabalhadores (Parlamento Europeu et al., 2017).

2.2. Inovação e Performance

2.2.1. Definição de performance

Com a crescente competição global, as empresas precisam de avaliar a sua performance para progredir no mercado (Bosilj-Vuksic, Milanovic, Skrinjar, & Indihar-Stemberger et al., 2008). Este conceito contribui para a avaliação das diversas atividades comerciais, portfólios de produtos, reestruturação de empresas, parcerias estratégicas, fusões e aquisições (Guni et al., 2016).

Bosilj-Vuksic (2008) descreve a performance organizacional como uma comparação entre os resultados reais e planeados de uma empresa. Assim, a performance organizacional permite que as indústrias identifiquem as diferenças entre o que foi previsto e o que realmente

aconteceu. Como observado por Bosilj-Vuksic (2008), isto permite que as indústrias mantenham a concentração nas áreas que mais necessitem de melhorias.

A performance organizacional é frequentemente descrita como a capacidade de gerar lucro e aumentar as vendas, resultado dos produtos e serviços oferecidos ao mercado, bem como dos processos utilizados nas operações empresariais (Chen, Barnes et al., 2006). Por outro lado, a performance empresarial pode ser explicada como sendo uma medida que apoia as indústrias nas respostas às necessidades dos seus clientes e às suas próprias necessidades de sobrevivência (Mukulu, Kihoro e Nzulwa et al., 2016).

As indústrias identificam pontos de melhorias através da avaliação da performance. Deste modo, tal como refere o conceito de performance, encontrar uma medida precisa e universal para avaliá-la é um processo desafiador. Isto deve-se à natureza subjetiva deste conceito, que é influenciado por uma variedade de fatores (Herciu & Serban et al., 2018).

Contudo, existe duas formas distintas de avaliar a performance, a avaliação objetiva e subjetiva. A avaliação subjetiva refere-se aos conhecimentos dos gestores relativamente ao desempenho da indústria. Por outro lado, as medidas de avaliação objetivas estão relacionadas aos dados financeiros da empresa (Satwinder Singh et al., 2016). Singh ainda observa que a quantidade de estudos que analisam a performance usando medidas objetivas é muito menor do que aqueles que usam medidas subjetivas. Ele atribui isso à falta de consistência nos indicadores objetivos da performance escolhidos pelos gestores, bem como à maior dificuldade de obter dados comparáveis e consistentes para as medidas objetivas (Satwinder Singh et al., 2016).

2.2.2. Tipologia da Inovação

Sendo um dos primeiros autores a tentar inovar, definindo e categorizando o seu papel. Schumpeter classificou a inovação em cinco diferentes tipos: criação de produtos inéditos, implementação de novos processos de produção, entrada em mercados ainda inexplorados, utilização de novas fontes de matérias-primas e reorganização de uma indústria com novos modelos de gestão, o que pode criar um monopólio ou a rotura de um monopólio já existente (Schumpeter et al., 2006).

Por outro lado, Heany (1983) apresentou quatro perspetivas sobre a inovação relacionada aos produtos: expansão da linha de produtos, melhorias dos produtos, novos produtos para os mercados atuais e novos produtos para mercados onde a empresa ainda não está presente.

Afuah (2010) define a inovação tendo por base a sua natureza a nível tecnológico, de mercado e de gestão. Em termos de tecnologia, ele concentra-se no processo, no produto ou

no serviço, pois a criação de novos produtos para responder às necessidades do mercado é um componente da inovação do produto. A introdução de novos elementos nas operações organizacionais, como materiais, características das tarefas, fluxos de informação, de trabalho e capital fixo usado na produção de serviços, é conhecida como inovação do processo.

Para Afuah (2010), a inovação de mercado é atingida por mudanças significativas no mix de marketing, que é uma mistura dos quatro P do marketing: preço, distribuição, promoção e produto. Por fim, a nível administrativa, a inovação resulta de mudanças na estrutura organizacional e nos processos administrativos (Afuah et al., 2010).

Abernathy e Clark (1985) classificam a inovação, tendo como base o impacto sobre o conhecimento do mercado e a capacidade tecnológica de uma empresa. As classificações das inovações são as seguintes: inovação regular, inovação de nicho, inovação revolucionária e inovação arquitetural. A inovação regular surge quando a capacidade técnica e o conhecimento de mercado são preservados. Quando a capacidade técnica é preservada, mas o conhecimento de mercado é perdido, ocorre a inovação de nicho, geralmente devido à obsolescência do conhecimento de mercado. A inovação revolucionária dá-se quando a empresa mantém o seu conhecimento de mercado, mas perde a sua capacidade técnica. Por último, quando tanto a capacidade técnica quanto o conhecimento de mercado se tornam obsoletos, ocorre a inovação arquitetural, que envolve uma reestruturação completa.

2.2.3. Definição de Inovação

A inovação tem um impacto significativo nas indústrias, uma vez que introduz novas ideias, métodos, processos, produtos e serviços que resultam de melhorias na eficiência, competitividade, qualidade e sustentabilidade. A inovação é a habilidade de transformar algo já existente em um recurso que gere riqueza (Drucker et al., 2017).

A inovação é essencial no setor industrial, uma vez que aumenta os processos de produção e as estruturas organizacionais. A adoção de tecnologias implica mudanças nas atividades organizacionais e nas práticas da indústria, como desenvolver novas competências e habilidades. (Cugno et al., 2022).

A próxima fase de inovação é impulsionada pela junção da internet das coisas, dados e serviços, o que dá origem ao conceito "Internet de tudo", onde os objetos e os seres humanos podem se comunicar instantaneamente. O poder do processamento, a capacidade de armazenamento e a eficiência das redes estão a aumentar exponencialmente, seguido pelos custos que estão a diminuir proporcionalmente (Kagermann et al., 2014).

As tecnologias envolvidas na indústria 4.0 estão a reestruturar sistema de produção inteiros, transformando fluxos de trabalho analógicos e centralizados em processo de

produção digitais e descentralizados (Raj et al., 2020). Esta proporciona novas oportunidades para processos de inovação radicais e incrementais, o que contribuí para o aumento da flexibilidade e para a redução de custos com a produção (Lorenz et al., 2020).

No futuro, a inovação e a tecnologia também farão uma mudança significativa na oferta, o que resultará em melhorias substanciais. A redução dos custos, a maior eficiência das cadeias de suprimentos globais e a exploração de novos mercados impulsionará o crescimento económico (European Comission et al., 2018).

2.2.4. Importância da Inovação

A intenção de obter uma vantagem competitiva e melhorar o desempenho são as principais motivações da procura pela inovação por parte das empresas (Gunday et al., 2011). A inovação é uma componente crítica para construir a reputação no mercado e, conseqüentemente, aumentar a participação (Gunday et al., 2011). Uma das principais fontes de vantagem competitiva sustentável, num ambiente em constante mudança, é a inovação, que permite a melhoria contínua dos processos e produtos. A sobrevivência de uma indústria depende destes avanços contínuos, que lhes permitem crescer mais rapidamente, operar com maior eficácia e lucrar mais (Atalay et al., 2013).

A inovação pode ser definida como o processo de transformar novos conceitos e informações em novos bens ou serviços (Gerguri & Ramadani et al., 2010). É óbvio que existe uma distinção entre os vários tipos de inovação. Dadampour (1989) destaca as duas categorias principais da inovação: a inovação administrativa, que impacta a parte administrativa e o sistema social de uma indústria, e a inovação técnica, que se concentra nas questões operacionais da indústria.

Oslo define inovação como a realização de melhorias substanciais em novos produtos, processos, métodos de marketing ou na organização de práticas gerenciais, ambiente de trabalho e relacionamentos externos (Oslo et al., 2005).

O Manual de Oslo (OECD, 2005) distingue quatro categorias diferentes da inovação. Em primeiro lugar, a inovação do produto, que é a introdução de um novo produto ou serviço ou grandes melhorias.

Em seguida, vem a inovação do processo, que é a adoção de métodos inovadores para o desenvolvimento ou entrega de bens ou serviços. A terceira é a inovação de marketing, que inclui alterações no design, embalagem, posicionamento, marketing e preço de um produto.

Por último, mas não menos importante, a inovação organizacional, que inclui a implementação de novas abordagens de gestão, a reorganização do local de trabalho e as relações externas (OECD, 2005).

A adoção da inovação é um fenómeno complexo que é influenciado por uma variedade de fatores, tanto individuais quanto organizacionais (Damanpour, Szabat & Evan et al., 1989).

As indústrias devem constantemente procurar novos métodos de produção de forma a adaptarem-se a novos contextos (Gerguri & Ramadani et al., 2010). Isto inclui criar produtos ou melhorar os que já existem.

Além de fornecer às indústrias uma vantagem competitiva, a inovação facilita a entrada em novos mercados e mantém a posição em mercados já existentes. Para alcançar um nível superior de competitividade, é uma componente essencial da estratégia de negócios (Hariyati & Tjahjadi et al., 2015).

2.3. Inovação organizacional na Performance e respetivas Barreiras

Na literatura existem vários estudos que apontam para a influência positiva da Inovação Organizacional (IO) na performance industrial. A inovação, para além de melhorar a performance, também cria uma vantagem competitiva imediata (OCDE, 2018). A literatura afirma que as variações na performance das indústrias são causadas pelas características internas da organização. O principal pressuposto é que apenas as indústrias/setores com estratégias bem definidas podem manter vantagens competitivas consistentes e, portanto, melhorar o desempenho (Camisón & Villar-López et al., 2014).

As indústrias procuram ser competitivas para otimizar os seus resultados e aumentar a sua presença no mercado. Para atingir este objetivo, é fundamental que permaneçam abertas às mudanças. Uma indústria pode adaptar-se às mudanças ambientais, implementando mudanças administrativas e técnicas (Damanpour & Evan et al., 1984).

A integração das mudanças contribui para manter e até mesmo impulsionar a performance da indústria, permitindo uma resposta eficaz às mudanças que podem surgir no ambiente empresarial (Damanpour & Evan et al., 1984). A performance inovadora tem um papel importante na conexão entre as diferentes formas de inovação e no desempenho financeiro, agregando os efeitos positivos destas inovações, de modo a impulsionar a performance nos mercados e na produção (Gunday et al., 2011).

Camisón & Villar-López (2014) concluíram também que a inovação organizacional e as capacidades de inovação tecnológica têm uma influência positiva na performance. Evangelista & Vezzani (2010). Estes autores, ao examinarem o efeito económico das inovações tecnológicas e organizacionais nos setores industriais, identificaram que a inovação organizacional complexa desempenha um papel fundamental na melhoria do desempenho industrial.

De acordo com Hadjimanolis (2003), existem fatores que podem impedir a inovação, conhecidos como barreiras à inovação. Essas barreiras referem-se aos problemas que podem surgir ao longo do complexo processo de inovação, representando obstáculos ou resistências que precisam de ser superados. Identificar e categorizar estas barreiras é crucial, pois isso permite desenvolver mecanismos para reduzi-las, minimizá-las, eliminá-las ou até mesmo transformá-las em facilitadores da inovação. Piatier (1984) destaca que um obstáculo significativo para a inovação nas indústrias europeias estudadas é a falta de apoio do governo.

A fim de compreender a longevidade das empresas, uma análise do panorama empresarial português mostrou uma série de obstáculos, como altos custos, risco associado à inovação, escassez de financiamento, rigidez organizacional, recursos humanos inadequados, regulamentação governamental, pouca interação com o cliente e pouca informação sobre mercado e tecnologia (Silva et al., 2014). Além disso, a falta de cooperação com instituições de apoio (Vieira et al., 2007).

Janeiro (2009) identifica diversas dificuldades enfrentadas pelas empresas nacionais, especialmente no contexto da crise económica. O autor questiona a falta de respostas empresariais eficazes e oportunas, bem como a escassez de iniciativas inovadoras nas indústrias. Para justificar esta ausência de inovação, são apresentados vários fatores inibidores, entre os quais se destacam a resistência das estruturas organizacionais, o clima e a cultura corporativa, a adesão a tradições e normas estabelecidas, a manutenção de posições dominantes sem reavaliações periódicas, o aumento do trabalho decorrente das mudanças, e a falta de incentivos significativos para a assunção de riscos. Janeiro sublinha que a maioria dessas barreiras tem raízes cognitivas, em vez de materiais ou tecnológicas. Contudo, apesar dessas restrições, a inovação continua a avançar e a consolidar-se como uma prática cada vez mais regular e sistemática.

2.4. Relação entre Inovação e Competitividade na Indústria

Devido à constante evolução e à crescente diversidade nas ofertas do mercado em diversas áreas comerciais, as indústrias enfrentam um desafio cada vez maior para manter a sua competitividade. Não basta competir no momento presente, é essencial manter essa competitividade a longo prazo (Falciola, Jansen, & Rollo et al., 2020). Apesar dos riscos envolvidos no processo de inovação e da ausência de garantias de sucesso, os autores defendem que a inovação tem um impacto positivo na performance das indústrias. As organizações procuram obter a "vantagem de antecipação" ao se envolverem em atividades inovadoras (Lieberman & Montgomery et al., 1988). Esta vantagem proporciona um desempenho superior ao permitir que as indústrias pioneiras estejam atualizadas com os

desenvolvimentos mais recentes, assimilando novos conhecimentos e aumentando as chances de colher benefícios das atividades de inovação ao longo do tempo (Roberts & Amite et al., 2003).

Para alcançar uma vantagem competitiva sustentável, é essencial que as indústrias permaneçam conectadas ao mercado, através da implementação de medidas que garantam essa durabilidade (Gunday et al., 2011).

Inovar representa uma via para a transformação industrial. A indústria é impulsionada para mudanças por oportunidades, riscos e mudanças ambientais. Assim, a indústria pretende adaptar as suas operações internas e externas para responder aos interesses do mercado ao introduzir sucessivamente inovações. O que significa reagir rapidamente às mudanças tecnológicas e ao aumento da concorrência nos mercados, através da antecipação às novas oportunidades do mercado antes dos concorrentes (Damanpour et al., 2009). Assim, Falciola, Jansen & Rollo (2020) argumentam também que as indústrias devem estar abertas para compreender os pedidos dos consumidores e se adaptarem às mudanças ambientais, mantendo-se atualizadas sobre as tendências de mercado. O contexto económico onde as empresas operam está sujeito a diversas mudanças, incluindo aspetos económicos, sociais, financeiros, contabilísticos e até mesmo legislativos. Em um ambiente altamente competitivo, as indústrias precisam de se concentrar na avaliação do alcance dos seus objetivos estratégicos, utilizando o lucro como indicador de desempenho financeiro e procurando oportunidades para expandir e desenvolver os seus negócios (Diana & Maria et al., 2020).

Tem havido uma ênfase maior nas inovações tecnológicas do que nas inovações organizacionais. Isto deve-se ao fato de que as inovações tecnológicas têm uma ligação mais evidente com a performance, além de serem mais visíveis e menos complicadas de implementar, ao contrário das inovações organizacionais. Estas últimas geralmente têm uma natureza mais subjetiva e são difíceis de serem observadas e definidas (Hortinha et al., 2011).

Conclui-se que a inovação, que permite que as indústrias se destaquem no mercado, desempenha um papel essencial na melhoria da competitividade das indústrias. O sucesso de um negócio é diretamente influenciado pela capacidade de inovar, o que permite uma melhor adaptação à mudança e uma vantagem competitiva. Este estudo reforça a importância de manter e fortalecer a posição competitiva das indústrias por meio de investimentos em inovação contínua (European Commission et al., 2013)

2.5. O Futuro das Indústrias

A era da Indústria 4.0 está a adaptar um novo cenário para as indústrias em escala global, promovendo uma revolução que vai além da simples automação. As inovações tecnológicas estão a redefinir os paradigmas tradicionais da produção e da gestão, direcionando as indústrias para um futuro repleto de oportunidades e desafios (Medke et al., 2023).

A união de tecnologias, como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, computação em nuvem, manufatura aditiva e análise de big data, está a dar origem a um sistema industrial altamente interconectado e inteligente. Estes sistemas terão a capacidade de trocar informações autonomamente, tomar decisões e operar de forma independente. As melhorias substanciais serão implementadas nos processos industriais, abrangendo desde a produção e engenharia até o gerenciamento de materiais e logística, cobrindo inclusive o ciclo de vida dos produtos. As fábricas inteligentes, já em desenvolvimento, adotam uma abordagem inovadora para a produção.

Os produtos inteligentes são investigados em tempo real e têm uma identificação única. Eles também sabem a sua própria trajetória, status atual e caminhos alternativos para atingir o objetivo final. A visão futura das indústrias destaca o uso de sistemas inteligentes interconectados e da Internet das Coisas (IoT), com foco na fabricação de produtos inteligentes, procedimentos e processos (Liao et al., 2017).

A automação inteligente é apenas o ponto de partida. As fábricas inteligentes são o elemento central desta estrutura, uma vez que possuem a habilidade de administrar a complexidade, reduzir interrupções e otimizar a eficiência da produção. Dentro destas fábricas, há uma comunicação fluída entre seres humanos, máquinas e recursos, assemelhando-se a uma rede social. Os produtos inteligentes possuem dados detalhados sobre a sua fabricação e o uso, tornando-se ativos no decorrer do processo de produção (Medke et al., 2023).

A inteligência artificial e a análise dos dados são os pilares que impulsionam a tomada de decisões orientadas por dados, permitindo previsões precisas, identificação de padrões complexos e a personalização em larga escala. A capacidade de adaptar e ajustar-se rapidamente aos interesses do mercado torna-se uma vantagem competitiva (Ross et al., 2016).

A intersecção entre o mundo físico e o mundo virtual viabiliza a formação de ecossistemas de fabricação, nos quais os processos industriais resultam da interação em rede entre objetos, informações e pessoas. Isso resulta da criação de sistemas ciberfísicos, conectando máquinas, armazéns e linhas de produção dotados de inteligência artificial. Esta conexão constante à Internet das Coisas (IoT) possibilita que a produção, logística e marketing sejam

constantemente adaptados às necessidades específicas de fornecimento, independentemente do cliente ou parceiro no mercado global (Henning et al., 2013).

No entanto, o futuro das indústrias 4.0 não se limita à tecnologia. Como referido, é fundamental criar uma cultura de aprendizagem contínua, adaptar-se de forma rápida às mudanças e inovar. A eficácia de uma indústria está diretamente ligada ao seu grau de competitividade. Isto ocorre porque uma indústria competitiva geralmente tem sucesso, e o sucesso é avaliado pela performance (Falciola et al., 2020).

O futuro das indústrias está intrinsecamente ligado à capacidade de integrar tecnologias avançadas, criar processos mais eficientes, atender às preferências dos consumidores e, acima de tudo, cultivar uma mentalidade de inovação e adaptação constante. As empresas que conseguirem abraçar e capitalizar estas transformações estarão melhor posicionadas para liderar o caminho rumo a uma era industrial ainda mais promissora e dinâmica (Ross et al., 2016).

Neste contexto, com a evolução natural da indústria 4.0, surge o conceito de indústria 5.0, caracterizada como uma abordagem mais humanizada e sustentável às transformações tecnológicas no setor industrial. Esta tem como objetivo equilibrar as necessidades dos trabalhadores e da sociedade com a otimização sustentável dos recursos, como a energia e os materiais, ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos. A Indústria 5.0 aponta para um papel ativo do trabalho nas fábricas, com uma produção distribuída, cadeias de suprimentos inteligentes e uma hiperpersonalização dos produtos, possibilitada pelas tecnologias digitais.

Este modelo combina o melhor das máquinas inteligentes com a criatividade, com o conhecimento e com o pensamento crítico da mão de obra qualificada, através da oferta de uma experiência personalizada aos clientes, promovendo um futuro industrial mais centrado nos valores humanos e ambientais (Pereira & Santos et al., 2022).

Capítulo III- Metodologia

O objetivo da metodologia é explicar os métodos usados ao longo desta dissertação, tendo em consideração as questões apresentadas no início.

A pergunta de pesquisa a ser abordada é o impacto da adoção de tecnologias relacionadas à indústria na performance de inovação. Com isso em mente, será realizado um estudo empírico, fundamentados nos conceitos teóricos apresentados no capítulo de revisão da literatura.

A definição do objetivo do estudo é fundamental para responder às questões inicialmente formuladas. Posteriormente, é necessário identificar o modelo e caracterizar as variáveis em questão. Em terceiro lugar, procede-se à aplicação e à recolha dos dados, para que, no final, seja possível realizar o tratamento estatístico e tirar conclusões.



Figura 3.1- Esquema metodológico. Fonte: Elaboração própria.

Este estudo seguiu uma abordagem mista de pesquisa, envolvendo tanto a pesquisa qualitativa quanto quantitativa.

Com o objetivo de responder às questões de investigação, a primeira investigação consiste em uma pesquisa quantitativa foi conduzida por meio de um questionário eletrónico distribuído pelas indústrias portuguesas de diferentes setores. Tendo sido realizado através da plataforma online “Google Forms”, este questionário consiste em recolher dados sobre o impacto da adoção de tecnologias ligadas à indústria 4.0 na performance da inovação.

Tendo sido enviado a 472 indústrias, questionário permitiu uma análise estatística dos dados, o que complementou esta pesquisa, pois ofereceu um amplo alcance geográfico e permitiu uma maior agilidade na recolha das respostas, tendo-se obtido no total 223 respostas.

O questionário, uma técnica de investigação estatística constituído por um número +/- elevado de questões e que permite a recolha de diferentes tipos de informação de acordo com o objetivo da pesquisa. É eficaz para obter os dados necessários quando são aplicados de forma adequada (Gil et al., 1999).

As principais vantagens da realização de questionários online são a facilidade na recolha de dados, maior alcance, baixo custo e uma fácil personalização.

No entanto, os questionários online também têm algumas limitações, como respostas inconsistentes e uma baixa taxa de respostas, uma vez que não há qualquer relação estabelecida com os inquiridos (Pestana & Gageiro et al., 2014).

Antes de distribuir os questionários, foi realizado um teste prévio, enviando o questionário a três indústrias. O objetivo deste teste seria identificar e corrigir possíveis problemas, como problemas de texto, formatação, layout e compreensão das questões.

Questões de Investigação	Metodologia	Referências
Qual o impacto da adoção de ferramentas associadas à indústria 4.0 na performance das empresas?	Realização de um questionário às indústrias portuguesas e respetiva análise descritiva.	Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. <i>International Journal of production economics</i> , 204, 383-394. Xu, M., David, J. M., & Kim, S. H. (2018). The fourth industrial revolution: Opportunities and challenges. <i>International journal of financial research</i> , 9(2), 90-95.
Será que o investimento em tecnologia aumenta a competitividade nas empresas industriais portuguesas?	Análise descritiva de estatísticas recolhidas dos questionários realizados às indústrias portuguesas.	Bhattacharya, M., & Bloch, H. (2004). Determinants of innovation. <i>Small business economics</i> , 22, 155-162. Nardo, M., Forino, D., & Murino, T. (2020). The evolution of man-machine interaction: The role of human in Industry 4.0 paradigm. <i>Production & manufacturing research</i> , 8(1), 20-34.
Quais foram as diferentes estratégias tecnológicas utilizadas pelas empresas nacionais?	Análise descritiva de estatísticas dos questionários realizados às indústrias portuguesas	Kagermann, H. (2014). Change through digitization—Value creation in the age of Industry 4.0. In <i>Management of permanent change</i> (pp. 23-45). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Thoben, K. D., Wiesner, S., & Wuest, T. (2017). "Industrie 4.0" and smart manufacturing—a review of research issues and application examples. <i>International journal of automation technology</i> , 11(1), 4-16.

Tabela 3.1- Metodologia das questões de investigação. Fonte: Elaboração própria.

A consistência interna da pesquisa foi confirmada pela análise estatística destes dados iniciais, confirmando a sua validade e confiabilidade. Portanto, optou-se por utilizar o mesmo questionário para o presente estudo.

Por outro lado, para apoiar o estudo de caso do capítulo V, a pesquisa qualitativa consiste numa entrevista semiestruturada realizada ao gestor da empresa “De Heus”, localizada no concelho do cartaxo. A entrevista, composta por 12 perguntas, forneceu uma perspetiva qualitativa sobre a implementação de tecnologias e os desafios enfrentados pela empresa no contexto da indústria 4.0. Embora esta entrevista não tenha sido avaliada estatisticamente, ajudou este estudo ao oferecer uma visão mais ampla do impacto das tecnologias nas indústrias. Além disso, este estudo de caso também mostrou um exemplo prático de uma empresa que está satisfeita com o processo de inovação e que obteve resultados positivos.

Yin (2011) e Merriam (1988) caracterizam o estudo de caso como uma pesquisa profunda de um ou vários casos de estudo, que fornecem o conhecimento detalhado de um tema, dependendo do objetivo de pesquisa. Como afirmado por Yin (1993, 2011), um estudo de caso é um tipo de investigação empírica que analise um fenómeno dentro da sua realidade natural. Uma das principais vantagens do estudo de caso é o conhecimento aprofundado e abrangente sobre um caso, além da análise detalhada que permite identificar ideias e estabelecer conexões entre as variáveis. No entanto, este método também apresenta

limitações, como a impossibilidade de generalizar os resultados para outras populações ou contextos, além do risco de os dados serem incompletos ou difíceis de comparar (Fortin et al., 2003).

As entrevistas oferecem diversas vantagens, como facilidade em obter os dados detalhados e a flexibilidade de horários, que pode ser expandida ou limitada, dependendo do objetivo do estudo (Foddy et al., 1996). Além disso, apresentam a vantagem de permitir a identificação rápida de erros de interpretação, sendo também eficazes na obtenção de informações sobre temas complexos (Quivy & Campenhoudt et al., 1992).

Este método também possui desvantagens, como o tempo elevado necessário para a sua preparação, o alto custo, a limitação do tamanho da amostra e a maior dificuldade na análise dos dados recolhidos (Foddy et al., 1996).

3.1. Escalas de medida

Conforme discutido na literatura científica, existem vários instrumentos para avaliar a inovação. No entanto, há uma escassez de ferramentas validadas especificamente para a população portuguesa. Neste subcapítulo, serão apresentados o modelo de investigação adotado e as escalas de medição utilizadas para avaliar as variáveis em estudo.

O questionário desenvolvido utilizou uma escala de Likert de 5 pontos para medir as variáveis relacionadas com inovação e performance. A escala consiste num conjunto de afirmações nas quais o respondente é convidado a expressar o seu grau de concordância, variando desde a discordância total (nível 1) até à concordância total (nível 5).

- 1- Discordo totalmente;
- 2- Discordo;
- 3- Não concordo, Nem discordo;
- 4- Concordo;
- 5- Concordo totalmente.

3.1.1. Métricas de avaliação da Indústria 4.0

Compreender o nível de inovação nas indústrias é essencial para avaliar, planejar e gerir a sua competitividade, mitigando, assim, os efeitos negativos que podem levar ao declínio industrial. Tal como em qualquer avaliação, é crucial determinar o modelo de medição mais adequado. De acordo com Hronec (1994), as métricas desenvolvidas devem ser utilizadas tanto pelos trabalhadores, para aperfeiçoar continuamente os processos, como pela gestão, para impulsionar a inovação, permitindo um ciclo de melhoria contínua. Este ciclo resulta em avanços graduais no desempenho, contemplando tanto melhorias incrementais como transformações radicais nos processos.

As métricas escolhidas foram criteriosamente selecionadas para proporcionar uma análise abrangente e precisa do impacto das tecnologias nas empresas industriais portuguesas. Ao compreender e aplicar estas métricas, será possível responder de forma fundamentada às questões de investigação, oferecendo insights valiosos sobre a relação entre a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 e o desempenho inovador no atual contexto industrial.

Para avaliar o investimento em tecnologias nas indústrias, foi utilizada a abordagem proposta por Lee, Wei e Amato (1992), que se baseia em doze questões distribuídas por três dimensões."

Esta versão melhora a coerência e a fluidez do texto, mantendo o rigor académico adequado.

- 2.1. Para Adoção de Tecnologia,
- 2.2. Investimento em Tecnologia e,
- 2.3. Estratégias Tecnológicas.

A adoção de Tecnologia foi mensurada através das seguintes questões:

- 2.1.1. A empresa implementou novas tecnologias associadas à Indústria 4.0 nos últimos dois anos?
- 2.1.2. A adoção dessas tecnologias melhorou a eficiência operacional da empresa?
- 2.1.3. As novas tecnologias contribuíram para a criação de produtos ou serviços inovadores?
- 2.1.4. As tecnologias adotadas ajudaram a empresa a se destacar da concorrência?

O investimento em tecnologia foi examinado tendo em consideração as seguintes questões:

- 2.2.1. As tecnologias da Indústria 4.0 aumentaram a capacidade da empresa responder aos pedidos do mercado?
- 2.2.2. A empresa notou uma melhoria na qualidade dos produtos ou serviços após a adoção das tecnologias da Indústria 4.0?
- 2.2.3. As novas tecnologias facilitaram a colaboração entre departamentos ou equipas dentro da empresa?
- 2.2.4. As tecnologias da Indústria 4.0 resultaram em uma redução de custos para a empresa?

Por fim, as estratégias tecnológicas foram avaliadas com base nas seguintes questões:

- 2.3.1. As tecnologias adotadas aumentaram a velocidade de produção ou entrega de produtos?
- 2.3.2. As novas tecnologias permitiram à empresa se adaptar mais rapidamente às mudanças no ambiente de negócios?
- 2.3.3. A empresa experimentou uma maior satisfação do cliente após a implementação das tecnologias da Indústria 4.0?
- 2.3.4. As tecnologias da Indústria 4.0 tiveram um impacto positivo na inovação geral da empresa?

3.1.2. Escalas de Medida da Performance de Inovação

Na nossa análise, consideramos a performance da empresa como a variável dependente (Y). Optámos por utilizar diversas escalas de medida, de forma a garantir a credibilidade do estudo e a obter resultados mais precisos sobre o impacto da Inovação na performance empresarial.

Estabelecer uma medida ou uma forma de quantificar a inovação é um objetivo crucial para as indústrias, uma vez que, o sucesso dos negócios e a obtenção de lucro dependem cada vez mais da capacidade de inovar. Um ciclo contínuo de aceleração da inovação é fundamental para impulsionar o crescimento da receita, o que, por sua vez, alimenta ainda mais o processo inovador (Gupta et al., 2011).

A inovação pode ser avaliada através de vários fatores, sendo essencial a definição dos indicadores mais adequados para cada contexto. As variáveis selecionadas foram fundamentadas nos estudos de dois autores: Gupta, P. et al., 2011 & Durski, G et al., 2003.

Gupta, P. (2012) sugere diferentes indicadores como métricas de inovação, conforme observamos na tabela, os quais foram adaptados para este estudo.

Escalas para medir a Inovação:

Indicadores de inovação	Índice de Inovação	Medidas no Processo de Inovação
Financiamento da Inovação, incluindo I&D	Cultura de financiamento, gestão de risco, incentivos, ferramentas tecnológicas	Excelência em pesquisa, gestão de projetos de inovação, alocação de recursos (%)
Desenvolvimento de Novos Produtos, Serviços ou Soluções	Metas de inovação, institucionalização do processo, gestão de ideias, conhecimento compartilhado	Implementação de novas soluções, diferenciação disruptiva, tempo para lançamento
Crescimento de Capitalização de Mercado	Resultados tangíveis – patentes, novos produtos/serviços, aumento de vendas, percepção de marca	Taxa de inovação, aumento de receitas, novas oportunidades de mercado

Tabela 3. 2- Escalas para medir a inovação. Fonte: Adaptado a Gupta, P. et al., 2012.

A avaliação da performance de inovação foi conduzida através de nove indicadores:

1. A empresa promove a constante melhoria dos seus produtos e serviços;
2. A empresa investe na substituição de produtos antigos por versões mais recentes e tecnologicamente avançadas;
3. A empresa incentiva o desenvolvimento de produtos ambientalmente sustentáveis;
4. A empresa procura expandir a sua gama de produtos de maneira inovadora, introduzindo serviços e soluções originais;
5. A empresa implementa medidas para promover a melhoria e a mudança, encorajando a adoção de novas ideias;
6. A empresa valoriza e estimula a criatividade entre os seus colaboradores;
7. A empresa dispõe de financiamento para atividades de inovação, incluindo pesquisa e desenvolvimento;
8. A empresa adota estratégias claras e específicas voltadas para a inovação;
9. Os trabalhadores participam ativamente na criação da estratégia de inovação da empresa.

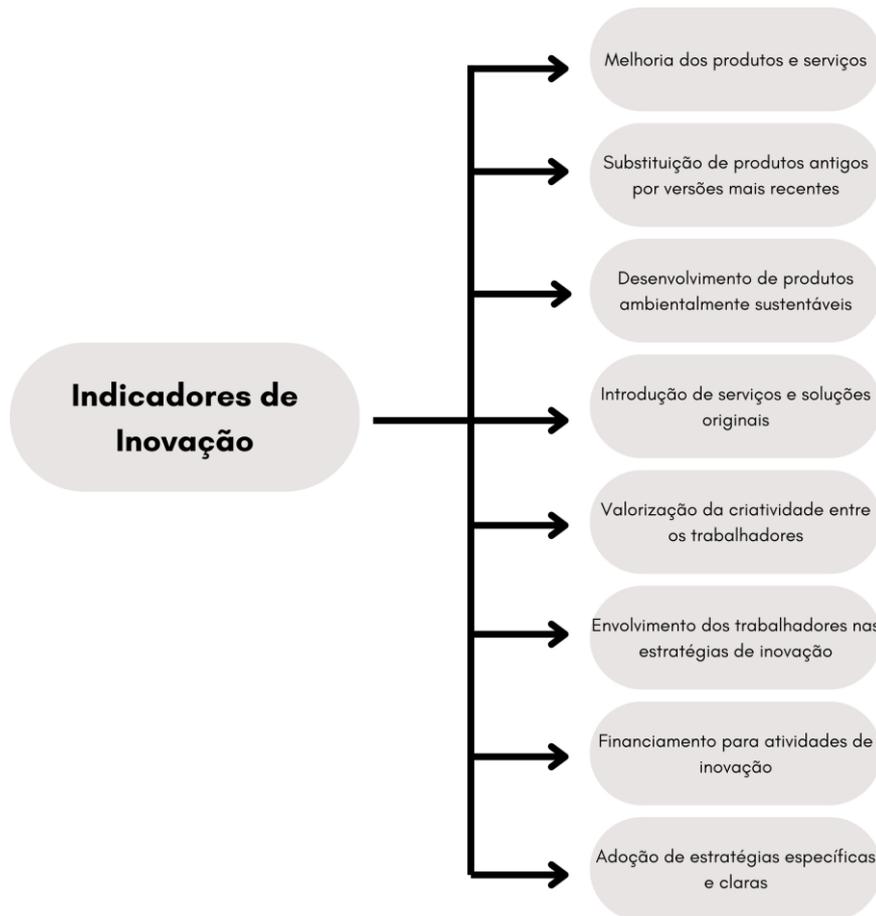


Figura 3.2: Indicadores da inovação. Fonte: Elaboração própria.

3.1.3. Variáveis de Controlo

Neste estudo, é essencial definir as variáveis de controlo que impactam a performance na indústria, bem como caracterizar amostra recolhida. As variáveis de controlo foram organizadas em duas categorias: 1.1 - Informações do Respondente, que inclui apenas uma questão: 1.1.1 – Função atual na empresa; e 1.2 - Informações da empresa, que engloba cinco perguntas obrigatórias e uma opcional: 1.2.1 - Nome da empresa (facultativo), 1.2.2 – Setor da empresa, 1.2.3 – Nº de anos de atividade da empresa, 1.2.4 – Volume de Negócio em 2023, 1.2.5 - Número de trabalhadores da empresa.

3.1.4. Processo de Recolha de Dados

A recolha dos dados ocorreu por meio de questionários online distribuídos durante o mês de Abril, a 472 indústrias portuguesas, como mencionado anteriormente. Para garantir que todos os dados são processados de maneira adequada para análise, foram inseridos no software

estatístico SPSS Statistics, desenvolvido pela International Business Machines, para codificação.

Durante os testes estatísticas, será utilizado o p-value (nível de significância) $\rho \leq 0,05$, para decidir a aceitação ou rejeição das hipóteses testadas.

3.2. Modelo de Investigação

O esquema apresentado abaixo, resume a investigação levada a cabo deste estudo. Para respondermos à questão principal de que adoção de tecnologias ligadas à Indústria 4.0 tem um impacto significativo na melhoria da performance industrial, é essencial analisar três dimensões e avaliar o impacto de cada uma delas na performance de inovação. Neste estudo, a performance é utilizada como um indicador de inovação, uma vez que não há uma métrica direta para quantificar o nível de inovação nas indústrias portuguesas. Uma vez que a competitividade de uma empresa está diretamente relacionada aos seus resultados, se a implementação de tecnologias afetar a performance inovadora, isso também afetará o seu nível de competitividade. Segundo Edwards-Schachter (2018) a inovação tecnológica aumenta a vantagem competitiva das empresas.

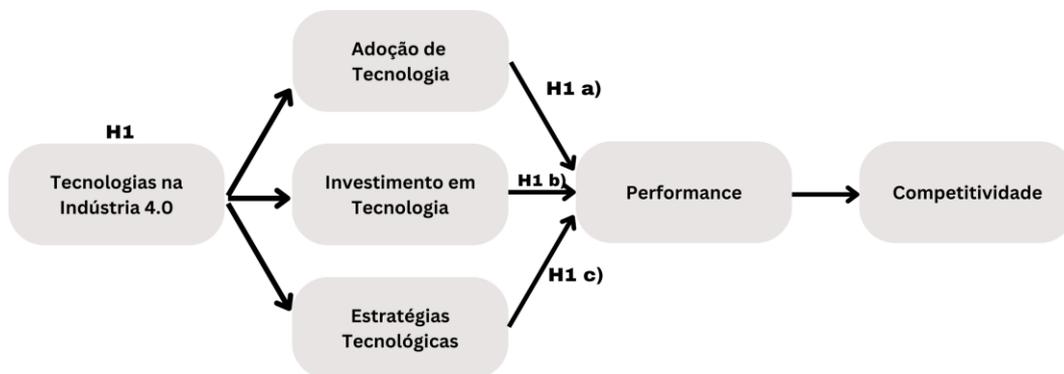


Figura 3.3 - Esquema do modelo de investigação. Fonte: Elaboração própria.

De seguida são apresentadas as hipóteses básicas que foram deduzidas, e que suportam as questões de investigação:

H1. A adoção de tecnologias ligadas à Indústria 4.0 tem um impacto significativo na melhoria da performance da inovação nas empresas industriais portuguesas.

H1. a) A adoção de ferramentas associadas à Indústria 4.0 está positivamente relacionada com a performance das empresas em termos de inovação.

H1. b) O investimento em tecnologia está diretamente associado ao aumento da competitividade das empresas industriais portuguesas.

H1 c) Diferentes estratégias tecnológicas implementadas pelas empresas nacionais têm efeitos distintos na performance da inovação.

Capítulo IV- Análise Empírica

No capítulo de análise empírica dos resultados, são realizados os procedimentos estatísticos para examinar a amostra. Este capítulo é fundamental para validar a teoria inicialmente proposta.

4.1. Caracterização da Amostra

Os questionários foram enviados a 472 indústrias portuguesas. Conforme mostrado na Tabela 4.1, a amostra final consiste em 223 respostas recebidas.

Questionários		
Amostra	Válido	223
	Omisso	0

Tabela 4.1- Dimensão da amostra. Fonte: Elaboração própria.

A análise das respostas ao questionário revela uma distribuição diferenciada entre os diferentes níveis de gestão dentro da empresa. A maioria das respostas veio de funcionários pertencentes à direção Geral, representando uma proporção significativa de 38,1% do total, conforme detalhado na Tabela 4.2. Isto sugere uma participação ativa e um interesse considerável por parte dos líderes da empresa.

Em seguida, encontramos uma parcela substancial de 25,6% dos questionários respondidos por membros da Direção de Topo. Esta participação indica um ajuste significativo dos executivos e líderes de alto nível da empresa, o que é essencial para entender as suas perspetivas e direções estratégicas.

A Direção Intermédia também desempenha um papel importante no inquérito, contribuindo com 24,7% das respostas.

Por fim, embora em menor proporção, os funcionários da Direção Operacional também participaram na pesquisa, respondendo a 11,7% dos questionários. Embora a sua participação seja menor em termos percentuais, a sua contribuição ainda é valiosa, especialmente para perceber os desafios enfrentados pela empresa.

Esta distribuição diversificada de respostas entre os diferentes níveis de direção reflete um ajuste abrangente e representativo de toda a hierarquia organizacional na pesquisa, o que fortalece a validade e a relevância dos resultados obtidos.

Cargo:					
	Variável	Frequência (N)	Percentagem (%)	Percentagem Válida	Percentagem Acumulada
Válida	Direção Geral	85	38,1%	38,1%	38,1%
	Direção de Topo	57	25,6%	25,6%	63,7%
	Direção Intermédia	55	24,7%	24,7%	88,3%
	Direção Operacional	26	11,7%	11,7%	100%
	Total	223	100%	100%	

Tabela 4.2- Cargo atual na empresa. Fonte: Elaboração própria.

A análise das respostas à pergunta 1.2.2 "Sector Empresa" revelou uma distribuição diversificada em relação aos sectores de atividade das empresas participantes. A maioria significativa das respostas veio dos setores das Indústrias Transformadoras, com uma proporção significativa de 71,3% do total. Isto sugere uma forte representação deste sector na amostra, indicando um interesse considerável por parte das indústrias envolvidas na produção e fabrico de bens.

Além disso, uma parte considerável de 15,7% das respostas veio de outros setores não especificados nas opções fornecidas. Embora esta categoria seja diversificada, o seu contributo substancial destaca a presença de uma variedade de atividades económicas no inquérito, refletindo a complexidade e a diversidade do panorama empresarial.

Em seguida, observa-se que os setores de Eletricidade, Gás e Água, Comércio por Grosso e a Retalho e e Atividades Imobiliárias tiveram participações modestas, representando 4,5%, 3,1% e 0,4% das respostas, respetivamente.

Por outro lado, os restantes setores representam uma % reduzida da amostra total. Contudo, é importante reconhecer a sua contribuição para a diversidade e representatividade da amostra.



Figura 4.1- Setor de atividade. Fonte: Elaboração própria.

Com base nas respostas ao questionário, podemos ver na tabela 4.3 que a maioria das indústrias pesquisadas tem um histórico significativo em termos de existência no mercado.

Cerca de 30,9% das empresas indicaram ter entre 26 e 40 anos de experiência, seguindo-se 21,1% com uma presença entre os 13 e os 25 anos. Isto sugere que a maioria das empresas participantes tem uma base estabelecida e uma sólida experiência no sector industrial.

Além disso, é interessante notar que uma parcela substancial de 18,4% das empresas tem entre 41 e 60 anos, o que evidencia ainda mais a longa trajetória dessas organizações no mercado. Por outro lado, uma proporção relativamente menor de empresas indicou um histórico mais curto, com apenas 4,9% delas tendo entre 3 e 5 anos de operação, e uma pequena fração de 0,4% com menos de 1 ano de existência.

Estes dados sugerem que a maioria das indústrias participantes tem uma base sólida e estabelecida, o que pode influenciar a capacidade de adquirir e integrar tecnologias relacionadas à Indústria 4.0. Com uma longa história no mercado, estas indústrias podem enfrentar desafios diferentes em termos de inovação e adoção de novas tecnologias, em comparação com as indústrias mais recentes.

Nº de Anos de Existência da Empresa:					
	Variável	Frequência (N)	Percentagem (%)	Percentagem Válida	Percentagem Acumulada
Válida	Menos de 1 ano	1	0,4%	0,4%	0,4%
	Entre 1 e 2 anos	0	0%	0%	0,4%
	Entre 3 e 5 anos	11	4,9%	4,9%	5,4%
	Entre 6 e 12 anos	30	13,5%	13,5%	18,8%
	Entre 13 e 25 anos	47	21,1%	21,1%	39,5%
	Entre 26 e 40 anos	69	30,9%	30,9%	70,9%
	Entre 41 e 60 anos	41	18,4%	18,4%	89,2%
	Mais de 60 anos	24	10,8%	10,8%	100%
	Total	223	100%	100%	

Tabela 4.3- Nº de anos de existência da empresa. Fonte: Elaboração própria.

Analisando as respostas sobre o volume de negócios das indústrias em 2023, observa-se uma distribuição diversificada em termos de escalas monetárias. Um significativo 24,2% das empresas registou um volume de negócios superior a 20 milhões de euros. Isto indica a presença substancial de empresas com operações em grande escala e que possivelmente têm um impacto significativo no mercado.

Seguem-se 27,4% de empresas com um volume de negócios na ordem dos 1 a 3 milhões de euros. Esta categoria representa uma parcela significativa da amostra e sugere uma presença robusta de empresas de médio porte no mercado.

Além disso, cerca de 17,9% das empresas registaram um volume de negócios entre 3 e 10 milhões de euros, enquanto 17,5% registaram um volume de negócios entre 10 e 20

milhões de euros. Estas gamas representam uma grande variedade de negócios, desde aqueles em fase de crescimento até aqueles com operações já estabelecidas.

Por último, uma parte menor, mas ainda significativa, de 13% das empresas registou um volume de negócios inferior a 1 milhão de euros. Embora esta categoria constitua uma fatia menor da amostra, ainda é importante, pois pode incluir startups e pequenas indústrias que desempenham um papel vital na economia.

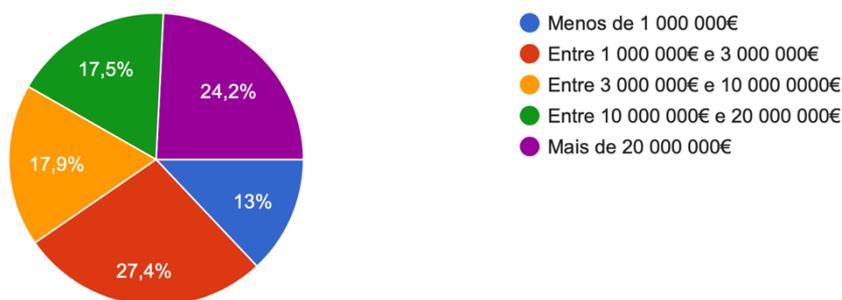


Figura 4.2- Volume de negócios em 2023. Fonte: Elaboração própria.

Observando as respostas relativamente à pergunta “Nº de Funcionários da Organização”, observamos uma distribuição variada. Quase metade das indústrias, isto é 48%, referiu ter entre 11 e 50 trabalhadores. Este resultado sugere uma presença significativa de empresas com equipas mais pequenas.

Por outro lado, 23,3% das indústrias têm entre 101 e 500 trabalhadores, o que se caracteriza por formarem equipas de média e grande dimensão, com uma considerável capacidade para gerir operações complexas e enfrentar desafios de negócio.

Além disso, uma parcela menor, mas ainda relevante, de 14,3% das empresas relatou ter entre 51 e 100 funcionários. Pode também considerar-se que estas indústrias dispõem de pessoal de média dimensão e, embora constituam uma fatia mais pequena da amostra, continuam a contribuir significativamente para a economia, operando frequentemente em setores específicos e desempenhando um papel importante na criação de emprego e no crescimento económico.

Por último, as empresas com mais de 1000 trabalhadores e as que têm entre 501 e 1000 trabalhadores representam, respetivamente, 4% e 7,2% das respostas. Embora em menor grau, estas empresas são consideradas de grande escala, com estruturas organizacionais mais complexas.

Nº de Funcionários da Empresa:					
	Variável	Frequência (N)	Porcentagem (%)	Porcentagem Válida	Porcentagem Acumulada
Válida	Entre 1 e 10 funcionários	7	3,1%	3,1%	3,1%
	Entre 11 e 50 funcionários	107	48%	48%	51,1%
	Entre 51 e 100 funcionários	32	14,3%	14,3%	65,5%
	Entre 101 e 500 funcionários	52	23,3%	23,3%	88,8%
	Entre 501 e 1000 funcionários	16	7,2%	7,2%	96%
	Mais de 1000 funcionários	9	4%	4%	100%
	Total	223	100%	100%	

Tabela 4.4- Nº de funcionários da empresa. Fonte: Elaboração própria.

4.2. Análise da Viabilidade e Fiabilidade dos Dados

O método utilizado para a recolha e análise de dados nesta dissertação foi o questionário, como já referido. Como é amplamente reconhecido, os questionários nem sempre fornecem informações fiáveis, o que pode resultar em dados que não representam com precisão a realidade. Portanto, é fundamental testar a confiabilidade da amostra, através da utilização de índices apropriados. Esta análise também permite determinar se a Análise Fatorial (AF) é adequada para todas as variáveis estudadas.

A avaliação da qualidade das correlações entre as variáveis é essencial para avançar com a AF e confirmar a sua pertinência para a pesquisa atual.

A Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) é uma técnica estatística que examina a relação entre cada variável do modelo (Pestana & Gageiro, 2014). Como mostra a Tabela 5, o valor KMO varia de zero a um, onde valores próximos a um indicam uma boa correlação, e valores próximos a zero indicam uma correlação fraca, sugerindo que a análise fatorial pode não ser adequada.

KMO	Análise Fatorial
1 – 0,9	Muito Boa
0,8 – 0,9	Boa
0,7 – 0,8	Média
0,6 – 0,7	Razoável
0,6 – 0,5	Má
< 0,5	Inadmissível

Tabela 4.5- Tabela de referência da KMO. Fonte: Adaptado a Pestana e Gageiro et al., 2014.

A Tabela 4.6 possibilita a oportunidade de avaliar o índice KMO. O que permite avaliar se a análise fatorial é apropriada para os variáveis em estudo.

Variável	Número de Componentes	% Variância Explicada	KMO	Análise Fatorial
Adoção de Tecnologia	1	61,129%	0,772	Média
Investimento em Tecnologia	1	74,874%	0,788	Média
Estratégias Tecnológicas	1	80,792%	0,836	Boa
Avaliação da Performance de Inovação	1	60,004%	0,901	Boa

Tabela 4.6- Índice de KMO adequado ao estudo. Fonte: Elaboração própria.

As estratégias tecnológicas e a avaliação da performance da inovação têm um KMO superior a 0,8, o que indica uma boa adequabilidade e uma correlação significativa entre elas. Portanto, a análise fatorial é adequada para estas variáveis.

Para as variáveis relacionadas à adoção de tecnologia e ao investimento em tecnologia, a análise fatorial também é apropriada, já que apresentam um nível médio de KMO. Em resumo, todas as dimensões investigadas são apropriadas para análise fatorial, que será detalhada no próximo subcapítulo.

A consistência interna, que é a proporção da variabilidade nas respostas atribuída às diferenças entre os participantes, é usada para avaliar a validade dos dados (Pestana e Gageiro et al., 2014). Apesar de ainda não existir um consenso entre os investigadores na análise de um questionário. Luís e Freitas (2005) sugerem a classificação da confiabilidade, através do coeficiente alfa (α), tendo então sido usado como indicador de consistência interna (Luís & Freitas et al., 2005).

O coeficiente alfa (α), proposto pelo Cronbach em 1951, é a medida padrão para avaliar a fiabilidade entre os itens de um questionário. Devido ao fato de que as variáveis que examinam a mesma realidade devem ser dirigidas na mesma direção, os valores do coeficiente devem ser positivos e variar entre 0 e 1 (Pestana e Gageiro et al., 2014).

Deste modo, os valores do coeficiente α são considerados adequados quando são iguais ou superiores a 0,8. Assim, a fiabilidade e a consistência dos dados aumentam com o coeficiente que se aproxima de 1 (tabela 4.7).

Alfa de Cronbach	Consistência Interna
Alfa superior a 0,9	Muito Boa
Alfa entre 0,8 e 0,9	Boa
Alfa entre 0,7 e 0,8	Razoável
Alfa entre 0,6 e 0,7	Fraca
Alfa menor que 0,6	Inadmissível

Tabela 4.7- Tabela referência de alfa Cronbach. Fonte: Adaptado a Pestana & Gageiro et al., 2014)

Conforme Pestana e Gageiro (2014), conhecer apenas o Alfa de Cronbach não é suficiente para avaliar a consistência interna. É igualmente importante considerar os seguintes elementos:

- As características individuais de cada item, incluindo a média e o desvio padrão;
- A média, o desvio padrão e a correlação dos itens que compõem o fator;
- A ligação de cada item com o fator, incluindo os seus coeficientes de correlação, determinação e variância, bem como os seus impactos na média, variância e alfa de Cronbach do fator.

⇒ **Adoção de Tecnologia**

Alfa de Cronbach	Nº de itens	Consistência Interna
0,875	4	Boa

Tabela 4.8- Alfa de Cronbach na AT. Fonte: Elaboração própria.

	Média	Desvio Padrão
2.1.1 - A empresa implementou novas tecnologias associadas à Indústria 4.0 nos últimos dois anos.	3,50	1,226
2.1.2 - A adoção dessas tecnologias melhorou a eficiência operacional da empresa.	3,83	1,099
2.1.3 - As novas tecnologias contribuíram para a criação de produtos ou serviços inovadores.	3,32	1,274
2.1.4 - As tecnologias adotadas ajudaram a empresa a se destacar da concorrência.	3,45	1,574

Tabela 4.9- Tabela referente à média e ao desvio padrão na AT. Fonte: Elaboração própria.

Como mostra a Tabela 4.8, o alfa de Cronbach para a dimensão de adoção da tecnologia é de 0,875, indicando uma boa consistência interna das escalas utilizadas. O questionário utilizou quatro questões para analisar esta variável, todas apresentam variâncias similares. O impacto da exclusão de itens no alfa de Cronbach foi analisado e verificou-se que a remoção

de qualquer item não alteraria significativamente o alfa, indicando que não é necessário excluir nenhum item.

Com base na escala de Likert usada, o valor médio da amostra é 3. A análise dos itens mostra que, em todos os casos, as médias estão acima do valor de referência 3, o que indica que as empresas tendem a concordar moderadamente com as afirmações sobre a adoção de tecnologias. O item 2.1.2, com a média de 3,83 é o impacto mais reconhecido, enquanto o item 2.1.3 é o que tem a menor média, de 3,32. O desvio padrão elevado em todos os itens, especialmente no item 2.1.4, com um desvio padrão de 1,574, sugere uma diversidade significativa nas opiniões das indústrias sobre os benefícios das tecnologias (Tabela 4.9).

⇒ **Investimento em Tecnologia**

Alfa de Cronbach	Nº de itens	Consistência Interna
0,886	4	Boa

Tabela 4.10- Alfa de Cronbach no IT. Fonte: Elaboração própria.

	Média	Desvio Padrão
2.2.1 - As tecnologias da Indústria 4.0 aumentaram a capacidade de a empresa responder aos pedidos do mercado.	3,68	1,104
2.2.2 - A empresa notou uma melhoria na qualidade dos produtos ou serviços após a adoção das tecnologias da Indústria 4.0.	3,62	1,095
2.2.3 - As novas tecnologias facilitaram a colaboração entre departamentos ou equipas dentro da empresa.	3,73	1,086
2.2.4 - As tecnologias da Indústria 4.0 resultaram em uma redução de custos para a empresa.	3,37	1,162

Tabela 4.11- Tabela referente à média e ao desvio padrão no IT. Fonte: Elaboração própria.

O fator investimento em tecnologia demonstra boa fiabilidade, com Alfa de Cronbach de 0,886 (Tabela 4.10). A análise da eliminação de itens mostrou que a consistência interna permanece elevada, indicando que não há necessidade de excluir nenhum item desta dimensão. As médias dos quatro itens estão todas acima do valor de referência, o que mostra

que as empresas, em geral, tendem a concordar com as afirmações relativas ao investimento em tecnologia, como mostra a tabela 4.11. O item 2.2.3 com a maior média (3,73) indica um maior grau de concordância, enquanto o item 2.2.4 com a menor média (3,37) reflete uma concordância mais moderada. Os desvios padrões, que variam entre 1,086 e 1,162, apontam para uma variação relativamente consistente nas respostas, indicando opiniões diversificadas, mas sem grandes discrepâncias entre os respondentes.

⇒ **Estratégias Tecnológicas**

Alfa de Cronbach	Nº de itens	Consistência Interna
0,920	4	Muito Boa

Tabela 4.12- Alfa de Cronbach na ET. Fonte: Elaboração própria.

	Média	Desvio Padrão
2.3.1 - As tecnologias adotadas aumentaram a velocidade de produção ou entrega de produtos.	3,61	1,137
2.3.2 - As novas tecnologias permitiram à empresa se adaptar mais rapidamente às mudanças no ambiente de negócios.	3,61	1,063
2.3.3 - A empresa experimentou uma maior satisfação do cliente após a implementação das tecnologias da Indústria 4.0.	3,39	1,060
2.3.4 - As tecnologias da Indústria 4.0 tiveram um impacto positivo na inovação geral da empresa.	3,68	1,071

Tabela 4.13- Tabela da média e do desvio padrão das ET. Fonte: Elaboração própria.

A última variável independente, estratégias tecnológicas, também foi avaliada por meio de 4 itens. A confiabilidade é muito boa, com alfa de Cronbach de 0,920 (Tabela 4.12), o que indica que as escalas foram bem aplicadas. Nenhum item foi retirado, pois isso não teria sido benéfico para a investigação. As médias dos quatro itens, todas acima de 3, indicam que, de modo geral, as empresas demonstram uma tendência positiva em relação às estratégias tecnológicas, concordando moderadamente com as afirmações. Os itens 2.3.1 e 2.3.2

apresentam médias idênticas de 3,61, refletindo um nível de concordância semelhante. O item 2.3.3 é o que apresenta menor média, indica uma ligeira hesitação em comparação aos outros, enquanto o item 2.3.4, com a maior média, mostra a maior concordância. Os desvios padrões, todos próximos a 1,1, como se pode observar na tabela 4.13, sugerem uma dispersão moderada nas respostas.

⇒ **Avaliação da Performance de Inovação**

Alfa de Cronbach	Nº de itens	Consistência Interna
0,908	9	Muito Boa

Tabela 4.14- Alfa de Cronbach na API. Fonte: Elaboração própria.

	Média	Desvio Padrão
3.1 - A empresa promove a constante melhoria dos seus produtos e serviços.	4,21	0,801
3.2 - A empresa investe na substituição de produtos antigos por versões mais recentes e tecnologicamente avançadas.	3,87	0,955
3.3 - A empresa incentiva o desenvolvimento de produtos ambientalmente sustentáveis.	4,01	1,002
3.4 - A empresa procura expandir a sua gama de produtos de maneira inovadora, introduzindo serviços e soluções originais.	3,91	0,930
3.5 - A empresa implementa medidas para promover a melhoria e a mudança, encorajando a adoção de novas ideias.	3,97	0,869
3.6 - A empresa valoriza e estimula a criatividade entre os seus colaboradores.	3,95	0,966
3.7 - A empresa dispõe de financiamento para atividades de inovação, incluindo pesquisa e desenvolvimento.	3,16	1,312
3.8 - A empresa adota estratégias claras e específicas voltadas para a inovação.	3,81	1,112
3.9 - Os trabalhadores participam ativamente da criação da estratégia de inovação da empresa.	3,51	1,102

Tabela 4.15- Tabela referente à média e ao desvio padrão da API. Fonte: Elaboração própria

A dimensão de avaliação da performance de inovação demonstra um nível de fiabilidade e consistência interna muito bom, com um alfa de Cronbach de 0,908 (tabela 4.14).

Não houve a necessidade de remover nenhum item, pois o alfa de Cronbach apresenta um nível satisfatório. As médias dos itens analisados indicam uma tendência positiva em relação à avaliação da performance de inovação, já que todas as médias, exceto o item 3.7, que tem uma média de 3,16, estão bem acima do valor de referência 3, sugerindo uma concordância moderada a elevada. O item 3.1 apresenta a maior média (4,21), o que mostra uma maior concordância, enquanto o item 3.7, com a média mais baixa, sugere uma resposta mais neutra, isto é, nesta afirmação, os respondentes, em geral, não concordam, nem discordam. Contudo, os desvios padrões variam, com o item 3.7 apresentando um maior desvio (1,312), isto sugere que, há uma diversidade significativa de opiniões sobre esta questão (Tabela 4.15).

Em conclusão, todas as dimensões em estudo - adoção de tecnologia, investimento tecnológico, estratégias tecnológicas e avaliação do desempenho em inovação - são, em geral, satisfatoriamente fiáveis. As escalas usadas são de confiança, pois apresentam, internamente, uma consistência boa.

4.3. Análise Fatorial

Sendo uma técnica utilizada na estatística, a análise fatorial pressupõe a presença de correlações significativas entre variáveis quantitativas (Pestana & Gageiro, 2014). Esta análise permite avaliar se os itens têm uma correlação positiva com o fator ou dimensão.

Tendo em conta a análise anterior, e uma vez que as escalas são fiáveis, é apropriado realizar a análise fatorial para verificar as correlações entre os itens.

Variáveis	Fator 1
2.1.1 - A empresa implementou novas tecnologias associadas à Indústria 4.0 nos últimos dois anos.	0,603
2.1.2 - A adoção dessas tecnologias melhorou a eficiência operacional da empresa.	0,822
2.1.3 - As novas tecnologias contribuíram para a criação de produtos ou serviços inovadores.	0,746
2.1.4 - As tecnologias adotadas ajudaram a empresa a se destacar da concorrência.	0,788
2.2.1 - As tecnologias da Indústria 4.0 aumentaram a capacidade de a empresa responder aos pedidos do mercado.	0,861
2.2.2 - A empresa notou uma melhoria na qualidade dos produtos ou serviços após a adoção das tecnologias da Indústria 4.0.	0,830
2.2.3 - As novas tecnologias facilitaram a colaboração entre departamentos ou equipas dentro da empresa.	0,765
2.2.4 - As tecnologias da Indústria 4.0 resultaram em uma redução de custos para a empresa.	0,638
2.3.1 - As tecnologias adotadas aumentaram a velocidade de produção ou entrega de produtos.	0,803
2.3.2 - As novas tecnologias permitiram à empresa se adaptar mais rapidamente às mudanças no ambiente de negócios.	0,838
2.3.3 - A empresa experimentou uma maior satisfação do cliente após a implementação das tecnologias da Indústria 4.0.	0,819
2.3.4 - As tecnologias da Indústria 4.0 tiveram um impacto positivo na inovação geral da empresa.	0,823

Tabela 4.16- Análise Fatorial das Tecnologias. Fonte: Elaboração própria.

Com base na análise da tabela 4.16, podemos concluir que os 12 itens apresentam uma correlação significativa com o Fator 1, com coeficientes que variam entre 0,603 e 0,861. A maioria das variáveis apresenta cargas fatoriais superiores a 0,7, o que indica uma forte associação com o fator. Os itens 2.2.1 e 2.3.2 são os itens com os maiores coeficientes, isto é, sugerem uma contribuição particularmente relevante para a explicação do fator. Pelo contrário, os itens com coeficientes menores, ainda apresentam uma correlação significativa,

mas com menor força, sugerindo que, embora estejam relacionadas ao fator, têm uma influência relativamente menor. De modo geral, estes resultados indicam que o conjunto das variáveis é adequado para representar o Fator 1, o que reforça a validade do modelo. Assim, estas variáveis podem ser utilizadas de forma confiável na interpretação dos processos subjacentes ao fator analisado.

Variáveis	Fator 2
3.1 - A empresa promove a constante melhoria dos seus produtos e serviços.	0,708
3.2 - A empresa investe na substituição de produtos antigos por versões mais recentes e tecnologicamente avançadas.	0,663
3.3 - A empresa incentiva o desenvolvimento de produtos ambientalmente sustentáveis.	0,779
3.4 - A empresa procura expandir a sua gama de produtos de maneira inovadora, introduzindo serviços e soluções originais.	0,798
3.5 - A empresa implementa medidas para promover a melhoria e a mudança, encorajando a adoção de novas ideias.	0,752
3.6 - A empresa valoriza e estimula a criatividade entre os seus colaboradores.	0,742
3.7 - A empresa dispõe de financiamento para atividades de inovação, incluindo pesquisa e desenvolvimento.	0,554
3.8 - A empresa adota estratégias claras e específicas voltadas para a inovação.	0,756
3.9 - Os trabalhadores participam ativamente na criação da estratégia de inovação da empresa.	0,744

Tabela 4.17- Análise Fatorial da Performance de Inovação. Fonte: Elaboração própria.

Assim como nas dimensões anteriores, todos os 9 itens da dimensão de avaliação da performance de inovação estão associados a um único fator, sendo este o Fator 2. A maioria dos itens possui cargas acima de 0,7, o que demonstra uma correlação sólida com o fator, sendo particularmente notável nos itens 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.8 e 3.9, todas com valores superiores a 0,74. Estes coeficientes indicam que estes itens capturam de forma eficiente as características do fator subjacente. O item com a carga mais baixa (0,554) ainda está dentro de um intervalo aceitável, embora seja um pouco mais fraca em comparação com as outras variáveis.

Estes resultados sugerem que o Fator 2 é um componente forte e bem representado no modelo, contribuindo de forma significativa para a análise. Em termos práticos, pode-se concluir que o modelo utilizado é adequado para explicar o comportamento das variáveis e as suas relações com o fator principal. A consistência entre as cargas fatoriais indica também

que as variáveis são homogêneas e que o fator é relevante para capturar o fenômeno em estudo.

4.4. Análise Correlacional

A análise correlacional tem como objetivo determinar se há uma relação entre as variáveis observadas e os fatores identificados na análise fatorial. Para medir a direção e a força da relação linear entre as duas variáveis contínuas neste estudo, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson (R). Este coeficiente varia de -1 a 1, os valores mais próximos de 1 indicam uma relação linear mais forte entre as variáveis. Uma relação linear perfeita é representada por R igual a 1, enquanto valores próximos de 0 sugerem a ausência de uma relação linear. O coeficiente pode ser positivo ou negativo, o que depende da direção da relação.

A Tabela 4.18 apresenta um resumo da análise correlacional do modelo, que será detalhada a seguir.

Correlações					
		Adoção de Tecnologia	Investimento em Tecnologia	Estratégias Tecnológicas	Avaliação da Performance de Inovação
Adoção de Tecnologia	Correlação de Pearson	1	.852**	.849**	.643**
	Sig. (2 extremidades)		<.001	<.001	<.001
	N	223	223	223	223
Investimento em Tecnologia	Correlação de Pearson	.852**	1	.891**	.629**
	Sig. (2 extremidades)	<.001		<.001	<.001
	N	223	223	223	223
Estratégias Tecnológicas	Correlação de Pearson	.849**	.891**	1	.608**
	Sig. (2 extremidades)	<.001	<.001		<.001
	N	223	223	223	223
Avaliação da Performance de Inovação	Correlação de Pearson	.643**	.629**	.608**	1
	Sig. (2 extremidades)	<.001	<.001	<.001	
	N	223	223	223	223

** . A correlação no nível 0,01 é significativa (2 extremidades).

Tabela 4.18- Tabela da Matriz de Correlação. Fonte: Elaboração própria

A matriz de correlação revela as relações entre as variáveis independentes (adoção de tecnologia, investimento tecnológico e estratégias tecnológicas) e a variável dependente (avaliação da performance de inovação).

O coeficiente de correlação de Pearson (R) das variáveis analisadas é superior a 0,5, o que revela uma relação linear moderada a forte. Com exceção das variáveis relacionadas à avaliação da performance de inovação, todas as restantes apresentam coeficientes superiores a 0,7, sugerindo uma forte correlação.

Em suma, todas as variáveis estão correlacionadas entre si.

4.5. Análise de Regressão Linear

Neste subcapítulo, será utilizado o modelo de regressão linear múltipla para avaliar o modelo. A técnica estatística chamada regressão é empregue para prever o comportamento de uma variável quantitativa (variável dependente) com base em uma ou mais variáveis quantitativas independentes e relevantes. Além disso, a regressão oferece estimativas sobre a margem de erro destas previsões (Pestana & Gageiro, 2014). Como existem mais de duas variáveis linearmente relacionadas, optou-se pela estimativa do modelo de regressão linear múltipla.

A equação geral do modelo de regressão é a seguinte:

$$y_i = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_kX_k + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n$$

Em que:

- X_1, X_2, \dots, X_k são valores das variáveis explicativas, constantes conhecidas;
- $B_0, B_1, B_2, \dots, B_k$ são parâmetros ou coeficientes da regressão.

Com base nas análises anteriores, é evidente que existe uma conexão entre a adoção de tecnologia, o investimento em tecnologia, as estratégias de tecnologia e a avaliação da performance de inovação.

Relembrando que a avaliação da performance de inovação é a variável dependente do modelo de regressão linear e que as variáveis independentes são a adoção, o investimento e as estratégias de tecnologia. Variáveis de controle como o “Nº de anos de existência da empresa”, o “volume de negócios (VN) da empresa em 2023” e o “Nº de funcionários da organização” serão adicionadas para verificar a robustez e a consistência do modelo estatístico.

Assim, a expressão geral que traduz o modelo é a seguinte:

$$\text{Avaliação da Performance de Inovação} = B_0 + B_1\text{Adoção} + B_2\text{Investimento} + B_3\text{Estratégias} + B_4\text{Nºanosexistência} + B_5\text{VN2023} + B_6\text{NºFuncionários}$$

Esta regressão linear tem como objetivo testar e verificar a validade das hipóteses anteriormente propostas: H1: A adoção de ferramentas associadas à Indústria 4.0 está positivamente relacionada com o desempenho das empresas em termos de inovação; H2: O investimento em tecnologia está diretamente associado ao aumento da competitividade das empresas industriais portuguesas; e H3: Diferentes estratégias tecnológicas implementadas por empresas nacionais têm efeitos diferentes no desempenho da inovação. O método aplicado foi o "Stepwise", que remove automaticamente as variáveis que têm menor importância para o modelo.

A Tabela 4.19 contém os valores e variáveis do modelo, o que indica que o modelo final estimado é compatível com ele.

$$\text{Avaliação da Performance de Inovação} = 15,599 + 0,596\text{Adoção} + 0,561\text{Investimento} + 0,757\text{VN2023}$$

Avaliação da Performance de Inovação	Coefficiente B	Teste t	Nível de Significância
Adoção de Tecnologia	0,596	3,639	<0,001
Investimento em Tecnologia	0,561	3,269	0,001
Volume de negócios em 2023 (Em euros)	0,757	2,982	0,003

Tabela 4.19- Tabela da Regressão Linear da AP. Fonte: Elaboração própria.

O modelo 3 é válido, uma vez que o teste F apresentou um nível de significância de 0,000 (< p-value = 0,05), rejeitando assim a hipótese nula e fornecendo evidências estatísticas para a validade do modelo.

Os coeficientes significativamente diferentes de zero podem ser encontrados usando o teste t, de acordo com Pestana e Gageiro (2014). No modelo 3, a variável "estratégias tecnológicas" foi eliminada porque foi considerada pouco significativa com um teste t superior a 0,05. Isto indica que a hipótese H3, que diz: "Diferentes estratégias tecnológicas implementadas por empresas nacionais têm efeitos diferentes no desempenho da inovação", não é apoiada por evidências estatísticas suficientes. Além disso, as variáveis de controle "tempo de operação da empresa" e "quantidade de funcionários" foram removidas devido a um nível de significância acima de 0,05. Portanto, as variáveis "adoção de tecnologia", "investimento em tecnologia" e "volume de negócios em 2023" são as variáveis explicativas da variável "avaliação da performance de inovação".

4.6. Discussão de Resultados

Após a conclusão de todas as análises, este capítulo pretende discutir brevemente os resultados e confrontá-los com a literatura. É fundamental verificar se as teorias sugeridas e as hipóteses estudadas estão de acordo.

Os dados foram examinados usando o programa SPSS 26. Para começar, uma amostra de 223 participantes foi caracterizada. O número limitado de questionários recolhidos pode ter feito com que a análise dos resultados fosse um pouco mais difícil. Grande parte das respostas dos questionários foram respondidas por trabalhadores que pertencem à direção geral da indústria.

Relativamente à pergunta sobre a percentagem do valor do negócio que a empresa investiu em tecnologias da I4.0 nos últimos 4 anos, mais de 50% respondeu que investia entre 0 e 25% do valor do negócio.

Para avaliar os dados, foram utilizados os indicadores KMO e alfa de Cronbach. O KMO foi utilizado para verificar a validade dos dados e a fiabilidade da análise fatorial na pesquisa. Os resultados mostram que o KMO é superior a 0,7 em todas as dimensões, o que indica que os dados são válidos. O alfa de Cronbach, que varia entre 0 e 1, mede a consistência interna das escalas; valores mais próximos de 1 indicam maior fiabilidade das escalas. Os dados revelam que todas as variáveis possuem um alfa de Cronbach superior a 0,7, o que afirma que são confiáveis e apresentam boa consistência interna. Assim, com base nestes dois indicadores, as perguntas do questionário são consideradas válidas, homogêneas e apresentam um alto nível de fiabilidade das escalas.

Segundo Mingoti (2005), a análise fatorial engloba a análise de componentes principais e a análise de fatores comuns. Este método utiliza-se quando há um grande número de itens que estão altamente correlacionadas entre si. O objetivo é reduzir este conjunto para um número menor de itens não correlacionadas, que, por meio dos fatores, acumula-se as informações essenciais dos itens originais.

A correlação de Pearson (R) foi construída sobre os dois fatores que foram encontrados na análise fatorial. Verificou-se que havia uma forte correlação linear entre as dimensões, o que indica que o modelo é favorável.

As análises adicionais da variância mostram que todas as partes são responsáveis por mais de 60% da variância total (tabela 4.6).

A aplicação da regressão linear às dimensões de inovação permitiu a obtenção de uma variedade de conclusões. Além disso, esta análise permitiu determinar os efeitos explicativos de cada variável independente (adoção de tecnologia, investimentos em tecnologia e

estratégias tecnológicas) e de cada variável de controle (ano de existência da empresa, volume de negócios em 2023 e número de funcionários) sobre a variável dependente, que é a avaliação da performance de inovação.

Os itens "adoção de tecnologia" e "investimento em tecnologia" explicam o modelo sugerido, de acordo com a aplicação da regressão linear à variável dependente "avaliação da performance de inovação". O poder explicativo destas dimensões é de 67,8% (Tabela 1-Anexo C). As hipóteses H1 e H2 foram confirmadas, mostrando que o investimento e a adoção de tecnologia melhoram a avaliação da performance de inovação. O que é surpreendente é que a hipótese H3 foi rejeitada. Isto ocorreu porque a dissertação esperava que esta variável tivesse um impacto positivo na inovação. No entanto, isto não significa que os métodos tecnológicos não sejam importantes. Ao fornecer suporte indireto a resultados como a inovação, estes provavelmente fazem parte da estratégia geral da empresa. Devido ao tamanho reduzido, as PME tendem a partilhar conhecimento principalmente de forma informal. O fato de a questão 2.3.3 ter uma média menor indica que a partilha não é formal ou sofisticada, o que pode explicar a razão de a variável não ser considerada significativa (tabela 4.13).

O volume de negócios também afeta positivamente a avaliação da performance de inovação. Como demonstrado pelo modelo de regressão linear, as empresas com maior volume de negócios tendem a lidar melhor com os custos associados à inovação, o que torna este fator significativo (tabela 4.19).

Em relação ao N^o de anos de existência da empresa, esta variável não é relevante para a avaliação da performance de inovação, tendo sido eliminada do modelo.

Além disso, a variável de controle conhecida como "número de funcionários da organização" foi removida do modelo. Isto indica que a variável não é relevante para avaliar a eficiência da inovação. No entanto, uma investigação minuciosa de todas as variáveis que foram excluídas é essencial. De acordo com Arvanitis (1997) e Moen (1999), o tamanho da indústria afeta positivamente a inovação. Portanto, a eliminação destas variáveis não significa que as estas não estejam relacionadas à inovação. Em vez disso, podem ter um impacto indireto na inovação.

Capítulo V – Análise do Caso: Grupo “De Heus”

O presente estudo de caso foi elaborado com base em uma entrevista semiestruturada composta por 12 questões, realizada com o gestor da unidade da “De Heus”, localizada no concelho do Cartaxo, em Portugal. O objetivo principal da entrevista foi explorar como a empresa tem implementado inovações e quais os desafios enfrentados no contexto da Indústria 4.0, abordando também os resultados obtidos com estas iniciativas. A “De Heus”, foi escolhida intencionalmente para este estudo, visto que se destaca como uma empresa que aposta fortemente na inovação tecnológica e nas melhores práticas de gestão.

Embora o foco da investigação quantitativa tenha sido direcionado às indústrias portuguesas, a inclusão da “De Heus”, que possui fábricas em Portugal e uma vasta experiência internacional, oferece uma perspetiva relevante para este estudo. Além de proporcionar um exemplo concreto de uma empresa que adota tecnologias inovadoras, esta empresa também demonstra estar altamente satisfeita com os resultados alcançados, tanto em termos de eficiência quanto de sustentabilidade. Este estudo de caso contribui significativamente para a análise global ao apresentar uma visão prática e realista dos impactos da inovação em um ambiente empresarial dinâmico e competitivo.

5.1. Contextualização da Empresa

A “De Heus” é uma empresa familiar de origem holandesa, que atua na produção de soluções nutricionais para o setor agropecuário. Fundada em 1911, a empresa cresceu significativamente ao longo das décadas, tornando-se um dos principais fornecedores de ração e nutrição animal no mundo. Atualmente, opera em mais de 75 países, com presença forte em mercados como a Europa, América Latina e Ásia. A empresa oferece uma ampla gama de produtos nutricionais para diferentes espécies, incluindo aves, suínos, bovinos e animais de aquacultura, sempre com o objetivo de melhorar a qualidade de vida dos animais e, conseqüentemente, contribuir para a produtividade dos seus clientes.

A visão da “De Heus” é fornecer aos seus clientes soluções nutricionais inovadoras que melhorem a eficácia dos sistemas de produção animal, satisfazendo as exigências crescentes em matéria de sustentabilidade, segurança alimentar e qualidade dos produtos.

5.2. Motivações para a Inovação

A análise das respostas da entrevista com o gestor da “De Heus” revela que a empresa está focada em enfrentar desafios associados ao crescimento da procura global por proteína animal. A inovação é vista como um elemento essencial para enfrentar estes desafios, permitindo o aumento da produtividade com menores custos.

Os principais objetivos da empresa em relação à inovação envolvem a melhoria dos produtos, uma vez que esta destaca-se dos concorrentes devido aos seus produtos de excelência e também ao facto de responderem às necessidades específicas de cada cliente, através da personalização das rações.

5.3. Estratégia de Inovação

A estratégia de inovação da “De Heus” é focada para garantir que a indústria esteja sempre à frente no setor de nutrição animal. Segundo o gestor, a empresa investe fortemente na pesquisa e no desenvolvimento, de forma a criar soluções que aumentem a eficácia dos produtos, onde os nutricionistas e os cientistas trabalham para desenvolver fórmulas de ração, não só mais económicas, mas mais sustentáveis. O objetivo principal é satisfazer os clientes, com uma maior rapidez e precisão.

A inovação tecnológica é um pilar importante na indústria, pois a implementação de sistemas automatizados, otimizam a produção e reduzem os desperdícios.

5.4. Implementação da Inovação

A implementação das iniciativas de inovação da “De Heus” tem sido um processo gradual e estratégico. A empresa utiliza uma abordagem baseada em projetos piloto, onde novas fórmulas de ração e tecnologia são testadas antes de serem lançadas no mercado. A automatização tem permitido à “De Heus” aumentar a produtividade, reduzir os erros humanos e controlar a qualidade em toda a cadeia de produção.

A “De Heus” também enfrenta o desafio da resistência à mudança, pois muitos colaboradores, habituados a métodos tradicionais, podem hesitar em adotar novas práticas. Para mitigar esta barreira, a empresa investe fortemente na educação, oferecendo suporte técnico e demonstrando na prática as vantagens das tecnologias implementadas.

Este processo pode ser longo, levando meses ou até anos, dependendo da complexidade e do grau de inovação tecnológica envolvida.

5.5. Impacto da Inovação na Empresa

Os resultados foram claros após a implementação de novas tecnologias. Com a introdução de soluções de nutrição personalizada, a empresa constatou melhorias notáveis em diversas áreas. O impacto da inovação na competitividade da “De Heus” também tem sido significativo. Os novos sistemas inovadores têm contribuído para otimizar os processos internos tornando a produção mais flexível, o que permite responder de forma mais rápida às mudanças no mercado e às novas exigências dos clientes.

De forma a responder á última questão, o gestor da “De Heus” afirma que “Sem dúvida, valeu a pena investir em novas tecnologias. Embora qualquer mudança envolva riscos, o retorno que obtivemos em termos de produtividade e eficiência superou as expectativas. No início, sabíamos que seria necessário investir em formação para os nossos trabalhadores, o que requereria tempo e recursos. No entanto, esse esforço foi essencial para garantir que a implementação das novas soluções tecnológicas fosse bem-sucedida.”

Além disso, as formações ajudaram a qualificar toda a equipa, tornando-a mais preparada para lidar com as inovações. No final, o investimento não só impulsionou o desempenho, como também posicionou a empresa melhor no mercado. Portanto, apesar dos desafios iniciais, a “De Heus” acredita que o investimento em tecnologia e inovação foi fundamental para o nosso crescimento sustentável.

6. Considerações Finais

Agora que a revisão da literatura, a metodologia, a análise empírica e o estudo de caso foram concluídos, é o momento de chegar aos principais resultados desta dissertação. Este capítulo final será organizado em três tópicos. O primeiro abordará as principais conclusões derivadas do estudo realizado. O segundo tópico discutirá as limitações encontradas ao longo da pesquisa, e por último, o terceiro tópico corresponderá a sugestões futuras relacionadas à temática das tecnologias associadas à indústria 4.0 na performance da inovação.

6.1. Conclusão

Na presente tese, investigou-se o impacto da adoção das tecnologias associadas à Indústria 4.0 na performance da inovação nas empresas. A teoria inicial baseou-se em conceitos fundamentais da inovação e tecnologia, com foco na ideia de que a Indústria 4.0 — através de tecnologias como a inteligência artificial, a internet das coisas (IoT) e a automação — cria um ambiente propício para a transformação dos processos produtivos e para o aumento da capacidade de inovação das indústrias.

Os principais contributos para a literatura surgem do estudo mais detalhado da relação entre a adoção tecnológica e a performance de inovação em indústrias que adotam as práticas da Indústria 4.0. Este estudo contribui para validar empiricamente a hipótese de que tecnologias avançadas não são apenas impulsionadoras da eficiência, mas também elementos centrais no processo de inovação. Além disso, os resultados desta dissertação reforçam a importância da gestão estratégica de inovação, mostrando que as indústrias que combinam corretamente a adoção tecnológica com uma visão estratégica clara obtêm melhores resultados inovadores. Estes contributos ampliam a discussão sobre a Indústria 4.0, ao relacioná-la diretamente com o impacto na inovação e na performance industrial.

Em termos de implicações para a gestão, este estudo destaca a necessidade de as empresas terem uma visão estratégica bem definida para maximizar os benefícios da Indústria 4.0. A implementação de novas tecnologias deve ser acompanhada de investimentos significativos em formação e desenvolvimento de competências, bem como de uma gestão eficaz da mudança organizacional. Gestores com um conhecimento profundo das dinâmicas tecnológicas e das tendências do mercado terão mais sucesso na integração destas tecnologias e na promoção de um ambiente propício à inovação.

Neste contexto, o conceito de performance foi abordado como a capacidade de a indústria atingir os seus objetivos estratégicos, medindo os resultados alcançados através da implementação de tecnologias associadas à Indústria 4.0. A performance não se limita apenas

aos resultados financeiros, mas também à eficiência operacional, à qualidade dos produtos e à capacidade de inovar.

Apesar das claras vantagens, a pesquisa também apontou desafios, como a necessidade de investimentos significativos em infraestruturas tecnológicas e a dificuldade em integrar sistemas novos. A falta de mão de obra qualificada e a resistência à mudança dentro das organizações foram fatores críticos que, se não devidamente tratados, podem limitar os benefícios das tecnologias da indústria 4.0. Contudo, as empresas portuguesas ainda enfrentam outros desafios consideráveis, como a ameaça representada por novos produtos e pelo aumento da capacidade das unidades produtivas em países com custos de produção mais baixos.

Como mencionado anteriormente, o método foi baseado em um questionário enviado a 472 indústrias, tendo apenas respondido 223 indústrias. Através da utilização do software estatístico SPSS, a análise concentrou-se em duas dimensões principais: tecnologia e performance de inovação. As hipóteses escolhidas foram três, e tiveram por base três variáveis ligadas à tecnologia – adoção de tecnologia, investimento em tecnologia e estratégias tecnológicas – e a inovação. As correlações foram analisadas e o modelo de regressão linear foi usado para confirmar a relação positiva entre elas.

A análise do alfa de Cronbach e do KMO mostrou uma forte correlação entre os itens, bem como validou as escalas usadas, o que indica que os dados são homogêneos e confiáveis. A adoção, o investimento e a estratégia tecnológica afetam a avaliação da performance de inovação, de acordo com a regressão linear do modelo. O modelo rejeitou a hipótese H3, que diz que "Diferentes estratégias tecnológicas implementadas por empresas nacionais têm efeitos diferentes no desempenho da inovação". Mas isso não significa que estas estratégias não afetam a avaliação da inovação.

Assim, ao concluir a análise dos dados, observou-se que as tecnologias têm um efeito positivo na performance de inovação, alinhando-se com o que foi descrito na literatura. Portanto, os objetivos estabelecidos na introdução foram alcançados, evidenciando que as tecnologias impactam positivamente a performance de inovação.

A análise do caso do grupo "De Heus" demonstra a importância da inovação tecnológica no contexto da Indústria 4.0 para alcançar melhores resultados. A "De Heus" destacou-se como um exemplo de sucesso, realçando a sua satisfação com o impacto das inovações implementadas. Este estudo de caso realça a relevância das inovações contínuas para a competitividade e para o crescimento sustentável das organizações no setor industrial.

Empresas maiores e mais antigas geralmente têm maior capacidade de inovar porque têm mais recursos humanos e recursos financeiros, o que lhes permite adquirir novos conhecimentos e tecnologias com mais facilidade.

As empresas devem ter uma estratégia clara e bem estruturada, apoiada pelos recursos adequados, para se destacarem no mercado e superarem a concorrência. Qualquer organização deve priorizar a formação contínua.

É essencial que os gestores possuam habilidades avançadas e um sólido conhecimento teórico, permitindo-lhes uma compreensão aprofundada do ambiente em que atuam, da atual situação económica e das ações mais adequadas a serem implementadas.

Em conclusão, é fundamental que as empresas consigam inovar, reconhecendo que não inovam sozinhas, pois as fontes de informação, conhecimentos e inovação podem estar tanto no interior como no exterior da empresa.

6.2. Limitações

As escolhas metodológicas têm limitações, como qualquer pesquisa. Os resultados da investigação atual podem ter sido influenciados por uma variedade de restrições.

A maioria das indústrias ainda está preocupada com o impacto das tecnologias na performance de inovação, e estas frequentemente não estão cientes das vantagens competitivas que podem surgir como resultado desta interação. Uma das principais limitações deste estudo foi o fato de a amostra utilizada ser limitada e reduzida, o que pode influenciar os resultados.

Foram utilizados dois métodos na abordagem metodológica deste estudo. O primeiro foi a aplicação de questionários distribuídos a diversas indústrias portuguesas. No entanto, uma das limitações deste método foi o fato de envolver apenas indústrias nacionais, o que pode também restringir as conclusões.

O segundo método consistiu na análise de um estudo de caso ao grupo “De Heus”, em que foi realizada uma entrevista para complementar o estudo. Este grupo foi escolhido propositadamente, uma vez que os questionários incidiram sobre indústrias nacionais, tentou-se escolher uma indústria multinacional, mas que opere em Portugal. O objetivo era obter um exemplo concreto de uma empresa que se mostra satisfeita com a inovação. No entanto, este método não foi aplicado a outras indústrias devido à limitação do tempo e também à disponibilidade das indústrias para responder às entrevistas.

Portanto, todas as restrições encontradas nesta dissertação devem ser levadas em consideração para pesquisas futuras.

6.3. Estudos Futuros

O estudo examinou apenas as empresas do setor industrial de Portugal. Mas seria interessante incluir empresas internacionais na análise porque as indústrias têm um forte componente exportador. Cada nação tem as suas próprias características, que impactam os indicadores, as técnicas de inovação e as práticas de gestão. Esta comparação é difícil e desafiadora, mas oferece uma oportunidade importante para investigações futuras. A indústria portuguesa teria a oportunidade de aprender com indústrias internacionais sobre a tecnologias e a performance de inovação, e vice-versa.

O uso de métodos de recolha e análise de dados também é sugerido. A combinação de questionários com entrevistas mais aprofundadas pode ser vantajosa. A utilização desta técnica permitiria a obtenção de um conjunto de dados mais amplo para análise e poderia sugerir novas perspetivas para pesquisas futuras.

Além disso, sugere-se que futuros estudos utilizem amostras maiores para fortalecer a consistência dos resultados obtidos.

Referências Bibliográficas

- Abernathy, W. J., & Clark, K. B. (1985). Innovation: Mapping the winds of creative destruction. *Research policy*, 14(1), 3-22.
- Akhtar, P., Khan, Z., Tarba, S., & Jayawickrama, U. (2018). The Internet of Things, dynamic data and information processing capabilities, and operational agility. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 307-316.
- Ali, M. J., Mukulu, E., Kihoro, J. M., & Nzulwa, J. D. (2016). Moderating effect of firm size on the relationship between functional integration and firm performance. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 6(9), 38-57.
- Atalay, M. (2013). The relationship between innovation and firm performance : An empirical evidence from Turkish automotive supplier industry. 75, 226–235. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.04.026>
- Barros, A. C., Simões, A. C., Toscano, C., Marques, A., Rodrigues, J. C., & Azevedo, A. (2017). Implementing Cyber-physical Systems in Manufacturing.
- Bosilj-Vuksic, V., Milanovic, L., Skrinjar, R., & Indihar-Stemberger, M. (2008). Organizational performance measures for business process management: A performance measurement guideline. *Proceedings - UKSim 10th International Conference on Computer Modelling and Simulation, EUROSIM/UKSim2008*, pp. 94– 99. <https://doi.org/10.1109/UKSIM.2008.114>.
- Bosilj-Vuksic, V., Milanovic, L., Skrinjar, R., & Indihar-Stemberger, M. (2008). Organizational performance measures for business process management: A performance measurement guideline. *Proceedings - UKSim 10th International Conference on Computer Modelling and Simulation, EUROSIM/UKSim2008*, pp. 94– 99. <https://doi.org/10.1109/UKSIM.2008.114>
- Camisón, C., & Villar-López, A. (2014). Organizational innovation as an enabler of technological innovation capabilities and firm performance. *Journal of Business Research*, 67(1), 2891–2902. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2012.06.004>
- Castells, M. (2007). *A sociedade em rede*. Paz e Terra.
- Cho, K. W., & Woo, Y. W. (2019). Topic modeling on research trends of industry 4.0 using text mining. *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 23(7), 764-770.
- Cugno, M., Castagnoli, R., Büchi, G., & Pini, M. (2022). Industry 4.0 and production recovery in the covid era. *Technovation*, 114, 102443.

- Da Xu, L., He, W., & Li, S. (2014). Internet of things in industries: A survey. *IEEE Transactions on industrial informatics*, 10(4), 2233-2243.
- Damanpour, F., & Evan, W. M. (1984). Organizational Innovation and Performance: The Problem of "Organizational Lag." *Administrative Science Quarterly*, Vol. 29, p. 392. <https://doi.org/10.2307/2393031>
- Damanpour, F., Szabat, K. A., & Evan, W. M. (1989). The relationship between types of innovation and organizational performance. *Journal of Management studies*, 26(6), 587-602.
- Damanpour, F., Walker, R. M., & Avellaneda, C. N. (2009). Combinative effects of innovation types and organizational performance: A longitudinal study of service organizations. *Journal of management studies*, 46(4), 650-675.
- Diana, H. I., & Maria, M. M. (2020). FINANCIAL PERFORMANCE OF ECONOMIC ENTITIES. 1(1), 219–229.
- Drucker, P. F. (2017). *The future of industrial man*. Routledge.
- Edwards-Schachter, M. (2018). The nature and variety of innovation. *International Journal of Innovation Studies*, 2(2), 65-79. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijis.2018.08.004>
- Encyclopedia Britannica. (2010). *Britannica Student Encyclopedia*. Encyclopædia Britannica, Inc.
- European Parliament. (2017)
- Evangelista, R., & Vezzani, A. (2010). The economic impact of technological and organizational innovations. A firm-level analysis. *Research Policy*, Vol. 39, pp. 1253– 1263. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.08.004>
- Falciola, J., Jansen, M., & Rollo, V. (2020). Defining firm competitiveness: A multidimensional framework. *World Development*, 129, 104857. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104857>
- FODDY, W. (1996). *Como Perguntar: Teoria e prática da construção de perguntas em entrevistas e questionários*. Oeiras: Celta Editora.
- Fortin, F. (2003). *Inovação—O Processo de Investigação*. Décarie Éditeur-Lusociência.
- Frazier, W. E. (2014). Metal additive manufacturing: a review. *Journal of Materials Engineering and performance*, 23, 1917-1928.
- Geissbauer, R., Vedso, J., & Schrauf, S. (2016). *Industry 4.0: building the digital enterprise*. PwC's 2016 Global Industry 4.0 Survey.

- Gerguri, S., & Ramadani, V. (2010). The Impact of Innovation into the Economic Growth. Munich Personal RePEc Archive (MPRA) Paper, (22270), 23. Retrieved from <http://ideas.repec.org/p/pramprapa/22270.html>
- GIL, A. C. (1999). Métodos e Técnicas de Pesquisa Social (5ª ed.). São Paulo: Atlas
- Gunday, G., Ulusoy, G., Kilic, K., & Alpkan, L. (2011). Effects of innovation types on firm performance. *International Journal of Production Economics*, Vol. 133, pp. 662– 676. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.05.014>
- Guni, C. N. (2016). GENERAL CONSIDERATIONS ON THE MEANING AND INTEREST
- GUPTA, P. (2011). Medir a inovação. *VidaEconómica. News Letter*, (22).
- Hadjimanolis, A. (2003). The barriers approach to innovation. *The international handbook on innovation*, (Part VIII), 559-573.
- Hariyati, H., & Tjahjadi, B. (2015). The Relation between Sustainable Innovation Strategy and Financial Performance Mediated By Environmental Performance. *Issues In Social And Environmental Accounting*, 9(2), 146. <https://doi.org/10.22164/isea.v9i2.103>
- He,Z.etal.,2017.ResearchonHuman-computerInteractionTechnologyofWearableDevicesSuchas Augmented Reality Supporting Grid Work. *Procedia Computer Science*, 107, pp.170–175.
- Heany, D. F. (1983). Degrees of product innovation. *Journal of Business Strategy*, 3(4), 3-14.
- Hedelind, M. & Jackson, M., 2011. How to improve the use of industrial robots in lean manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(7), pp.891–905.
- Herciu, M., & Serban, R. A. (2018). Measuring firm performance: Testing a proposed model. *Studies in Business and Economics*, Vol. 13, pp. 103–114. <https://doi.org/10.2478/sbe-2018-0023>.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016, January). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In 2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS) (pp. 3928-3937). IEEE.
- Hortinha, P., Lages, C., & Lages, L. F. (2011). The trade-off between customer and technology orientations: impact on innovation capabilities and export
- Hronec, M., Cvengrošová, Z., & Holotík, Š. (1994). Is metallic palladium formed in Wacker oxidation of alkenes?. *Journal of molecular catalysis*, 91(3), 343-352. <https://www.iapmei.pt/Paginas/Industria-4-0.aspx>

<https://www.linkedin.com/pulse/desafios-rumo-indústria-do-futuro-roger-medke/?originalSubdomain=pt>

- Jensen, M. C. (2005). Modern Industrial Revolution, Exit, and the Failure of Internal Control Systems. SSRN Electronic Journal, December 2000. <https://doi.org/10.2139/ssrn.93988>
- Kagermann, H. (2014). Change through digitization—Value creation in the age of Industry 4.0. In *Management of permanent change* (pp. 23-45). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Kagermann, H., & Lukas, W.-D. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. In Acatech.
- Kagermann, H., & Wahlster, W. (2022). Ten years of Industrie 4.0. *Sci*, 4(3), 26.
- Keller, M., Rosenberg, M., Brettel, M., & Friederichsen, N. (2014). Bluetooth Based Home Automation System Using Cell Phone Bluetooth Based Home Automation System. *Em International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering* (pp. 37-44).
- Khan, A., & Turowski, K. (2016). A Perspective on Industry 4.0. *Em Challenges to Opportunities in Production Systems* (pp. 441-448).
- Kumar, R., Singh, R. K., & Dwivedi, Y. K. (2020). Application of industry 4.0 technologies in SMEs for ethical and sustainable operations: Analysis of challenges. *Journal of cleaner production*, 275, 124063.
- Lee, E. W., Wei, L. J. e Amato, D. A. (1992). Cox-type regression analysis for large numbers of small groups of correlated failure time observations. *Em Klein, J. P. e Goel, P. K. (Eds.), Survival Analysis: State of the Art*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, p. 237–247. ISBN: 978-90-481-4133-3.
- Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. *Procedia cirp*, 16, 3-8.
- Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. D. F. R., & Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0-a systematic literature review and research agenda
- Lieberman, M. B., & Montgomery, D. B. (1988). First-mover advantages. *Strategic management journal*, 9(S1), 41-58.
- Lorenz, M., Rüßmann, M., Strack, R., Lueth, K. L., & Bolle, M. (2015). Man and machine in industry 4.0: How will technology transform the industrial workforce through 2025. *The Boston Consulting Group*, 2.
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1-10.

- Luis, A., & Freitas, P. (2005). A avaliação da confiabilidade de questionários: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach Sustainable urban mobility View project Research and studies in Quality of Working Life in service companies View project. (January). <https://doi.org/10.13140/2.1.3075.6808>
- Maresova, P., Soukal, I., Svobodova, L., Hedvicakova, M., Javanmardi, E., Selamat, A., & Krejcar, O. (2018). Consequences of Industry 4.0 in business and economics, 6(3), 46.
- Medke, R., Borin, L. C., Mattos, E., Viaro, R. U., Montagner, V. F., & Ferreira, A. A. (2023, November). Improved Performance of DC-DC Converters Using Series-Parallel Controllers. In 2023 IEEE 8th Southern Power Electronics Conference (SPEC) (pp. 1-6). IEEE.
- Moen, O. (1999). The relationship between firm size, competitive advantages and export performance revisited. *International Small Business Journal*, 18(1), 53–72.
- Müller, J. M., Buliga, O., & Voigt, K. I. (2018). Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 2-17.
- OECD 2005 - Oslo Manual.PDF. (n.d.).
- Oks, S. J., Fritzsche, A., & Möslin, K. M. (2018). Engineering industrial cyber-physical systems: An application map based method. *Procedia CIRP*, 72, 456–461. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.126>
- Oslo Manual, O. E. C. D. (2005). The measurement of scientific and technological activities. Guidelines for collecting and interpreting innovation data, 3rd edition. A joint publication of OECD and Eurostat.
- Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept.
- Porter, M. E., & Heppelman, J. E. (2014). How Smart, Connected Products are Transforming Competition. *Harvard Business Review*, November 2014.
- Prause, G., & Atari, S. (2017). On sustainable production networks for Industry 4.0. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 4(4), 421-431.
- Rahman, H., & Rahmani, R. (2018). Enabling distributed intelligence assisted future internet of things controller (fitc). *Applied computing and informatics*, 14(1), 73-87.
- Raj, A., Dwivedi, G., Sharma, A., de Sousa Jabbour, A. B. L., & Rajak, S. (2020). Barriers to the adoption of industry 4.0 technologies in the manufacturing sector: An inter- country comparative perspective. *International Journal of Production Economics*, 224, 107546.

- Roblek, V., Meško, M., & Krapež, A. (2016). A complex view of industry 4.0. Sage open, 6(2), 2158244016653987.
- Ross, A. (2016).
- Rüßmann, M. et al. (2015). Future of Productivity and Growth in Manufacturing. Boston
- Salvendy, G. (2001). Handbook of Industrial Engineering. New York (Third Edit).
- Satwinder Singh, T. K. D. and K. P. (2016). Measuring Organizational Performance a case or subjective measures.pdf. London: British Journal of Management.
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. Procedia Cirp, 52, 161-166.
- Schwab, K. (2016b). The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum. Geneva: World Economic Forum. Shaffer, D. W., & Serlin, R. C. (2015). What Good are Statistics that Don ' t Generalize?
- Seele, P. (2017). Predictive Sustainability Control: A review assessing the potential to transfer big data driven 'predictive policing'to corporate sustainability
- Silva Néto, A. T., & Meira Teixeira, R. (2014). Inovação de Micro e Pequenas Empresas : Mensuração do Grau de Inovação de Empresas Participantes do Projeto Agentes Locais de Inovação. BBR: Brazilian Business Review, 11(4), 1–29.
- STEARNS. PETER N. (2018). The Industrial Revolution in World History. 4th ed., 330.
- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. Procedia CIRP, 40, 536-541.
- Thoben, K. D., Wiesner, S., & Wuest, T. (2017). "Industrie 4.0" and smart manufacturing-a review of research issues and application examples. International journal of automation technology, 11(1), 4-16.
- Wang, S. et al., 2016. Towards smart factory for industry 4.0: A self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. Computer Networks, 101, pp.158–168.
- Weyer, S. et al., 2016. Future Modeling and Simulation of CPS-based Factories: an Example from the Automotive Industry. IFAC-PapersOnLine, 49(31), pp.97–102
- Wittenberg, C. (2016). Human-CPS Interaction-requirements and human-machine interaction methods for the Industry 4.0. IFAC-PapersOnLine, 49(19), 420-425.
- Xu, L. Da, Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. International Journal of Production Research, 56(8), 2941–2962.
- Zahra, S. A., & Covin, J. G. (1995). Contextual influences on the corporate entrepreneurship-performance relationship: A longitudinal analysis. Journal of business venturing, 10(1), 43-58.

Zielinski, E., Schulz-Zander, J., Zimmermann, M., Schellenberger, C., Ramirez, A., Zeiger, F., ... & Artemenko, A. (2019, March). Secure real-time communication and computing infrastructure for Industry 4.0—challenges and opportunities. In 2019 International Conference on Networked Systems (NetSys)(pp. 1-6). IEEE.

Anexos

Anexo A- Questionário

Secção 1 de 5

Impacto da adoção de tecnologias ligadas à Indústria 4.0 na performance da inovação

B I U ↻ ✖

Este questionário tem como propósito identificar os efeitos das inovações organizacionais nas indústrias de Portugal, bem como avaliar a sua influência no desempenho. O questionário faz parte da pesquisa para a dissertação do mestrado em Economia da Empresa e da Concorrência no Instituto Universitário de Lisboa, sob a orientação do professor Vítor Ferreira.

O questionário está dividido em três seções principais, cada uma focada em aspetos específicos relacionados ao investimento em tecnologia na Indústria 4.0.

Na primeira seção, "Dados Gerais do Inquirido", são coletadas informações sobre o respondente, como o cargo que ocupa na empresa e os dados gerais da organização. Essas informações ajudam a contextualizar as respostas e a perceber melhor o perfil dos participantes.

A segunda seção, "Investimento em Tecnologia nas Indústrias", concentra-se na avaliação do investimento em tecnologias associadas à Indústria 4.0. Aqui, são feitas perguntas sobre a implementação e o impacto das tecnologias, incluindo questões sobre a proporção do investimento em relação ao volume de negócios, adoção de novas tecnologias nos últimos anos e como essas tecnologias influenciaram a eficiência operacional, inovação e competitividade da empresa.

A terceira seção, "Avaliação da Performance de Inovação", explora aspetos relacionados à inovação na empresa. Perguntas nesta seção abordam se a empresa promove a melhoria contínua de produtos e serviços, investe em atualizações tecnológicas, incentiva o desenvolvimento de soluções sustentáveis, entre outros aspetos. Essas questões visam entender como a empresa valoriza e promove a inovação em suas operações.

As respostas fornecidas serão tratadas de forma confidencial e utilizadas exclusivamente para fins académicos. Ao considerar a inovação organizacional em sua empresa nos últimos 5 anos, assinale o número correspondente ao grau de implementação de inovação para cada uma das afirmações seguintes.

...

1.1. Dados Gerais do Inquirido

1.1.1. Cargo que desempenha na Empresa:

- Direção Geral
- Direção de Topo
- Direção Intermédia
- Direção Operacional

...

1.2. Dados Gerais da Empresa

1.2.1. Nome da Empresa (Facultativo):

Texto de resposta longa

...

1.2.2. Setor da Empresa: *

- Agricultura, Produção Animal, Caça, Silvicultura e Pesca;
- Indústrias Extrativas;
- Indústrias Transformadoras;
- Eletricidade, Gás e Água;
- Comércio por Grosso e a Retalho;
- Transporte e Armazenagem;
- Alojamento, Restauração e Similares;
- Atividades Financeiras e de Seguros;
- Atividades Imobiliárias;
- Atividades de Saúdes Humanas e Apoio Social;
- Outros setores.

1.2.3. N° de Anos de Existência da Empresa: *

- Menos de 1 ano
- 1 - 2 anos
- 3 - 5 anos
- 6 - 12 anos
- 13 - 25 anos
- 26- 40 anos
- 41 - 60 anos
- Mais de 60 anos

1.2.4. Volume de Negócios em 2023 (Em euros):

- Menos de 1 000 000€
- Entre 1 000 000€ e 3 000 000€
- Entre 3 000 000€ e 10 000 000€
- Entre 10 000 000€ e 20 000 000€
- Mais de 20 000 000€

1.2.5. N° de Funcionários da Organização: *

- 1 - 10 funcionários
- 11 - 50 funcionários
- 51 - 100 funcionários
- 101 - 500 funcionários
- 501 - 1000 funcionários
- Mais de 1000 funcionários

2.1. Implementação e Impacto das Tecnologias da Indústria 4.0. *

2.1.1. Indique, aproximadamente, a % do valor do negócio que dedicou ao investimento em tecnologias associadas à indústria 4.0 nos últimos 4 anos.

- 0 - 25%
- 26% - 50%
- 51% - 75%
- 76% - 100%

2.1.2. A empresa implementou novas tecnologias associadas à Indústria 4.0 nos últimos dois anos. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

2.1.3. A adoção dessas tecnologias melhorou a eficiência operacional da empresa.

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

2.1.4. As novas tecnologias contribuíram para a criação de produtos ou serviços inovadores.

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

2.1.5. As tecnologias adotadas ajudaram a empresa a se destacar da concorrência.

*

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

2.2. Mercado e Qualidade dos Produtos/Serviços

*

2.2.1. As tecnologias da Indústria 4.0 aumentaram a capacidade de a empresa responder aos pedidos do mercado.

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

2.2.2. A empresa notou uma melhoria na qualidade dos produtos ou serviços após a adoção das tecnologias da Indústria 4.0. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

2.2.3. As novas tecnologias facilitaram a colaboração entre departamentos ou equipas dentro da empresa. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

2.2.4. As tecnologias da Indústria 4.0 resultaram em uma redução de custos para a empresa. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

...

*

2.3. Agilidade e Satisfação do Cliente

2.3.1. As tecnologias adotadas aumentaram a velocidade de produção ou entrega de produtos.

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

*

2.3.2. As novas tecnologias permitiram à empresa se adaptar mais rapidamente às mudanças no ambiente de negócios.

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

*

2.3.3. A empresa experimentou uma maior satisfação do cliente após a implementação das tecnologias da Indústria 4.0.

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

...

2.3.4. As tecnologias da Indústria 4.0 tiveram um impacto positivo na inovação geral da empresa. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

...

3.1. A empresa promove a constante melhoria dos seus produtos e serviços. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

3.2. A empresa investe na substituição de produtos antigos por versões mais recentes e tecnologicamente avançadas. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

3.3. A empresa incentiva o desenvolvimento de produtos ambientalmente sustentáveis. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

3.4. A empresa procura expandir a sua gama de produtos de maneira inovadora, introduzindo serviços e soluções originais. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

3.5. A empresa implementa medidas para promover a melhoria e a mudança, encorajando a adoção de novas ideias. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

⋮

3.6. A empresa valoriza e estimula a criatividade entre os seus colaboradores. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

3.7. A empresa dispõe de financiamento para atividades de inovação, incluindo pesquisa e desenvolvimento. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

3.8. A empresa adota estratégias claras e específicas voltadas para a inovação. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

3.9. A empresa envolve ativamente os colaboradores na definição da estratégia de inovação da organização. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

Anexo B- Guião da Entrevista

Guião da entrevista à empresa “De Heus - Nutrição Animal”

Cargo do Entrevistado:	
Nº Funcionários:	
Volume de Negócios em 2023:	

1. História e Contextualização da Empresa

- Pode-nos dar uma visão geral sobre a História da De Heus e o seu caminho de crescimento no setor de nutrição animal?
- Como a performance de inovação está incorporada na missão e visão da empresa?

2. Motivações para a Inovação

- Quais foram os principais desafios que levaram a empresa à procura da inovação?
- Quais são os principais objetivos que a De Heus espera alcançar através da inovação (por exemplo, sustentabilidade, eficiência, expansão de mercado)?

3. Estratégias de Inovação

- Como a empresa organiza as suas atividades de inovação? Existe um departamento dedicado ou um processo específico para acompanhar a inovação?
- Quais são as principais tecnologias ou métodos que a De Heus adotou recentemente para inovar no setor de nutrição animal?
- Como a De Heus utiliza dados e ferramentas digitais no desenvolvimento de novas soluções para a nutrição animal?

4. Implementação da Inovação

- Seria possível descrever-me o processo de implementação de uma inovação na empresa?
- Quais são os maiores desafios enfrentados durante a implementação de inovações tecnológicas?

5. Impacto da Inovação

- Quais os resultados tangíveis que a empresa observou após implementar novas tecnologias? Pode citar exemplos de melhorias em eficiência ou sustentabilidade?
- Com a inovação tem impactado a competitividade da De Deus no mercado global?

6. Conclusão

- Acredita que o investimento em novas tecnologias, considerando os riscos, a produtividade e a necessidade de formação dos colaboradores, trouxe benefícios significativos para a empresa?

Anexo C- Tabelas SPSS

Teste de KMO e Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		.942
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	4039.551
	gl	210
	Sig.	<.001

Resumo do modelo^d

Modelo	R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da estimativa	Durbin-Watson
1	.643 ^a	.414	.411	5.32964	
2	.662 ^b	.438	.433	5.23035	
3	.678 ^c	.460	.453	5.13895	1.945

a. Preditores: (Constante), Adoção de Tecnologia

b. Preditores: (Constante), Adoção de Tecnologia, Investimento em Tecnologia

c. Preditores: (Constante), Adoção de Tecnologia, Investimento em Tecnologia, Volume de Negócios em 2022 (Em euros)

d. Variável Dependente: Avaliação da Performance de Inovação

ANOVA^a

Modelo		Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
1	Regressão	4435.149	1	4435.149	156.139	<.001 ^b
	Resíduo	6277.524	221	28.405		
	Total	10712.673	222			
2	Regressão	4694.232	2	2347.116	85.797	<.001 ^c
	Resíduo	6018.441	220	27.357		
	Total	10712.673	222			
3	Regressão	4929.134	3	1643.045	62.216	<.001 ^d
	Resíduo	5783.538	219	26.409		
	Total	10712.673	222			

a. Variável Dependente: Avaliação da Performance de Inovação

b. Preditores: (Constante), Adoção de Tecnologia

c. Preditores: (Constante), Adoção de Tecnologia, Investimento em Tecnologia

d. Preditores: (Constante), Adoção de Tecnologia, Investimento em Tecnologia, Volume de Negócios em 2022 (Em euros)

Coeficientes ^a										
Modelo		Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados		95,0% Intervalo de Confiança para B		Estatísticas de colinearidade		
		B	Erro Erro	Beta	t	Sig.	Limite inferior	Limite superior	Tolerância	VIF
1	(Constante)	18.934	1.291		14.671	<.001	16.390	21.477		
	Adoção de Tecnologia	1.100	.088	.643	12.496	<.001	.926	1.273	1.000	1.000
2	(Constante)	17.293	1.374		12.585	<.001	14.585	20.001		
	Adoção de Tecnologia	.668	.165	.391	4.054	<.001	.343	.993	.275	3.639
	Investimento em Tecnologia	.536	.174	.297	3.077	.002	.193	.880	.275	3.639
3	(Constante)	15.599	1.465		10.650	<.001	12.712	18.486		
	Adoção de Tecnologia	.596	.164	.348	3.639	<.001	.273	.918	.269	3.721
	Investimento em Tecnologia	.561	.171	.310	3.269	.001	.223	.899	.274	3.647
	Volume de Negócios em 2022 (Em euros)	.757	.254	.151	2.982	.003	.257	1.258	.956	1.046

a. Variável Dependente: Avaliação da Performance de Inovação

Variáveis excluídas ^a								
Modelo		Beta In	t	Sig.	Correlação parcial	Estatísticas de colinearidade		
						Tolerância	VIF	Tolerância mínima
1	Investimento em Tecnologia	.297 ^b	3.077	.002	.203	.275	3.639	.275
	Estratégias Tecnológicas	.221 ^b	2.293	.023	.153	.279	3.583	.279
	Nº de Anos de Existência da Empresa	-.030 ^b	-.588	.557	-.040	.999	1.001	.999
	Volume de Negócios em 2022 (Em euros)	.144 ^b	2.771	.006	.184	.958	1.044	.958
	Nº de Funcionários da Organização	.127 ^b	2.409	.017	.160	.938	1.066	.938
2	Estratégias Tecnológicas	.067 ^c	.559	.576	.038	.176	5.676	.173
	Nº de Anos de Existência da Empresa	-.032 ^c	-.641	.522	-.043	.998	1.002	.275
	Volume de Negócios em 2022 (Em euros)	.151 ^c	2.982	.003	.198	.956	1.046	.269
	Nº de Funcionários da Organização	.134 ^c	2.601	.010	.173	.936	1.068	.267
3	Estratégias Tecnológicas	.158 ^d	1.298	.196	.088	.167	5.997	.167
	Nº de Anos de Existência da Empresa	-.055 ^d	-1.095	.275	-.074	.978	1.023	.268
	Nº de Funcionários da Organização	.038 ^d	.467	.641	.032	.370	2.702	.267

a. Variável Dependente: Avaliação da Performance de Inovação

b. Preditores no Modelo: (Constante), Adoção de Tecnologia

c. Preditores no Modelo: (Constante), Adoção de Tecnologia, Investimento em Tecnologia

d. Preditores no Modelo: (Constante), Adoção de Tecnologia, Investimento em Tecnologia, Volume de Negócios em 2022 (Em euros)

Estatísticas de resíduos ^a					
	Mínimo	Máximo	Média	Erro Desvio	N
Valor previsto	20.9811	42.5103	34.4305	4.71204	223
Erro Valor previsto	-2.854	1.715	.000	1.000	223
Erro padrão do valor previsto	.350	1.480	.662	.189	223
Valor previsto ajustado	20.2535	42.4590	34.4341	4.71572	223
Resíduo	-15.53277	16.01885	.00000	5.10411	223
Erro Resíduo	-3.023	3.117	.000	.993	223
Resíduos Resíduo de Estud.	-3.047	3.187	.000	1.003	223
de Estud.	-15.78230	16.74650	-.00358	5.20796	223
Resíduos de Estud.	-3.106	3.256	-.001	1.009	223
Mahal. Distância	.036	17.412	2.987	2.414	223
Distância de Cook	.000	.115	.005	.012	223
Valor de ponto alavanca centralizado	.000	.078	.013	.011	223

a. Variável Dependente: Avaliação da Performance de Inovação

