

# iscte

INSTITUTO  
UNIVERSITÁRIO  
DE LISBOA

---

## **MODELO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE NA ADOÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0: O SETOR BANCÁRIO PORTUGUÊS**

Tomás Alexandre Henriques Borges

Mestrado em Gestão

Orientador:

Professor Abel José de Cruz Camelo, Professor Auxiliar  
Convidado

Iscte – Instituto Universitário de Lisboa

Setembro, 2024





BUSINESS  
SCHOOL

---

Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral

## **MODELO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE NA ADOÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0: O SETOR BANCÁRIO PORTUGUÊS**

Tomás Alexandre Henriques Borges

Mestrado em Gestão

Orientador:

Professor Abel José de Cruz Camelo, Professor Auxiliar

Convidado

Iscte – Instituto Universitário de Lisboa

Setembro, 2024



## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar um grande obrigado à minha família por todo o apoio. Especialmente ao meu irmão Davide pela motivação ao longo de todo o processo essencial para o meu avanço e à minha mãe por tornar esta oportunidade possível. Sem vocês, não conseguiria chegar ao fim desta jornada.

Agradeço também ao meu orientador, Professor Abel Camelo, pela sua orientação e acompanhamento. Bases fundamentais para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

Aos meus amigos, o meu reconhecimento por estarem sempre presentes – seja para desanuviar, seja para me lembrarem a importância desta etapa. Um agradecimento especial ao meu amigo Bruno César, que me serviu de exemplo não só ao longo da vida, mas também neste projeto.



## **RESUMO**

A Indústria 4.0 tem-se destacado como um fator-chave para a modernização das organizações permitindo alcançar vantagens competitivas e maior criação de valor. Paralelamente, o setor bancário está a enfrentar pressões crescentes para se adaptar às novas realidades do mercado e uma maior competitividade devido à globalização.

Assim sendo, este estudo foca-se na análise do nível de adoção da Indústria 4.0 no setor bancário português, com o objetivo da criação de um modelo de avaliação da maturidade que auxilie as instituições financeiras a medir o seu progresso nesta área. Este modelo serve de ferramenta para classificar o progresso do setor, identificar possíveis soluções e definir estratégias para alcançar níveis superiores de eficiência, inovação e competitividade.

Este modelo foi aplicado a várias Instituições Bancárias em Portugal, através de um questionário, permitindo uma análise do nível de maturidade do setor definido em seis dimensões. Os resultados indicam que, embora o setor bancário português apresente um nível de maturidade 4, ainda existem áreas a melhorar.

O estudo conclui com recomendações para acelerar a adoção da Indústria 4.0 com enfoque nos principais pontos fracos assim como sugere novos pontos de partida para futuras investigações

**Palavras-chave:** Indústria 4.0, Setor Bancário, Modelo de Maturidade, Inovação Tecnológica

**Sistema de classificação JEL:**

O33 - Mudança Tecnológica: Escolhas e Consequências; Processos de Difusão

G21 - Bancos; Outras Instituições de Depósitos; Microfinanças; Hipotecas



## ***ABSTRACT***

Industry 4.0 has emerged as a key factor in the modernization of organizations, enabling the achievement of competitive advantages and increased value creation. Simultaneously, the banking sector is facing growing pressures to adapt to new market realities and greater competitiveness driven by globalization.

This study focuses on analyzing the level of adoption of Industry 4.0 in the portuguese banking sector, aiming to create a maturity assessment model that helps financial institutions measure their progress in this area. This model serves as a tool to classify the sector's progress, identify potential solutions, and define strategies to achieve higher levels of efficiency, innovation, and competitiveness.

The model was applied to several banking institutions in Portugal through a questionnaire, allowing for an analysis of the sector's maturity level across six key dimensions. The results indicate that, although the Portuguese banking sector has reached maturity level 4, there are still areas for improvement.

The study concludes with recommendations to accelerate the adoption of Industry 4.0, focusing on the key weaknesses identified, and suggests new starting points for future research.

**Keywords:** Industry 4.0, Banking Sector, Maturity Model, Technological Innovation

**JEL classification system:**

O33 - Technological Change: Choices and Consequences; Diffusion Processes

G21 - Banks; Other Depository Institutions; Micro Finance Institutions; Mortgages



# ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	i
RESUMO .....	iii
<i>ABSTRACT</i> .....	v
GLOSSÁRIO DE SIGLAS .....	xi
1 Introdução .....	1
1.1 Contexto e Relevância .....	1
1.2 Problema de Investigação .....	2
1.3 Objetivo de Investigação .....	2
1.4 Questões de Investigação .....	3
1.5 Âmbito de Investigação .....	3
1.6 Metodologia e Processo de Investigação .....	5
1.7 Estrutura do documento .....	6
2 Revisão de Literatura .....	9
2.1 Indústria 4.0 .....	9
2.2 Setor Bancário .....	10
2.3 Indústria 4.0 no Setor Bancário .....	11
2.4 Modelos de Maturidade .....	13
2.5 Modelos de Maturidade na adoção da Indústria 4.0 .....	17
2.5.1 Leyh, Bley, Schäffer, e Forstenhäusler, 2016 .....	17
2.5.2 Lichtblau, Stich, Bertenrath, Blum, Bleider, Millack, Schmitt, Scmitz e Schröter, 2015 .....	18
2.5.3 Schumacher, Erol e Sihm, 2016 .....	20
2.5.4 Gökalp, Sener e Eren, 2017 .....	21
2.5.5 Almarri e Bouras, 2022 .....	22
2.6 Resumo da análise dos Modelos de Maturidade .....	23
2.7 Sumário da Revisão de Literatura .....	24

3	Modelo Conceptual e Metodologia .....	25
3.1	Construção do Modelo .....	25
3.1.1	Avaliação das Dimensões.....	26
3.1.2	Níveis de Maturidade.....	31
3.2	Método de avaliação da Maturidade.....	32
3.3	Método de recolha de dados .....	33
4	Resultados e Discussão.....	35
4.1	Análise de Resultados.....	35
4.2	Recomendações .....	40
5	Considerações Finais .....	45
5.1	Conclusões.....	45
5.2	Limitações .....	48
5.3	Sugestões para Futuras Investigações.....	49
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
	ANEXOS .....	57
	Anexo A – Questionário por nível de Avaliação de Maturidade .....	57
	Anexo B – Questionário .....	62

# ÍNDICE DE FIGURAS, TABELAS E EQUAÇÕES

## FIGURAS

Figura 1.1 Mapa de conceitos (Fonte: Autoria Própria).....	4
Figura 1.2 Metodologia da Investigação (Fonte: Autoria Própria) .....	5
Figura 1.3 Metodologia da Investigação (Fonte: Autoria Própria) .....	6
Figura 2.1 Processo de avaliação da Maturidade segundo o modelo de Schumacher (Fonte: Autoria Própria) .....	20
Figura 3.1 Níveis de Maturidade segundo o Modelo CMMI (Fonte: Autoria Própria) .	26
Figura 3.2 Dimensões e subdimensões do modelo de maturidade (Fonte: Autoria Própria) .....	31
Figura 4.1 Resultados dos Níveis de Maturidade por Dimensão (Fonte: Autoria Própria) .....	38
Figura 4.2 Nível médio de Maturidade por questão (Fonte: Autoria Própria) .....	39

## TABELAS

Tabela 2.1 Comparação dos modelos (Fonte: Autoria Própria) .....	23
Tabela 4.1 Resultados do Inquérito (Fonte: Autoria Própria) .....	35

## EQUAÇÕES

Equação 3.1 Fórmula de Cálculo das subdimensões (Fonte: Autoria Própria).....	33
Equação 3.2 Fórmula de Cálculo das dimensões (Fonte: Autoria Própria) .....	33
Equação 3.3 Fórmula de Cálculo do Nível Global de Maturidade (Fonte: Autoria Própria) .....	33



## **GLOSSÁRIO DE SIGLAS**

IA – Inteligência Artificial

AR – *Augmented Reality*

CMM – *Capability Maturity Model*

CMMI – *Capability Maturity Model Integration*

COBIT – *Control Objectives for Information and Related Technology*

CPS – *Cyber-Physical Systems*

DMM – *Digital Maturity Model*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

I4.0 – Indústria 4.0

IoT – *Internet of Things*

ITIL – *Information Technology Infrastructure Library*

ML - *Machine Learning*

PMI – *Project Management Institute*

PMMM – *Project Management Maturity Model*

RPA – *Robotic Process Automation*

RFID – *Radio Frequency Identification*

SIMMI 4.0 – *System Integration Maturity Model Industry 4.0*

TI – Tecnologias de Informação

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

VR – *Virtual Reality*



# 1 Introdução

## 1.1 Contexto e Relevância

O setor bancário, enquanto elemento fundamental para a estabilidade e o progresso económico de um país, exige uma investigação aprofundada. Os bancos desempenham um papel fulcral na "criação de capital", essencial para o desenvolvimento económico de um país, através de serviços financeiros a particulares e empresas, asseguram "a estabilidade económica e social e o crescimento sustentável da economia" (Le *et al.*, 2021).

No entanto, o setor bancário, altamente competitivo, sofre modificações constantes, nomeadamente através de avanços tecnológicos, à procura de melhorias do desempenho e novos patamares de crescimento (Saidat *et al.*, 2022).

Em simultâneo, a Indústria 4.0 surge como a ligação entre as máquinas, os produtos, os sistemas e as pessoas, a fim de obter uma integração horizontal e vertical ou redes de valor que permitem a redução de custos, a simplificação dos processos e também uma maior transparência nos processos de logística (Mohamed, 2018).

Desta forma, é fundamental compreender a dimensão e a profundidade da transformação que a Quarta Revolução Industrial permite às organizações, não só tecnologicamente, mas também estruturalmente (Marešová *et al.*, 2018).

De acordo com Mohamed (2018), a Indústria 4.0 apresenta um novo ponto de vista sobre como as organizações devem ser construídas, com soluções para os problemas modernos e capitalizando as oportunidades da revolução tecnológica. Esta mudança de paradigma, é caracterizada pela incorporação de *smart technologies* em múltiplos setores.

A Indústria 4.0 proporciona inúmeros benefícios ao melhorar a comunicação ao longo da cadeia de valor e ao elevar a experiência global do cliente (Zhong *et al.* 2017). O setor bancário não é exceção, uma vez que, a introdução da Indústria 4.0 alterou significativamente as exigências dos bancos, obrigando a uma reavaliação e transformação dos modelos de negócio para satisfazer as crescentes imposições dos clientes na era digital (Mekinji, 2019).

Face às mudanças recentes, é essencial analisar em que posição se encontra o setor bancário português, que possibilidades e obstáculos existem para o desenvolvimento do setor.

## **1.2 Problema de Investigação**

A Indústria 4.0, marcada pela integração de tecnologias inteligentes e pela digitalização de processos, tem permeado diversos setores da economia, incluindo o setor bancário. Este setor, que é vital para a estabilidade e crescimento económico, enfrenta desafios e oportunidades únicas na adoção de tecnologias emergentes. (Indriasari *et al.*, 2019).

A Indústria 4.0 disponibilizou inúmeras inovações tecnológicas, como o *E-Banking*, que se tornaram serviços cruciais, proporcionando aos bancos uma vantagem competitiva que leva ao aumento da satisfação do consumidor (Hammoud *et al.*, 2018). As expectativas dos clientes aumentaram em resultado das melhorias tecnológicas, e desejam cada vez mais uma experiência centrada em si, baseada na confiança e na personalização, bem como na facilidade e rapidez do serviço (Bandara *et al.*, 2019).

Em simultâneo, a Indústria 4.0 no setor bancário é uma oportunidade para a redução dos custos operacionais associados aos serviços de consultoria aliada a uma minimização do fator risco, eliminando em grande medida os erros humanos nos serviços financeiros assim como na redução da incidência de fraudes e roubos. Estes elementos são fundamentais na confiança e satisfação dos consumidores, consequentemente para o sucesso e sustentabilidade do setor.

Tendo em conta as diversas vantagens associadas à adoção da Indústria 4.0, que promovem uma maior competitividade externa, o entendimento de como as organizações, em particular o setor bancário português, estão a adotar esta tecnologia apresenta-se atualmente como um desafio de gestão, sendo um tema crucial para assegurar a competitividade e o desenvolvimento do setor, e consequentemente um problema de investigação premente a ser endereçado (Tayal *et al.*, 2022).

## **1.3 Objetivo de Investigação**

Atendendo ao problema apresentado, este trabalho tem como objetivo de investigação avaliar a maturidade da implementação da Indústria 4.0 no setor bancário português, compreendendo em que medida este setor tem adotado tecnologias e estratégias associadas a este conceito. Para concretizar o objetivo principal do projeto, será realizada uma revisão de literatura focada na análise do estado da arte, com o intuito de consolidar conceitos e identificar as variáveis mais relevantes na perspetiva da Indústria 4.0 no setor bancário, visando a criação de um modelo e a formulação de um questionário dirigido às instituições financeiras portuguesas para apurar o estado atual de adoção. Com base nos

resultados obtidos através da aplicação do modelo, será realizada uma análise detalhada dos dados recolhidos.

#### **1.4 Questões de Investigação**

De acordo com a problemática de investigação e o objetivo geral e com vista ao seu desdobramento, foram formuladas as seguintes questões de investigação:

**Questão 1** – Quais as componentes e características que definem a Indústria 4.0?

**Questão 2** – Quais as tecnologias da Indústria 4.0 que têm sido implementadas no setor bancário e quais as suas finalidades?

**Questão 3** – Quais os modelos existentes da adoção da Indústria 4.0 e como se caracterizam?

**Questão 4** - Qual o nível de adoção da Indústria 4.0 no setor bancário português?

A resposta a estas questões de investigação permitirá compreender o estado atual da adoção da Indústria 4.0 no setor bancário português, identificando as componentes e características essenciais desta revolução tecnológica, as tecnologias específicas que têm sido implementadas e as suas finalidades, bem como os modelos existentes para a sua adoção. Ao clarificar estas questões, será possível avaliar o nível de maturidade do setor bancário português em relação à Indústria 4.0, proporcionando uma visão clara sobre as práticas atuais e orientando estratégias futuras para a sua plena integração e competitividade.

#### **1.5 Âmbito de Investigação**

A presente investigação centra-se na avaliação do impacto da Indústria 4.0 no setor bancário, particularmente com foco na maturidade da implementação da Indústria 4.0 no setor bancário português.

Desta forma, serão apresentados os conceitos principais a serem explorados ao longo da pesquisa, enfatizando a sua relevância no panorama atual do setor bancário como uma potencial fonte de vantagem competitiva, inovação e de adaptação às novas realidades do mercado. Inicialmente, será abordado o conceito da Indústria 4.0, elucidando os avanços tecnológicos e as mudanças paradigmáticas que a caracterizam. Posteriormente, o foco

será direcionado para o setor bancário, investigando as implicações e as oportunidades trazidas pela Quarta Revolução Industrial.

Subsequentemente, este estudo dará origem à formulação de um modelo de maturidade adaptado à Indústria 4.0 no setor bancário. Esta formulação será fundamentada na pesquisa científica e na análise comparativa de modelos preexistentes, com o objetivo de identificar e integrar as componentes mais pertinentes à avaliação da maturidade da implementação da Indústria 4.0 em instituições bancárias.

O modelo sugerido será testado aos bancos do contexto português, através de um questionário, com o objetivo de estudar, avaliar e delinear o panorama atual da maturidade da adoção da Indústria 4.0 no setor. A aplicação prática do modelo será conduzida através de um questionário com o objetivo de extrair *insights* para entender o panorama atual e as potenciais áreas de melhoria, possibilitando, assim, traçar estratégias e diretrizes futuras aplicáveis ao setor.

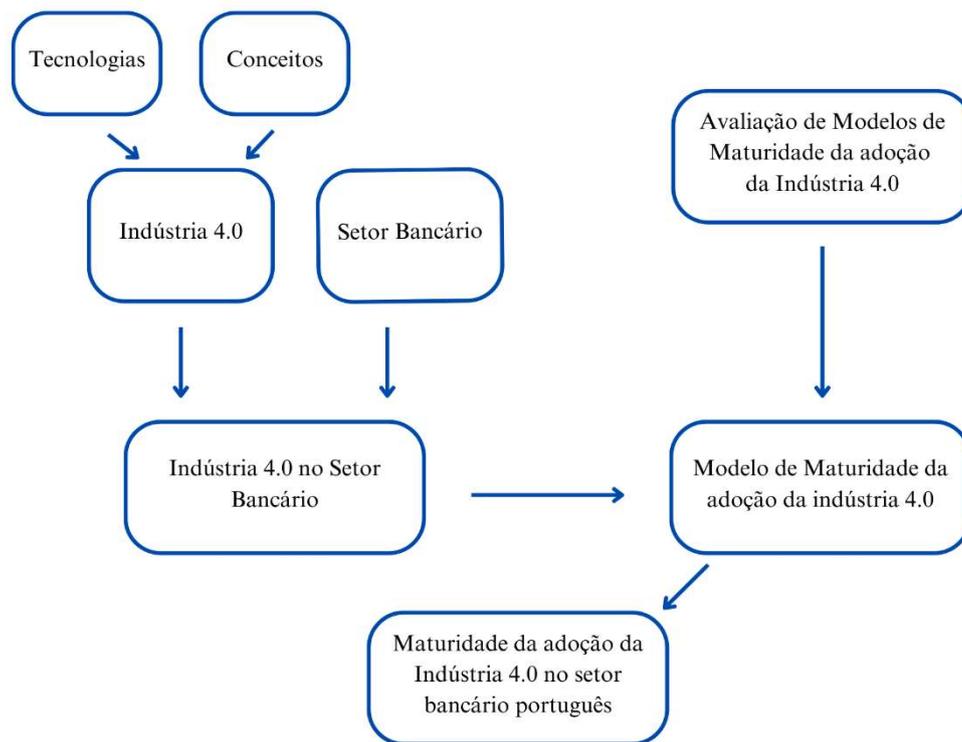
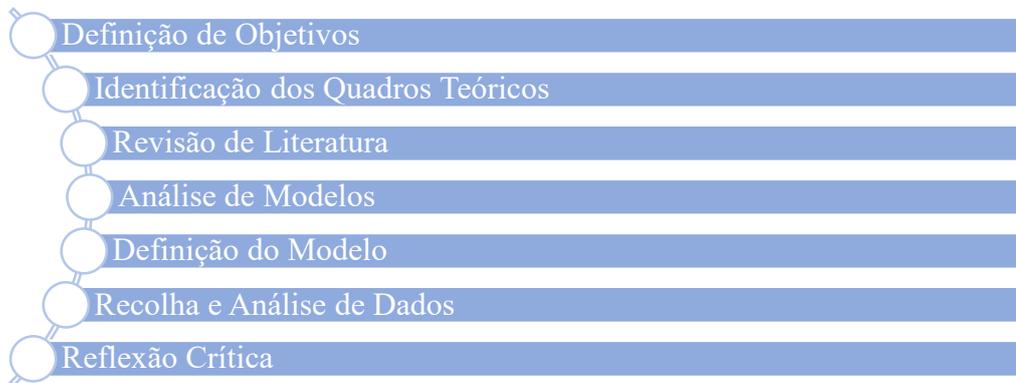


Figura 1.1 Mapa de conceitos (Fonte: Autoria Própria)

Por fim, com base nas respostas e análises derivadas do questionário, serão formuladas conclusões e resultados pertinentes, que evidenciarão o nível de adoção da Indústria 4.0 no contexto bancário português.

## 1.6 Metodologia e Processo de Investigação

A seguinte estrutura visa apresentar a metodologia e o processo de investigação empregados neste estudo, elementos cruciais que fundamentam a validade dos resultados obtidos.



*Figura 1.2 Metodologia da Investigação (Fonte: Autoria Própria)*

A primeira etapa do processo de pesquisa consiste na estruturação inicial. Esta fase envolve o desenvolvimento de uma estrutura, identificando os principais objetivos e quadros teóricos que serão explorados.

A segunda fase do processo é a Revisão de Literatura iniciada pela análise de fontes bibliográficas académicas e a identificação de artigos pertinentes ao avanço do estudo. Nesse sentido, os artigos escolhidos são examinados para estabelecer uma base sólida de conceitos, ideias e noções a serem desenvolvidas. Posteriormente são analisados modelos semelhantes relacionados com a questão central de modo a criar bases que sustentem a criação de um novo modelo.

A elaboração do modelo constituiu uma fase crucial da investigação, executada com base nos referenciais teóricos expostos na revisão da literatura. O modelo permite classificar o nível de adoção das empresas consoante o seu estado de desenvolvimento. A veracidade do modelo foi reforçada pela aplicação de um questionário sustentado nos conceitos abordados de forma a compreender o estado de adoção do setor bancário. Dada a extensão e diversidade do setor bancário em Portugal, o universo do estudo será composto por bancos a operar no território nacional. A seleção de uma amostra representativa permitirá garantir a generalização dos resultados, considerando-se para tal bancos de diferentes dimensões e especializações.

Através de uma abordagem quantitativa descritiva, será realizada uma análise das práticas atuais das instituições financeiras em relação à Indústria 4.0. Será concebido um

questionário, composto por perguntas fechadas e escalas de *Likert*, que permitirá avaliar a perceção e implementação da Indústria 4.0 nas instituições bancárias.

Esta metodologia é escolhida pela eficácia em fornecer uma visão geral clara e quantificável do estado atual da adoção tecnológica no setor. A pesquisa será conduzida junto de todas as instituições financeiras registadas no Banco de Portugal, distribuído eletronicamente às instituições financeiras através de *e-mail*. O processo de recolha e análise de dados será executado sobre as respostas obtidas das instituições financeiras portuguesas o que irá permitir alcançar uma amostra significativa. Os dados recolhidos serão primeiramente submetidos a uma análise descritiva para sumarizar as características da amostra. Posteriormente, as respostas ao questionário serão agrupadas e avaliadas utilizando uma escala de *Likert*, permitindo a identificação de padrões e tendências na adoção da Indústria 4.0 do setor.

Por fim a reflexão crítica envolve a avaliação dos resultados obtidos, assim como a correlação com a revisão de literatura. Esse processo é conduzido com o objetivo final de obter *insights* conclusivos e propor recomendações sobre estratégias que foram especificamente projetadas e implementadas para elevar o nível de maturidade da adoção da indústria 4.0 no setor em específico que serve como objeto deste estudo.

## 1.7 Estrutura do documento

Este estudo está dividido em cinco capítulos: a Introdução, a Revisão de Literatura, o Modelo Conceptual e Metodologia, a Análise dos Resultados e Discussão e, por fim, as Considerações Finais.

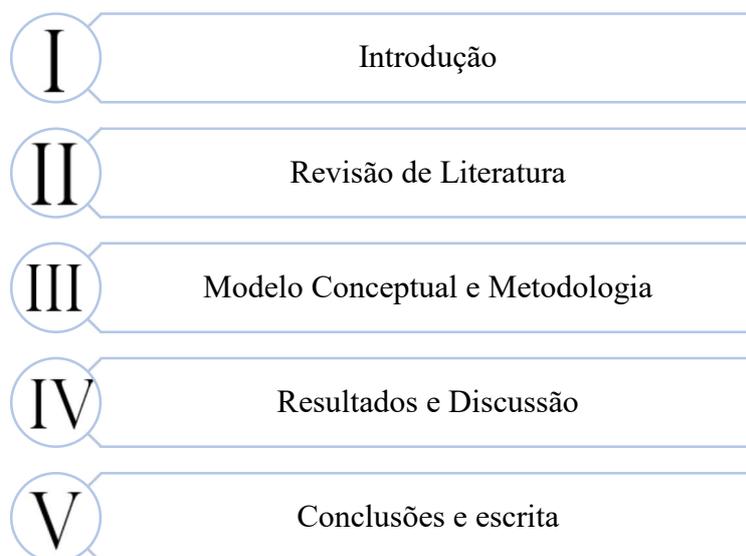


Figura 1.3 Metodologia da Investigação (Fonte: Autoria Própria)

Capítulo I — Introdução: Neste capítulo introdutório, é apresentada uma pesquisa sobre o assunto a ser estudado, explorando o seu significado científico e enfatizando os principais objetivos e outros aspectos fundamentais. Além disso, é exposta a metodologia e a extensão da pesquisa, descrevendo a estrutura dentro da qual a investigação será conduzida. Por fim, a estrutura da pesquisa é delineada, fornecendo uma visão geral clara dos capítulos subsequentes.

Capítulo II – Revisão de Literatura: Este capítulo é iniciado com a apresentação dos principais conceitos relacionados com a Indústria 4.0 e do setor bancário. Posteriormente, é aprofundada a relação entre os dois tópicos apresentados, servindo como meio de contextualização e introdução ao tema central em análise. Posto isto, é introduzida a importância dos modelos de maturidade, seguida de exemplos com foco específico à adoção da Indústria 4.0, que servem como guias de investigação.

Capítulo III - Modelo Conceptual e Metodologia: No terceiro capítulo, é desenvolvido um novo modelo de maturidade para ser utilizado na análise do setor sob investigação. Esse modelo abrange várias dimensões e subdimensões que serão avaliadas através de respostas a perguntas predefinidas. Posteriormente, é apresentado o questionário a ser aplicado às várias instituições inseridas no setor.

Capítulo IV - Resultados e Discussão: Neste capítulo, é realizada a exposição dos resultados recolhidos através do questionário, com o objetivo de obter uma compreensão sobre os diferentes resultados e padrões encontrados. Além disso, são discutidos os resultados da análise, especificamente, a explicação do nível de adoção da Indústria 4.0, assim como das respetivas dimensões.

Capítulo V - Conclusões e Recomendações: Neste capítulo final, são apresentadas as considerações finais sobre o estudo. As conclusões gerais são explicadas, resumindo a totalidade da pesquisa. Além disso, as limitações inerentes ao estudo são identificadas, focando vários fatores que podem ter influenciado os resultados. Do mesmo modo, este capítulo serve como plataforma para a apresentação de sugestões para futuras investigações, oferecendo um roteiro para possíveis caminhos de exploração no campo.



## 2 Revisão de Literatura

No capítulo II são apresentados os principais conceitos e quadros teóricos a ter em conta para a análise da maturidade da adoção da Indústria 4.0 no setor bancário. De seguida, será aprofundado o quadro conceptual da Indústria 4.0, as implicações e implementações no setor bancário. A revisão irá analisar a literatura disponível, identificando lacunas que abrirão caminho para a questão de investigação que está na base desta dissertação.

### 2.1 Indústria 4.0

A primeira revolução industrial teve início no final do século XVIII, marcada pela utilização de máquinas movidas a água e a vapor. Durante este período, os produtos eram fabricados em oficinas familiares por artesãos qualificados (Jena, 2022).

Em contrapartida, a segunda revolução industrial surgiu no início do século XX, dando início a uma nova era de produção em massa através da utilização da energia elétrica. Esta mudança de paradigma permitiu a criação de grandes volumes de produtos standardizados, conseguidos através da divisão do trabalho e da especialização, resultando num custo unitário extraordinariamente baixo (Jena, 2022).

Posteriormente, surge a Terceira Revolução Industrial, que marca a utilização da informação e da automatização.

Por último, a Quarta Revolução Industrial, tal como salientado por Deloitte (2014), representa a mudança para a digitalização. Supera as anteriores ao incorporar *Cyber-Physical Systems (CPSs)*, a *Internet of Things (IoT)* e a conectividade de rede nos processos, permitindo maior flexibilidade na tomada de decisão (Sari, 2022). Esta revolução não se limita à indústria transformadora, mas permeia vários setores, onde foram integrados diversos desenvolvimentos técnicos como por exemplo, a impressão 3D e os tecidos inteligentes no setor da moda. (Oliveira *et al.*, 2022).

O conceito surgiu em 2011 na Alemanha, tendo sido inicialmente proposto como um enquadramento para a definição de uma nova orientação da política económica alemã, centrada em estratégias de alta tecnologia (Bandara *et al.*, 2019). Iniciou-se a intenção de revolucionar as fábricas modernas de forma abrangente, dando início a uma reviravolta tecnológica que teria impacto nas estratégias, estruturas organizacionais, modelos de negócio, cadeias de valor e de fornecimento, processos, produtos, competências e na dinâmica de propriedade das empresas (Zutin *et al.*, 2022).

Surgiram várias tecnologias, tais como *Radio Frequency Identification (RFID)*, *Internet-of-Things (IoT)*, *Cyber-Physical Systems (CPS)*, *big data*, *automation*, *digital twin*, *cloud computing*, *Augmented Reality (AR)*, *Virtual Reality (VR)* and *Enterprise Resource Planning (ERP)* (Ledesma Rojas & Huamanchahua, 2022). Estas tecnologias trabalham em conjunto para permitir o desenvolvimento dos dados que são partilhados em toda a rede, melhorando assim a eficiência operacional e as experiências dos consumidores (D. Ivanov *et al.*, 2020).

## **2.2 Setor Bancário**

Nos últimos anos, as instituições bancárias têm enfrentado uma elevada concorrência, impulsionada por fatores como a globalização e as elevadas expectativas dos clientes (Pogăciaș & Dovleac, 2021). A digitalização dos bancos evoluiu para uma componente essencial dos seus processos de planeamento estratégico e de tomada de decisão. Esta tendência foi estimulada pelo rápido avanço das tecnologias digitais que permitiram explorar novas vantagens competitivas que, subsequentemente, intensificou a concorrência no setor dos serviços financeiros (Pogăciaș & Dovleac, 2021).

No setor bancário, tal como noutros domínios, o principal objetivo é conseguir operações rentáveis, satisfazer as expectativas dos clientes e prestar serviços eficientes e fiáveis, no entanto, agravadas pelo contexto de mudanças significativas no setor, impulsionadas pela globalização, desregulamentação, universalização, inovação e concentração crescente (Cabrita & Santos, 2016).

Consequentemente, o conceito de *Digital Banking* passou para primeiro plano. A inovação digital conduz a uma maior satisfação do cliente, assim como a reestruturação completa das operações, dos processos bancários e de infraestruturas centrais. Além disso, permite o surgimento dos conceitos de personalização, acessibilidade e consistência em vários dispositivos alinhada com as necessidades da vida do cliente através das capacidades de tomada de decisão inteligente baseadas em dados (Bandara *et al.*, 2019). A revolução digital permitiu ao setor bancário redefinir o conceito de banco digital, oferecendo serviços bancários eletrónicos aos consumidores (El-Gohary *et al.*, 2021).

Este processo de digitalização do setor bancário, também designado como *Banking 4.0*, é fortemente influenciado por colaborações estabelecidas entre os bancos tradicionais e as empresas *FinTech*, assim como pelo desenvolvimento de plataformas e serviços

orientados para a Geração Z. Esta evolução não só facilita a introdução e expansão de novos produtos financeiros digitais e serviços bancários, assim como oferece oportunidades para potenciar o bem-estar financeiro dos clientes. Do mesmo modo, esta transformação digital pode conduzir a um aumento da rentabilidade bancária, enquanto promove uma melhoria no desempenho financeiro dos seus clientes (Balakrishna *et al.*, 2023).

Os bancos do futuro estão a preparar-se para serem altamente eficientes e equipados com tecnologia avançada. As filas de espera tradicionais serão extintas, uma vez que os serviços serão prestados através de máquinas e computadores de fácil utilização e acessibilidade, melhorando assim a experiência do cliente. Esta abordagem centrada no cliente é o principal objetivo destes bancos (Mekinji, 2019).

### **2.3 Indústria 4.0 no Setor Bancário**

Nos últimos tempos, o setor bancário europeu, à semelhança de muitos outros setores, tem vindo a sofrer alterações notáveis, influenciadas sobretudo pelo surgimento e assimilação da tecnologia da Indústria 4.0.

Tem-se verificado uma rápida mudança no panorama das transações financeiras, dos métodos convencionais para os que dão prioridade à comodidade. Este movimento criou um potencial significativo de progresso em direção a uma menor dependência de dinheiro físico (Vijayashree, 2022).

Os autores, Gouveia et al. (2020), enfatizaram a influência significativa que os avanços nas tecnologias de informação e comunicação têm tido no comportamento do consumidor. A disponibilidade generalizada de acesso à *Internet*, em particular o uso predominante de *smartphones*, tornou as deslocações presenciais aos bancos cada vez mais desnecessárias para uma vasta gama de serviços. A transformação digital levou ao aparecimento dos *Neobancos*, que são instituições bancárias totalmente digitais que privilegiam o fornecimento de uma experiência cómoda e acessível aos clientes que prestam serviços essenciais sem cobrar quaisquer taxas. As instituições financeiras tradicionais estão agora a enfrentar a tarefa de se adaptarem ao mundo digital.

Desta forma, seguem-se diversas tecnologias que estão presentes na digitalização deste setor e fortemente associadas à Indústria 4.0:

Inteligência Artificial (IA) - Está a transformar significativamente o setor bancário, através da utilização de *chatbots* para assistência ao cliente em tempo real e pela

utilização de análises preditivas para fornecer serviços financeiros personalizados. A utilização da inteligência artificial no setor bancário resultou em avanços notáveis, incluindo uma maior eficácia operacional e conveniência para o cliente (Kumar *et al.*, 2023).

*Big Data* - O setor bancário está a utilizar grandes volumes de dados para obter informações sobre os hábitos dos clientes, prever tendências de mercado e fornecer serviços personalizados. O advento da inovação dos dados no setor bancário facilitou a implementação de estratégias eficientes de gestão do risco, melhorou as capacidades de detecção de fraudes financeiras e melhorou os processos de tomada de decisão (Hasan *et al.*, 2023).

*Cloud Computing* - Uma tecnologia revolucionária que tem ramificações substanciais para várias empresas, nomeadamente para o setor financeiro. O setor bancário tem mostrado relutância em adotar esta tecnologia, principalmente devido a apreensões em relação à adesão devido a regulamentação, às medidas de segurança e à fiabilidade. No entanto, estudos empíricos sugerem que a utilização desta tecnologia pode trazer benefícios significativos, incluindo a redução das despesas operacionais e o aumento da escalabilidade (Rana *et al.*, 2023).

*Internet of Things (IoT)* - Os bancos têm utilizado eficazmente as possibilidades desta tecnologia para otimizar e melhorar os seus serviços. Através da utilização do acesso a diversos sensores, as instituições financeiras têm o potencial de melhorar a experiência do cliente otimizando as suas ofertas e soluções. A integração deste sistema alinhada com outras tecnologias da I4.0 facilita a capacidade dos bancos identificarem e compreenderem proactivamente as necessidades dos consumidores através de uma análise dos dados. Como resultado, têm a capacidade de fornecer sugestões e ideias atempadas e valiosas, ajudando assim os clientes a fazer escolhas bem informadas (Putra, 2021).

*Blockchain* - Um sistema de registo descentralizado e distribuído que regista e verifica de forma segura as transações. No passado, as instituições financeiras supervisionavam tradicionalmente as transações com registos físicos. No entanto, a natureza descentralizada da tecnologia *blockchain* termina com a necessidade de intermediários, promovendo assim a confiança e melhorando a eficácia operacional. A integração desta tecnologia no setor bancário oferece potenciais benefícios, como a melhoria da qualidade do serviço, a simplificação dos processos de transação e uma maior eficácia na resolução das dificuldades contemporâneas enfrentadas pelos bancos (Jena, 2022).

## 2.4 Modelos de Maturidade

Os modelos de maturidade surgiram como estruturas organizadas que ajudam as empresas a rever e melhorar os seus processos, competências e desempenho global. Baseados no conceito de desenvolvimento por etapas, estes modelos fornecem uma forma sistemática de avaliar o nível de maturidade dos processos de uma organização e de identificar oportunidades de melhoria, assegurando uma trajetória de melhoria contínua (Carroll & Helfert, 2015).

São também amplamente reconhecidos como ferramentas estruturadas que permitem às empresas avaliar e melhorar os seus processos e capacidades operacionais (Van Looy, 2014). Este ponto de vista de evolução e desenvolvimento é fundamental porque permite às empresas comparar os seus comportamentos atuais com práticas melhores, permitindo uma tomada de decisão e um planeamento estratégico informado (Trinkenreich *et al.*, 2015).

Segundo Bandara *et al.* (2019), um modelo de maturidade pode ser visto como um roteiro que fornece uma abordagem estruturada para gerir e melhorar vários aspetos das operações de uma organização. Serve como uma ferramenta de gestão inestimável, proporcionando às organizações uma direção e visão clara para as suas atividades.

Schiele (2021), completa que os modelos de maturidade proporcionam às organizações uma abordagem sistemática e metódica para identificar áreas que requerem melhorias e para aplicar as medidas corretivas.

Além disso, um modelo de maturidade auxilia no estabelecimento de planos abrangentes, alocando recursos de forma eficaz, monitorizando as atividades em andamento e avaliando o desempenho geral. Seguindo o roteiro fornecido pelo modelo de maturidade, as organizações podem garantir que estão a tomar decisões informadas e a tomar as medidas necessárias para alcançar os resultados desejados (Bandara *et al.*, 2019).

Kuciska-Landwójtowicz *et al.* (2023), afirmam que os modelos de maturidade fornecem um quadro completo para medir e melhorar as competências organizacionais, de vários domínios de gestão, como as tecnologias da informação, a gestão de projetos e a estratégia empresarial, pontos fundamentais para confrontar a complexidade dos atuais ambientes empresariais (Kuciska-Landwójtowicz *et al.*, 2023).

Desta forma, a versatilidade e utilização generalizada destes modelos é evidente em várias disciplinas, abrangendo análise estratégica, gestão da produção e inovação.

Embora as fases e dimensões da avaliação dentro destes modelos de maturidade possam apresentar algumas variações, há um foco global num processo evolutivo e na importância do progresso para uma forma mais inovadora e eficiente (Schiele, 2007).

O conteúdo de cada dimensão pode ser concluída através da utilização de vários métodos de investigação qualitativa, tais como revisões bibliográficas, análise de estudos de caso, realização de *focal groups* e outras metodologias. Estes métodos de investigação proporcionam uma compreensão abrangente dos diferentes aspetos de um domínio de interesse e auxiliam na geração de ideias e processos de tomada de decisão. Os rótulos atribuídos aos níveis significam as diferentes fases de maturidade, indicando o progresso e o desenvolvimento dentro de um determinado domínio. Por outro lado, as próprias dimensões representam as capacidades e competências específicas que são relevantes para a identificação do progresso e desenvolvimento do domínio. (Santos & Martinho, 2019)

Outro benefício da utilização destes modelos na formulação da estratégia empresarial é, segundo Campbell & Swisher (2023), a contribuição para uma maior ligação entre as necessidades dos consumidores e os objetivos da empresa.

Neste sentido, é importante que as organizações considerem de forma cuidadosa cada etapa, uma vez que existem empresas com níveis de maturidade inferiores e que tendem a fracassar durante as suas tentativas de implementação de novas medidas por serem demasiado complexas e sofisticadas para o seu nível atual, enfatizando, a necessidade de perceber que os modelos de maturidade baseiam-se numa progressão evolutiva contínua e dinâmica (Coutinho, 2021).

A génese dos modelos de maturidade remonta aos primeiros esforços para sistematizar e melhorar os processos organizacionais. Um dos primeiros e mais influentes modelos é o *Capability Maturity Model* (CMM), desenvolvido pelo *Software Engineering Institute* da *Carnegie Mellon University* no final da década de 80. Este modelo foi inicialmente focado nos processos de desenvolvimento de *software*, mas mais tarde expandiu-se para incluir outras áreas da função organizacional (Cusick, 2019).

Este modelo consiste em quatro áreas de *input*: capital humano, capital estrutural, capital relacional e investimento em tecnologias de informação (Bandara *et al.*, 2019).

Estas áreas desempenham um papel crucial no funcionamento global e no sucesso de uma organização. Para avaliar a maturidade destas áreas, o modelo incorpora cinco fases. Cada uma destas fases representa um nível diferente de desenvolvimento e valorização em termos de presença digital e capacidades da organização (Bandara *et al.*, 2019).

O CMM lançou as bases para o desenvolvimento de outros modelos abrangentes, como o *Capability Maturity Model Integration* (CMMI), que refinou ainda mais o conceito ao integrar sistemas de engenharia, *software* e o desenvolvimento integrado de processos e produtos numa única estrutura (Sharkov & Stoeva, 2023).

Este modelo à semelhança do CMM mantém os seguintes 5 níveis de maturidade:

- Inicial - designado como nível 1, o processo de *software* pode ser caracterizado como uma *black box*, com as práticas de desenvolvimento a ser conduzidas de forma desorganizada. Há uma ausência evidente de qualquer abordagem padronizada para o planeamento ou controlo de projetos, levando a uma falta de estrutura e ordem. O sucesso observado nas organizações nesta fase pode ser atribuído principalmente à competência individual, motivação e esforços excepcionais exercidos, em vez de ser resultado de quaisquer processos estabelecidos e sistemáticos (Foegen & Richter, 2003).
- Gerido - o nível 2, as organizações avançaram no sentido de implementar controlos fundamentais de gestão de projetos, introduzindo assim um senso de estrutura e ordem. Estes controlos abrangem vários aspetos como planeamento, monitorização e controlo de tempo, custos, funcionamento e qualidade. O processo de desenvolvimento de *software*, anteriormente assumido como desconhecido, assume agora a forma de uma série de *black boxes* distintas e identificáveis. Cada uma dessas caixas é caracterizada por objetivos definidos, servindo como pontos de verificação cruciais ao longo do processo de desenvolvimento. Estes marcos, por sua vez, permitem alcançar a repetibilidade e previsibilidade dentro do processo de desenvolvimento de *software*, marcando um passo significativo em termos de maturidade do processo (Foegen & Jürgen, 2003).
- Definido - no terceiro nível de maturidade, as organizações atingiram uma fase em que o processo de *software* padrão não é apenas estabelecido, mas também documentado e implementado em toda a organização. Isto significa que as *black boxes* que representavam o funcionamento interno dos processos tornaram-se agora transparentes, permitindo aos gestores e membros da equipa ter uma compreensão clara dos seus papéis e responsabilidades dentro dos processos definidos. O nível de transparência alcançado no nível 3 permite que as organizações operem com um maior grau de eficiência e eficácia, uma vez que

elimina a ambiguidade e garante que todos os elementos estão em sintonia no que diz respeito a executar tarefas e tomar decisões (Foegen & Richter, 2003).

- Gerido - o nível 4 do modelo, em que as organizações chegam a um ponto onde ultrapassam a fase de apenas ter processos definidos e começam a estabelecer metas quantitativas de qualidade tanto para os seus produtos e *software* assim como para os seus processos. Isto significa que têm uma compreensão clara do nível de qualidade desejado e são capazes de medir e monitorizar o seu desempenho face a esses objetivos. Operando dentro de limites quantificáveis, as organizações neste nível de maturidade asseguram que os seus processos são previsíveis e fiáveis, proporcionando assim uma base objetiva para a tomada de decisão. Este nível de maturidade significa que as organizações não só estabeleceram processos sólidos, mas também possuem a capacidade de os gerir e controlar eficazmente (Foegen & Richter, 2003).
- Otimizado - Neste nível (nível 5) as organizações atingiram o auge da maturidade dos processos. Nesta etapa, as organizações possuem os meios para identificar de forma proativa fraquezas e áreas de melhoria dos seus processos. Estão empenhados na melhoria contínua, constantemente à procura de formas de potenciar as capacidades dos seus processos e, por sua vez, melhorar o desempenho dos seus projetos. Este nível representa uma mentalidade de aprendizagem e refinamento contínuos, onde as organizações são movidas pelo desejo de alcançar a excelência e estão dispostas a investir os recursos e esforços necessários para alcançá-la. Ao abraçar uma cultura de melhoria contínua, as organizações que alcançam este nível conseguem manter-se à frente da concorrência e adaptar-se às mudanças de circunstâncias e requisitos de forma proativa e eficiente (Foegen & Richter, 2003).

O modelo CMMI facilita avaliações baseadas em processos, particularmente para entidades governamentais. Este modelo permite aos governos avaliar e melhorar os seus processos e práticas, assegurando que estão a operar ao mais alto nível de eficiência e eficácia. Ao utilizar o modelo CMMI, os governos podem identificar áreas de melhoria e implementar as mudanças necessárias para melhorar o seu desempenho geral (Bandara *et al.*, 2019).

Estes modelos têm potencial para serem utilizados e implementados em vários tipos de organizações que abrangem qualquer setor, indicando assim que não se limitam apenas aos domínios das tecnologias de informação, apesar de terem sido originalmente

conceituados e desenhados especificamente para este campo de estudo específico (Coutinho, 2021).

O modelo CMMI será utilizado como base uma vez que é especializado na avaliação de processos. No entanto existem outros semelhantes, tais como o COBIT (*Control Objectives for Information and Related Technology*) e o ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*) (Santos & Martinho, 2019).

Por outro lado, existem outros modelos de maturidade que são desenvolvidos e aplicados a outras áreas dentro das organizações, como na gestão de projetos, o modelo PMI (*Project Management Institute*) e *Project Management Maturity Model* (PMMM), e na avaliação da transformação digital, modelos mais recentes como o *Digital Maturity Model* (DMM) (Deloitte, 2018).

## **2.5 Modelos de Maturidade na adoção da Indústria 4.0**

De seguida serão apresentados e analisados diversos modelos de maturidade da Indústria 4.0, que servirão de base para o desenvolvimento do modelo adaptado ao setor bancário. A compreensão destes modelos irá permitir a identificação das principais dimensões necessárias para a análise da maturidade, assim como dos processos devidos para alcançar o resultado desejado.

### **2.5.1 Leyh, Bley, Schäffer, e Forstenhäusler, 2016**

O objetivo principal deste artigo é apresentar um modelo de maturidade conhecido como SIMMI 4.0 - *System Integration Maturity Model Industry 4.0*. Este modelo permite às empresas categorizar e classificar de forma eficaz o seu panorama de sistemas informáticos com foco específico no cumprimento dos requisitos da Indústria 4.0. Desta forma, fornece às empresas um enquadramento que auxilia a identificação e avaliação do seu atual nível de digitalização. Através deste modelo, as empresas definem os passos necessários para progredirem para a próxima fase de maturidade na sua jornada de transformação digital.

Uma das questões levantada pelos autores gira em torno da integração da gestão de dados em modelos que abordam sistemas de tecnologias de informação. Esta questão leva os investigadores a examinar as potenciais sinergias e benefícios da incorporação de práticas de gestão de dados nos modelos de maturidade já existentes. Ao fazê-lo, permite

uma avaliação mais completa do nível de maturidade digital de uma empresa, tendo em conta os aspetos tecnológicos com especial foco na utilização de dados.

Os autores realizaram uma análise das fontes existentes na literatura para adquirir uma compreensão profunda dos conhecimentos disponíveis sobre a Indústria 4.0. Através desta análise, visaram derivar os pré-requisitos fundamentais para os sistemas informáticos no contexto da Indústria 4.0. Para atingir este objetivo, os investigadores realizaram pesquisas em bases de dados utilizando terminologias associada a sistemas de informação, Indústria 4.0, modelos de maturidade, integração, digitalização, *Internet of Things*, sistemas ciber-físicos, redes de valor, sistemas informáticos.

Este modelo considera 5 fases de adoção da Indústria 4.0 nos processos identificando também elementos-chave necessários para se poder adotar o nível seguinte:

- **Nível básico de digitalização:** É a primeira fase do modelo e a empresa ainda não adotou os requisitos da Indústria 4.0. A integração, se conseguida, é através de interfaces complexas e especialmente implementadas.
- **Digitalização entre departamentos:** Na segunda fase a empresa empenha-se na adoção da Indústria 4.0. A digitalização tem sido implementada em vários departamentos, e os requisitos iniciais da Indústria 4.0 foram cumpridos em toda a empresa.
- **Digitalização horizontal e vertical:** Neste caso, a empresa conseguiu a digitalização horizontal e vertical. Os requisitos da Indústria 4.0 foram totalmente implementados dentro da empresa, e os fluxos de informação foram automatizados.
- **Digitalização total:** Na quarta fase, a empresa estende-se a fatores externos permitindo a integração em *redes de valor*. As abordagens da Indústria 4.0 são incorporadas na estratégia corporativa.
- **Digitalização total otimizada:** Na quinta e última fase a empresa passa a ser um modelo para as atividades da Indústria 4.0 com fortes colaborações com parceiros de negócio que levam à otimização de redes de valor.

### **2.5.2 Lichtblau, Stich, Bertenrath, Blum, Bleider, Millack, Schmitt, Scmitz e Schröter, 2015**

Este modelo tem como principal objetivo analisar a capacidade de implementação da Indústria 4.0 nas empresas da área da engenharia mecânica, com especial foco nas motivações e barreiras enfrentadas. No entanto, o estudo visa fornecer uma visão sobre o

estado atual da capacidade destas empresas e partir desse ponto para desenvolver um quadro detalhado e sistemático da Indústria 4.0 no setor da engenharia. Deste quadro surge um modelo de avaliação de maturidade das empresas do setor, que posteriormente é completado com possíveis ações específicas para o estado de implementação da Indústria 4.0 das empresas.

Para realizar este estudo foram utilizados diversos tipos de metodologias que incluem uma análise da literatura, *workshops* e a aplicação de um inquérito. O *workshop* foi realizado com empresas líderes da indústria que já tinham experiência com tecnologias da Indústria 4.0 e consistiu num trabalho conjunto entre os especialistas, juntamente com os parceiros do projeto, para identificar e avaliar indicadores relacionados com o sucesso da Indústria 4.0. De forma a completar o estudo, foi ainda desenvolvido um inquérito a empresas para a recolha de dados sobre o nível atual de maturidade das empresas do setor.

O modelo desenvolvido utiliza como base 6 dimensões: estratégia e organização, *Smart Factory*, *Smart operations*, *Smart products*, *data-driven services* e colaboradores.

Através da análise das dimensões as empresas são avaliadas e classificadas em 6 diferentes níveis de implementação da indústria 4.0.

- Nível 0: *Outsider* - A empresa nesta fase não cumpre qualquer um dos critérios da Indústria 4.0, sendo atribuído o nível 0 às empresas que ou não conhecem ou consideram a Indústria 4.0 irrelevante para as suas operações.
- Nível 1: Iniciante - A empresa nesta fase está envolvida na Indústria 4.0 através de iniciativas piloto e investimentos numa área específica, com suporte limitado ao sistema informático e partilha restrita de informação dentro da empresa.
- Nível 2: Intermédio - Neste nível, a empresa está a alinhar a sua orientação estratégica com a Indústria 4.0, desenvolvendo uma estratégia para colocá-la em prática.
- Nível 3: Experiente - Nesta fase, a empresa iniciou o processo de investimento necessário para permitir o início da implementação da estratégia já desenvolvida.
- Nível 4: Especialista – A empresa inicia a implementação da estratégia e controla este processo de forma adequada.
- Nível 5: *Top Performer* - Nesta fase já terminou a implementação da estratégia definida, mantendo o controlo sobre os processos.

No entanto, o estudo condensa esta classificação agrupando os níveis 0 e 1 como *Newcomers*, o nível 2 como *Learners* e a partir do terceiro nível são considerados *Leaders*.

### 2.5.3 Schumacher, Erol e Sihh, 2016

Este artigo propõe outro modelo de avaliação da implementação da indústria 4.0 aplicada a fábricas de manufaturas e visa alargar os modelos existentes, focando-se nos aspetos organizacionais.

Este artigo utiliza os procedimentos de *Becker* para a construção do modelo pelo que é utilizada uma análise com diversas metodologias composta por uma revisão da literatura, entrevistas com especialistas e modelo conceptual. Desta forma, são definidos 62 pontos de avaliação da Indústria 4.0 que são posteriormente agrupados em 9 dimensões. Os autores procuram tornar o modelo simples e claro, afirmando que os modelos de maturidade falham quando são excessivamente complexos.

Cada ponto é classificado de 1 a 4 consoante a importância na estrutura da empresa. Desta classificação é então definido um nível de maturidade que varia entre 1 e 5 onde o primeiro nível representa a total falta da aplicação de características da Indústria 4.0 e o quinto expressa a completa utilização de todas as funções aliadas à I4.0.

O processo para a avaliação da maturidade é efetuado através de 3 processos demonstrados na figura abaixo:

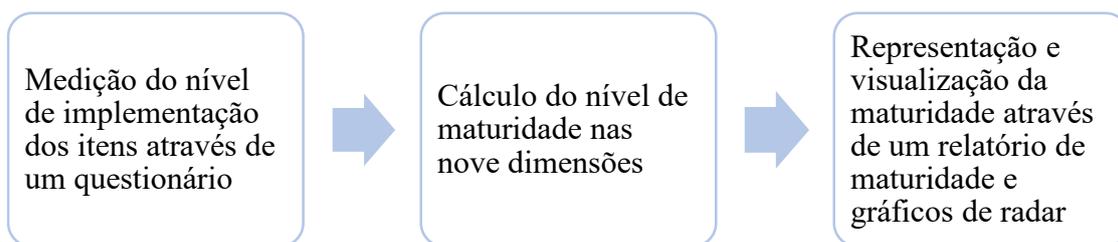


Figura 2.1 Processo de avaliação da Maturidade segundo o modelo de Schumacher (Fonte: Autoria Própria)

Mantendo o processo descrito, a avaliação dos itens identificados e definidos no modelo servem de base para a entrada de informação que conseqüentemente irá ser agrupada pelas 9 dimensões que irão permitir sintetizar e caracterizar a implementação da Indústria 4.0 nos processos.

Por fim é aplicado o modelo a uma empresa austríaca de forma a validar a aplicação do modelo e recolher *feedback* para futuras melhorias.

#### **2.5.4 Gökalp, Sener e Eren, 2017**

O objetivo principal deste artigo é desenvolver um modelo de avaliação para a Indústria 4.0, denominado *Indústria 4.0-MM*, que possa auxiliar as empresas na transição para as tecnologias e práticas da Indústria 4.0. Este modelo tem como objetivo criar uma abordagem que inclui a avaliação das áreas de transformação de processos, gestão de aplicações, gestão de dados, gestão de ativos e alinhamento organizacional, assim como avaliar os atuais modelos de maturidade da Indústria 4.0 e identificar os seus pontos fortes e fracos. A estrutura do modelo é formada com base na *ISO/IEC 15504 Parte 2* e *ISO/IEC 15504 Parte 5*, que fornecem uma linha de base comum para a avaliação da capacidade e uma escala de medição comum para relatar o resultado da avaliação.

Para a construção deste modelo é feita uma revisão de literatura conduzida de forma sistemática para identificar estudos relativos à maturidade da Indústria 4.0, seguida de uma comparação entre as características dos vários modelos/*frameworks* com base em critérios pré-definidos e, posteriormente, são identificados os pontos fortes e fracos desses modelos existentes para propor o novo modelo.

Após a avaliação das dimensões as empresas podem ser classificadas em diferentes 5 níveis de adoção:

- Nível 0: Incompleto – As práticas base da Indústria 4.0 são parcialmente alcançadas ou ainda não implementadas.
- Nível 1: Realizado – A organização iniciou a transformação. As infraestruturas tecnológicas necessárias para a Indústria 4.0 são adquiridas, há uma visão da Indústria 4.0 e um roteiro para a estratégia de transição, embora não esteja implementada por completo.
- Nível 2: Gerenciado – Os conjuntos de dados relativos a cada operação são definidos e recolhidos, mas não são integrados em todas as funcionalidades.
- Nível 3: Estabelecido – Os conjuntos de dados são claramente identificados e sistematicamente armazenados numa base de dados bem gerida. A integração vertical é iniciada neste nível.

- Nível 4: Previsível – A integração horizontal, incluindo a integração da cadeia de abastecimento, é alcançada, e é implementada uma troca de informações perto do tempo real.
- Nível 5: Otimizado – A integração foi alcançada para permitir a partilha de conhecimento e sincronização de baixo esforço entre o desenvolvimento de produtos e serviços e os ambientes de produção.

### 2.5.5 Almarri e Bouras, 2022

Este artigo apresenta uma análise quantitativa dos modelos de maturidade da adoção da Indústria 4.0. O foco é colocado nos modelos existentes, nas suas dimensões, e diferentes níveis. Foram analisados 32 modelos de maturidade, consistindo 161 dimensões, examinados com base em diferentes fatores, como país de origem e aplicabilidade do setor. O artigo demonstra que existiu um aumento gradual de número de investigações ao longo do período de análise (2013-2021) com maior relevância a partir de 2019. Importante mencionar que existe também uma maior contribuição realizada por artigos académicos, embora existam também artigos desenvolvidos por instituições governamentais ou pela própria indústria.

A investigação realizou uma revisão sistemática da literatura para identificar, analisar e interpretar todas as abordagens disponíveis para os modelos de maturidade da Indústria 4.0. De seguida utilizou técnicas de agrupamento e um algoritmo de *machine learning* não supervisionado para classificar os dados recolhidos em *clusters* com base na sua similaridade.

Desta análise resultou que a maioria dos modelos analisados utilizam entre quatro a seis níveis de maturidade, sendo que 46% dos artigos (14) aplicam 5 níveis.

As dimensões foram analisadas e agrupadas nos seguintes 7 *clusters*:

- *Cluster 0*: Integração digital e produção
- *Cluster 1*: Valor e produtos inteligentes
- *Cluster 2*: Cadeia de valor e abastecimento e legal
- *Cluster 3*: Dados, negócio e pessoas
- *Cluster 4*: Gestão, colaboradores e fábrica
- *Cluster 5*: Cultura, cliente e estratégia
- *Cluster 6*: Processo, organização e tecnologia

Os autores indicam que embora existam dimensões como “pessoas” e “colaboradores”, que têm o mesmo significado, foram mapeados em diferentes clusters e que para evitar a duplicação de resultados será preciso fazer reajustes à extração final.

## 2.6 Resumo da análise dos Modelos de Maturidade

Sucintamente, através da análise dos seis modelos pode concluir-se que existem dimensões comuns, a Estratégia e Organização, Operações e Tecnologia, assumindo um papel essencial na adoção da Indústria 4.0. A segunda dimensão mais abordada pelos artigos é a utilização de *Smart Products*, sendo que 4 dos 5 artigos abordam a dimensão. As dimensões menos abordadas são Clientes e Cultura, uma vez que apenas 3 em 5 dos modelos as referem.

Relativamente aos níveis de maturidade existe um padrão, sendo que 3 dos 5 artigos apresentam 5 níveis de maturidade e os restantes 2 modelos mencionados apresentam 6 níveis. Esta divisão vai de encontro aos modelos mais comuns baseados no modelo base apresentado no ponto 2.4 o modelo CMM e posteriormente o CMMI.

Tabela 2.1 Comparação dos modelos (Fonte: Autoria Própria)

		Leyh, Bley, Schäffer, e Forstenhäusler, 2016	Lichtblau, Stich, Bertenrath, Blum, Bleider, Millack, Schmitt, Scmitz e Schröter, 2015	Schumacher, Erol e Sihm, 2016	Gökalp, Sener e Eren, 2017	Almarri e Bouras, 2022
Área de Foco		Utilização de Dados e Sistemas de IT	Engenharia Mecânica	Fábricas de Manufatura	N/A	N/A
Dimensões	Estratégia e Organização	✓	✓	✓	✓	✓
	Operações	✓	✓	✓	✓	✓
	<i>Smart Products</i>	✓	✓	✓		✓
	Tecnologia	✓	✓	✓	✓	✓
	Clientes		✓	✓		✓
	Cultura		✓	✓		✓
Número de Níveis de Maturidade		5	6	5	6	5 (46%)

No que diz respeito à metodologia utilizada, todos os artigos recorrem a uma revisão e análise de vários modelos já existentes na literatura, similar à abordagem empregada

nesta investigação. No entanto, outros modelos completaram a sua análise com a aplicação de um inquérito como o modelo de Lichtblau (2015), ou através de entrevistas a especialistas como Schumacher *et al.* (2016).

## 2.7 Sumário da Revisão de Literatura

À semelhança das revoluções industriais anteriores, a Indústria 4.0 é também um marco importante, que se iniciou com a intenção de revolucionar as fábricas modernas, dando origem a uma reviravolta tecnológica que teria impacto em todo o processo das empresas (Zutin *et al.*, 2022). Estas tecnologias trabalham em conjunto, melhorando assim a eficiência operacional e as experiências dos consumidores (D. Ivanov *et al.*, 2020).

Em simultâneo, nos últimos anos, as instituições bancárias têm enfrentado uma elevada concorrência, impulsionada por fatores como a globalização e as elevadas expectativas dos clientes (Pogăciaș & Dovleac, 2021). Apesar disso, o principal objetivo mantém-se e é necessário conseguir operações rentáveis, satisfazer as expectativas dos clientes e prestar serviços eficientes (Cabrita & Santos, 2016). Desta forma, os bancos do futuro estão a preparar-se para serem altamente eficientes e equipados com tecnologia avançada (Mekinji, 2019).

Por outro lado, as instituições financeiras tradicionais estão agora a enfrentar a dupla tarefa de se adaptarem ao mundo digital e de melhoria da satisfação dos clientes à luz destas mudanças (Gouveia *et al.*, 2020).

Deste desafio, surge a necessidade de ajudar a preparação das empresas para a mudança. Através dos modelos de maturidade, estruturas organizadas com o objetivo de rever e melhorar os processos, competências e desempenho global, baseados no conceito de desenvolvimento por etapas, estes modelos fornecem uma forma sistemática de avaliar o nível de maturidade dos processos de uma organização e de identificar oportunidades de melhoria (Carroll & Helfert, 2015).

A fim de adquirir uma compreensão da forma como é realizada a avaliação da maturidade da adoção da Indústria 4.0, é conduzida uma análise a 5 exemplos de modelos de maturidade escolhidos pela sua elevada correlação à questão em estudo.

### **3 Modelo Conceptual e Metodologia**

O capítulo III apresenta o modelo de maturidade sugerido e fornece uma explicação da sua formulação. O modelo foi desenvolvido com base em estruturas teóricas mencionadas anteriormente, através da revisão completa da literatura e análise de cinco modelos que dizem respeito ao avanço, caracterização e maturidade da adoção da indústria 4.0.

#### **3.1 Construção do Modelo**

O modelo apresentado foi desenvolvido com base numa abordagem genérica de um modelo para a avaliação da adoção da maturidade da Indústria 4.0 nas organizações.

Neste contexto, o modelo proposto oferece descrições para cada dimensão subdividida em diversas subdimensões que irão resultar na melhor caracterização de cada uma das dimensões. A avaliação destes parâmetros irá depois ser agrupada em termos médios alcançando um nível de maturidade final de 1 a 5. Através desta classificação é concluída a avaliação do nível de adoção da Indústria 4.0 das organizações.

As dimensões foram escolhidas com base nas dimensões consideradas mais significativas na maioria dos modelos analisados. Consequentemente, as seis dimensões escolhidas foram Estratégia e Organização, Operações, *Smart Products*, Tecnologia, Clientes e Cultura.

No que diz respeito aos níveis de maturidade, procedeu-se à elaboração de um modelo que compreende cinco níveis, em alinhamento com o modelo CMMI. Embora a revisão bibliográfica realizada revele que a maioria dos modelos adota cinco ou seis níveis de maturidade, não se identificou na literatura uma fundamentação explícita que prescreva um número ótimo para a configuração do modelo. Neste contexto, optou-se pela estruturação do modelo em questão com cinco níveis de maturidade, decisão esta que, além de ir de encontro com alguns dos modelos examinados, segue igualmente as diretrizes do CMMI. Além disso, esta abordagem proporciona às organizações uma maior possibilidade de progressão, permitindo uma delineação mais detalhada do seu percurso evolutivo.

Assim sendo, resumindo a análise realizada ao Modelo CMMI no capítulo anterior, podemos caracterizar os diferentes níveis de maturidade da seguinte forma (Foegen & Richter, 2003):

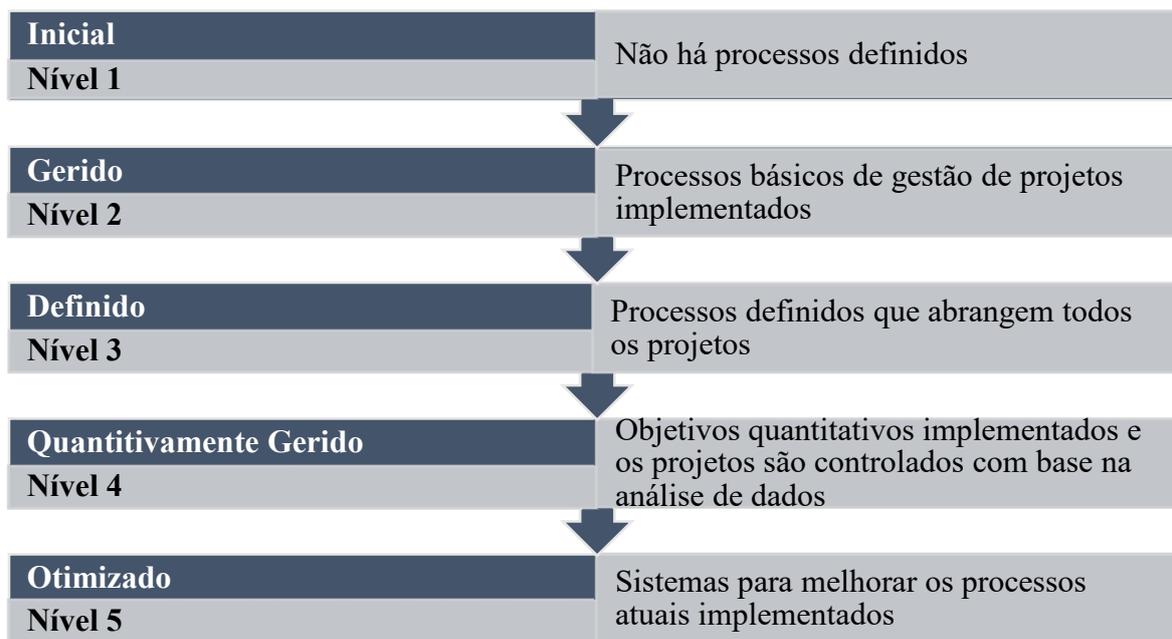


Figura 3.1 Níveis de Maturidade segundo o Modelo CMMI (Fonte: Autoria Própria)

### 3.1.1 Avaliação das Dimensões

Como referido anteriormente, para o modelo de maturidade formulado foram desenvolvidas questões para a avaliação das subdimensões inerentes a cada dimensão. Assim, é apresentada a constituição de cada dimensão bem como a divisão efetuada de modo a concluir o nível global de maturidade da Indústria 4.0.

#### 3.1.1.1 Estratégia e Organização (D<sub>1</sub>)

Segundo Leyh *et al.* (2016), a estratégia e organização da empresa é uma dimensão importante para um fluxo de informação automatizado e integrado ao longo dos diferentes níveis empresariais. Abrange também a interligação a nível dos dados entre os vários sistemas a operar na empresa ou com empresas parceiras.

Além disso, a Indústria 4.0 apresenta uma perspetiva única para a criação de modelos de negócio inteiramente novos. Consequentemente, a implementação de uma estratégia adequada tem um valor estratégico significativo (Lichtblau *et al.*, 2015). Do mesmo modo, permitem superar a crescente complexidade na transformação, fornecendo orientação e assistência na harmonização do progresso, muitas vezes através de *roadmaps* (Schumacher *et al.*, 2016).

Para analisar esta dimensão serão utilizadas duas componentes:

- Gestão da tecnologia e inovação (SD<sub>11</sub>) - À medida que a Indústria 4.0 progride, numerosos avanços nos domínios do desenvolvimento de produtos e tecnologia

de produção são impulsionados pelas tecnologias de informação (TI). Para garantir que as novas tecnologias de informação, tanto do lado do produto como da produção, sejam utilizadas ao máximo, é importante incluir uma gestão integrada de tecnologia e inovação em toda a estratégia da empresa (Lichtblau *et al.*, 2015).

- Investimento relacionado com a Indústria 4.0 (SD<sub>12</sub>) - A determinação do investimento dedicado à Indústria 4.0 é um aspeto significativo ligado à supervisão organizacional das empresas, uma vez que influencia a capacidade da empresa de desenvolver outras componentes que a inovação tecnológica está dependente assim como o conhecimento do pessoal (Gökalp *et al.*, 2017).

### 3.1.1.2 Operações (D<sub>2</sub>)

A integração de todos os componentes e sistemas dentro de uma empresa é um elemento fundamental para a implementação da Indústria 4.0 e a base para a incorporação da cadeia de valor a nível vertical e horizontal (Lichtblau *et al.*, 2015). Quando se inicia a transição para a Indústria 4.0, torna-se imperativo delinear todos os processos da empresa para o domínio digital (Gökalp *et al.*, 2017).

Desta forma, vão ser analisadas as seguintes 3 subdimensões de forma a concluir a adoção da Indústria 4.0 nas operações das instituições financeiras:

- Partilha de informação interna e externa (SD<sub>21</sub>) - Segundo Lichtblau *et al.*, (2015), geralmente existe uma elevada integração internamente, no entanto, a comunicação entre empresas parceiras é um fator ainda por explorar que poderá permitir diminuir custos e melhorar a eficiência (Lichtblau *et al.*, 2015).
- Utilização de processos autónomos (SD<sub>22</sub>) - Uma das grandes visões da Indústria 4.0 é a produção autónoma: Produtos movem-se automaticamente para a próxima estação de processamento, determinam rotas e sequências por conta própria e comunicam os parâmetros de produção necessários (Lichtblau *et al.*, 2015).
- Segurança digital (SD<sub>23</sub>) - Lichtblau *et al.* (2015) afirmam que não é suficiente garantir a disponibilidade de dados e dos sistemas para os analisar. Para a utilização destes sistemas é necessário garantir a segurança dos canais e da informação que circula.

Dessa forma, a segurança é também um fator importante a ter em conta que poderá condicionar o desenvolvimento da empresa.

### 3.1.1.3 Smart Products (D3)

Segundo Gökalp *et al.* (2017) com a adoção da Indústria 4.0 os resultados surgem principalmente como forma da combinação de aplicações de tecnologias com os processos.

A eficiência das *Smart Factories* e os benefícios dos serviços baseados em dados dependem da disponibilidade de informações detalhadas sobre produtos específicos. Fábricas inteligentes rastreiam a localização de produtos em tempo real para atualizações de *status*. Produtos inteligentes, equipados com TIC, são essenciais nesse contexto, permitindo uma interação com o ambiente, e um controlo constante através de sensores, além de outras funcionalidades adicionais (Lichtblau *et al.*, 2015).

Assim, é importante compreender de que forma as instituições estão a conseguir adaptar os seus serviços à Indústria 4.0. Para concluir em que estado estão nesta dimensão serão analisadas as seguintes subdimensões:

- Recolha de dados ao longo do processo de produção (SD<sub>31</sub>) - É crucial que a cada etapa do processo seja possível um controlo digital. Para isso, é necessária a integração dos sistemas empresariais para cada etapa do processo. Além disso, os dados e informações gerados a partir de cada etapa devem ser transmitidos para as etapas seguintes e anteriores, de modo a permitir analisar possíveis áreas de melhoria (Leyh *et al.*, 2016).
- Desenvolvimento do produto (SD<sub>32</sub>) - As informações recolhidas podem ser analisadas em detalhe e o produto pode ser desenvolvido adequadamente, possibilitando às empresas a ampliação de produtos e a criação de soluções ajustadas aos potenciais clientes (Lichtblau *et al.*, 2015).

### 3.1.1.4 Tecnologia (D4)

Esta dimensão é dedicada à avaliação do grau em que várias tecnologias são implementadas nos diversos setores abrangidos pela Indústria 4.0. Visa aferir a utilização dos avanços tecnológicos em todos os diferentes campos (Leyh *et al.*, 2016).

A recolha e avaliação aprofundada de informações de diversas fontes, capacitam as instituições a fazerem escolhas informadas relacionadas com atividades em curso ou futuras. Assim, um fluxo de dados unificado e automatizado é crucial tanto para as operações internas como externas da empresa (Gökalp *et al.*, 2017).

Segundo Lichtblau *et al.* (2015) os quatro critérios usados para medir o progresso tecnológico da engenharia mecânica na dimensão da fábrica inteligente são: *Digital*

*Modeling*, Infraestrutura e equipamentos, Utilização de dados e Sistemas de Tecnologias de Informação.

Tendo em conta que a finalidade deste modelo é centrada na avaliação de serviços, para classificar esta dimensão serão analisadas apenas duas das quatro subdimensões mencionadas por Lichtblau *et al.* (2015):

- Utilização de dados (SD<sub>41</sub>) - A aquisição e consolidação de dados relativos às máquinas, aos processos e a produtos representam um requisito fundamental e essencial para aproveitar e alavancar as capacidades completas e mais avançadas oferecidas pela Indústria 4.0. No entanto, os dados operacionais por si só não geram vantagens, devem passar por uma transformação para se tornarem dados de valor acrescentado. A utilização destes dados de várias formas práticas pode levar a previsões com potencial para melhorar o planeamento e a eficiência e reduzir os custos para as infraestruturas (Lichtblau *et al.*, 2015).
- Sistemas de Tecnologias de informação (SD<sub>42</sub>) - Segundo Leyh *et al.* (2016), a utilização de *cloud computing* é essencial uma vez que a Indústria 4.0 resulta na digitalização de instalações de produção individuais e também da tecnologia de informação da empresa dentro das unidades de produção e entre todas as empresas ligadas digitalmente em toda a cadeia de abastecimento. Além disso, através da utilização da *Internet of Things*, todos os vários componentes do processo de gestão da cadeia de abastecimento estão interligados. Em simultâneo a integração com sistemas operacionais centralizados facilitará a capacidade de tomar decisões em tempo real assim como a gestão mais eficiente dos processos (Putra, 2021).

#### **3.1.1.5 Clientes (Ds)**

Schumacher *et al.* (2016) mencionam que Clientes é uma dimensão necessária para a avaliação da maturidade da Indústria 4.0. Além disso apresenta como itens exemplares para classificar a maturidade da dimensão a Utilização de dados do cliente, Digitalização de vendas/serviços e Competência digital do cliente.

Desta forma, as duas subdimensões que irão classificar esta dimensão são:

- Prestação de serviços (SD<sub>51</sub>) - A Indústria 4.0 envolve uma reconsideração significativa dos modelos de negócio atuais com ênfase na melhoria da satisfação do cliente. As organizações podem optar por digitalizar os seus modelos de negócio tradicionais e criar modelos novos que combinam produtos e serviços para o aumento de valor agregado ao cliente (Lichtblau *et al.*, 2015).

- Customização dos produtos (SD<sub>52</sub>) - Balakrishna *et al.* (2023), afirmam que ao examinar os dados, as instituições financeiras obtêm uma compreensão completa e precisa dos requisitos e comportamentos financeiros dos clientes o que permite que consigam capturar nichos de mercado e potencializar a sua capacidade de oferecer serviços financeiros personalizados.

#### **3.1.1.6 Cultura (D<sub>6</sub>)**

Segundo Lichtblau *et al.* (2015), os trabalhadores são os mais afetados com as mudanças para o digital, sofrendo de uma alteração do ambiente de trabalho que implica que tenham de adquirir novas *skills* e qualificações. Por estas razões os autores afirmam que é necessário que as empresas preparem os seus colaboradores para essas alterações.

Os autores afirmam também que esta dimensão é verificada através de uma análise das competências dos trabalhadores e da abertura da empresa para adquirirem novos conjuntos de competências (Lichtblau *et al.*, 2015).

Assim sendo, a subdimensão analisada para avaliar esta dimensão é:

- Investimento em desenvolvimento das competências (SD<sub>61</sub>) - As empresas devem estabelecer uma cultura digital forte e garantir que a transformação seja guiada por uma liderança eficaz. Além disso, devem concentrar-se no recrutamento, retenção e formação dos colaboradores com experiência digital e outros funcionários com capacidade para operar dentro de um ecossistema dinâmico (PwC, 2016).

Assim sendo, de forma esquematizada as dimensões e respetivas subdimensões são apresentadas no gráfico seguinte:

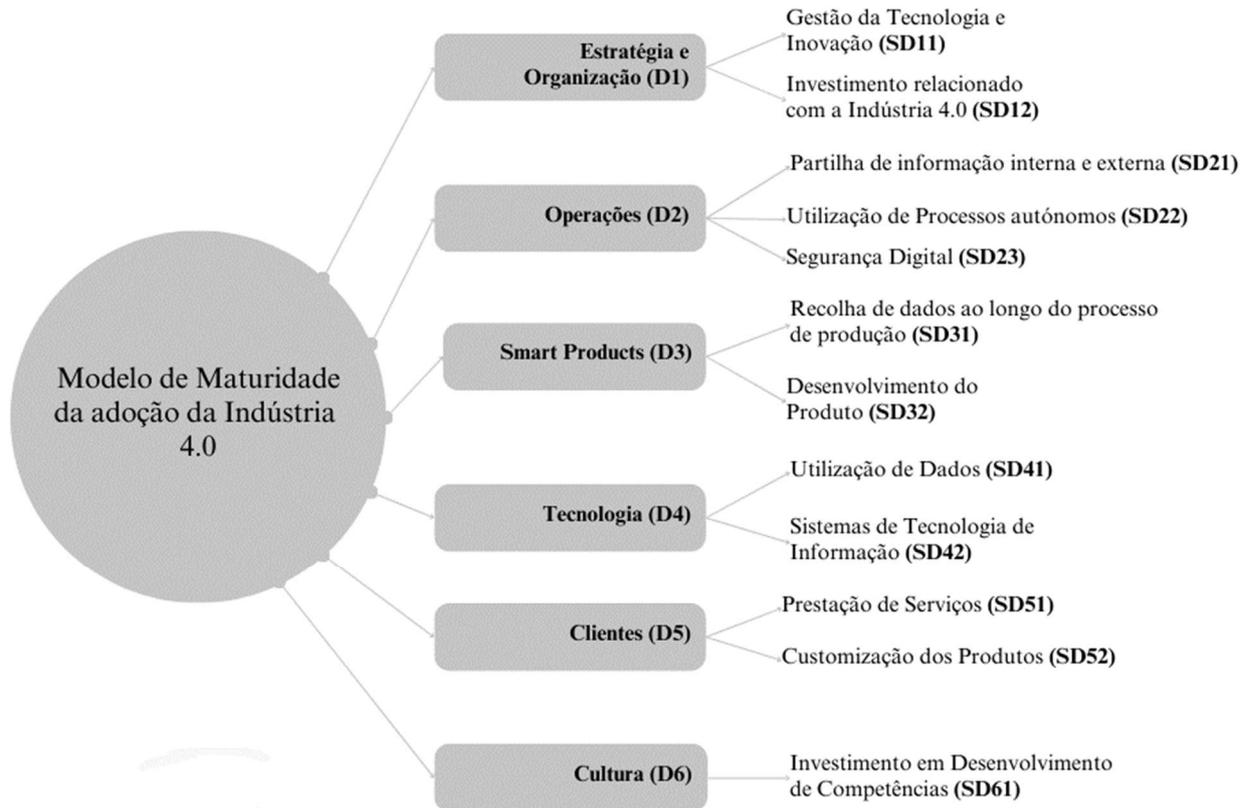


Figura 3.2 Dimensões e subdimensões do modelo de maturidade (Fonte: Autoria Própria)

### 3.1.2 Níveis de Maturidade

As dimensões apresentadas serão classificadas consoante o seu nível de maturidade, seguindo as diretrizes do modelo CMMI e a informação recolhida no capítulo II, nos seguintes 5 níveis:

- **Nível 1 – Inicial**
  - É a primeira fase do modelo. A empresa ainda não adotou os requisitos da Indústria 4.0. A integração, se conseguida, é através de interfaces complexas e especialmente implementadas. Os processos, ou não são digitalizados ou apenas parcialmente digitalizados. A empresa ainda não adota abordagens orientadas para os serviços nem baseadas em *cloud*.
- **Nível 2 – Gerido**
  - A empresa neste nível está atualmente a incorporar a Indústria 4.0 na sua orientação estratégica e a desenvolver uma estratégia para a implementar. Está também a investir em algumas áreas relevantes para a Indústria 4.0 e

a recolher alguns dados de produção para uso limitado. No entanto, a infraestrutura não cumpre integralmente os requisitos que permitam uma futura expansão.

- Nível 3 – Definido
  - Nesta etapa, a empresa concebeu uma estratégia para a implementação da Indústria 4.0 e está a investir em várias áreas para a concretizar. Os sistemas de produção são conectados através de interfaces e recolhem dados automaticamente em áreas-chave. A empresa também está a planear usar soluções baseadas em *cloud* para expansão futura. Apesar de a empresa ter desenvolvido produtos com funcionalidades tecnológicas, ainda não estão integrados com os seus clientes.
- Nível 4 – Gerido Quantitativamente
  - A empresa está atualmente a implementar uma estratégia da Indústria 4.0 e a monitorizar os progressos através de indicadores adequados. Estão a ser feitos investimentos em todas as áreas relevantes, apoiados pela gestão da inovação interdepartamental. Os sistemas informáticos são utilizados para processos de produção e recolha de dados, com potencial de expansão e integração com parceiros de negócio.
- Nível 5 – Otimizado
  - Nesta fase, a empresa implementou com sucesso a sua estratégia de implementação da Indústria 4.0 e monitoriza continuamente os seus processos. Já investiu na gestão da inovação em todas as frentes, e na recolha de dados de forma intensiva. Assegura ainda a integração e comunicação interna, assim como com parceiros de negócio, através da partilha de informação integrada no sistema. Os serviços são orientados por dados e contribuem significativamente para uma melhoria constante.

### **3.2 Método de avaliação da Maturidade**

Nesta investigação, é adotado um modelo de análise *bottom-up* para avaliar o nível global de maturidade da adoção da Indústria 4.0, estruturado em seis dimensões fundamentais.

Este modelo é fundamentado em dados recolhidos através de um questionário composto por diversas perguntas organizadas em subdimensões, com cada subdimensão contendo entre 1 e 3 perguntas. As respostas são avaliadas numa escala de *Likert* (de 1 a 5), permitindo capturar variações nas perceções dos participantes sobre os diversos

aspectos avaliados. O modelo de maturidade detalhado por nível pode ser visto no Anexo A - Questionário por nível de Avaliação de Maturidade (Anexo A – Questionário por nível de Avaliação de Maturidade, página 57).

Cada subdimensão  $\overline{SD}_{ij}$  (onde  $i$  representa a dimensão e  $j$  representa a subdimensão) é calculada pela média da avaliação das respostas  $\overline{R}_{ijx}$  às perguntas associadas a essa subdimensão:

$$\overline{SD}_{ij} = \frac{\overline{R}_{ij1} + \overline{R}_{ij2} + \overline{R}_{ij3}}{3}$$

*Equação 3.1 Fórmula de Cálculo das subdimensões (Fonte: Autoria Própria)*

Em seguida, a média de cada dimensão  $\overline{D}_i$  é obtida através da média da classificação das subdimensões correspondentes. Cada dimensão  $\overline{D}_i$  pode possuir entre 1 a 3 subdimensões, pelo que a fórmula para o cálculo de cada dimensão é dada por:

$$\overline{D}_i = \frac{\overline{SD}_{i1} + \overline{SD}_{i2} + \overline{SD}_{i3}}{3}$$

*Equação 3.2 Fórmula de Cálculo das dimensões (Fonte: Autoria Própria)*

Finalmente, o Nível Global de Maturidade do Setor Bancário Português é obtido pela média das avaliações das 6 dimensões:

$$\text{Nível Global de Maturidade} = \frac{\overline{D}_1 + \overline{D}_2 + \overline{D}_3 + \overline{D}_4 + \overline{D}_5 + \overline{D}_6}{6}$$

*Equação 3.3 Fórmula de Cálculo do Nível Global de Maturidade (Fonte: Autoria Própria)*

Esta estrutura formaliza o processo de avaliação, garantindo que a média de cada dimensão seja adequadamente representada na avaliação global, permitindo uma análise completa da maturidade do setor bancário com base nas perceções capturadas em cada subdimensão.

### 3.3 Método de recolha de dados

A presente investigação apoiou-se na realização e aplicação de um questionário (Anexo B – Questionário, página 62), com base nos quadros teóricos da revisão de literatura às instituições financeiras do Sistema Financeiro Português. O referido questionário pretende avaliar, entre outros aspetos, o nível de adoção da Indústria 4.0 nas instituições financeiras.



## 4 Resultados e Discussão

Neste capítulo, serão apresentados e analisados os resultados obtidos a partir da aplicação do modelo de avaliação de maturidade desenvolvido ao longo desta dissertação. O objetivo principal é interpretar os dados recolhidos, verificando como se reflete o nível de maturidade do setor bancário português. Além disso, serão discutidas as correlações destes resultados à luz da literatura existente, comparando com a análise realizada no Capítulo II.

### 4.1 Análise de Resultados

O questionário foi aplicado a 98 Instituições Financeiras registadas no Banco de Portugal, entre o período de junho, julho e agosto de 2024, tendo sido recolhidas 41 respostas. O questionário foi dividido em 6 partes que dizem respeito a cada dimensão analisada. Após a recolha e tratamento dos dados recolhidos, foram obtidos os seguintes resultados:

Tabela 4.1 Resultados do Inquérito (Fonte: Autoria Própria)

Dimensões/Subdimensões	SD <sub>1</sub>	SD <sub>2</sub>	SD <sub>3</sub>	$\bar{X}$
Estratégia e Organização (D1)	Nível 3	Nível 3	-	3
Operações (D2)	Nível 3	Nível 4	Nível 4	4
Smart Products (D3)	Nível 3	Nível 4	-	3
Tecnologia (D4)	Nível 3	Nível 4	-	4
Clientes (D5)	Nível 4	Nível 4	-	4
Cultura (D6)	Nível 4	-	-	4

A dimensão de Estratégia e Organização ( $\bar{X}_{D1} = 3,41$ ) demonstrou um dos níveis mais baixos recolhidos. Esta dimensão é um dos pontos fracos do setor, uma vez que foi uma das duas onde se registou o menor nível de maturidade. Embora haja uma integração de estratégias tecnológicas, esta integração ainda não parece estar plenamente consolidada nas organizações.

Das respostas recolhidas que dizem respeito a esta dimensão é possível concluir que apesar de existirem parcerias ocasionais com *fintechs* ou instituições de pesquisa para inovação tecnológica e uma considerável alocação do orçamento anual em novas tecnologias, a inovação tecnológica está apenas parcialmente incorporada na estratégia das instituições analisadas ( $\bar{X}_{R111} = 3,35$ ), além disso as revisões são realizadas de forma periódica ( $\bar{X}_{R122} = 3,10$ ), mas não com a frequência necessária para um avanço

significativo. Esses resultados indicam que, apesar de as empresas já se encontrarem comprometidas com a inovação e a transformação digital, ainda há margem para um maior foco na inovação tecnológica que poderá ser mais facilmente realizada se existir um aumento da frequência das revisões estratégicas dos bancos.

A dimensão Operações obteve um nível de maturidade 4 ( $\bar{X}_{D2} = 3,70$ ), refletindo um nível elevado especialmente no que diz respeito à subdimensão de Automatização de Processos ( $\bar{X}_{SD22} = 4,12$ ), onde a integração de tecnologias como *Robotic Process Automation* (RPA), IA e *Machine Learning* (ML) já está bem consolidada. Do mesmo modo, a subdimensão de Segurança Digital ( $\bar{X}_{SD23} = 3,56$ ) apresenta auditorias regulares e a implementação de medidas avançadas de segurança. No entanto, há ainda oportunidades para melhorias na Partilha de Informação Interna e Externa tendo esta subdimensão obtido o nível 3 ( $\bar{X}_{SD21} = 3,43$ ). Este nível explica-se principalmente pelo nível obtido na questão R212, refletindo a falta de partilha de informação com outras instituições financeiras ou entidades reguladoras, que apenas é utilizada de forma ocasional, o que impede um nível de maturidade superior no que diz respeito a esta subdimensão.

A análise da terceira dimensão, *Smart Products*, revela um nível de maturidade 3 ( $\bar{X}_{D3} = 3,35$ ), sugerindo que, apesar de alguns avanços, as empresas ainda enfrentam desafios significativos no que diz respeito à recolha de dados e ao desenvolvimento de produtos inovadores. Sendo, a par com a dimensão de Estratégia e Organização, a dimensão com um nível mais baixo do setor. Embora esta dimensão apresente sinais de progresso, é evidente que muitas instituições financeiras ainda se encontram em estágios intermédios, sobretudo no que diz respeito à subdimensão Desenvolvimento do Produto, uma vez que apresentou um nível 3 de maturidade ( $\bar{X}_{SD32} = 3,13$ ). A dependência de produtos tradicionais, aliada com uma forma reativa de fazer face aos novos produtos do mercado e a falta de uma estratégia clara para o desenvolvimento de novos produtos digitais são questões que justificam o nível desta subdimensão.

A dimensão Tecnologia apresentou um nível de maturidade de 4 ( $\bar{X}_{D4} = 3,62$ ), refletindo um nível elevado de desenvolvimento no setor. Das respostas recolhidas nesta dimensão, é possível observar que os bancos atingiram um nível definido de maturidade na Utilização de Dados, indicando que os dados estão a ser integrados de forma regular e estruturada para apoiar as tomadas de decisão estratégicas. No entanto, ainda existem algumas limitações, como uma integração moderada dos dados externos nos sistemas das

organizações. Desta forma, conclui-se que existe um uso eficaz dos dados internos, mas revela um desafio quando se trata de integrar dados externos de forma fluída e eficiente, tal como Lichtblau *et al.* (2015) afirmam.

A dimensão Clientes alcançou um nível de maturidade de 4 ( $\bar{X}_{D3} = 3,52$ ). Este valor reflete um nível de implementação de práticas que priorizam a prestação de Serviços e a customização dos produtos, o que evidencia um foco significativo na experiência e satisfação dos clientes. Esta dimensão vai de encontro ao que foi evidenciado por Gouveia *et al.* (2020), sobre a necessidade das instituições se focarem na melhoria dos serviços prestados aos clientes.

A dimensão Cultura foi a categoria que apresentou um nível de maturidade mais elevado ( $\bar{X}_{D6} = 3,81$ ). Este resultado demonstra que as instituições reconhecem a importância de capacitar continuamente os seus funcionários, garantindo que estejam preparados para enfrentar os desafios da transformação digital.

Por fim, a adoção da Indústria 4.0 no setor bancário português apresenta uma maturidade do nível 4 ou nível Quantitivamente Gerido (*Nível Global de Maturidade = 3,57*). Este nível sugere uma integração significativa de tecnologias emergentes, como a automatização de processos e a utilização de dados para a tomada de decisões estratégicas. No entanto, embora este nível demonstre uma gestão sólida e orientada por dados, ainda há espaço para evoluir para o nível mais alto de maturidade, onde a inovação contínua e a otimização são mais presentes, garantindo uma adaptação mais ágil às mudanças e às oportunidades tecnológicas.

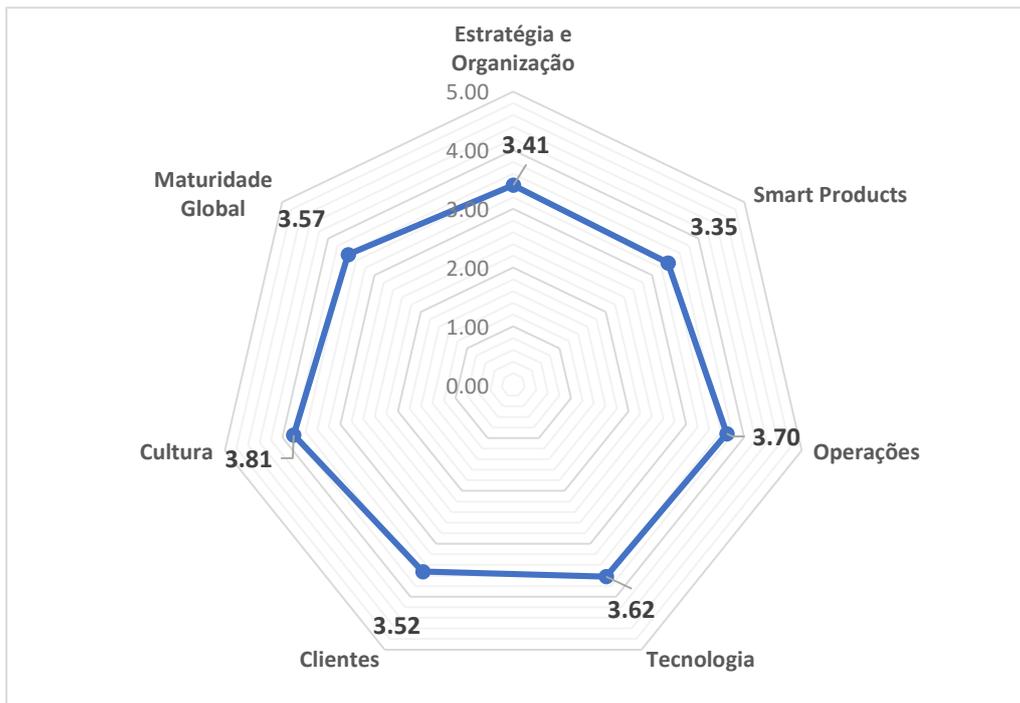


Figura 4.1 Resultados dos Níveis de Maturidade por Dimensão (Fonte: Autoria Própria)

A Figura 4.1 apresenta a distribuição do nível de maturidade em cada uma das dimensões avaliadas, assim como o nível de maturidade global. Ao observar o gráfico, nota-se que, embora as dimensões apresentem uma maturidade relativamente equilibrada, há algumas variações que merecem especial atenção.

Em particular, a dimensão de *Smart Products* exibe um dos níveis de maturidade mais baixos (3,35), o que sugere que o setor ainda precisa desenvolver melhor esta categoria. Também a *Estratégia e Organização*, com uma média de 3,41, encontra-se abaixo do nível médio global de maturidade, evidenciando uma oportunidade de melhoria no alinhamento estratégico e na incorporação mais eficaz de tecnologias emergentes nas estratégias organizacionais.

Por outro lado, dimensões como *Operações* (3,70) e *Cultura* (3,81) apresentam um desempenho acima da média, indicando que as empresas estão a investir de forma consistente na automatização de processos e no desenvolvimento contínuo das competências dos seus colaboradores adjacente à criação de um ambiente favorável à inovação.

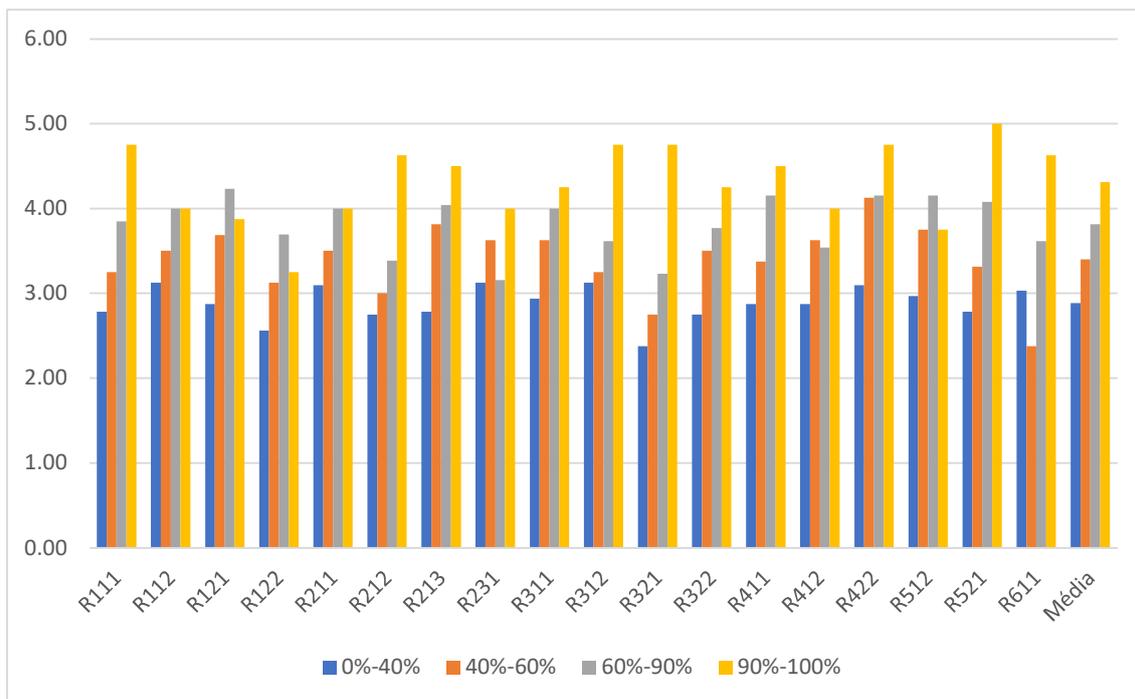


Figura 4.2 Nível médio de Maturidade por questão (Fonte: Autoria Própria)

A Figura 4.2 apresentada, ilustra a distribuição dos níveis médios de maturidade obtidos em cada uma das questões do inquérito, com as respostas agrupadas em intervalos de percentagem. Estas percentagens foram calculadas com base na média de maturidade de todas as respostas, com a faixa de 90%-100% a representar o *Top* 10% das respostas com maior nível médio.

O gráfico permite concluir que a faixa dos 90%-100% se destaca das restantes por uma margem considerável, onde os níveis de maturidade são consistentemente superiores, podendo estes valores dizer respeito a *fintechs*. Estas instituições demonstram uma implementação avançada da Indústria 4.0, estando claramente à frente das instituições tradicionais no que respeita à integração de tecnologias e à gestão digital. Por outro lado, as faixas das respostas compreendidas entre os 40% e 60% e dos 60% aos 90% apresentam níveis de maturidade relativamente próximos, com variações menos acentuadas entre si. Este comportamento sugere que, apesar de existirem diferenças, a maioria das instituições está num estado intermediário de maturidade.

Por outro lado, a faixa inferior, dos 0% aos 40%, apresenta níveis significativamente mais baixos, sugerindo que uma parte das instituições ainda se encontra nos estágios iniciais de maturidade.

## 4.2 Recomendações

Considerando que o nível de maturidade do setor se encontra no nível Gerido Quantitativamente ou nível 4, sugere-se que se deve focar no desenvolvimento prioritário das dimensões e subdimensões que apresentaram uma maturidade inferior ao nível global. Especificamente, as dimensões *Smart Products*, Estratégia e Organização e Clientes merecem especial atenção dado que se posicionam abaixo da média geral, deste modo, podem representar áreas críticas para o avanço da maturidade digital. A melhoria dessas dimensões permitirá uma maior integração das tecnologias e um alinhamento estratégico mais eficaz com os princípios da Indústria 4.0.

Desta forma, analisar os parâmetros que justificaram o nível de maturidade destas dimensões permite encontrar os pontos em que as instituições financeiras se devem focar.

Relativamente à dimensão *Smart Products*, a subdimensão que maior impacto negativo teve no nível de maturidade foi Desenvolvimento do Produto (SD32). É importante analisar as questões que deram origem a este resultado de forma a perceber as causas e as possíveis soluções. Relativamente à questão *R321 – Como é caracterizada a abordagem ao desenvolvimento de novos produtos financeiros?* – os resultados mostram uma distribuição diversificada entre os diferentes níveis de maturidade. A maioria das instituições considera-se "Proativa, mas dentro de uma gama limitada de produtos" (nível 3), o que revela um esforço em inovar, porém sem explorar todo o potencial que poderia ser atingido. Já 10 instituições afirmaram ter uma abordagem "Inovadora, com frequente introdução de novos produtos" (nível 4), o que indica uma orientação clara para a inovação contínua. No entanto, 12 instituições ainda se posicionam como "Reativa, baseada em tendências de mercado" ou "Conservadora, focada em produtos tradicionais" (níveis 2 e 1, respetivamente), o que pode demonstrar uma postura mais passiva face à inovação e uma dependência das tendências do mercado.

Na segunda questão, *R322 – Existe uma estratégia definida para o desenvolvimento de produtos digitais e inteligentes?* – observa-se que a maioria das respostas se encontra no nível 4, com 21 instituições afirmando possuir uma "Estratégia bem definida e em processo de implementação". No entanto, é relevante destacar que 10 instituições ainda "Têm uma estratégia, mas não é prioridade" (nível 2), o que pode limitar o progresso e a competitividade no ambiente digital.

De acordo com a revisão de literatura, o sucesso na adoção de tecnologias da Indústria 4.0, especialmente em setores como o bancário, depende fortemente de uma estratégia

bem definida e do desenvolvimento contínuo de novos produtos digitais que acompanhem as rápidas mudanças tecnológicas. Como salientado por Bandara *et al.* (2019), o desenvolvimento de produtos e serviços inteligentes é crucial para garantir que as instituições financeiras mantenham a competitividade num mercado cada vez mais digital e orientado pelos dados. A falta de uma abordagem inovadora, tal como observado em parte das respostas recolhidas, pode resultar numa perda de oportunidades de mercado, enquanto instituições mais inovadoras poderão beneficiar de uma maior eficiência operacional e de uma experiência de cliente mais personalizada.

Assim, recomenda-se que as instituições do setor que se encontram em níveis inferiores invistam no desenvolvimento de uma estratégia mais direcionada para os produtos digitais e inteligentes, com a criação de equipas dedicadas à inovação e ao desenvolvimento de produtos a par com a implementação de processos de co-criação com clientes e parcerias com outras empresas tecnológicas que permitam gerar ideias e novos produtos. Outra possível solução passa por expandir o portfólio de produtos financeiros com soluções baseadas em tecnologias como *Internet of Things* (IoT) e *Blockchain*, que podem oferecer maior transparência, segurança e automação. Estes produtos podem incluir, por exemplo os seguros inteligentes ou os *smart contracts*.

Relativamente à dimensão Estratégia e Organização existem duas questões que contribuíram com maior peso para o nível definido nesta dimensão. Relativamente à questão R111 – *Em que medida a inovação tecnológica está incorporada na estratégia do banco?* – os resultados indicam que a maioria das instituições se encontra num nível moderado de maturidade. À qual 19 instituições indicaram que a inovação tecnológica está "Parcialmente incorporada", o que sugere que, apesar de haver algum esforço em integrar a inovação nas estratégias empresariais, ainda não é total ou plenamente consolidada.

No que diz respeito à questão R122 – *Com que frequência é realizada uma revisão da estratégia de investimento em tecnologia com os objetivos da Indústria 4.0?* – o nível médio foi 3,10, demonstrando uma maturidade ligeiramente mais baixa. A maioria das respostas (19) indicou que as revisões são feitas "Anualmente", enquanto 8 instituições realizam estas revisões "A cada dois anos ou mais", o que aponta para uma periodicidade que pode ser insuficiente para acompanhar a rápida evolução das tecnologias e os desafios impostos pela Indústria 4.0. Apenas 1 instituição realiza revisões "Trimestralmente ou com maior frequência", o que sugere que, para a maioria das organizações, a revisão

estratégica não é suficientemente frequente para maximizar os benefícios da transformação digital.

Segundo a revisão de literatura, a frequência e a integração da inovação nas estratégias organizacionais são fatores críticos para garantir o sucesso na adoção de tecnologias da Indústria 4.0, a inovação tecnológica deve ser uma parte central das estratégias de longo prazo para que as organizações se mantenham competitivas num ambiente digital. A ausência de revisões frequentes e a incorporação parcial da inovação podem criar lacunas significativas no processo de transformação digital das instituições financeiras.

Para melhorar o nível de maturidade dessas subdimensões, recomenda-se que as organizações aumentem a frequência das revisões estratégicas, alinhando-as de forma mais próxima com os objetivos da Indústria 4.0, e trabalhem para integrar a inovação tecnológica de forma mais completa nas suas estratégias de negócio. Isso pode ser alcançado através da criação de ciclos de revisão mais curtos, a introdução de KPIs de inovação, a criação de *Roadmaps* tecnológicos ou através de *Benchmarking* setorial. Para promover a incorporação tecnológica na estratégia podem ser adotadas novas medidas como a implementação de programas de capacitação e *workshops* regulares sobre transformação digital para todos os níveis hierárquicos de forma a aumentar a consciencialização e a aceitação das tecnologias emergentes, promovendo uma cultura organizacional focada na inovação.

Por fim, a dimensão Clientes também se encontra abaixo do nível global de maturidade do setor. Este valor deve-se especialmente à questão *R511 – Que canais são utilizados para a prestação de serviços aos clientes?* – os resultados indicam uma distribuição relativamente equilibrada entre os diferentes canais de serviço. *Internet Banking* e *Mobile Banking* destacam-se como os canais mais utilizados, o que demonstra um foco na digitalização e na conveniência do cliente. No entanto, canais mais tradicionais, como agências físicas e caixas automáticas (ATMs), ainda desempenham um papel relevante. Canais mais inovadores e modernos, como redes sociais e *chatbots* e assistentes virtuais, ainda não estão amplamente adotados, sugerindo que as instituições bancárias não estão a explorar plenamente as oportunidades oferecidas por estes canais para melhorar a interação com os seus clientes.

No entanto, a globalização e a crescente expectativa dos clientes exigem uma constante evolução no uso de tecnologias, e a dependência excessiva de canais tradicionais como agências físicas pode ser uma barreira para a competitividade no

cenário moderno como apontado por Gouveia *et al.* (2020). Para melhorar o nível de maturidade desta subdimensão, recomenda-se que as instituições invistam na redução da dependência de agências físicas através da transformação digital de serviços presenciais. Um ponto de partida poderá passar por transformar algumas agências físicas em centros de experiência digital, onde os clientes podem aprender a utilizar os serviços digitais de forma mais eficiente. Além disso, é essencial a formação dos colaboradores desses canais, assim como o aumento da sua segurança e melhoria de acessibilidade.

Para as dimensões que já atingiram o nível de maturidade 4, é crucial manter um foco contínuo na melhoria e na otimização dos processos para alcançar o nível 5, que representa o patamar mais elevado de maturidade, ou "Otimizado". Este nível implica uma adaptação contínua e dinâmica às mudanças tecnológicas e de mercado.

Desta forma, ao consolidar uma abordagem estratégica orientada para a inovação e excelência operacional, as instituições estarão mais preparadas para superar desafios futuros e alcançar um nível de maturidade que lhes permita uma vantagem competitiva sustentável no setor.



## 5 Considerações Finais

Neste último capítulo, são expostas as conclusões que se podem retirar desta dissertação e onde se clarificam as questões de investigação inicialmente formuladas. Além disso, são discutidas as principais limitações que emergiram ao longo do estudo. Finalmente, são propostas algumas sugestões para futuras investigações, com base nos resultados obtidos e nas lacunas identificadas ao longo do processo.

### 5.1 Conclusões

Após a exposição dos resultados alcançados com este estudo, é pertinente apresentar as respostas às questões de investigação inicialmente formuladas no início desta dissertação assim como as principais conclusões a retirar.

#### *Questão 1 – Quais as componentes e características que definem a Indústria 4.0?*

A Indústria 4.0 é caracterizada pela integração de diversas tecnologias avançadas que promovem uma transformação digital abrangente em diversos setores e atividades. Com o surgimento deste conceito, em 2011 na Alemanha, o objetivo inicial era impulsionar a modernização e digitalização das fábricas, mas o impacto da Indústria 4.0 ultrapassa o setor original, abrangendo também áreas de serviços assim como o setor bancário.

As principais componentes da Indústria 4.0 incluem a integração de sistemas ciberfísicos (CPS), a *Internet of Things* (IoT), a utilização de *Big Data*, e a implementação de tecnologias como Inteligência Artificial (IA) e o *Cloud Computing*. Estas tecnologias permitem uma interligação profunda entre os sistemas físicos e digitais, proporcionando maior flexibilidade, eficiência e automatização de todos os processos produtivos.

Além disso, a Indústria 4.0 caracteriza-se pela conectividade de rede, permitindo uma maior comunicação e troca de dados em tempo real entre as diferentes máquinas, dispositivos e sistemas dentro e fora do setor. Essa conectividade possibilita uma tomada de decisão mais rápida e informada, baseada em dados gerados continuamente ao longo do processo produtivo.

Outra componente essencial é o desenvolvimento de produtos, onde os bens e serviços produzidos contêm capacidades digitais que os tornam interativos e mais eficientes. Isso resulta numa melhoria da personalização e da experiência do cliente, uma característica fundamental da Indústria 4.0.

***Questão 2 – Quais as tecnologias da Indústria 4.0 que têm sido implementadas no setor bancário e quais as suas finalidades?***

Na revisão de literatura, identificou-se que as tecnologias da Indústria 4.0, como a Inteligência Artificial (IA), *Big Data*, *Internet of Things* (IoT), *Cloud Computing*, e *Blockchain*, têm um impacto significativo no setor bancário. Cada uma destas tecnologias tem objetivos distintos, mas todas visam melhorar a eficiência operacional, reduzir custos, aumentar a segurança e proporcionar uma melhor experiência ao cliente.

Os resultados obtidos através do questionário indicam que tecnologias como a IA e *Big Data* já estão implementadas de forma significativa, especialmente em áreas como o atendimento ao cliente e a personalização de serviços. Contudo, tecnologias como o *Blockchain* e a IoT ainda estão numa fase de adoção, com algumas instituições a indicarem que têm estratégias para o seu desenvolvimento, mas que não são prioritárias. Em relação a *Cloud Computing*, as instituições financeiras estão cautelosas, principalmente devido às questões de segurança e conformidade regulatória, mas a sua utilização está a crescer.

***Questão 3 – Quais os modelos existentes da adoção da Indústria 4.0 e como se caracterizam?***

A adoção da Indústria 4.0 tem sido amplamente estudada e, para apoiar as empresas no processo de transformação digital, foram desenvolvidos diversos modelos de aferição da maturidade. Ao permitir que as empresas identifiquem o seu nível de desenvolvimento e estabeleçam um plano para otimizar a sua transição para a Indústria 4.0, estes modelos desempenham um papel fundamental no processo de digitalização.

Entre os principais modelos apresentados na literatura, destaca-se o SIMMI 4.0 (*System Integration Maturity Model Industry 4.0*), desenvolvido por Leyh *et al.* (2016). Este modelo categoriza a digitalização dos sistemas de Tecnologias e Informação das empresas em cinco níveis de maturidade, desde uma digitalização básica até uma total otimização. Avalia dimensões como a integração vertical e horizontal dos processos, bem como a utilização de tecnologias transversais. À medida que as empresas progredem nestes níveis, alcançam uma maior interligação dos seus processos internos e externos, permitindo uma melhor partilha de dados e uma automação mais avançada.

Outro modelo relevante é o proposto por Lichtblau *et al.* (2015), que, embora focado no setor da engenharia mecânica, aplica-se também a outras indústrias. Este modelo

avalia as empresas em seis níveis de maturidade, desde "*Outsider*" até "*Top Performer*", cobrindo dimensões fundamentais como a estratégia e organização, operações inteligentes, produtos inteligentes e serviços baseados em dados. As organizações que atingem os níveis mais elevados deste modelo caracterizam-se por uma elevada integração com os seus parceiros de negócios e pela capacidade de recolher e partilhar dados em tempo real de forma a otimizar processos e desenvolver novos produtos.

O modelo de Schumacher *et al.* (2016) introduz nove dimensões, permitindo uma análise mais completa do nível de maturidade da Indústria 4.0 dentro das empresas. Este modelo destaca-se pelo foco na cultura organizacional e na partilha de conhecimento, fatores críticos para garantir uma transição bem-sucedida e sustentável para etapas mais avançadas da Indústria 4.0. Com cinco níveis de maturidade, que variam desde a total ausência de práticas até à implementação completa das tecnologias da Indústria 4.0, este modelo oferece uma abordagem detalhada e pragmática para avaliar a digitalização das empresas.

Por sua vez, Gökalp *et al.* (2017) desenvolveram um modelo baseado na norma ISO/IEC 15504, centrado em cinco dimensões principais. Este modelo avalia a implementação das tecnologias da Indústria 4.0 desde a fase mais básica até à sua otimização completa, seguida de uma comparação entre as características dos vários modelos existentes.

Além destes, o CMMI (*Capability Maturity Model Integration*), inicialmente criado para o setor de desenvolvimento de *software*, também pode ser adaptado para a Indústria 4.0. Este modelo avalia a maturidade dos processos organizacionais em cinco níveis: Inicial, Gerido, Definido, Gerido Quantitativamente e Otimizado. O CMMI é amplamente utilizado devido à sua flexibilidade, permitindo uma transição gradual e controlada, onde as empresas consolidam as suas implementações antes de avançarem para níveis mais avançados de maturidade.

Assim, estes modelos de maturidade proporcionam às empresas do setor bancário, e de outros setores, uma estrutura clara para guiar a sua adoção da Indústria 4.0, ajudando-as a avaliar o seu progresso, identificar áreas de melhoria e traçar um caminho estratégico para alcançar a digitalização total.

#### ***Questão 4 - Qual o nível de adoção da Indústria 4.0 no setor bancário português?***

O nível de adoção da Indústria 4.0 no setor bancário português situa-se no nível 4, designado como Gerido Quantitativamente. Este nível reflete que as instituições

bancárias têm implementado uma abordagem estruturada e medida, utilizando indicadores e dados quantitativos para monitorizar e gerir os seus processos. A investigação revelou que há uma integração significativa de tecnologias e uma gestão sólida orientada por dados, o que demonstra progresso considerável na digitalização e automatização de processos.

No entanto, este nível também indica que as instituições ainda estão numa fase onde há espaço para melhorias. Áreas como o desenvolvimento dos produtos e a definição da estratégia e organização empresarial foram identificadas como as menos desenvolvidas, com resultados abaixo da média global de maturidade, pelo que foram apresentadas recomendações específicas para o seu desenvolvimento.

Este resultado mostra que o setor bancário português está a adotar a Indústria 4.0 de forma ativa, mas precisa de continuar a investir para atingir o seu potencial.

## 5.2 Limitações

Apesar do contributo deste estudo para a compreensão da adoção da Indústria 4.0 no setor bancário português, é necessário reconhecer algumas limitações que podem ter impactado nos resultados obtidos, tais como:

- **Limitação da Amostra** - Apesar do esforço em enviar o questionário a todas as instituições financeiras registadas no Banco de Portugal, a amostra de respostas obtidas pode não representar de forma adequada a totalidade do setor bancário português – assim existe uma limitação na generalização dos resultados e de estes poderem não refletir a realidade completa, limitando as conclusões do estudo.
- **Dimensões Avaliadas** - Embora o modelo utilizado contemple aspetos fundamentais para avaliar a adoção da Indústria 4.0, há um reconhecimento de que algumas variáveis importantes podem não ter sido exploradas de forma suficientemente profunda. Isso implica que certos fatores relevantes para a implementação e maturidade da Indústria 4.0 possam ter sido subestimados ou negligenciados.
- **Método de Cálculo dos Níveis de Maturidade** - O uso da média aritmética para calcular os níveis de maturidade das instituições pode simplificar excessivamente a análise. Essa abordagem pode mascarar variações significativas, diluindo as diferenças extremas e sugerindo uma uniformidade que talvez não corresponda à realidade do setor, resultando na dificuldade de captar nuances importantes entre

diferentes instituições, comprometendo a precisão da avaliação dos níveis de maturidade.

### **5.3 Sugestões para Futuras Investigações**

Com base nas conclusões obtidas e nas limitações identificadas neste estudo, surgem várias direções que poderão ser exploradas em futuras investigações. Uma possibilidade é aplicar outros modelos de avaliação da Indústria 4.0 ao setor bancário português. A comparação dos resultados obtidos com diferentes abordagens metodológicas poderia proporcionar uma visão mais abrangente e multidimensional do estado atual do setor, possibilitando a identificação de fatores que não foram contemplados no modelo utilizado neste estudo.

Além disso, uma análise longitudinal ao longo do tempo permitiria acompanhar a evolução do setor bancário português no que diz respeito à transformação digital, revelando tendências e padrões de adoção. Esta abordagem seria útil para prever e contribuir para o desenvolvimento futuro do setor e identificar áreas que necessitam de mais atenção.

Outra linha de investigação promissora seria a aplicação do modelo de avaliação da Indústria 4.0 noutros países da União Europeia, com o objetivo de comparar os resultados obtidos com o setor bancário português. Esta comparação poderia fornecer uma perspetiva sobre o posicionamento de Portugal no contexto europeu, destacando as áreas onde o país lidera ou necessita de mais esforços para a sua transformação digital. Compreender essas diferenças ajudaria a adaptar estratégias e políticas nacionais para fortalecer o setor bancário português em comparação com os seus pares europeus.

Adicionalmente, seria pertinente explorar em maior profundidade as barreiras enfrentadas pelas instituições financeiras na adoção da Indústria 4.0, como a falta de competências digitais, limitações tecnológicas, resistência à mudança e questões regulatórias. Investigações focadas nesses desafios poderiam fornecer *insights* valiosos para a criação de estratégias que facilitem a transformação digital de forma mais eficaz.

Explorar estas direções de investigação permitirá não apenas um conhecimento mais profundo sobre a adoção da Indústria 4.0 no setor bancário português, mas também o desenvolvimento de estratégias mais eficazes para promover a inovação e a competitividade do setor a nível nacional e internacional.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almarri, S., & Bouras, A. (2022). AI-Based Analysis for Industry 4.0 Maturity Models – A Systematic Review and Bibliometric Analysis. In Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Istanbul, Turkey, March 7-10, 2022. Alfaisal University, Department of Industrial Engineering, Riyadh 12714, Saudi Arabia.
- Balakrishna, S., Arulkumar, V., Srihari, M., & Rohith, C. (2023). Usage of Machine Learning and Artificial Intelligence in Industry 4.0 and Banking Sector. In 2023 5th International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT). <https://doi.org/10.1109/ICSSIT55814.2023.10060952>
- Bandara, O., Vidanagamachchi, K., & Wickramarachchi, R. (2019). A Model for Assessing Maturity of Industry 4.0 in the Banking Sector. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Bangkok, Thailand, March 5-7. [https://www.researchgate.net/publication/335421711\\_A\\_Model\\_for\\_Assessing\\_Maturity\\_of\\_Industry\\_40\\_in\\_the\\_Banking\\_Sector](https://www.researchgate.net/publication/335421711_A_Model_for_Assessing_Maturity_of_Industry_40_in_the_Banking_Sector)
- Becker, J., Knackstedt, R., & Pöppelbuß, J. (n.d.). Developing Maturity Models for IT Management: A Procedure Model and its Application. Business & Information Systems Engineering.
- Cabrita, M. R., & Santos, J. (2016). Lean Banking: Application of lean concepts and tools to the banking industry. [https://www.researchgate.net/publication/308294242\\_Lean\\_Banking\\_Application\\_of\\_lean\\_concepts\\_and\\_tools\\_to\\_the\\_banking\\_industry](https://www.researchgate.net/publication/308294242_Lean_Banking_Application_of_lean_concepts_and_tools_to_the_banking_industry)
- Campbell, K. S., & Swisher, V. (2023). A Maturity Model for Content Strategy Development and Technical Communicator Leadership. Journal of Technical Writing and Communication, 53(4), 286-309. <https://doi.org/10.1177/00472816231171863>
- Carroll, N., & Helfert, M. (2015). Service Capabilities within Open Innovation - Revisiting the Applicability of Capability Maturity Models. Journal of Enterprise Information Management. 28. <https://dx.doi.org/10.1108/JEIM-10-2013-0078>

- Coutinho, M. R. (2020). Proposta de modelo de avaliação da maturidade na gestão de fornecedores: O caso da Albicerca (Master's thesis, ISCTE Business School).
- Cusick, J. J. (2019). A Survey of Maturity Models from Nolan to DevOps and Their Applications in Process Improvement. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1907.01878>
- Deloitte. (2014). Industry 4.0: Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. Deloitte. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>
- Deloitte. (2018). Digital Maturity Model: Achieving digital maturity to drive growth [PowerPoint slides]. Deloitte.
- El-Gohary, H., Thayaseelan, A., Babatunde, S., & El-Gohary, S. (2021). An Exploratory Study on the Effect of Artificial Intelligence-Enabled Technology on Customer Experiences in the Banking Sector. *Journal of Technological Advancements*. <http://doi.org/10.4018/JTA.20210101.oa1>
- Foegen, M., & Richter, J. (2003, October 8). CMM, CMMI and ISO 15504 (SPICE): Bruk av modenhetmodeller under programvareutvikling, er det nøkkelen til suksess? [PowerPoint slides]. Den Norske Dataforening.
- Geissbauer, R., Vedso, J., & Schrauf, S. (2016). Industry 4.0: Building the digital enterprise. <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>
- Gökalp, E., Sener, U., & Eren, P. (2017). Development of an Assessment Model for Industry 4.0: Industry 4.0-MM. In *Lecture Notes in Management and Industrial Engineering* (pp. 128-142). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-67383-7\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-67383-7_10)
- Gouveia, L., Perun, M., & Daradkeh, Y. I. (2020). Digital transformation and customers services: the banking revolution. *International Journal of Open Information Technologies*, 8(7), 124-128.
- Hammoud, J., Bizri, R. M., & El Baba, I. (2018). The Impact of E-Banking Service Quality on Customer Satisfaction: Evidence From the Lebanese Banking Sector. *SAGE Open*, 8(3). <https://doi.org/10.1177/2158244018790633>

- Hasan, M., Hoque, A., & Le, T. (2023). Big Data-Driven Banking Operations: Opportunities, Challenges, and Data Security Perspectives. *FinTech*, 2(3). <http://dx.doi.org/10.3390/fintech2030028>
- Indriasari, E., Gaol, F. L., & Matsuo, T. (2019). Digital Banking Transformation: Application of Artificial Intelligence and Big Data Analytics for Leveraging Customer Experience in the Indonesia Banking Sector. 2019 10th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI). <https://doi.org/10.1109/IIAI-AAI.2019.00175>
- Ivanov, D., Tang, C. S., Dolgui, A., Battini, D., & Das, A. (2020). Researchers' perspectives on Industry 4.0: multi-disciplinary analysis and opportunities for operations management. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2055-2078. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1798035>
- Jena, A., & Patel, S. K. (2022). Analysis and evaluation of Indian industrial system requirements and barriers affect during implementation of Industry 4.0 technologies. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 120, 2109–2133. <https://doi.org/10.1007/s00170-022-08821-0>
- Kucińska-Landwójtowicz, Aneta & Czabak-Górska, Izabela & Domingues, Pedro & Sampaio, Paulo & Ferradaz, Carolina. (2023). Organizational maturity models: the leading research fields and opportunities for further studies. *International Journal of Quality & Reliability Management*. <http://dx.doi.org/10.1108/IJQRM-12-2022-0360>
- Le, T. T. H., Le, T. D., Tran, T. D., Duong, Q. N., Dao, L. K. O., & Do, T. T. N. (2021). Banking Sector Depth and Economic Growth: Empirical Evidence from Vietnam. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(3), 751–761. <https://doi.org/10.13106/JAFEB.2021.VOL8.NO3.0751>
- Leyh, C., Bley, K., Schäffer, T., & Forstenhäusler, S. (2016). SIMMI 4.0 - A maturity model for classifying the enterprise-wide IT and software landscape focusing on Industry 4.0. In 2016 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS). Gdansk, Poland.

- Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., Schmitt, K., Schmitz, E., & Schröter, M. (2015). *Impuls-Industrie 4.0-Readiness*. Impuls-Stiftung des VDMA, Aachen-Köln.
- Looy, A. V. (2014). *Business process maturity - A Comparative Study on a Sample of Business Process Maturity Models*. Springer International Publishing.
- Maresova, P., Soukal, I., Svobodova, L., Hedvicakova, M., Javanmardi, E., Selamat, A., & Krejcar, O. (2018). Consequences of Industry 4.0 in Business and Economics. *Economies*, 6(3), 46. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/economies6030046>
- Mekinić, B. (2019). The impact of industry 4.0 on the transformation of the banking sector. *Journal of Contemporary Economics*, (1). <https://doi.org/10.7251/JOCE1901006M>
- Mohamed, M. (2018). Challenges and Benefits of Industry 4.0: an overview. *International Journal of Supply and Operations Management*, 5(3), 256-265. <https://dx.doi.org/10.22034/2018.3.7>
- Oliveira, R. C., Nâas, I. de A., & Garcia, S. (2022). Fashion Industry 4.0: A Bibliometric Review in the Fashion Industry. *Research, Society and Development*, 11(12). <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i12.34203>
- Pogăciaș, C., & Dovleac, R. (2021). Implementation and impact of Industry 4.0 and Quality 4.0 in the banking sector. *MATEC Web of Conferences*. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202134209008>
- Putra, M. P. (2021). An Analysis of Big Data Analytics, IoT and Augmented Banking on Consumer Loan Banking Business in Germany. *Journal of Research on Business and Tourism*. <https://doi.org/10.37535/104001120212>
- Rana, M. E., Yik, T. M., & Hameed, V. A. (2023). Cloud Computing Adoption in the Banking Sector: A Comparative Analysis of Three Major CSPs. 2023 IEEE 6th International Conference on Big Data and Artificial Intelligence. <https://doi.org/10.1109/BDIAI59165.2023.10256870>
- Sadeem, A., & Bouras, A. (2023). AI-Based Analysis for Industry 4.0 Maturity Models – A Systematic Review and Bibliometric Analysis. *Proceedings of the International*

- Conference on Industrial Engineering and Operations Management.  
<https://doi.org/10.46254/an12.20220417>
- Saidat, Z., Silva, M., Al-Daboubi, D., AL-Naimi, A. A., & Aldomy, R. (2022). How can Blockchain Revolutionize the Jordanian Banking Sector? Journal of Southwest Jiaotong University.
- Santos, R. C., & Martinho, J. (2019). An Industry 4.0 maturity model proposal. Journal of Manufacturing Technology Management. <https://dx.doi.org/10.1108/jmtm-09-2018-0284>
- Sari, T. (2022). The Relationship Between the Implementation Levels of Industry 4.0 Technologies and Advanced Manufacturing Technologies. Management and Production Engineering Review, 13(3), 52-60.  
<https://doi.org/10.24425/mper.2022.142382>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>
- Sharkov, G., & Stoeva, M. (2023). Introducing Software Quality Maturity Models in Software Engineering Education and Small Organizations.  
<https://dx.doi.org/10.1177/00472816231171863>
- Tayal, P., Rastogi, N., Ahuja, T. K., Tyagi, S., Joshi, K., & Mohialden, Y. M. (2022). Impact of AI on the Banking Industry 4.0. In 2022 7th International Conference on Computing, Communication and Security (ICCCS). Seoul, Korea, Republic of.  
<https://doi.org/10.1109/ICCCS55188.2022.10079399>
- Trinkenreich, B., Santos, G., & Barcellos, M. P. (2015). Metrics to support IT service maturity models - A systematic mapping study. Proceedings of the 17th International Conference on Enterprise Information Systems - Volume 1.  
<https://www.scitepress.org/Link.aspx?doi=10.5220%2F0005376003300337>
- Vijayashree, M. C. (2022). Recent Trends, Major Opportunities and Challenges of Digital Banking in Indian Context. International Journal of Research Publication and Reviews, 3(10). <https://doi.org/10.55248/gengpi.2022.3.10.9>

- Vuksanović Herceg, I., Kuč, V., Mijušković, V. M., & Herceg, T. (2020). Challenges and Driving Forces for Industry 4.0 Implementation. *Sustainability*, 12(10), 4208. <http://dx.doi.org/10.3390/su12104208>
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>
- Zutin, G. C., Barbosa, G. F., de Barros, P. C., *et al.* (2022). Readiness levels of Industry 4.0 technologies applied to aircraft manufacturing—a review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. <https://doi.org/10.1007/s00170-022-08769-1>

## ANEXOS

### Anexo A – Questionário por nível de Avaliação de Maturidade

Dimensão	Subdimensão	Questões	Número de Respostas/Nível de Maturidade
Estratégia e Organização (D1)	Gestão da tecnologia e Inovação (SD11)	Em que medida a inovação tecnológica está incorporada na estratégia do banco? (R111)	
		Não está incorporada	1
		Parcialmente incorporada	2 e 3
		Largamente incorporada	4
		Totalmente incorporada	5
		Não sei/não aplicável	N/A
		Qual é a frequência de parcerias do banco com fintechs ou instituições de pesquisa para inovação tecnológica? (R112)	
		Nunca	1
		Raramente	2
		Ocasionalmente	3
	Frequentemente	4	
	Muito frequentemente	5	
	Investimento relacionado com a Indústria 4.0 (SD12)	Qual a percentagem do orçamento anual alocado para o investimento em novas tecnologias? (R121)	
		Menos de 5%	1
		5% - 10%	2 e 3
		11% - 20%	4
		Mais de 20%	5
		Não sei/não aplicável	N/A
		Com que frequência é realizada uma revisão da estratégia de investimento em tecnologia com os objetivos da Indústria 4.0? (R122)	
		Nunca	1
A cada dois anos ou mais		2	
Anualmente		3	
Semestralmente	4		
Trimestralmente ou com maior frequência	5		
Não sei/não aplicável	N/A		

Operações (D2)	Partilha de informação interna e externa (SD21)	Qual a percentagem de processos operacionais que integram sistemas de partilha de informação em tempo real? (R211)		
		Menos de 25%	1 e 2	
		25% - 50%	3	
		51% - 75%	4	
		Mais de 75%	5	
		Não sei/não aplicável	N/A	
		Possui canais estabelecidos para a partilha de informação com outras instituições financeiras ou entidades reguladoras? (R212)		
		Não possui	1	
		Possui, mas não são regularmente utilizados	2	
		Possui e são ocasionalmente utilizados	3 e 4	
		Possui e são regularmente utilizados	5	
		Não sei/não aplicável	N/A	
		De que forma é utilizada a partilha de informação para melhorar a experiência do cliente? (Recolha de dados;CRM...) (R213)		
		Não utilizamos	1	
		Utilizamos de forma limitada para algumas operações	2 e 3	
	Utilizamos de forma moderada para a maioria das operações	4		
	Utilizamos de forma ampla em todas as operações	5		
	Não sei/não aplicável	N/A		
	Automatização de Processos (SD22)	Quais das seguintes tecnologias são primariamente utilizadas para automatizar os processos? (Pode selecionar várias opções) (R221) O nível de maturidade depende do número de opções selecionadas		
		Não utilizamos tecnologias de automatização	0	1 e 2
		<i>Robotic Process Automation (RPA)</i>	1	3
		Inteligência Artificial (IA)	2	4
		<i>Machine Learning (ML)</i>	3	5
		Não sei/não aplicável	N/A	
	Segurança digital (SD23)	Com que frequência são realizadas auditorias de segurança digital? (R231)		
		Nunca	1	
		Menos de uma vez por ano	2	
		Anualmente	3	
		Semestralmente	4	
		Trimestralmente ou com mais frequência	5	
		Não sei/não aplicável	N/A	
		Que medidas de segurança digital estão implementadas? (Pode selecionar várias opções) (R232) O nível de maturidade depende do número de opções selecionadas		
<i>Firewalls</i> avançados		1	1	
Deteção e prevenção de intrusões		2	1	
Autenticação multifatorial		3	2	
Criptografia de dados		4	3	
Monitorização de segurança em tempo real		5	4	
Resposta automática a incidentes	6	5		
Não sei/não aplicável	N/A			

Smart Products (D3)	Recolha de dados ao longo do processo de produção (SD31)	Como se descreve a capacidade de recolher dados ao longo do processo de produção de serviços? (R311)	
		Não recolhemos dados	1
		Recolha de dados é mínima e não estruturada	2
		Recolha de dados é moderada e parcialmente estruturada	3
		Recolha de dados é avançada e estruturada	4
		Recolha de dados é otimizada e totalmente integrada	5
		Não sei/não aplicável	N/A
		Existem mecanismos de <i>feedback</i> integrados que permitem a atualização contínua de produtos e serviços com base nos dados recolhidos? (R312)	
		Não existem mecanismos de <i>feedback</i>	1
		Mecanismos de <i>feedback</i> existem, mas não são utilizados efetivamente	2 e 3
		Mecanismos de <i>feedback</i> são ocasionalmente utilizados	4
		Mecanismos de <i>feedback</i> são regularmente utilizados	5
		Não sei/não aplicável	N/A
		Desenvolvimento do produto (SD32)	Como é caracterizada a abordagem ao desenvolvimento de novos produtos financeiros? (R321)
	Reativa, baseada em tendências do mercado		2
	Conservadora, focada em produtos tradicionais		1
	Proativa, mas dentro de uma gama limitada de produtos		3
	Inovadora, com frequente introdução de novos produtos		4
	Pioneira, na vanguarda da inovação de produtos		5
	Não sei/não aplicável		N/A
	Existe uma estratégia definida para o desenvolvimento de produtos digitais e inteligentes? (R322)		
	Não temos uma estratégia definida		1
	Temos uma estratégia, mas não é prioridade		2
Estratégia em fase inicial de implementação	3		
Estratégia bem definida e em processo de implementação	4		
Estratégia integrada e totalmente operacional	5		
Não sei/não aplicável	N/A		

Tecnologia (D4)	Utilização de dados (SD41)	Como pode ser classificada a capacidade de utilizar dados para a tomada de decisões estratégicas? (R411)	
		Não utilizamos dados para este fim	1
		Utilização muito limitada e não sistemática	2
		Utilização ocasional com algum impacto nas decisões	3
		Utilização regular e estruturada	4
		Utilização avançada e integral na tomada de decisões	5
		Não sei/não aplicável	N/A
		Como são integrados os dados externos na estratégia de dados do banco? (R412)	
		Não estão integrados	1
		Integração mínima	2
	Integração moderada	3	
	Integração elevada	4	
	Integração completa e fluida entre sistemas	5	
	Não sei/não aplicável	N/A	
	Sistemas de Tecnologias de Informação (SD42)	Quais das seguintes tecnologias são utilizadas nos sistemas de Tecnologia e Informação? (Pode seleccionar várias opções) (R421) O nível de maturidade depende do número de opções seleccionadas	
		<i>Cloud Computing</i>	1 1
		<i>Big Data Analytics</i>	2 1
		Inteligência Artificial	3 2
		<i>Machine Learning</i>	4 3
		<i>Blockchain</i>	5 4
<i>Internet of Things (IoT)</i>		6 5	
Não sei/não aplicável		N/A	
Como é assegurada a actualização e manutenção de tecnologias emergentes nos sistemas de Tecnologias e Informação? (R422)			
Sem um processo definido		1	
Através de revisões anuais	2 e 3		
Por meio de parcerias com fornecedores tecnológicos	4		
Com uma equipa interna dedicada à inovação tecnológica	5		
Não sei/não aplicável	N/A		

Clientes (D5)	Prestação de serviços (SD51)	Que canais são utilizados para a prestação de serviços aos clientes? (Pode selecionar várias opções) (R511) O nível de maturidade depende do número de opções selecionadas	
		Agências físicas	1
		Caixas automáticas (ATMs)	2
		Internet <i>banking</i>	3
		Redes sociais	3
		Mobile <i>banking</i> (aplicações móveis)	4
		<i>Chatbots</i> e assistentes virtuais	5
		Não sei/não aplicável	N/A
		O <i>feedback</i> dos clientes é utilizado para melhorar a prestação de serviços? (R512)	
		Não utilizamos <i>feedback</i> dos clientes	1 e 2
		Ocasionalmente	3
		É realizada uma análise sistemática do <i>feedback</i> para melhorias contínuas	4
	Sim, através de Co-criação de serviços com clientes	5	
	Não sei/não aplicável	N/A	
	Customização dos produtos (SD52)	Qual o nível de personalização dos serviços oferecidos aos clientes? (R521)	
Serviços genéricos, sem personalização		1	
Personalização básica, com base em segmentação de clientes		2 e 3	
Personalização avançada, com base em comportamento e preferências individuais		4	
Personalização total, com serviços únicos para cada cliente		5	
Não sei/não aplicável		N/A	
Cultura (D6)	Investimento em desenvolvimento das competências (SD61)	Existe um orçamento dedicado para o desenvolvimento de competências dos colaboradores? (R611)	
		Não existe	1
		Sim, mas é limitado e raramente utilizado	2
		Sim, adequado para as necessidades atuais	3 e 4
		Sim, promovendo amplas oportunidades de formação	5
		Não sei/não aplicável	
		Existem incentivos e apoio à aprendizagem contínua e ao desenvolvimento de competências fora do ambiente de trabalho? (R612)	
		Não existem incentivos nem apoios	1
		Incentivo informal, sem apoio estruturado	2
		Apoio financeiro ou de tempo para formações externas	3 e 4
		Parcerias com instituições de ensino para formações contínuas	5
		Não sei/não aplicável	N/A

## Anexo B – Questionário

Este questionário destina-se a avaliar o nível de maturidade da adoção das tecnologias da Indústria 4.0 nos processos das Instituições Financeiras registadas no Banco de Portugal, no âmbito do Mestrado de Gestão do ISCTE Business School.

Este estudo permitirá a criação de um modelo de avaliação que ajudará as instituições a mapear o seu progresso e planear futuras implementações tecnológicas. A análise examinará diferentes dimensões das atividades das instituições para criar o modelo.

Todos os dados recolhidos serão tratados de forma anónima e confidencial, sendo utilizados exclusivamente para fins de pesquisa académica e análise estatística. Nenhuma informação individual será divulgada, garantindo a privacidade das instituições participantes.

Estima-se que o preenchimento do questionário demore aproximadamente entre 5 a 10 minutos.

Para quaisquer esclarecimentos adicionais ou para fornecer *feedback* diretamente ao investigador, por favor, não hesite em contactar-nos através do email: [tahbs@iscte-iul.pt](mailto:tahbs@iscte-iul.pt)

### Estratégia e Organização

#### Gestão da tecnologia e Inovação

Em que medida a inovação tecnológica está incorporada na estratégia do banco?

- Totalmente incorporada
- Largamente incorporada
- Parcialmente incorporada
- Não está incorporada
- Não sei/não aplicável

Qual é a frequência de parcerias do banco com fintechs ou instituições de pesquisa para inovação tecnológica?

- Muito frequentemente
- Frequentemente
- Ocasionalmente
- Raramente
- Nunca

Investimento relacionado com a Indústria 4.0

Qual a percentagem do orçamento anual alocado para o investimento em novas tecnologias?

- Mais de 20%
- 11% - 20%
- 5% - 10%
- Menos de 5%
- Não sei/não aplicável

---

Com que frequência é realizada uma revisão da estratégia de investimento em tecnologia com os objetivos da Indústria 4.0?

- Trimestralmente ou com maior frequência
- Semestralmente
- Anualmente
- A cada dois anos ou mais
- Nunca

## Operações

### Partilha de Informação Interna e Externa

---

Qual a percentagem de processos operacionais que integram sistemas de partilha de informação em tempo real?

- Mais de 75%
- 51% - 75%
- 25% - 50%
- Menos de 25%
- Não sei/não aplicável

Possui canais estabelecidos para a partilha de informação com outras instituições financeiras ou entidades reguladoras?

- Possui e são regularmente utilizados
- Possui e são ocasionalmente utilizados
- Possui, mas não são regularmente utilizados
- Não possui
- Não sei/não aplicável

De que forma é utilizada a partilha de informação para melhorar a experiência do cliente? (Ex: Recolha de dados; CRM...)

- Utilizamos de forma ampla em todas as operações
- Utilizamos de forma moderada para a maioria das operações
- Utilizamos de forma limitada para algumas operações
- Não utilizamos
- Não sei/não aplicável

## Automatização de Processos

---

Quais das seguintes tecnologias são primariamente utilizadas para automatizar os processos? (Pode selecionar várias opções)

- Não utilizamos tecnologias de automatização
- Robotic Process Automation (RPA)
- Inteligência Artificial (IA)
- Machine Learning (ML)
- Não sei/não aplicável

## Segurança Digital

---

Com que frequência são realizadas auditorias de segurança digital?

- Trimestralmente ou com mais frequência
- Semestralmente
- Anualmente
- Menos de uma vez por ano
- Nunca
- Não sei/não aplicável

Que medidas de segurança digital estão implementadas? (Pode seleccionar várias opções)

- Firewalls avançados
- Deteção e prevenção de intrusões
- Autenticação multifatorial
- Criptografia de dados
- Monitorização de segurança em tempo real
- Resposta automática a incidentes
- Não sei/não aplicável

## Smart Products

Recolha de dados ao longo do processo de produção

Como se descreve a capacidade de recolher dados ao longo do processo de produção de serviços?

- Recolha de dados é otimizada e totalmente integrada
- Recolha de dados é avançada e estruturada
- Recolha de dados é moderada e parcialmente estruturada
- Recolha de dados é mínima e não estruturada
- Não recolhemos dados
- Não sei/não aplicável

Existem mecanismos de feedback integrados que permitem a atualização contínua de produtos e serviços com base nos dados recolhidos?

- Mecanismos de feedback são regularmente utilizados
- Mecanismos de feedback são ocasionalmente utilizados
- Mecanismos de feedback existem, mas não são utilizados efetivamente
- Não existem mecanismos de feedback
- Não sei/não aplicável

Desenvolvimento dos produtos

---

Como é caracterizada a abordagem ao desenvolvimento de novos produtos financeiros?

- Pioneira, na vanguarda da inovação de produtos
- Inovadora, com frequente introdução de novos produtos
- Proativa, mas dentro de uma gama limitada de produtos
- Conservadora, focada em produtos tradicionais
- Reativa, baseada em tendências do mercado
- Não sei/não aplicável

Existe uma estratégia definida para o desenvolvimento de produtos digitais e inteligentes?

- Estratégia integrada e totalmente operacional
- Estratégia bem definida e em processo de implementação
- Estratégia em fase inicial de implementação
- Temos uma estratégia mas não é prioridade
- Não temos uma estratégia definida

## Tecnologia

### Utilização de Dados

Como pode ser classificada a capacidade de utilizar dados para a tomada de decisões estratégicas?

- Utilização avançada e integral na tomada de decisões
- Utilização regular e estruturada
- Utilização ocasional com algum impacto nas decisões
- Utilização muito limitada e não sistemática
- Não utilizamos dados para este fim
- Não sei/não aplicável

Como são integrados os dados externos na estratégia de dados do banco?

- Integração completa e fluida entre sistemas
- Integração elevada
- Integração moderada
- Integração mínima
- Não estão integrados
- Não sei/não aplicável

---

## Sistemas de Tecnologias de Informação

---

Quais das seguintes tecnologias são utilizadas nos sistemas de Tecnologia e Informação? (Pode selecionar várias opções)

- Cloud Computing
- Big Data Analytics
- Inteligência Artificial
- Machine Learning
- Blockchain
- Internet of Things
- Não sei/não aplicável

Como é assegurada a atualização e manutenção de tecnologias emergentes nos sistemas de Tecnologias e Informação?

- Com uma equipa interna dedicada à inovação tecnológica
- Por meio de parcerias com fornecedores tecnológicos
- Através de revisões anuais
- Sem um processo definido
- Não sei/não aplicável

## Cientes

### Prestação de Serviços

Que canais são utilizados para a prestação de serviços aos clientes? (Pode selecionar várias opções)

- Agências físicas
- Caixas automáticas (ATMs)
- Internet banking
- Mobile banking (aplicações móveis)
- Chatbots e assistentes virtuais
- Redes sociais
- Não sei/não aplicável

O feedback dos clientes é utilizado para melhorar a prestação de serviços?

- Sim, através de Co-criação de serviços com clientes
- É realizada uma análise sistemática do feedback para melhorias contínuas
- Ocasionalmente
- Não utilizamos feedback dos clientes
- Não sei/não aplicável

O feedback dos clientes é utilizado para melhorar a prestação de serviços?

- Sim, através de Co-criação de serviços com clientes
- É realizada uma análise sistemática do feedback para melhorias contínuas
- Ocasionalmente
- Não utilizamos feedback dos clientes
- Não sei/não aplicável

---

## Customização de Produtos

---

Qual o nível de personalização dos serviços oferecidos aos clientes?

- Personalização total, com serviços únicos para cada cliente
- Personalização avançada, com base em comportamento e preferências individuais
- Personalização básica, com base em segmentação de clientes
- Serviços genéricos, sem personalização
- Não sei/não aplicável

## Cultura

Investimento em desenvolvimento das competências

---

Existe um orçamento dedicado para o desenvolvimento de competências dos colaboradores?

- Sim, e é generoso, promovendo amplas oportunidades de formação
- Sim, adequado para as necessidades atuais
- Sim, mas é limitado e raramente utilizado
- Não existe
- Não sei/não aplicável

Existem incentivos e apoio à aprendizagem contínua e ao desenvolvimento de competências fora do ambiente de trabalho?

- Parcerias com instituições de ensino para formações contínuas
- Apoio financeiro ou de tempo para formações externas
- Incentivo informal, sem apoio estruturado
- Não existem incentivos nem apoios
- Não sei/não aplicável