

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS

MODELO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE PARA O BANKING 4.0: PROPOSTA E
APLICAÇÃO EM UM BANCO BRASILEIRO

SÉFORA MARIA NUNES SOARES

JOÃO PESSOA
2023

SÉFORA MARIA NUNES SOARES

**MODELO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE PARA O BANKING 4.0: PROPOSTA E
APLICAÇÃO EM UM BANCO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientadora: Prof.^a Cláudia Fabiana Gohr
Co-orientador: Prof. Luciano Costa Santos

JOÃO PESSOA

2023

S676m Soares, Séfora Maria Nunes.

Modelo de avaliação da maturidade para o banking 4.0
: proposta e aplicação em um banco brasileiro / Séfora
Maria Nunes Soares. - João Pessoa, 2023.
185 f. : il.

Orientação: Cláudia Fabiana Gohr.
Coorientação: Luciano Costa Santos.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

1. Indústria 4.0. 2. Banking 4.0. 3. Modelo de
avaliação. I. Gohr, Cláudia Fabiana. II. Santos,
Luciano Costa. III. Título.

UFPB/BC

CDU 004.896(043)

MODELO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE PARA O BANKING 4.0:
PROPOSTA E APLICAÇÃO EM UM BANCO BRASILEIRO

SÉFORA MARIA NUNES SOARES

Esta Dissertação foi julgada e aprovada em sua forma final para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal da Paraíba.

João Pessoa, 29 de Agosto de 2023

Prof.^a Cláudia Fabiana Gohr, Doutora
(Orientadora)
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Luciano Costa Santos, Doutor
(Co-orientador)
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Luciano Carlos Azevedo Costa, Doutor
(Examinador interno)
Universidade Federal da Paraíba

JAMERSON VIEGAS QUEIROZ
SIAPE 017142504

Prof. Jamerson Viegas Queiroz, Doutor
(Examinador externo)
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

À Mariana, por ser luz no meu caminho.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me fortalecer na caminhada até aqui.

Agradeço ao meu esposo Ismael Soares por estar ao meu lado todos os dias nos últimos 15 anos, me incentivando e apoiando os meus projetos.

À minha mãe, Dona Rosário, por cuidar de mim e da nossa família e, dentro da sua sabedoria, me incentivar a alcançar os meus objetivos.

Aos membros da família Nunes que torcem, apoiam e rezam pelas minhas vitórias com o amor que nossa matriarca Angélica Nunes (*in memoriam*) nos ensinou.

Ao meu avô Joaquim Nunes (*in memoriam*) que, na sua simplicidade, me mostrou que o caminho para dias melhores é através de estudo e dedicação.

Aos amigos e amigas que estão ao meu lado vibrando em cada vitória e me fortalecendo para ultrapassar os obstáculos que surgiram em minha vida.

Às amigas de jornada neste mestrado Irla Maria, Irlanda Mayra e Maria Clara Batista pelo apoio nos momentos difíceis e empatia nas conquistas.

Agradeço a Prof. ^a Cláudia Gohr por ter me orientado mais uma vez na minha jornada acadêmica com dedicação e atenção de quem faz com amor seu trabalho.

Agradeço também ao Prof. Luciano Costa pela co-orientação, pelos ensinamentos e por acreditar que toda essa pesquisa, com seus desafios, iria dar certo.

Ao Prof. Luciano Costa, amigo de longa data, minha gratidão por ter me incentivado a não desistir de iniciar este Mestrado e por estar ao meu lado nesse caminho.

Ao Prof. Jamerson Viegas pela disponibilidade em avaliar esta dissertação e contribuir com sua experiência para melhoria da pesquisa.

Aos professores do PPGEPS que colaboraram para minha formação me inspirando na vida acadêmica.

À empresa objeto de estudo e seus funcionários que participaram demonstrando comprometimento com a Instituição ao colaborar com uma pesquisa que se propõe a trazer reflexões por melhores resultados.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de forma indireta ou direta para que eu pudesse chegar até aqui.

“The only way you stay relevant in this world is by creating experiences purpose-built for that world”

Brett King, *Bank.4.0*.

RESUMO

As inovações tecnológicas recentes estão transformando a forma de produzir e de consumir. As relações com os clientes estão mais próximas uma vez que a conectividade e o acesso à informação aumentaram o nível de exigência por produtos e serviços personalizados. Essas mudanças radicais permearam todos os setores da sociedade sendo associada ao conceito alemão de Indústria 4.0 (I4.0) atrelado a uma relação conceitual com a 4ª Revolução Industrial. Com o setor bancário não foi diferente a digitalização do atendimento, oferta ativa e análise de perfil de consumo são exemplos de práticas do chamado Banking 4.0 (B4.0). Nesse cenário, esta pesquisa tem como principal objetivo desenvolver um modelo de maturidade para a implementação do Banking 4.0. A partir de uma revisão sistemática da literatura (RSL) foram identificadas 16 tecnologias dentre *e-commerce*, *fintechs* e *open-banking*, por exemplo, e práticas que estavam atreladas à utilização destas tecnologias e pouco associadas à I4.0. Também, a partir de uma RSL, verificou-se que os Modelos de Avaliação da Maturidade (MM) são ferramentas validadas no contexto da mensuração do grau de implementação da I4.0 no setor manufatureiro podendo ser adaptado para qualquer contexto. Geralmente os MM consistem em uma sequência de níveis de maturidade que representam um caminho de evolução sendo os objetos de análise avaliados em diversas dimensões conceituais de acordo com seu contexto de aplicação. Através desta RSL elencou-se as principais dimensões e níveis encontrados na literatura para a manufatura e que, de forma adaptativa, embasaram a formulação do MM para o B4.0. Assim, após compreender as particularidades do B4.0 e as dimensões e níveis de um MM, foi possível elaborar uma proposta inicial de um MM para o B4.0, com 5 dimensões, 4 níveis e 42 itens de maturidade. Este modelo foi avaliado por especialistas no tema gerando um refinamento do modelo. Com esta ferramenta melhorada foi realizado um estudo de caso em uma Banco Brasileiro a fim de validar o modelo proposto. Os entrevistados puderam avaliar o grau de importância dos itens de maturidade e o desempenho do Banco gerando dados para obtenção da Maturidade Global da Instituição. Ao final, foi possível afirmar que o modelo tem aderência para aplicação em Bancos visto que os entrevistados avaliaram positivamente a proposta conseguindo identificar o desempenho da instituição dentro dos itens de maturidade e sugerindo melhorias no modelo. A pesquisa contribui com a teoria por ter caráter pioneiro na formulação de um MM para o B4.0, com modelo avaliado por especialistas, como também, contribui com as instituições financeiras na avaliação holística de implementação do B4.0 em prol de melhores performances de resultado.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Banking 4.0. Modelo de Avaliação da Maturidade.

ABSTRACT

Recent technological innovations are changing the way we produce and consume. Relationships with customers are closer as connectivity and access to information have increased the level of demand for personalized products and services. These radical changes permeated all sectors of society and were associated with the German concept of Industry 4.0 (I4.0) linked to a conceptual relationship with the 4th Industrial Revolution. With the banking sector it was no different from the digitalization of service, active offer and consumption profile analysis are examples of practices of the so-called Banking 4.0 (B4.0). In this scenario, this research's main objective is to develop a maturity model for the implementation of Banking 4.0. From a systematic literature review (RSL), 16 technologies were identified, including e-commerce, fintechs and open-banking, for example, and practices that were linked to the use of these technologies and little associated with I4.0. Furthermore, from an RSL, we provide that Maturity Assessment Models (MM) are validated tools in the context of measuring the degree of implementation of I4.0 in the manufacturing sector, and can be adapted to any context. Generally, MMs consist of a sequence of maturity levels that represent a path of evolution, with the objects of analysis being evaluated in several conceptual dimensions according to their application context. Through this RSL, we list the main dimensions and levels found in the literature for manufacturing and which, in an adaptive way, supported the formulation of the MM for B4.0. Thus, after understanding the particularities of B4.0 and the dimensions and levels of an MM, it was possible to prepare an initial proposal for an MM for B4.0, with 5 dimensions, 4 levels and 42 maturity items. This model was evaluated by experts on the subject, resulting in a refinement of the model. With this improved tool, a case study was carried out in a Brazilian Bank in order to validate the proposed model. Respondents were able to assess the degree of importance of maturity items and the Bank's performance, generating data to obtain the Institution's Global Maturity. In the end, it was possible to affirm that the model is suitable for application in Banks as the interviewees positively evaluated the proposal, managing to identify the institution's performance within the maturity items and suggesting improvements to the model. The research contributes to the theory by having a pioneering nature in the formulation of a MM for B4.0, with a model evaluated by experts, as well as contributing to financial institutions in the holistic evaluation of the implementation of B4.0 in favor of better performance of result.

Keywords: Industry 4.0. Banking 4.0. Assessment Maturity Model.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ILUSTRAÇÕES PARTE I: CAPÍTULO INTEGRATIVO

Figura 1: Fases da pesquisa	19
-----------------------------	----

ILUSTRAÇÕES PARTE 2 – ARTIGOS NA ÍNTEGRA

ARTIGO 1

Figuras

Figura 1. Etapas e estágios da RSL	51
Figura 2a: Quantidade de artigo por ano	53
Figura 2b: Quantidade de artigos por categoria de método	53
Figura 3a: Artigos por país de aplicação	54
Figura 3b: Artigos por setor de aplicação	54

Tabelas

Tabela 1: Estágios e Etapas para realização da RSL	49
Tabela 1: Detalhamento dos critérios de exclusão e inclusão dos artigos nas bases ISI <i>Web of Science</i> e <i>Scopus</i>	50
Tabela 3: Conceitos da I4.0	55
Tabela 4: Conceitos do B4.0	56
Tabela 5: Tecnologias do B4.0	57

ARTIGO 2

Figuras

Figura 1: Modelo de Avaliação da Maturidade para o B4.0 refinado	108
--	-----

Tabelas

Tabela 1: Princípios de design da I4.0	78
Tabela 2: Tecnologias da I4.0	79
Tabela 3: Evolução do B4.0	81
Tabela 4: Tecnologias do B4.0	81
Tabela 5: Dimensões em Modelos de Maturidade para a I4.0	85
Tabela 6: Níveis em Modelos de Maturidade para a I4.0	92

Tabela 7: Estágios e Etapas para realização da RSL desenvolvida nesta pesquisa	93
Tabela 8: <i>Strings</i> de pesquisa	95
Tabela 9: Detalhamento dos critérios de exclusão e inclusão dos artigos nas bases ISI <i>Web of Science</i> e <i>Scopus</i>	95
Tabela 10: Etapas da RSL	96
Tabela 11: Fases para elaboração de um MM segundo Becker et al (2009)	96
Tabela 12: Requisitos de projeto de modelos de maturidade	97
Tabela 13: Fases de elaboração para modelos de maturidade	98
Tabela 14: Fases para elaboração do MM para o B4.0	99
Tabela 15: Etapas para definição das dimensões	101
Tabela 16: Itens de Maturidade para o B4.0	103
Tabela 17: Níveis de maturidade para o B4.0	106
Tabela 18: Validação do MM para o B4.0	108

Equações

Equação 1: Equação para cálculo da maturidade	108
---	-----

ARTIGO 3

Figuras

Figura 1: Evolução do Banking	144
Figura 2: Tecnologias do B4.0	144
Figura 3: Fases de elaboração do MM para o B4.0	148
Figura 4: Níveis de Maturidade do Banco X	155

Tabelas

Tabela 1: MM para a I4.0	147
Tabela 2: Estrutura do MM para o B4.0	149
Tabela 3: Valores referência para os itens de maturidade	150
Tabela 4: Descrição dos entrevistados	153
Tabela 5: Resultados do estudo de caso	164

Equações

Equação 1: Método de cálculo da maturidade das dimensões e global	150
---	-----

Sumário

Sumário

PARTE I – CAPÍTULO INTEGRATIVO	14
1.1. Tema e problema de pesquisa	14
1.2. Objetivos	17
1.3. Justificativa	17
1.4. Procedimentos metodológicos	19
1.4.1. Método aplicado no Artigo 1	20
1.4.2 Método empregado no Artigo 2: RSL e Pesquisa com a especialistas	22
1.4.3 Método empregado no Artigo 3: Estudos de caso	24
1.5. Principais conceitos	25
1.5.1. Indústria 4.0, seus princípios e tecnologias	25
1.5.2. <i>Banking</i> 4.0	26
1.5.3. Modelos de maturidade	27
1.6. Resultados e discussões	29
1.6.1. Artigo 1	29
1.6.2. Artigo 2	30
1.6.3. Artigo 3	31
1.7. Conclusões do trabalho, contribuições, limitações e oportunidades para novas pesquisas	32
1.7.1. Contribuições teóricas e práticas	33
1.7.2. Limitações e oportunidades de novas pesquisas	34
1.8 Referências Parte I	36
ARTIGO 01	46
1. Introdução	46
2. Metodologia	49
3. Resultados	51
3.1 Visão geral das pesquisas	51
3.2 Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0 nos serviços financeiros	54
4. Discussão e proposta de agenda de pesquisa	61
5. Conclusão, contribuições e limitações de pesquisa	66
6. Referências	67
ARTIGO 02	74
1. Introdução	74
2. Revisão teórica	77
2.1 Indústria 4.0: tecnologias e princípios	77
2.2 O <i>banking</i> 4.0: tecnologias aplicadas e conceitos específicos	80

2.3 Modelos de maturidade: conceitos, dimensões e níveis.	83
3. Procedimentos metodológicos	93
3.1 Procedimentos para a revisão da literatura sobre modelos de avaliação da maturidade da I4.0	93
3.2 Procedimento para o desenvolvimento do MM para o B4.0	96
3.3 Pesquisa com especialistas	100
4. Proposta Modelo de Maturidade para o B4.0	101
5. Discussão e refinamento do modelo	106
6. Conclusão, contribuições e limitações	109
7. Referências	111
APÊNDICE 1: Roteiro de avaliação dos especialistas	119
APÊNDICE 2: Roteiros de entrevistas do MM para o B4.0	123
ARTIGO 03	138
1. Introdução	139
2. <i>Banking</i> 4.0	141
3. Modelo de Avaliação da Maturidade	146
4. Método para o desenvolvimento e aplicação do MM para o B4.0	148
4.1 Método para o Estudo de Caso	151
4.1.1 Definição de uma estrutura conceitual teórica e planejamento do estudo de caso	151
4.1.2 Instrumentos para coleta de dados	152
4.1.3 Análise dos dados e geração de relatório	154
5. Resultados da aplicação do modelo por meio de estudo de caso e discussão	154
5.1 Dimensão tecnologia	155
5.2 Dimensão clientes	158
5.3 Dimensão pessoas e cultura	159
5.4 Dimensão estratégia e liderança	160
5.5 Dimensão Governança	161
6. Avaliação do modelo e sugestões de melhorias	162
7. Conclusão, contribuições e limitações	165
APÊNDICE 1: Roteiros de entrevista do MM para o B4.0	173

PARTE I – CAPÍTULO INTEGRATIVO

1.1. Tema e problema de pesquisa

Os avanços da ciência e tecnologia vem contribuindo para o crescimento da produção mundial desde meados do século XVII e as revoluções industriais que se sucederam estão ligadas aos níveis tecnológicos alcançados, bem como, estão temporalmente definidas (Ghobakhloo, 2020). A primeira revolução industrial foi impulsionada pelo advento dos motores a vapor, energia hidráulica e mecanização, mesmo que de forma incipiente (A. Rahman & Abedin, 2021). Na segunda revolução industrial tem-se as linhas de montagem, disseminadas por Henry Ford, e a produção em massa (Ghobakhloo, 2020). A terceira revolução industrial foi caracterizada pelo uso do computador e automação (Mehdiabadi et al., 2020).

A quarta revolução industrial surge, de forma recente, para caracterizar uma nova fase na manufatura, nos bens e serviços em que sistemas ciberfísicos estão inseridos na produção e, praticamente, em tudo que se é vivenciado (Ghobakhloo, 2020). As tecnologias e princípios mudaram de forma revolucionária as indústrias trazendo novos modelos de negócios, ruptura do sistema existente, reorganização da produção e consumo, entrega e distribuição (Yun et al., 2021). Nesse contexto surge o conceito de Indústria 4.0 (I4.0) que foi inicialmente divulgado na Feira de Hannover em 2011 como um projeto alemão de inserção de novas tecnologias e gestão completa e integrada da cadeia produtiva (Zhang; et al., 2020). Os sistemas ciberfísicos aliados a automação, internet das coisas (IoT), computação em nuvem, por exemplo, foram colocadas como alternativas de uma nova forma de produzir mais ágil e eficiente (Oztemel & Gursev, 2020). O governo europeu teve amplo interesse em disseminar essas práticas e tecnologias o que colaborou para o aumento das pesquisas nesta temática (Ghobakhloo, 2020).

Os diversos setores da economia também foram afetados por essa avalanche de novas tecnologias inclusive o setor financeiro que se viu obrigado a modificar sua estrutura fornecendo aos seus clientes novas soluções de atendimento e produtos que estivessem alinhados com essa nova era digital (J. Gu et al., 2021). De acordo com Rahman et al. (2021), a I4.0 trouxe implicações sem precedentes para o setor bancário. A introdução de novas tecnologias reduziu os custos operacionais e surgiram obstáculos administrativos que alteraram o desempenho dos bancos (He et al., 2021).

A partir da implementação do conceito e tecnologias associadas à I4.0 no setor bancário fez surgir o termo *Banking 4.0* (B4.0) o que demonstra a importância desta nova fase tecnológica. Wang et al. (2021) afirmam a importância desse novo cenário que se adapta rapidamente às demandas dos clientes e ao contexto global. Desse modo, se fazem necessárias pesquisas que

demonstrem os impactos da I4.0 tanto na manufatura quanto no setor de serviços visto a capacidade que essas novas tecnologias têm em revolucionar a taxa de produtividade de diferentes organizações (Mehdiabadi et al., 2020)

Entretanto, o que se observa é que a implementação dos conceitos e tecnologias da I4.0 no setor bancário ainda estão em estágios iniciais (Gupta, 2021). Alguns exemplos de estudos acerca da aplicação das práticas e tecnologias da I4.0 no setor bancário podem ser observados nos trabalhos de Mehdiabadi (2020), Gupta (2021), Bandara et al. (2019b) e Ajibade et al. (2020). Os autores apresentaram em suas pesquisas os impactos sociais e econômicos da implementação das tecnologias no ambiente de trabalho bancário e na sociedade (P. Ajibade & Mutul, 2020; Bandara et al., 2019b; Mehdiabadi et al., 2020), como também, como são aplicadas algumas tecnologias em prol de um serviço mais customizado para os clientes (Gupta, 2021).

A digitalização no setor bancário é uma realidade e os benefícios alcançados são a redução de despesas, melhoria do atendimento ao cliente e customização dos bens e serviços disponibilizados a fim de atender uma demanda cada vez mais exigente (A. Rahman & Abedin, 2021; X. Wang et al., 2021). Algumas pesquisas demonstram como um setor bancário moderno e eficaz colabora para um financiamento da inovação de forma mais eficaz de modo a estimular a economia e o aumento da renda per capita (J. Gu et al., 2021). Com isso, se fazem necessárias pesquisas que se proponham a contribuir na melhoria do desempenho das instituições bancárias trazendo, por exemplo, um roteiro de implantação, avaliação e melhoria (Bandara et al., 2019b).

Para Schumacher et al. (2016b), as empresas relatam dificuldades em implementar os novos conceitos de operações associados à I4.0 salientando que estas precisam de recursos para gerenciar toda a cadeia de valor de maneira ágil e responsiva. Para a complexidade que envolve a adoção da I4.0 Rafael et al. (2020) cita a importância das empresas utilizarem ferramentas capazes de colaborar com esta implementação e gerenciamento. Os Modelos de Avaliação da Maturidade são considerados instrumentos de autoavaliação e orientação que precisam abranger três princípios básicos, conforme orienta Schumacher (2019): operacionalização de conceitos abstratos da I4.0, definição e descrição clara dos níveis de maturidade para cada item e geração de relatório de avaliação de fácil interpretação pelos gestores. Tudo isto visa colaborar para que a implementação seja realizada de forma otimizada sem percalços devido a dificuldade de transformar teoria em prática. Os MM's são ferramentas amplamente utilizadas na indústria sendo pouco encontrados na literatura no setor de serviços, desse modo, os modelos encontrados tem foco em processos e demandas da manufatura sendo de difícil transposição para utilizar em outros modelos de negócios.

Considerando a necessidade do setor bancário em se adaptar aos desafios da I4.0 tal como a criação de novos produtos e serviços voltados ao digital e as demandas dos clientes por personalização de atendimento dentro de um cenário extremamente competitivo os MM's podem ser uma ferramenta importante de avaliação e implementação do B4.0 (J. Gu et al., 2021; X. Wang et al., 2021). Para Mehdiabadi (2020), os MM's oferecem uma orientação ampla para definir, avaliar e orientar as empresas que podem contribuir para este novo panorama competitivo. Bandara et al. (2019b) propuseram um MM para o *Banking 4.0* sendo este o único modelo encontrado na pesquisa bibliográfica realizada. Isto demonstra como os modelos de maturidade para a implementação da I.40 no setor bancário ainda é um assunto limitado, com poucas pesquisas na área.

Apesar da sua contribuição existem pontos relevantes a serem abordados acerca da pesquisa de Bandara et al. (2019b). Os autores realizaram uma pesquisa bibliográfica acerca do MM's para I4.0 que não foi apresentado o método de obtenção das informações, como também, a metodologia para elaboração do modelo. A partir desta revisão bibliográfica, os autores propuseram um modelo com sete dimensões (produtos e serviços, tecnologia e recursos, estratégia e organização, operações, clientes, governança e funcionários) com método de coleta de dados através de entrevistas semiestruturadas com funcionários de instituições financeiras (Bandara et al., 2019b). A pesquisa desenvolvida tem suas limitações no que tange a profundidade de aplicação do modelo dentro da estrutura complexa da I4.0 não diferenciando a importância ou o peso de cada dimensão para o banco e não utilizando método de avaliação por especialistas para avaliação do modelo, por exemplo.

Os MM's apesar de serem elaborados de acordo com cada realidade de aplicação tem estruturas semelhantes: dimensões de avaliação, subdimensões ou subcategorias, níveis, caminho para a maturidade e método de cálculo da maturidade (Lasrado et al., 2015). Estes modelos propõem um caminho representado por níveis de maturidade que são elencados demonstrando quais as capacidades que cada nível exige (Bandara et al., 2019b; Dikhanbayeva et al., 2020). Além disso os modelos divulgam quais as deficiências precisam ser corrigidas antes de iniciar o processo de maturação (Lasrado et al., 2015).

Rahman (2021) considera que os avanços da I4.0 são radicais em quase todos os setores e a velocidade de aplicação é sem precedentes. Dessa forma, Gupta (2021) salienta a necessidade de um novo comportamento dos bancos rumo à digitalização e para tanto necessita-se compreender as demandas dos clientes e o caminho à percorrer. Gokalp et al. (2017b) também salientam a importância de medir o estágio em que uma organização se encontra no contexto da I4.0 em diferentes aspectos obtendo assim o progresso na melhoria do desempenho. Sendo assim, a

avaliação da maturidade para a implementação da I4.0 no setor bancário indica a capacidade de planejamento, utilização e controle da organização (Haryati et al., 2019)

Considerando a busca bibliográfica realizada que demonstrou que as pesquisas atuais estão mais focadas em apresentar as novas tecnologias aplicadas no setor bancário (Kimani et al., 2020; Mehdiabadi et al., 2020; Zhang; et al., 2020) e a necessidade em se compreender quais os estágios levam a um B4.0 (Bandara et al., 2019b) a presente pesquisa busca responder a seguinte questão: **“Como avaliar a maturidade dos Bancos no que tange a implementação das práticas e tecnologias da Indústria 4.0”?**

1.2. Objetivos

Objetivo Geral

Desenvolver um modelo de maturidade para a implementação do *Banking 4.0*

Objetivos específicos

OE1 - Analisar as particularidades dos conceitos e tecnologias da I4.0 para os serviços bancários/financeiros (*Banking 4.0*).

OE2 - Identificar dimensões e procedimentos dos modelos de maturidade para I4.0.

OE3 - Analisar a aderência das dimensões de um modelo de maturidade da I4.0 para o *banking 4.0* por meio de pesquisa com especialistas.

OE4 - Aplicar o modelo proposto em um Banco Múltiplo Brasileiro.

1.3. Justificativa

O surgimento de novas tecnologias atreladas a ampliação da internet trouxe contribuições em todos os setores de modo que a concepção de novos produtos, como também, da personalização surgiram como soluções para um cliente cada vez mais informado e exigente (Mehdiabadi et al., 2020). O conceito de I4.0 surge neste contexto trazendo consigo diversas práticas que tem por objetivo a melhoria dos produtos e processos sendo capaz de contribuir no gerenciamento mais aprimorado, como também, na integração dos clientes às escolhas de produção (Ghobakhloo, 2018)

Os clientes nesse novo cenário altamente interconectados valorizam o relacionamento centrado na experiência que está ligada a confiança e personalização enquanto recebe acessibilidade, conveniência e velocidade no serviço (A. Rahman & Abedin, 2021). Com isso, os serviços bancários estão cada vez mais desafiados a rever suas estratégias e buscar a melhor forma para satisfazer as necessidades dos clientes (He et al., 2021). Nesse contexto, a partir da implementação do conceito e tecnologias associadas à I4.0 no setor bancário fez surgir o termo

Banking 4.0 (B.4.0) que visa trazer para esse setor de serviços uma arquitetura flexível, integrada e aberta capaz de se adaptar rapidamente (Mehdiabadi et al., 2020). Tal fato demonstra a importância das novas tecnologias e práticas associadas a I4.0 no contexto do setor bancário.

Gu et al. (2021) afirmam que neste cenário competitivo os Bancos precisam investir em inovação tecnológica a fim de alcançarem melhores resultados financeiros e vantagem competitiva. O conceito de servitização e inovação em serviços é tendência no setor bancário tendo em vista que é preciso transformar o modelo de negócio em algo novo voltado para o cliente e atendimento às suas necessidades (Yun et al., 2021). Desse modo, pesquisas que demonstrem os impactos da I4.0 tanto na manufatura quanto no setor de serviços visto a capacidade que essas novas tecnologias têm em revolucionar a taxa de produtividade são de suma importância (Mehdiabadi et al., 2020). Bandara et al. (2019b) afirmam que de acordo com essa crescente demanda dos clientes por experiências positivas e personalizadas os estudos a fim de compreender o desempenho atual da I4.0 a fim de focar na melhoria contínua que seja capaz de proporcionar a satisfação com o produto devem ser ampliados.

O foco da expansão das práticas da I4.0 tem sido os ganhos de eficiência através da integração horizontal da cadeia (todos os participantes da cadeia de valor) e vertical (todas as camadas de automação) (Schumacher et al., 2016b). A estrutura formada para esta entrega de valor é bastante ampla e complexa e avaliar em que grau se encontra a maturidade da implementação das práticas da I4.0 se torna essencial para que os ganhos sejam reais (Bandara et al., 2019b; Schumacher et al., 2016). Os modelos de maturidade são uma alternativa conceitual e prática de avaliação do estado em que se encontra determinada organização a fim de que os *stakeholders* possam compreender o que se tem como pontos fortes e fracos a fim de priorizar as melhorias e alcançar melhores resultados (Proença & Borbinha, 2016).

Um modelo de maturidade da I4.0 para o setor bancário atua como ferramenta para orientação na adaptação as novas práticas de forma a contribuir na identificação da capacidade atual e nas melhorias a serem desenvolvidas (Bandara et al., 2019b). As novas tecnologias advindas na I4.0 colaboram com o novo banco digital que visa trazer novas experiências aos clientes e a avaliação e orientação a esse setor é de suma importância para o aprimoramento de suas capacidades internas e externas de modo a desenvolver um roteiro estratégico e tecnológico do *Banking 4.0* (Bandara et al., 2019b; Mehdiabadi et al., 2020).

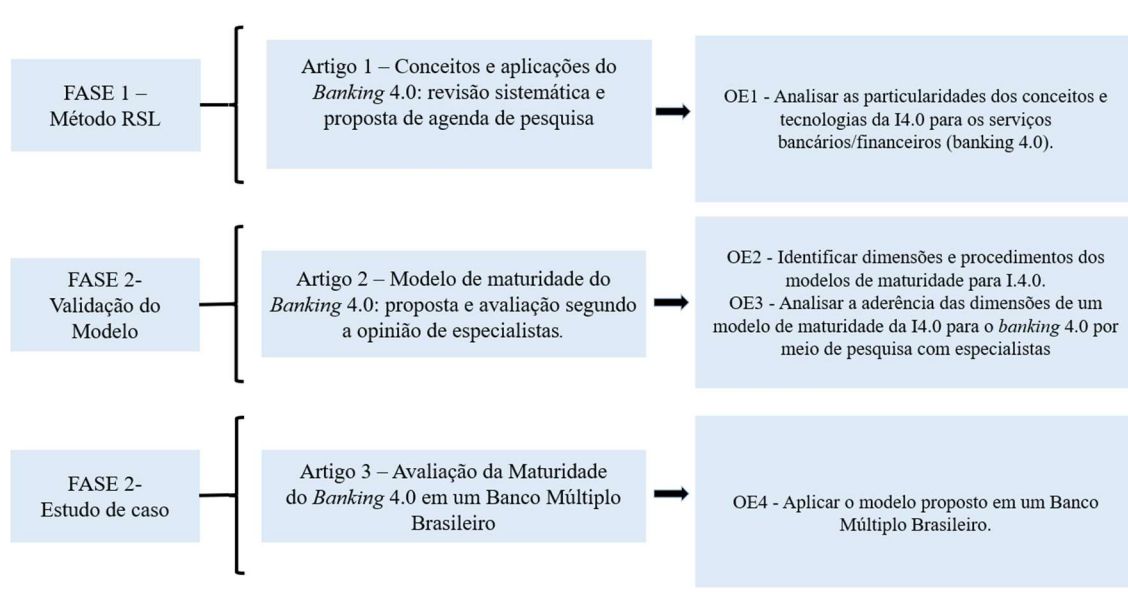
O desenvolvimento de MM para o B.4.0 proposto nesta pesquisa colabora com a temática dada a escassez dentro do escopo do campo científico. A revisão sistemática da literatura acerca do B4.0 compilou as principais tecnologias que estão sendo discutidas no âmbito dos artigos científicos contribuindo para uma reflexão da temática demonstrando *gaps* de pesquisa. A

apresentação de uma metodologia de elaboração do modelo pautado em rigor metodológico baseado na teoria de *design* e validação de Becker et al. (2009) confere ao modelo importância e relevância, como também, a utilização da avaliação por especialistas do MM proposto. É possível citar, por fim, importância dos resultados a partir do estudo de caso em um Banco Múltiplo Brasileiro que validou a proposta do modelo e que deve colaborar para que os gestores bancários possam utilizar da ferramenta para uma reflexão holística da implementação do B4.0 nas instituições bancárias.

1.4. Procedimentos metodológicos

Esta dissertação adotará a estrutura de compilação de artigos, desse modo, os métodos científicos serão descritos dentro do contexto de cada um dos artigos, e relacionados aos objetivos específicos. A Figura 1 sintetiza as três fases metodológicas que fazem parte dessa pesquisa, os métodos empregados, os resultados (artigos) e sua relação com os objetivos específicos.

Figura 1: Fases da pesquisa



Fonte: Elaborado por autores (2021)

No Artigo 1 foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) acerca das tecnologias e práticas da I4.0 aplicadas aos Bancos possibilitando o melhor entendimento do que está sendo aplicado no contexto do B4.0 nessas Instituições. Tal revisão pautada na metodologia de Tranfield et al. (2003) trouxe um apanhado de 16 tecnologias que as pesquisas científicas reconhecem como sendo utilizadas pelas instituições financeiras atualmente. Estas tecnologias colaboram com o avanço de produtos e serviços personalizados, digitais e *online*, como também, com a possibilidade de maiores interações e acesso à informação pelo cliente, pressupostos do

B4.0 (Mehdiabadi et al., 2020). Tal apanhado conceitual associado aos resultados da RSL sobre MM realizada no Artigo 2 serviu de embasamento para a formulação do MM para o B4.0, objetivo principal desta dissertação.

No Artigo 2 utilizando também a metodologia de Tranfield et al. (2003) foi possível definir os principais níveis e dimensões utilizadas nos MM's nos modelos encontrados. Tais modelos tem foco na manufatura de tal forma que foi necessária adaptação para a elaboração do MM para o B4.0. Com o modelo proposto seguiu-se para uma avaliação por especialistas através de um roteiro de questões (Apêndice 1/Artigo 2) tendo estes proposto alterações, avaliado os elementos do modelo, sua relevância e estrutura. Por fim, com um modelo refinado seguiu-se para a estruturação e aplicação do estudo de caso apresentado no Artigo 3.

No Artigo 3, foi realizado um estudo de caso em um Banco Brasileiro tendo sido aplicado o método de elaboração de estudo de caso proposto por Cauchik-Miguel (2012). Através deste método foi possível determinar a unidade de análise, a formulação do instrumento de coleta de dados e os meios de disseminação dos resultados. Utilizando-se do aporte teórico do Artigo 01 acerca das tecnologias do B4.0, bem como, dos conceitos sobre MM para a I4.0 e o MM para o B4.0 elaborado no Artigo 2 seguiu-se para a proposição do método do estudo de caso, como mencionado, e a sua execução. Ao final, o Artigo 03 apresenta uma análise acerca da maturidade para o B4.0 do Banco e as conclusões positivas sobre o modelo elaborado. Tais resultados foram aderentes a proposição da pergunta de pesquisa desta dissertação em “Como avaliar a maturidade dos Bancos no que tange a implementação das práticas e tecnologias da Indústria 4.0?”.

A seguir, será explicitado, de forma resumida os métodos científicos empregados para a execução da pesquisa (maiores detalhes da aplicação dos métodos serão descritos nos artigos 1, 2 e 3 que compõem essa dissertação).

4.1. Método aplicado no Artigo 1

O artigo 01 está relacionado ao OE1 dessa dissertação, ou seja: OE1 “analisar as particularidades dos conceitos e tecnologias da I4.0 para os serviços bancários/financeiros (*Banking 4.0*) “. Para este artigo será adotado o método de revisão sistemática da literatura (RSL) que tem por objetivo mapear e avaliar o estado do conhecimento na área em que se pretende pesquisar podendo, desse modo, elencar possíveis contribuições (Tranfield et al., 2003). A seleção desse método se deu uma vez que se pretende mapear como o conceito de I4.0 aplicado aos serviços financeiros está sendo estudado pelos pesquisadores dentro do escopo de bases de artigos científicos de abrangência mundial. Este artigo 01 foi submetido à Revista Brasileira de Gestão e Inovação com Qualis Capes A4 ainda aguardando aprovação pela revista.

Os estágios propostos por Tranfield. (2003) para a condução de uma RSL foram adotados, que consistem em: planejamento da revisão, conduzindo a revisão e geração de relatórios e disseminação. A seguir, maiores detalhes sobre essas etapas conforme sugere os autores:

a) Estágio I

O Primeiro estágio da RSL se deu pela identificação da necessidade de revisão através da Etapa 01 – Definição da Pesquisa. Dessa forma, foi executada uma análise exploratória acerca do conceito de I4.0 e a aplicação de suas práticas e tecnologias nos serviços financeiros. Com isto foi percebido que as pesquisas existentes têm o foco nas tecnologias da I4.0 que são aplicadas nos bancos (Patrick Ajibade & Mutul, 2020; Dudin et al., 2021; Gupta, 2021) e em formas de inovação e financiamento da digitalização (Muhammad Mahboob Ali, 2020; Wimboh Santoso et al., 2021). A partir dessa análise exploratória inicial, também foram identificados alguns *gaps*, bem como, questões de pesquisa que nortearam o desenvolvimento dessa etapa da pesquisa. Dessa forma, foi possível estabelecer os *strings* de pesquisa que estariam dentro do escopo da temática para a realização do teste de aderência nas bases de dados sendo eles segmentados em dois temas principais: I4.0 e setor financeiro. Foram definidas as bases de artigos *Web of Science* e *Scopus* para a realização da pesquisa e seleção da amostra de artigos.

b) Estágio II

No Segundo estágio foram realizadas as etapas de 02 a 04. Na Etapa 02 – Definição da amostra – as seguintes fases foram realizadas: escolha dos *strings* finais utilizados (após a realização do teste de aderência), a realização da busca nas bases de dados selecionadas, os filtros de área do conhecimento de acordo com cada base de dados e as modalidades de pesquisa. Dessa forma, foi possível estabelecer a amostra inicial de artigos (98 artigos). Na Etapa 03 – Refinamento da amostra- foram adotados outros critérios de seleção dos artigos leitura de títulos e resumos, resultando em 50 artigos. Nesta amostra estão disponíveis para *download* 38 artigos que farão parte da próxima etapa desta metodologia.

Na Etapa 04 – Codificação da amostra, a partir da leitura vertical em profundidade dos artigos, foi realizada a análise de conteúdo indutiva cujo processo se iniciou com a codificação aberta, ou seja, leitura dos artigos e busca de dados relevantes (Elo & Kyngäs, 2008). Nesta etapa foi possível filtrar, por aderência ao tema da pesquisa, 27 artigos que farão parte da amostra final. Para a codificação desta amostra, com o auxílio de uma planilha no Microsoft Excel, foram extraídos os dados relevantes dos artigos dessa amostra como autores, ano de publicação, *journal* de publicação, país e setor de aplicação da pesquisa, objetivos, método, *gaps*/oportunidades de pesquisa, limitações, contribuições e práticas do B4.0.

Após a extração dos dados foi elaborado um quadro apresentando os conceitos da I4.0, como também, outro um quadro referente as conceituações encontradas do B4.0. Por fim, um quadro elaborado foi das tecnologias do B4.0, suas definições e autores que as citam. Estes quadros têm por objetivo auxiliar nas respostas das questões de pesquisa apresentadas inicialmente. Elo e Kynas (2008) afirmam que a análise de conteúdo tem por objetivo descrever de modo condensado e amplo um fenômeno para que ao final tenha-se categorias e conceitos. A partir desses resultados se constrói um modelo, um sistema conceitual ou novas categorias (Elo & Kyngäs, 2008). Foram apresentados gráficos que caracterizam a amostra final da pesquisa através dos anos de publicação, método aplicado, país e setor em que ocorreu a pesquisa.

c) Estágio III

De acordo com Tranfield et al.(2003) após a codificação da teoria deverá ser realizada uma etapa de reporte e disseminação. O Estágio III visa apresentar os resultados finais das análises realizadas buscando correlacionar as temáticas estudadas. Este Estágio é composto pela Etapa 05 – Reportando os resultados- em que deve-se inicialmente realizar a apresentação descritiva dos resultados obtidos com a etapas anteriores, ou seja, com as codificações realizadas (Tranfield et al., 2003). Sendo assim é possível fornecer um relato descritivo amplo que demonstre descobertas que tenham sido ou não advindas de uma abordagem interpretativa, como também, novos conhecimentos compartilhados ou emergentes (Tranfield et al., 2003).

O resultado do Estágio III é o Artigo 01 da dissertação que cumpre o objetivo específico 01 de “analisar as particularidades dos conceitos e tecnologias da I4.0 para os serviços bancários/financeiros (*banking 4.0*)”. Sendo assim, o principal resultado do Artigo 1 foram as tecnologias do B4.0 encontradas na literatura que serviram de escopo teórico para o Artigo 2 em que foi elaborado o Modelo de Avaliação da Maturidade para o B4.0.

1.4.2 Método empregado no Artigo 2: RSL e Pesquisa com a especialistas

Considerando as tecnologias mais aderentes encontradas na RSL sobre o B4.0 obtidas no Artigo 1, o Artigo 2 foi desenvolvido com este aporte teórico visando atender aos objetivos OE2 e OE3. Sendo assim, no Artigo 2 objetiva-se “identificar dimensões e procedimentos dos modelos de maturidade para I4.0” e “analisar a aderência das dimensões de um modelo de maturidade da I4.0 para o *banking 4.0* por meio de pesquisa com especialistas”, respectivamente OE2 e OE3. Sendo assim, o método empregado para alcançar o OE2 foi uma RSL e para o OE3 a pesquisa com especialistas.

A RSL teve a finalidade de apresentação um panorama dos elementos recorrentes de MM's para a I4.0 a fim de embasar a elaboração do MM para o B4.0, ela foi desenvolvida, considerando os estágios propostos por Tranfield et al. (2003). Com isto buscou-se explorar a literatura científica atual acerca de Modelo de Avaliação da Maturidade no contexto da I4.0. Os estágios cumpridos foram:

a) Estágio I

Neste estágio foi realizada uma pesquisa exploratória inicial acerca da temática sobre MM na I4.0 identificando a importância da pesquisa devido a contribuição que deverá ter para o alcance dos OE2 e OE3. Compreender os elementos que fazem parte dos MM's são de suma importância para a elaboração de novos modelos que visam atender demandas particulares ou específicas de um contexto (Becker et al., 2009). Neste estágio, foi executada a Etapa 1 que consiste na pesquisa inicial e que identificou diversos MM's que atuam nos contextos da I4.0, desde o setor de defesa (Bibby & Dehe, 2018a) até cadeias de suprimentos (Caiado et al., 2021), por exemplo. Foi possível perceber nesta Etapa que os modelos possuem características particulares como a metodologia de aplicação, no entanto, tem estruturas semelhantes tais como dimensões e níveis de maturidade.

b) Estágio 2

Neste Estágio foram realizadas as etapas de 2, de definição da amostra inicial, 3, de refinamento e definição da amostra final, e 4, de codificação e análise da amostra que foram o estágio "Condução da Revisão". Na Etapa 2 foi definido a utilização apenas da base *Web of Science* devido a sua relevância no cenário científico (Q. Wang & Waltman, 2016) e por esta RSL não ser o foco principal da pesquisa. Desse modo, buscou-se nessa Etapa 2 definir *strings* de pesquisa, refinar a amostra inicial (229 artigos) de acordo com parâmetros de tipo de documento, área, idioma, acima de 10 citações e disponibilidade para análise gerando uma amostra preliminar de 59 artigos. Na Etapa 3 realizou-se uma leitura de títulos e resumos dessa amostra tendo, por fim, 14 artigos que foram lidos na íntegra. Na Etapa 4 as informações foram extraídas e inseridas em uma planilha em MS Excel que visava obter informações quanto às dimensões, níveis e métodos de aplicação e análise dos MM's estudados.

c) Estágio 3

Neste último Estágio as informações obtidas nas Etapas anteriores foram compiladas e analisadas a fim de extrair o conteúdo das informações dos MMs. Tal conteúdo contribuiu para o desenvolvimento do MM para o B4.0 a que se propõe este Artigo 2, como também, da própria dissertação.

Após realizar o levantamento bibliográfico partiu-se para a elaboração do MM de avaliação da maturidade para o B4.0. Nesse sentido, foi adotado o método proposto por Becker et

al (2009) que apresenta 8 fases para a elaboração de um MM: definição do problema, comparação com outros MM's, determinação da estratégia de projeto, desenvolvimento iterativo do modelo, transferência e avaliação, implementação, avaliação e iteração de melhorias. Neste artigo foram executadas as fases 1 a 5 do modelo de avaliação da maturidade para o B4.0, descritos de forma sucinta a seguir.

Após a fase 1 (definição do problema) e 2 (comparação com outros MM's), foi determinada a estratégia de desenvolvimento do MM de um modelo novo (fase 3) e o desenvolvimento iterativo do mesmo (fase 4) com a criação do modelo e avaliação por especialistas. A pesquisa com os especialistas teve a finalidade de verificar se as dimensões e níveis eram aderentes ao modelo de avaliação que estava sendo proposto, bem como a forma de aplicação dele. Por fim, a partir da opinião dos especialistas o modelo foi refinado e está apto para aplicação.

Para seleção dos especialistas, esses teriam que ser doutores e terem atuado em pesquisas sobre MM para a I4.0. Para buscar tais especialistas foi utilizado a Plataforma Lattes com os seguintes filtros: doutores e temas de pesquisa em MM para a I4.0, professores de Universidades Públicas atuantes em pesquisa na temática. A partir da seleção dos especialistas, foi estruturado um roteiro de perguntas (disponibilizado no Apêndice 1 do Artigo 2) para avaliação do modelo. No roteiro elaborado, havia questões relacionadas as informações pessoais, avaliação das dimensões e níveis de maturidade, avaliação da importância relativa entre as dimensões e avaliação do modelo acerca dos princípios básicos de MM, premissas, utilidade, qualidade e eficácia.

Com o retorno das respostas dos especialistas o MM foi refinado seguindo algumas sugestões que buscaram melhorar o entendimento dos usuários no momento da aplicação nos Bancos. Por fim, este modelo final serviu de escopo de entrada para o Artigo 3 em que se realizou o estudo de caso em um Banco de forma a validar sua aplicabilidade.

1.4.3 Método empregado no Artigo 3: Estudos de caso

Utilizando-se do Modelo elaborado no Artigo 2, o Artigo 3 foi estruturado em duas frentes de pesquisa: a primeira utiliza a teoria já desenvolvida e novos *insights* teóricos para aprimorar o MM desenvolvido no Artigo 2, e a segunda, estrutura e aplica o estudo de caso. Com isto o Artigo 3 cumpre o OE4 de “Aplicar o modelo proposto em um Banco Múltiplo Brasileiro”. Para tanto, foi realizada pesquisa bibliográfica acerca dos MM's para I4.0, a elaboração de um MM para o B4.0 e um estudo de caso em um Banco Múltiplo Brasileiro para validação do modelo proposto. Para a elaboração do referencial teórico foi utilizado parte do conhecimento adquirido sobre Modelos no Artigo 2 de forma que extraímos informações complementares dos artigos da RSL, tais como: a nomenclatura dos níveis e dimensões específicas de cada modelo estudado e o setor

de aplicação. Foi realizada também, a fim de melhor subsidiar a elaboração do MM para o B4.0, pesquisa bibliográfica acerca das tecnologias do B4.0. Utilizando-se da metodologia de *design* de Modelos de Maturidade proposta por Becker et al. (2009), bem como, o resultado da pesquisa por especialistas do Artigo 2 o MM para o B4.0 foi elaborado.

Para validação do modelo foi proposta uma metodologia de estudo de caso único segundo Cauchick et al. (2012) que possui 6 etapas: (i) definição de uma estrutura conceitual teórica, (ii) planejamento do estudo de caso, (iii) instrumentos e método para coleta de dado, (iv) coleta de dados, (v) análise dos dados e (vi) geração do relatório de pesquisa. Seguindo as etapas propostas pelos autores, foi selecionado Banco Múltiplo Brasileiro, denominado de Banco X. Os critérios de seleção adotados foram: ser uma instituição representativa diante a economia nacional, a facilidade de acesso para a obtenção das informações. O principal forma de coletar os dados foi a entrevista, que foi realizada por meio da plataforma Tems . Foram selecionados 6 entrevistados que faziam parte da Diretoria de Tecnologia.

Para a realização das entrevistas foi utilizado um questionário (ver Apêndice 1 do Artigo 3), que continha informações sobre as dimensões do MM, os itens de avaliação bem como os níveis de maturidade. As entrevistas foram realizadas no período 05 de Julho de 2023 a 25 de Julho de 2023, tendo duração média de 26 minutos. Para análise dos dados, utilizou-se os procedimentos para a avaliação da maturidade, a partir das respostas obtidas em relação aos aspectos do MM, sendo possível calcular o nível de maturidade de cada dimensão e a maturidade geral da organização objeto de aplicação do modelo para geração o relatório de pesquisa.

1.5. Principais conceitos

1.5.1. Indústria 4.0, seus princípios e tecnologias

O termo Indústria 4.0 está associado a uma nova fase de evolução da indústria caracterizada por sistemas integrados de informação, como também, alta tecnologia (Ghobakhloo, 2018). Bandara (2019b) afirma que este novo conceito deve revolucionar a forma de conduzir os negócios e que foi inicialmente empregado no setor de manufatura e, com a evolução do comportamento do cliente, passou a ser aplicado no setor de serviços de modo a fornecer uma melhor satisfação ao cliente. Diante desse empoderamento dos clientes, da disseminação da informação, maior concorrência no mercado e a ampliação de novas tecnologias as empresas/indústrias estão paulatinamente compreendendo a necessidade de implementação de novas práticas e tecnologias para se manterem competitivas (Ghobakhloo, 2018).

A I4.0 reúne as tecnologias digitais com o mundo físico em prol de co-criar uma nova gama de produtos e serviços em um ambiente altamente integrado composto pela fusão de tecnologias e conectividade (A. Rahman & Abedin, 2021). Dentre as tecnologias que podem ser citadas incluem materiais avançados, inteligência artificial (IA), veículos autônomos, *big data*, computação em nuvem, *Internet of things* (IoT) (Ghobakhloo, 2018; Mehdiabadi et al., 2020; A. Rahman & Abedin, 2021). O CPS (*Cyber Physical Systems*) é uma tecnologia que integra processos físicos e mentais de modo que há sempre uma interação acerca dos *feedbacks* permitindo um controle instantâneo, bem como, ação diante dos resultados (Oztemel & Gursev, 2020). É possível dentro da literatura encontrar diversas tecnologias correlacionadas com a I4.0 visto que seu principal objetivo é a melhoria de performance das empresas e, consequentemente, da atenção às necessidades dos clientes.

Ghobakhloo (2018) apresenta alguns princípios de *design* para a implementação da I4.0 que colaboram para o melhor entendimento de como as empresas devem operar. O princípio de Manufatura como serviço (Maas) e Plataforma orientada para o serviço (Paas) referem-se a um modelo de negócio cuja infraestrutura está organizada em rede para produzir bens (Ghobakhloo, 2018). Dentre outros princípios é possível citar a interoperabilidade, modularidade, descentralização, virtualização, capacidade em tempo real, integração vertical e horizontal, produto personalizado e responsabilidade social corporativa (Dikhanbayeva et al., 2020; Ghobakhloo, 2018; Oztemel & Gursev, 2020). Diante de tais princípios é possível compreender a centralidade no cliente desenvolvida na I4.0, bem como, na busca por otimização dos processos e integração das partes.

1.5.2. Banking 4.0

As novas tecnologias que surgiram para a manufatura e que estão atreladas a I4.0 foram sendo inseridas no setor de serviços diante da necessidade de integrar ainda mais às expectativas dos clientes com o ambiente conectado que estava surgindo. Dessa forma, dentro do contexto dos serviços financeiros, surgiu o termo *Banking 4.0* que teve por objetivo associar as novas tecnologias e práticas advindas da I4.0 ao serviço bancário (Mehdiabadi et al., 2020). Ajibade et al. (2020) afirmam que os sistemas bancários futuros continuarão a fornecer pagamentos eletrônicos, o banco móvel ou virtual, contudo necessitarão de negócios amadurecidos e alinhados com a tecnologia da informação.

Compreendendo que as novas tecnologias da I4.0 estão voltadas para uma entrega de maior valor aos clientes, os serviços bancários buscam oferecer um serviço personalizado, integrado e experiências únicas que estão transformando as interações entre clientes e bancos (Mehdiabadi et

al., 2020). Para Gupta(2021), a digitalização e inteligibilidade são as necessidades atuais que buscam requisitos cada vez mais individualizados do cliente. Para aumentar a competitividade os bancos necessitam entender melhor as oportunidades e ameaças que surgem com o resultado da introdução de novas tecnologias financeiras e desenvolver estratégias para a transformação digital (Dudin et al., 2021).

A literatura tem apresentado várias tecnologias associadas ao *banking 4.0*, um exemplo é a Inteligência Artificial que cria uma máquina inteligente que se utiliza de reconhecimento facial, aprendizagem e planejamento, e que pode ser utilizada pelos bancos para disponibilizar produtos inovadores, interagir com os clientes ou até criar uma carteira de investimentos (Gupta, 2021). Outro exemplo, é a tecnologia *blockchain* que realiza o registro de transações feitas em *bitcoin* ou outra criptomoeda que são mantidas em diversos computadores ligados em uma rede ponto a ponto sendo este um dos mais importantes princípios de transações financeiras na atualidade a fim de proteger as informações (A. Rahman & Abedin, 2021).

As tecnologias da Indústria 4.0 que estão sendo aplicadas no setor bancário são as mais diversas e a literatura busca apresentar as possíveis implementações. Dentro deste contexto, as *fintechs* surgem como uma alternativa para complementar os atuais serviços dos bancos visto que possuem uma cultura organizacional voltada para a tecnologia (Mehdiabadi et al., 2020). As soluções criadas pelas *fintechs* colaboram para o surgimento de novas necessidades dos clientes e isto exige ainda mais dos bancos tradicionais uma mudança radical de paradigmas (Dudin et al., 2021). As organizações necessitam se aperfeiçoar para a reconfiguração de canais, expansão de serviços, fornecimento de aconselhamento pró-ativo, dentre outras ações (Gupta, 2021).

1.5.3. Modelos de maturidade

No contexto da I4.0, não apenas a indústria manufatureira, mas os serviços estão se adaptando a uma realidade voltada para a digitalização dos processos como um todo (Sony et al., 2021). Para Oztemel e Gursev (2020), a I4.0 define uma metodologia para gerar uma transformação da manufatura dominante na máquina para uma manufatura digital. Compreender o padrão da I4.0, seu roteiro de implementação e avaliação são imprescindíveis para resultados mais otimizados e coerentes com a capacidade que esta nova forma de produção interconectada propõe (Oztemel & Gursev, 2020). Os modelos de maturidade são considerados uma ferramenta importante neste contexto já que colaboram com o diagnóstico de pontos fortes e fracos de uma organização em relação aos aspectos estratégicos para implementação das tecnologias e práticas da I4.0 (Dikhanbayeva et al., 2020).

Um Modelo de Maturidade (MM) busca contribuir para que as empresas possam entender suas capacidades atuais dada a maturidade de seus recursos e tecnologias para a I4.0 (Caiado et al., 2021). Sendo assim, no contexto da I4.0, em que a digitalização é o principal conceito, Von Solms (2020) afirma que o Modelo de Maturidade Digital é uma ferramenta de negócios para ajudar as empresas a estruturar e executar uma estratégia digital abrangente podendo identificar pressões competitivas, descobrir fontes de valor inexploradas e fornecer *insights* para moldar uma visão de transformação digital. Dentro da literatura são encontrados diversos tipos de MM, contudo algo em comum é a utilização de dimensões para avaliação, bem como, estágios de maturidade (Dikhanbayeva et al., 2020). Tais variáveis são determinadas de acordo com a pesquisa que é desenvolvida, ou seja, é possível encontrar dentro da literatura diversos MM voltados para a I4.0 em manufatura.

Para Lasrado et al. (2015), os modelos de maturidade podem ter três visões: (i) visão temporal em que o ator focal evolui no decorrer de uma sequência de tempo tornando-se maduro para o melhor resultado; (ii) visão de melhores práticas que avalia a evolução positiva do estado da prática analisada; (iii) visão de mundo em que o modelo é usado como ferramenta de *benchmarking* e as organizações são comparadas entre si em uma escala de baixa a alta maturidade. Partindo do pressuposto afirmado por Schumacher et al. (2016b) que as empresas tem dificuldade em relacionar a sua estratégia com a I4.0, como também, de determinar seu estágio de desenvolvimento em relação à I4.0, portanto, não identificam campos de ação, programas e projetos concreto, os Modelos de Avaliação da Maturidade podem ser uma ferramenta importante de diagnóstico empresarial.

É possível salientar que mesmo dada a importância de se compreender o desenvolvimento empresarial acerca da I4.0 visto sua importância no contexto atual das novas tecnologias e relações de consumo e produção não encontramos pesquisas que correlacionam o setor de serviços e modelos de maturidade nas bases *web of Science* e *Scopus*. Tal fato pode estar associado à dificuldade em se mensurar algumas percepções do setor visto que estamos tratando de processos intangíveis em que o cliente faz parte da “produção” ao contrário da manufatura (Sony et al., 2021). É possível também que esta escassez esteja relacionada a pesquisas focadas em determinados subsetores de serviços o que dificulta a pesquisa bibliográfica. Sendo assim, ao se pesquisar sobre MM's em Bancos ou setor bancário foi encontrado um modelo elaborado por Bandara et al. (2019b), bem como, a aplicação de um MM no setor bancário do Sri Lanka (Bandara et al., 2019a)

Na pesquisa desenvolvida por Bandara et al. (2019a), por exemplo, os autores propuseram um modelo de maturidade para o Banco no Sri Lanka em que as dimensões utilizadas foram:

produtos e serviços, tecnologia e recursos, estratégia e organização, operação, clientes e governança. Cada uma dessas dimensões tem as descrições necessárias para avaliação. Os autores propõem cinco níveis de maturidade: inicial, gerencial, definido, estabelecido e otimizado. Dikhanbayeva et al. (2020), em sua pesquisa realizou uma revisão sistemática da literatura sobre modelos de maturidade na I4.0 e princípios de *Design* que resultou em uma avaliação de 16 MM e 8 princípios que demonstraram a importância dessa correlação para a implementação da digitalização nas empresas, como também, da ineficiência dos MM atuais para fins práticos.

1.6. Resultados e discussões

Esta seção se propõe a apresentar os principais resultados e discussões da pesquisa a partir dos artigos (PARTE 2) e que estão relacionados aos objetivos específicos da dissertação.

1.6.1. Artigo 1

A I4.0 vem se apresentando no contexto do B4.0 através da implementação de tecnologias digitais capazes de otimizar os resultados financeiros das instituições ao passo em que aprimoram o atendimento aos clientes (HE et al., 2021). Para GU et al. (2021) o setor financeiro mudou drasticamente como funciona e os avanços das novas tecnologias em informação e comunicação tem uma forte associação com seu desempenho, rentabilidade e desenvolvimento. O setor de serviços financeiros depende diretamente da qualidade do serviço e do relacionamento com o cliente que estão diretamente ligados ao conceito de servitização, ou seja, do foco na entrega e atendimento e não no produto em si (Frank et al., 2019). Portanto, os sistemas bancários devem estar configurados para responder essas demandas e se adaptar a uma tecnologia integrada e em rede para fornecer serviços bancários virtuais (Patrick Ajibade & Mutul, 2020).

Na presente pesquisa foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura baseada na I4.0 e no B4.0 tendo como resultado principal 16 tecnologias identificadas como sendo as principais no contexto do B.0. Dentre as tecnologias mais citadas temos: a Inteligência Artificial, o API, *Blockchain*, *Big Data* e *Fintechs*. A implementação de tais tecnologias estão associadas principalmente a ampla utilização da Internet e dos Smartphones que possibilitaram o acesso remoto aos serviços digitais fornecidos pelas instituições financeiras (Yuan et al., 2021). O avanço tecnológico do B4.0 colabora também para a melhor gestão dos ativos financeiros, da carteira de clientes e da proposição de melhores produtos adequados às novas demandas (Bilan et al., 2019).

As tecnologias encontradas na RSL demonstram que o B4.0 vem avançando na implementação de um atendimento digital e voltado para o cliente de forma personalizada, como também, aprimorando sua experiência de uso (Yun et al., 2021). Para Gupta (2021), os Bancos

estão sendo pressionados para digitalização dos seus principais processos de negócios, na reavaliação de estruturas e busca de talentos internos em prol de um “Banco Digital. Tudo isto vem à tona diante dos ganhos operacionais que esta digitalização pode trazer (A. Rahman & Abedin, 2021).

Salientamos que este artigo foi submetido no dia 21 de Abril de 2023 para a Revista Brasileira Gestão e Inovação e está em processo de avaliação.

1.6.2. Artigo 2

O B4.0 definido como uma vertente da I4.0 para o setor financeiro vem sendo alvo de diversas pesquisas que tratam principalmente das tecnologias que estão sendo desenvolvidas e aplicadas neste contexto. A importância destas tecnologias está pautada na necessidade de ser compreender as novas formas de relacionamento com os clientes, de comercialização e das possibilidades de ganhos operacionais (Jianqiang Gu et al., 2021; Mehdiabadi et al., 2020). A avaliação da prontidão e da maturidade são preocupações das empresas atuais visto que poucas tem capacidade e tecnologia para avançar para esta nova perspectiva de produção, como também, não compreendem seu estágio atual e não tem um mapeamento estratégico de como alcançar esta implementação da I4.0 (M. Halaška & Šperka, 2020).

Nesse contexto, os Modelos de Avaliação da Maturidade são ferramentas capazes de colaborar com este diagnóstico (De Bruin et al., 2005). Desse modo, para cumprimento dos objetivos deste artigo um MM para o B4.0 foi elaborado tomando por base uma metodologia para a elaboração de modelos de maturidade proposto por Becker et al. (2009) de elaboração de Modelo de Maturidade que possui 8 fases, bem como, a estrutura conceitual proposta por Schumacher et al. (2016) com itens de maturidade. Para a elaboração do modelo apresentado no artigo 2, foram consideradas as 5 etapas iniciais de Becker et al. (2009), sendo as demais descritas no artigo 3.

Assim, a partir da formulação do problema (Fase 1) e da análise da literatura (Fase 2) foi definida a estratégia do Modelo (Fase 3) bem como a sua estruturação (Fase 4) Temos a estrutura do modelo é composta por 4 níveis de maturidade (Inicial, Gerenciado, Integrado e Digital Orientado), 5 dimensões (Tecnologia, Clientes, Pessoas e Cultura, Estratégia e Liderança e Governança) e 42 itens de avaliação de maturidade.

Os especialistas avaliaram como “Bom” a estrutura do modelo em relação aos níveis, dimensões e itens. Acerca da importância das dimensões foi consenso de que a Tecnologia é a mais importante, no entanto, a dimensão Clientes foi considerada relevante ratificando a literatura sobre o B4.0 no que tange a importância da centralidade no cliente e das tecnologias (A. Rahman & Abedin, 2021). Para a dimensão Estratégia e Liderança a avaliação de importância foi relevante

também validando a necessidade de que os gestores estejam alinhados com essas mudanças e a própria estratégia corporativa (Wimboh Santoso et al., 2021). A dimensão Pessoas e Cultura foi considerada como menos importante pelos especialistas comparativamente às demais, podendo estar associada ao foco dado às tecnologias e trato com os clientes. Por fim, a dimensão Governança pode ser comparada com a importância da Estratégia e Liderança sendo possível esta classificação com a relevância da segurança de dados dentro do B4.0 (Thach et al., 2021).

Dessa forma, a partir da opinião dos especialistas, pequenos ajustes foram feitos, deixando o modelo pronto para ser aplicado em uma organização real a fim de validar o modelo, e, quem sabe, realizar novos ajustes de acordo com a realidade estudada (representando as Fases de 5 à 8 da metodologia proposta por Becker para a elaboração de modelos de maturidade). Essas fases foram executadas no artigo 3, conforme se verifica a seguir. Salientamos que este Artigo ainda não foi submetido à revista científica.

1.6.3. Artigo 3

Para o alcance do OE4, bem como, do objetivo geral desta dissertação, um Modelo de Avaliação da Maturidade foi elaborado seguindo as premissas de Becker et al. (2009) descritas no art. 2, bem como, o referencial teórico acerca do B4.0 (descritos no artigo 1).

Assim, foi possível aplicar e validar o modelo por meio de um estudo de caso, conforme sugere Becker et al. (2009) nas fases para a elaboração de um MM. O MM foi aplicado em um Banco Múltiplo Brasileiro. Para a aplicação do MM foram selecionados 6 funcionários e a aplicação dividida em dois grupos. Três entrevistados responderam acerca da importância de cada item de maturidade para o B4.0 a fim de determinar pesos para os itens. Os outros três respondentes avaliaram o desempenho do Banco. As dimensões foram separadas em três blocos, sendo elas: “Tecnologia e Clientes”, “Pessoas e Cultura” e “Estratégia e Liderança e Governança”. Cada entrevistado respondeu um questionário de coleta de dados conforme um dos blocos de dimensão e o tipo de avaliação, se de importância ou desempenho. Ao final foi realizado a média ponderada da maturidade de cada dimensão e da maturidade global do Banco X.

Assim, após a coleta de dados foi possível determinar a maturidade do Banco X em Referenciado. Tal resultado demonstra que a empresa tem a implementação das práticas e tecnologias do B4.0 de forma avançada sendo considerada referência no tema no setor bancário. Isto foi validado com a fala de alguns entrevistados que afirmaram que o Banco Central Brasileiro (BACEN) tem utilizado a instituição para projetos piloto de produtos bancários, bem como, para consulta de implementação de tecnologias específicas. Em análise detalhada, a dimensão Estratégia e Liderança teve resultado inferior às demais dimensões estando no nível Integrado. Tal

resultado pode estar associado ao desempenho avaliado como médio nos itens de motivação dos gestores para o B4.0, como também, com relação aos investimentos para a implementação do B4.0 e as parcerias com *fintechs* e *startups*.

A dimensão Governança apesar de estar no nível Referenciado teve uma nota muito próxima do quarto nível demonstrando que é necessário investimento no tratamento dos dados e na segurança evitando riscos operacionais e de imagem. A dimensão Tecnologia possui um nível alto de desempenho na Instituição podendo estar associado aos investimentos em capacitação que os entrevistados abordaram. Seguindo esta linha, a dimensão Pessoas e Cultura teve o melhor desempenho justamente validando a importância dada pela instituição em treinar os funcionários e criar um ambiente de inovação como, por exemplo, a criação de equipes multidisciplinares e dinâmicas para projetos de produtos e serviços. A dimensão Clientes, validando o desempenho em Tecnologia, tem um nível Referenciado visto que nesta dimensão foi analisado o tratamento das informações dos clientes que está associado ao nível de entrega que as soluções digitais têm.

Dessa forma, após aplicar o modelo foi possível concluir todas as etapas metodológicas propostas por Becker et al. (2009). A Fase 6 de implementação da transferência de informações foi executada na aplicação do modelo no Banco X, como também, a Fase 7 que validou o modelo visto que os entrevistados mostraram aderência aos itens de maturidade com as práticas e tecnologias que o Banco X possui. Tal fato também foi demonstrado com as observações e sugestões de melhoria que eles propuseram levando-nos à Fase 8 de iteração do modelo, ou seja, seu aprimoramento em detrimento à realidade.

Por fim, este artigo ainda não foi enviado para submissão em revista científica.

1.7. Conclusões do trabalho, contribuições, limitações e oportunidades para novas pesquisas

Esta dissertação teve como principal objetivo: Desenvolver um modelo de maturidade para a implementação do *Banking* 4.0. Esse objetivo foi alcançado, conforme descrito a seguir:

OE1 – Analisar as particularidades dos conceitos e tecnologias da I4.0 para os serviços bancários/financeiros (*Banking* 4.0): alcançado através de uma RSL utilizando a metodologia de Tranfield et al. (2003) gerando um compilado de tecnologias do B4.0 e conteúdo acerca de práticas e conceitos deste novo paradigma conceitual. O Artigo 1 trouxe essas tecnologias através do método de RSL que deu suporte teórico para o alcance dos demais objetivos.

OE2 – Identificar dimensões e procedimentos dos modelos de maturidade para I4.0: alcançado através de uma RSL utilizando a metodologia de Tranfield et al. (2003) que resultou na identificação de dimensões e níveis de maturidade da I4.0 utilizados nos principais artigos científicos selecionados. Tal resultado está presente na parte teórica do Artigo 2 e gerou duas

tabelas principais (Tabela 5 e 6) de resultados demonstrando a recorrência das nomenclaturas de dimensões e níveis dos MM para a I4.0 encontrados que colaborou para a segunda parte de elaboração do MM para o B4.0.

OE3 – Analisar a aderência das dimensões de um modelo de maturidade da I4.0 para o banking 4.0 por meio de pesquisa com especialistas: alcançado através da elaboração de um modelo de maturidade para o B4.0 que foi avaliado por especialistas, selecionados na base de pesquisadores Lattes, através de formulário que abordou questões sobre a importância relativa entre as dimensões, avaliação dos elementos do modelo, como também, dos princípios básicos dos modelos de maturidade (MM), premissas, utilidade, qualidade e eficácia. Tais resultados estão presentes no Artigo 2 através da apresentação do MM para o B4.0, do método para a coleta de dados com os especialistas e do modelo refinado com as sugestões apresentadas.

OE4 – Aplicar o modelo proposto em um Banco Múltiplo Brasileiro: alcançado por meio de um estudo de caso único que possibilitou a aplicação do modelo de avaliação da maturidade, bem como, proposição de pontos de melhoria e identificação de oportunidades para pesquisas futuras. No Artigo 3 está apresentada a metodologia de elaboração do estudo de caso, como também, os resultados da aplicação no Banco, as percepções dos entrevistados e suas sugestões de melhorias do modelo. Por fim, neste último artigo são elencadas sugestões de ampliação da pesquisa em outras instituições e outros setores além da Tecnologia.

Dessa forma, pode-se afirmar que o objetivo geral foi alcançado, bem como a pergunta de pesquisa que consistia em “Como avaliar a maturidade dos Bancos no que tange a implementação das práticas e tecnologias da Indústria 4.0”, foi respondida. A partir dos resultados alcançados, pode-se afirmar que a dissertação trouxe contribuições, conforme se verifica a seguir.

1.7.1. Contribuições teóricas e práticas

A importância do B4.0 para a sociedade como um todo está ligada à possibilidade de que a otimização dos serviços bancários e a redução de custos operacionais colabora com o aumento da margem de investimentos pelo setor bancário (He et al., 2021). A presente pesquisa trouxe contribuições teóricas relevantes para os estudos em B4.0 e Modelos de Avaliação da Maturidade. Ao se utilizar de método já validado de elaboração de Revisões Sistemáticas da Literatura proposta por Tranfield et al.(2003) trazemos resultados inovadores visto que não existem pesquisas acerca das tecnologias e práticas do B4.0 com procedimentos definidos. As pesquisas de Mehdiabadi (2020) e Rahman (2021), por exemplo, apresentam tecnologias do B4.0, mas na forma de referencial teórico para o alcance dos objetivos de cada pesquisa individualmente. Demais pesquisas encontradas tratam das tecnologias do B4.0 de forma individual tal como os trabalhos

de Wang et al. (2021) que aborda as *fintechs*, Kimani et al. (2020) que apresenta reflexões sobre *Blockchain* e Tao et al. (2021) que pesquisa sobre robôs conselheiros de investimento.

A contribuição para a teoria acerca de MM foi consolidada a partir da elaboração de um modelo específico para o B4.0. Não tendo sido encontrado na revisão da literatura sobre um MM para o B4.0 com rigor metodológico como apresentado nesta pesquisa, bem como, a avaliação por especialistas e a aplicação do mesmo por meio de um estudo de caso, que colaborou para o refinamento do modelo e validação da estrutura. Utilizando do método de Becker et al. (2009) para elaboração do modelo, bem como, suas etapas de projeto composta por 8 etapas e 8 requisitos de validação do modelo, o MM para o B4.0 é pioneiro na literatura e traz reflexões sobre metodologia e MM importantes que podem ser utilizadas em pesquisas em diversos campos. Associado a isto, está a utilização da estrutura de MM por itens de Maturidade proposta por Schumacher (2016b) que é validada no campo da pesquisa científica tendo mais de 500 citações no *Web of Science*. Tal estrutura foi utilizada para elaboração do modelo e colaborou para que este pudesse ter abrangência de temas a serem avaliados. Associado a isto temos a visão holística do MM para o B4.0 que possui 42 itens em 5 dimensões diferentes que abordam não apenas a Tecnologia.

Em termos práticos a pesquisa colabora com os gestores bancários na criação de uma ferramenta de avaliação da implementação do B4.0 nos Bancos. A criação de um modelo que aborda itens de maturidade pautados não apenas em tecnologia, como era de se esperar em um contexto de inovação do B4.0, mas que possibilita uma avaliação da estratégia corporativa e das pessoas neste contexto é bastante relevante. O formato de coleta de dados foi elaborado para ser intuitivo quando a aplicação em uma amostra maior de pessoas e está adequada para que os gestores possam utilizá-la dentro do seu contexto corporativo.

1.7.2. Limitações e oportunidades de novas pesquisas

A presente pesquisa propôs um Modelo de Avaliação da Maturidade para o B4.0 a partir de uma ampla revisão da literatura sobre a I4.0 no setor bancário e sobre modelos de maturidade. O modelo proposto foi avaliado a partir da opinião de especialistas, e validado por meio de um estudo de caso em um contexto real específico, proporcionando, inclusive, alguns ajustes do MM para a realidade estudada.

Dessa forma, embora a dissertação traga contribuições relevantes, ela apresenta, algumas limitações que podem se tornar oportunidades para estudos futuros. Por exemplo, para a realização da RSL sobre tecnologias e práticas do B4.0 e MM, foram determinados *strings* específicos, bem como, uma única base de dados. Dessa forma, futuras pesquisas poderiam incorporar outras *strings* e outras bases de dados trazendo, portanto, novidades teóricas diferentes. Outro fato importante é

a inclusão de literatura cinza que pode trazer o conhecimento amplo e prático das empresas sobre as tecnologias e práticas do B4.0 visto que elas atuam diretamente com as tecnologias do B4.0.

Sobre a pesquisa com especialistas, que avaliaram o modelo, há algumas limitações, como por exemplo, o número de especialistas que efetivamente participaram da pesquisa (que foi reduzido). Considerando esta limitação, sugere-se a aplicação de um Delphi para alcançar um determinado grau de convergência nas respostas e um número maior de especialistas. Outro limitador que pode ser citado é não encontramos MM's para o setor de serviços que pudesse colaborar com a bibliografia utilizada sobre MM para a I4.0 tal fato pode estar associado a utilização apenas da base *web of Science* para a pesquisa.

Por fim, a aplicação do modelo em um único estudo de caso pode ser considerado um limitador em relação à validação do modelo de avaliação. Dessa forma, para futuros trabalhos, sugere-se que o MM seja aplicado em outros contextos semelhantes, para ampliar o grau de generalização em relação a validação do modelo. Ainda em relação ao estudo de caso, outro fator limitador diz respeito ao número de entrevistados, sendo todos eles ligados à tecnologia, não envolvendo outras diretorias tampouco outras unidades da instituição. Tal limitação pode ser um chamado para novos trabalhos na mesma instituição, de forma que possa trazer informações o mais próximo possível da realidade investigada.

Diante deste contexto esta pesquisa traz reflexões sobre o B4.0 acerca da sua importância para o contexto bancário, bem como, para a sociedade visto a relevância deste setor para a economia local e global sendo capaz de fomentar o desenvolvimento de todos os setores da sociedade através da transferência de recursos (Jianqiang Gu et al., 2021). Sendo assim, as oportunidades de pesquisa são amplas visto a necessidade de se compreender melhor como os avanços tecnológicos do B4.0 podem atender melhor aos clientes de forma rápida e segura, mas principalmente a possibilidade de democratização do acesso aos serviços bancários. A detecção de novas tecnologias e práticas do B4.0 são fundamentais para aprimoramento do Modelo, como também, a presença de funcionários das instituições financeiras na sua elaboração. Para tanto a criação de *workshops* multidisciplinares com os funcionários e pesquisadores podem colaborar com as próximas pesquisas.

Outra oportunidade de pesquisa é o estudo aprofundado sobre as *fintechs* e *startups* que se apresentaram na literatura como importante parceria a ser desenvolvida pelos Bancos. A criação de produtos e serviços por essas empresas já existe com a entrega digital para os clientes dos Bancos, mas há muito o que se explorar, principalmente no contexto de avaliação da maturidade desta relação. As pesquisas sobre o B4.0 podem explorar ainda outros itens de maturidade que

abordem de forma mais aprofundada práticas de gestão de pessoas, as áreas de *backoffice*, tal como, de suprimentos, operacional, tesouraria e relação com fornecedores.

Nesta pesquisa foi possível perceber que a atuação do B4.0 vai além da implementação de tecnologias inovadoras de atendimento, mas também está associada às mudanças organizacionais e estruturais nos Bancos que possibilitem a ampliação da base de clientes e a oferta de produtos personalizados. No entanto, apesar da ideia de que a inovação tecnológica é o mote dos Bancos hoje ainda há de se falar sobre a democratização antes de tudo da internet, dos equipamentos compatíveis para uso e da educação financeira para auxiliar as pessoas nessa jornada.

1.8 Referências Parte I

- Agostini, L., & Nosella, A. (2021). Industry 4.0 and business models: a bibliometric literature review. *Business Process Management Journal*, 27(5), 1633–1655.
<https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2021-0133>
- Ajibade, P., & Mutul, S. M. (2020). Big data, 4IR and electronic banking and banking systems applications in South Africa and Nigeria. *Banks and Bank Systems*, 15(2), 187–199.
[https://doi.org/10.21511/bbs.15\(2\).2020.17](https://doi.org/10.21511/bbs.15(2).2020.17)
- Ajibade, Patrick, & Mutul, S. M. (2020). Big data, 4IR and electronic banking and banking systems applications in South Africa and Nigeria. *Banks and Bank Systems*, 15(2), 187–199.
[https://doi.org/10.21511/bbs.15\(2\).2020.17](https://doi.org/10.21511/bbs.15(2).2020.17)
- Akter, S., & Wamba, S. F. (2016). Big data analytics in E-commerce: a systematic review and agenda for future research. *Electronic Markets*, 26(2), 173–194.
<https://doi.org/10.1007/s12525-016-0219-0>
- Alcácer, V., & Cruz-Machado, V. (2019). Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 22(3), 899–919. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.01.006>
- Ali, M.M. (2020). Digitization of the emerging economy: An exploratory and explanatory case study. *Journal of Governance and Regulation*, 9(4), 25–36.
<https://doi.org/10.22495/jgrv9i4art2>
- Ali, Muhammad Mahboob. (2020). Digitization of the emerging economy: An exploratory and explanatory case study. *Journal of Governance and Regulation*, 9(4), 25–36.
<https://doi.org/10.22495/jgrv9i4art2>
- Anifa, M., Ramakrishnan, S., Joghee, S., Kabiraj, S., & Bishnoi, M. M. (2022). Fintech Innovations in the Financial Service Industry. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/jrfm15070287>
- BACEN. (2023). *O que é banco (instituição financeira)*.
<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/bancoscaixaseconomicas>
- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., & Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International Journal of Production Economics*, 229, 107776.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
- Bandara, O. K. K., Tharaka, V. K., & Wickramarachchi, A. P. R. (2019a). Industry 4.0 maturity

- assessment of the Banking Sector of Sri Lanka. *Proceedings - IEEE International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering, SCSE 2019*, 190–195.
<https://doi.org/10.23919/SCSE.2019.8842818>
- Bandara, O. K. K., Tharaka, V. K., & Wickramarachchi, A. P. R. (2019b). Industry 4.0 maturity assessment of the Banking Sector of Sri Lanka. *Proceedings - IEEE International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering, SCSE 2019*, 190–195.
<https://doi.org/10.23919/SCSE.2019.8842818>
- 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, 2019(MAR)*, 1141–1150.
- Bandara, Oshadhi, 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, 2019(MAR)*, 1141–1150.
- Bardin, L. (1977). *10 - Bardin, Laurence - Análise de Conteúdo.pdf*. Edições 70.
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Becker, J., Knackstedt, R., & Pöppelbuß, J. (2009). Developing Maturity Models for IT Management. *Business & Information Systems Engineering*, 1(3), 213–222.
<https://doi.org/10.1007/s12599-009-0044-5>
- Berdykulova, G. M. K. (2019). Cyber risk management in digital environment: Case of Kazakhstani bank. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(5), 777–782.
- Bibby, L., & Dehe, B. (2018a). Defining and assessing industry 4.0 maturity levels—case of the defence sector. *Production Planning and Control*, 29(12), 1030–1043.
<https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1503355>
- Bibby, L., & Dehe, B. (2018b). Defining and assessing industry 4.0 maturity levels—case of the defence sector. *Production Planning and Control*, 29(12), 1030–1043.
<https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1503355>
- Bilan, Y., Rubanov, P., Vasylieva, T., & Lyeonov, S. (2019). The influence of industry 4.0 on financial services: Determinants of alternative finance development. *Polish Journal of Management Studies*, 19(1), 70–93. <https://doi.org/10.17512/pjms.2019.19.1.06>
- Büchi, G., Cugno, M., & Castagnoli, R. (2020). Smart factory performance and Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 150(June 2019), 119790.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119790>
- Caiado, R. G. G., Scavarda, L. F., Gavião, L. O., Ivson, P., Nascimento, D. L. de M., & Garza-Reyes, J. A. (2021). A fuzzy rule-based industry 4.0 maturity model for operations and supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 231(November 2019). <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107883>
- Calliess, C., & Baumgarten, A. (2020). Cybersecurity in the EU the example of the financial sector: A legal perspective. In *German Law Journal* (Vol. 21, Issue 6).
<https://doi.org/10.1017/glj.2020.67>
- Cauchick-Miguel, P. A., Fleury, A., Pereira Mello, C. H., Nakano, D. N., Lima, E. P. de, Turrioni, J. B., Lee Ho, L., Morabito, R., Sousa, R., Gouvêa da Costa, S. E., Pureza, V.,

- Sérgio, E. G. da C., & Edson Pinheiro de Lima. (2012). *Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. 2 ed. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9788535248913500097>
- Cividino, S., Egidi, G., Zambon, I., & Colantoni, A. (2019). Evaluating the degree of uncertainty of research activities in Industry 4.0. *Future Internet*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/fi11090196>
- Cohen, M. C. (2018). Big Data and Service Operations. *Production and Operations Management*, 27(9), 1709–1723. <https://doi.org/10.1111/poms.12832>
- De Bruin, S., De Bruin, T., Rosemann, P. M., Freeze, R., Kulkarni, P. U., & Carey, W. P. (2005). Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. *16th Australasian Conference on Information Systems*. <http://www.efqm.org/Default>
- De Carolis, A., Macchi, M., Negri, E., & Terzi, S. (2017). A maturity model for assessing the digital readiness of manufacturing companies. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 513, 13–20. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66923-6_2
- Decker, A. (2012). *Adoption of Point of Sale Terminals in Nigeria*. 3(1), 1–6. https://www.academia.edu/1291578/Adoption_of_Point_of_Sale_Terminals_in_Nigeria?email_work_card=title
- Dikhanbayeva, D., Shaikholla, S., Suleiman, Z., & Turkyilmaz, A. (2020). Assessment of industry 4.0 maturity models by design principles. *Sustainability (Switzerland)*, 12(23), 1–22. <https://doi.org/10.3390/su12239927>
- Dudin, M. N., Shkodinskii, S. V., & Usmanov, D. I. (2021). Key trends and regulations of the development of digital business models of banking services in industry 4.0. *Finance: Theory and Practice*, 25(5), 59–78. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2021-25-5-59-78>
- Dutta, G., Kumar, R., Sindhwani, R., & Singh, R. K. (2020). Digital transformation priorities of India's discrete manufacturing SMEs – a conceptual study in perspective of Industry 4.0. *Competitiveness Review*, 30(3), 289–314. <https://doi.org/10.1108/CR-03-2019-0031>
- Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107–115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>
- Frank, A. G., Mendes, G. H. S., Ayala, N. F., & Ghezzi, A. (2019). Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 141(July 2018), 341–351. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.01.014>
- Freeman, R. E., Wicks, A. C., & Parmar, B. (2004). Stakeholder theory and “The corporate objective revisited.” *Organization Science*, 15(3), 364–369. <https://doi.org/10.1287/orsc.1040.0066>
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910–936. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>
- Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119869. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869>
- Ghobakhloo, M., Fathi, M., Iranmanesh, M., Maroufkhani, P., & Morales, M. E. (2021). Industry 4.0 ten years on: A bibliometric and systematic review of concepts, sustainability value drivers, and success determinants. *Journal of Cleaner Production*, 302, 127052.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127052>

- Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017a). Development of an assessment model for industry 4.0: Industry 4.0-MM. *Communications in Computer and Information Science*, 770, 128–142. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67383-7_10
- Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017b). Development of an assessment model for industry 4.0: Industry 4.0-MM. *Communications in Computer and Information Science*, 770, 128–142. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67383-7_10
- Gu, J., Gouliamos, K., Lobonç, O.-R., & Nicoleta-Claudia, M. (2021). Is the fourth industrial revolution transforming the relationship between financial development and its determinants in emerging economies? *Technological Forecasting and Social Change*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120563>
- Gu, Jianqiang, Gouliamos, K., Lobonç, O. R., & Nicoleta-Claudia, M. (2021). Is the fourth industrial revolution transforming the relationship between financial development and its determinants in emerging economies? *Technological Forecasting and Social Change*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120563>
- Gupta, R. (2021). Industry 4.0 Adaption in Indian Banking Sector—A Review and Agenda for Future Research. *Vision*, 1–9. <https://doi.org/10.1177/0972262921996829>
- Hajoary, P. K. (2020). Industry 4.0 Maturity and Readiness Models: A Systematic Literature Review and Future Framework. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 17(7). <https://doi.org/10.1142/S0219877020300050>
- Halaška, M., & Šperka, R. (2020). Managing the business processes under the influence of Industry 4.0: Case study of loan application. *International Journal of Business Information Systems*, 34(3), 312–329. <https://doi.org/10.1504/IJBIS.2020.108660>
- Halaška, Michal, & Šperka, R. (2020). Managing the business processes under the influence of Industry 4.0: Case study of loan application. *International Journal of Business Information Systems*, 34(3), 312–329. <https://doi.org/10.1504/IJBIS.2020.108660>
- Haryati, N., Burhany, D. I., & Suhartanto, D. (2019). Assessing the Profitability of Islamic Banks: The Role of Bank Age and Bank Performance. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 662(6). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/662/6/062014>
- He, X., Xiong, D., Khalifa, W. M. S., & Li, X. (2021). Chinese banking sector: A major stakeholder in bringing fourth industrial revolution in the country. *Technological Forecasting and Social Change*, 165(June 2020), 120519. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120519>
- Hercko, J., Hnat, J., & Slamkova, E. (2015). *Industry 4.0 – New Era of Manufacturing*. 80–83.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *Management Information Systems*, 28(1), 75–105.
- Jakhiya, M., Mittal Bishnoi, M., & Purohit, H. (2020). Emergence and growth of mobile money in modern india: A study on the effect of mobile money. *2020 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences, ASET 2020*. <https://doi.org/10.1109/ASET48392.2020.9118375>
- Jiao, Z., Shahid, M. S., Mirza, N., & Tan, Z. (2021). Should the fourth industrial revolution be widespread or confined geographically? A country-level analysis of fintech economies. *Technological Forecasting and Social Change*, 163.

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120442>

- Kiel, D., Müller, J. M., Arnold, C., & Voigt, K. I. (2017). Sustainable industrial value creation: Benefits and challenges of industry 4.0. In *International Journal of Innovation Management* (Vol. 21, Issue 8). <https://doi.org/10.1142/S1363919617400151>
- Kimani, D., Adams, K., Attah-Boakye, R., Ullah, S., Frecknall-Hughes, J., & Kim, J. (2020). Blockchain, business and the fourth industrial revolution: Whence, whither, wherefore and how? *Technological Forecasting and Social Change*, 161. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120254>
- King, B. (2010). *Bank 2.0*. Marshall Cavendish Business.
- Lasrado, L. A., Vatrupu, R., & Andersen, K. N. (2015). Maturity Models Development in IS Research: A Literature Review. *IRIS Selected Papers of the Information Systems Research Seminar in Scandinavia*, 6, 6. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3046.3209>
- Limba, T., Stankevičius, A., & Andrulevičius, A. (2019). Cryptocurrency as disruptive technology: Theoretical insights. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 6(4), 2068–2080. [https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.4\(36\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.4(36))
- Lin, T. C., Sheng, M. L., & Jeng Wang, K. (2020). Dynamic capabilities for smart manufacturing transformation by manufacturing enterprises. *Asian Journal of Technology Innovation*, 28(3), 403–426. <https://doi.org/10.1080/19761597.2020.1769486>
- Lin, T. C., Wang, K. J., & Sheng, M. L. (2020). To assess smart manufacturing readiness by maturity model: a case study on Taiwan enterprises. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 33(1), 102–115. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2019.1699255>
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>
- Mariani, M., & Borghi, M. (2019). Industry 4.0: A bibliometric review of its managerial intellectual structure and potential evolution in the service industries. *Technological Forecasting and Social Change*, 149(November), 119752. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119752>
- Matsepe, N. T., & Van der Lingen, E. (2022). Determinants of emerging technologies adoption in the South African financial sector. *South African Journal of Business Management*, 53(1), 1–12. <https://doi.org/10.4102/sajbm.v53i1.2493>
- Mazurchenko, A., Zelenka, M., & Maršíková, K. (2022). Demand for Employees' Digital Skills in the Context of Banking 4.0. *E a M: Ekonomie a Management*, 25(2), 41–58. <https://doi.org/10.15240/tul/001/2022-2-003>
- Mehdiabadi, A., Tabatabeinasab, M., Spulbar, C., Yazdi, A. K., & Birau, R. (2020). Are we ready for the challenge of banks 4.0? designing a roadmap for banking systems in industry 4.0. *International Journal of Financial Studies*, 8(2), 1–28. <https://doi.org/10.3390/ijfs8020032>
- Narula, S., Prakash, S., Dwivedy, M., Talwar, V., & Tiwari, S. P. (2020). Industry 4.0 adoption key factors: an empirical study on manufacturing industry. *Journal of Advances in Management Research*, 17(5), 697–725. <https://doi.org/10.1108/JAMR-03-2020-0039>
- Nguyen, M. P., & Phan, A. (2022). Customer's Satisfaction About Mobile Banking Distribution

- Channel in Vietnamese Commercial Banks. *Journal of Distribution Science*, 20(8), 69–79. <https://doi.org/10.15722/jds.20.08.202208.69>
- Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127–182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>
- Park, J. H., & Park, J. H. (2017). Blockchain security in cloud computing: Use cases, challenges, and solutions. *Symmetry*, 9(8), 1–13. <https://doi.org/10.3390/sym9080164>
- Peres, R. S., Jia, X., Lee, J., Sun, K., Colombo, A. W., & Barata, J. (2020). Industrial Artificial Intelligence in Industry 4.0 -Systematic Review, Challenges and Outlook. *IEEE Access*, 220121–220139. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3042874>
- Pirola, F., Cimini, C., & Pinto, R. (2020). Digital readiness assessment of Italian SMEs: a case-study research. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 1045–1083. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0305>
- Proença, D., & Borbinha, J. (2016). Maturity Models for Information Systems - A State of the Art. *Procedia Computer Science*, 100(2), 1042–1049. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.279>
- Rafael, L. D., Jaione, G. E., Cristina, L., & Ibon, S. L. (2020). An Industry 4.0 maturity model for machine tool companies. *Technological Forecasting and Social Change*, 159(March), 120203. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120203>
- Rahman, A., & Abedin, M. J. (2021). The Fourth Industrial Revolution and private commercial banks: the good, bad and ugly. *International Journal of Organizational Analysis*. <https://doi.org/10.1108/IJOA-05-2020-2218>
- Rahman, Asif, & Abedin, M. J. (2021). The Fourth Industrial Revolution and private commercial banks: the good, bad and ugly. *International Journal of Organizational Analysis*. <https://doi.org/10.1108/IJOA-05-2020-2218>
- Santos, R. C., & Martinho, J. L. (2020). An Industry 4.0 maturity model proposal. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 1023–1043. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0284>
- Santoso, W., Sitorus, P. M., Batunanggar, S., Krisanti, F. T., Anggadwita, G., & Alamsyah, A. (2021). Talent mapping: a strategic approach toward digitalization initiatives in the banking and financial technology (FinTech) industry in Indonesia. *Journal of Science and Technology Policy Management*. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-04-2020-0075>
- Santoso, Wimboh, Sitorus, P. M., Batunanggar, S., Krisanti, F. T., Anggadwita, G., & Alamsyah, A. (2020). Talent mapping: a strategic approach toward digitalization initiatives in the banking and financial technology (FinTech) industry in Indonesia. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 12(3), 399–420. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-04-2020-0075>
- Santoso, Wimboh, Sitorus, P. M., Batunanggar, S., Krisanti, F. T., Anggadwita, G., & Alamsyah, A. (2021). Talent mapping: a strategic approach toward digitalization initiatives in the banking and financial technology (FinTech) industry in Indonesia. *Journal of Science and Technology Policy Management*. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-04-2020-0075>
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016a). 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>

- Schumacher, A., Erol, S., & Sih, W. (2016b). 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>
- Schumacher, A., Nemeth, T., & Sih, W. (2019). Roadmapping towards industrial digitalization based on an Industry 4.0 maturity model for manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 79, 409–414. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.110>
- Selznick, P. (1957). *Leadership in Administration: A Sociological Interpretation*. (1st ed.). Petersson and Company.
- Shaikh, A. A., & Karjaluo, H. (2015). Mobile banking adoption: A literature review. *Telematics and Informatics*, 32(1), 129–142. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2014.05.003>
- Shin, J. W., Cho, J. Y., & Lee, B. G. (2020). Customer perceptions of Korean digital and traditional banks. *International Journal of Bank Marketing*, 38(2), 529–547. <https://doi.org/10.1108/IJBM-03-2019-0084>
- Sjödin, D. R., Parida, V., Leksell, M., & Petrovic, A. (2018). Smart Factory Implementation and Process Innovation: A Preliminary Maturity Model for Leveraging Digitalization in Manufacturing. Moving to smart factories presents specific challenges that can be addressed through a structured approach focused on people, p. *Research Technology Management*, 61(5), 22–31. <https://doi.org/10.1080/08956308.2018.1471277>
- Sony, M., Antony, J., & Mc Dermott, O. (2022). How do the technological capability and strategic flexibility of an organization impact its successful implementation of Industry 4.0? A qualitative viewpoint. *Benchmarking*. <https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2021-0541>
- Sony, M., Antony, J., Mc Dermott, O., & Garza-Reyes, J. A. (2021). An empirical examination of benefits, challenges, and critical success factors of industry 4.0 in manufacturing and service sector. *Technology in Society*, 67(May), 101754. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101754>
- Tao, R., Su, C. W., Xiao, Y., Dai, K., & Khalid, F. (2021). Robo advisors, algorithmic trading and investment management: Wonders of fourth industrial revolution in financial markets. *Technological Forecasting and Social Change*, 163(October), 120421. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120421>
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (2009). Dynamic capabilities and strategic management. *Knowledge and Strategy*, 18(March), 77–116. <https://doi.org/10.1093/0199248540.003.0013>
- Thach, N. N., Hanh, H. T., Huy, D. T. N., Gwoździwicz, S., Nga, L. T. V., Huong, L. T. T., & Nam, V. Q. (2021). Technology Quality Management of the Industry 4.0 and Cybersecurity Risk Management on Current Banking Activities in Emerging Markets - the Case in Vietnam. *International Journal for Quality Research*, 15(3), 845–856. <https://doi.org/10.24874/IJQR15.03-10>
- Tran, L. Q. T., Phan, D. T., Herdon, M., & Kovacs, L. (2022). Assessing the Digital Transformation in Two Banks: Case Study in Hungary. *Agris On-Line Papers in Economics and Informatics*, 14(2), 121–134. <https://doi.org/10.7160/aol.2022.140210>
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review*

- Introduction: the need for an evidence- informed approach. *British Journal of Management*, 14, 207–222.
- Von Solms, J., & Langerman, J. (2020). A smart treasury fit for the 4th industrial revolution. *FEMIB 2020 - Proceedings of the 2nd International Conference on Finance, Economics, Management and IT Business*, 122–128.
- Von Solms, Johan, & Langerman, J. (2020). A smart treasury fit for the 4th industrial revolution. *FEMIB 2020 - Proceedings of the 2nd International Conference on Finance, Economics, Management and IT Business*, 122–128. <https://doi.org/10.5220/0009470501220128>
- Wagire, A. A., Joshi, R., Rathore, A. P. S., & Jain, R. (2021). Development of maturity model for assessing the implementation of Industry 4.0: learning from theory and practice. *Production Planning and Control*, 32(8), 603–622. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1744763>
- Wang, C., Qiao, C., Ahmed, R. I., & Kirikkaleli, D. (2021). Institutional Quality, Bank Finance and Technological Innovation: A way forward for Fourth Industrial Revolution in BRICS Economies. *Technological Forecasting and Social Change*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120427>
- Wang, Chenguang, Qiao, C., Ahmed, R. I., & Kirikkaleli, D. (2021). Institutional Quality, Bank Finance and Technological Innovation: A way forward for Fourth Industrial Revolution in BRICS Economies. *Technological Forecasting and Social Change*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120427>
- Wang, Q., & Waltman, L. (2016). Large-scale analysis of the accuracy of the journal classification systems of Web of Science and Scopus. *Journal of Informetrics*, 10(2), 347–364. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.02.003>
- Wang, X., Sadiq, R., Khan, T. M., & Wang, R. (2021). Industry 4.0 and intellectual capital in the age of FinTech. *Technological Forecasting and Social Change*, 166(January), 120598. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120598>
- Wendler, R. (2012). The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, 54(12), 1317–1339. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2012.07.007>
- Xu, L. Da, Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de caso - Planejamento e métodos*. Bookman.
- Yuan, S., Musibau, H. O., Genç, S. Y., Shaheen, R., Ameen, A., & Tan, Z. (2021). Digitalization of economy is the key factor behind fourth industrial revolution: How G7 countries are overcoming with the financing issues? *Technological Forecasting and Social Change*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120533>
- Yun, J. J., Liu, Z., & Zhao, X. (2021). Introduction: Ambidextrous Open Innovation in the 4th Industrial Revolution. *Science, Technology and Society*, 26(2), 183–200. <https://doi.org/10.1177/09717218211006969>
- Zhang, Xie, Y., Zheng, Y., Xue, W., Zheng, X., & Xu, X. (2020). The challenges and countermeasures of blockchain in finance and economics. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(4), 691–698. <https://doi.org/10.1002/sres.2710>

Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5), 616–630.
<https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>

PARTE 2 – ARTIGOS NA ÍNTEGRA

ARTIGO 01

Conceitos e aplicações do *Banking 4.0*: revisão sistemática e proposta de agenda de pesquisa

Resumo

Esta pesquisa analisa as particularidades dos conceitos e tecnologias da Indústria 4.0 (I4.0) para os serviços bancários/financeiros (*Banking 4.0* – B4.0) por meio de uma revisão sistemática da literatura nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus*. Especificamente pretende-se: (i) fornecer uma visão geral da literatura acerca das tecnologias do B4.0; (ii) propor um quadro de referência com as tecnologias do B4.0 e suas aplicações; (iii) apresentar uma agenda de pesquisa para o B4.0. Foi possível identificar 16 tecnologias do B4.0, a definição e aplicação destas. As pesquisas demonstram que o setor em estudo vem avançando na implementação de diversas tecnologias associadas a I4.0 e que estão agregando valor ao B4.0 no que tange a melhor experiência para o cliente, a redução de despesas e a otimização de processos e informações. A agenda de pesquisa foi pautada principalmente, na necessidade de avanços em estudos no setor associando a I4.0 e o B4.0 em diferentes contextos. A pesquisa contribui com a discussão e definição do B4.0 que ainda é escassa, como também, na detecção das novas tecnologias do B4.0 que podem ser aplicadas no setor financeiro e na proposição de uma agenda de pesquisa neste campo.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Banco 4.0, Inovação e Tecnologia.

Abstract

This research analyzes the particularities of Industry 4.0 concepts and technologies (I4.0) for banking/financial services (Banking 4.0 – B4.0) through a systematic literature review in the Web of Science and Scopus databases. Specifically, it is intended to: (i) provide an overview of the literature on B4.0 technologies and their applications; (ii) propose a reference framework with the B4.0 technologies and their applications; (iii) present a research agenda for B4.0. It was possible to identify 16 B4.0 technologies, their definition, and their application. Research shows that the sector under study has been advancing in the implementation of various technologies related to I4.0 and that they are adding value to B4.0 in terms of better customer experience, cost reduction, and optimization of processes and information. The research agenda was mainly guided by the need for advances in studies in the sector associating I4.0 and B4.0 in different contexts. The research contributes to the discussion and definition of B4.0, which is still scarce, as well as the detection of new B4.0 technologies that can be applied in the financial sector and the proposition of a research agenda in this field.

Keywords: Industry 4.0, Banking 4.0, Innovation and Technology.

1. Introdução

As mudanças ocorridas na indústria nos últimos anos vêm permeando diversos setores da sociedade através da inserção de novas tecnologias e práticas voltadas para a integração interorganizacional e digitalização (Xu et al., 2018). A Indústria 4.0 (I4.0) foi um termo divulgado na Feira de Hannover na Alemanha em 2011 com o objetivo de apresentar um projeto de governo voltado para o incentivo à automação industrial no nível mais alto (Oztemel & Gursev, 2020). Seu objetivo era conseguir um patamar elevado em termos de produtividade e eficiência operacional conectando o mundo físico ao virtual (Alcácer & Cruz-Machado, 2019). Tal termo foi bem aceito

entre os pesquisadores e vem sendo alvo de pesquisas sendo possível citar como seus objetivos principais: definir melhor a teoria acerca do tema, o papel da digitalização e da comunicação na estrutura da manufatura, como também, a inteligência e autonomia dos sistemas (Oztemel & Gursev, 2020).

O surgimento da I4.0 está associado ao desenvolvimento das Tecnologias da Informação e Comunicação que forneceram soluções para as crescentes demandas nas indústrias de manufatura (Xu et al., 2018). No contexto fabril da I4.0, os sistemas CPS (*Cyber Physical Sistem*) estão no centro das atenções e têm como função integrar os dados, sistemas e pessoas em prol de um processo interoperável, integrado, adaptado, otimizado e orientado a serviços (Alcácer & Cruz-Machado, 2019). Tecnologias como *Big Data*, *Internet of Things* (IoT) e *Internet of Service* (IoS), Automação Industrial, Cibersegurança, Computação em Nuvem e Robótica Inteligente fazem parte dessa nova estrutura fabril intitulada como “fábricas inteligentes” (Oztemel & Gursev, 2020).

As fábricas inteligentes começaram a surgir com uma abordagem nova para os processos de produção e seus produtos também adquirem novas roupagens atendendo às demandas de mercado emergentes, bem como, aos novos requisitos fabris (Oztemel & Gursev, 2020). Os produtos passaram a ser fabricados conforme as necessidades individuais dos clientes e com a estrutura da I4.0 possuem excelente qualidade e um preço semelhante aos produzidos em massa (Gupta, 2021). A personalização se torna um conceito utilizado no contexto da I4.0 visto que a centralidade no cliente é o foco principal (Oztemel & Gursev, 2020).

Dentre as práticas emergentes com a I4.0, a servitização ou orientação para o serviço tem grande importância visto que orienta as atividades de produção em prol de uma entrega otimizada e direcionada ao cliente (Xu et al., 2018). Assim como este conceito, as práticas e tecnologias da I4.0 vêm sendo aplicadas no setor de serviços acompanhando a tendência de digitalização (Sony et al., 2021). Para Yun et al. (2021), há a mudança de venda de um produto/serviço para a venda da experiência que agrega valor em uso, ou seja, as empresas precisam projetar ofertas competitivas integradas com o contexto organizacional. Sony et al. (2021) colaboram neste sentido ao apresentar alguns benefícios da I4.0 no setor de serviços, como por exemplo, a melhoria da satisfação do cliente e a qualidade nas decisões organizacionais baseadas em *Big Data* que através da capacidade organizacional criada para gerenciar as necessidades, preferências e relacionamentos do cliente, devem propor produtos direcionados.

No setor de serviços financeiros a customização dos produtos, a oferta direcionada e a experiência digital estão cada vez mais presentes seguindo a tendência da I4.0 (Jiao et al., 2021). Para He et al. (2021), a inovação tecnológica no setor bancário mudou notavelmente os serviços e produtos financeiros o que reduziu os custos e os riscos associados aos produtos e serviços. Gu et

al. (2021) salientam como o avanço das novas tecnologias em informação e comunicação têm uma forte associação com o desempenho, rentabilidade e desenvolvimento do setor financeiro. Assim, o termo *Banking 4.0* (B4.0) foi desenvolvido no contexto de inovação da I4.0 apresentando um novo modelo de Banco para um sistema financeiro cada vez mais digital e integrado (Mehdiabadi et al., 2020).

O B4.0 se utiliza das ferramentas da I4.0 para trazer ao cliente melhores experiências através de produtos de qualidade e personalizados criando um relacionamento mais próximo (Yun et al., 2021). Os avanços da tecnologia no sistema financeiro conectam negócios de todos os tamanhos, reguladores, agências e usuários visando um ecossistema de inovação flexível, responsável e sustentável (Yun et al., 2021). Dada a importância do setor para o desenvolvimento econômico no âmbito local e mundial, Gu et al. (2021) afirmam que a inovação tecnológica é fonte de vantagem competitiva e é o principal impulsionador do setor. No mesmo sentido He et al. (2021) afirmam que a introdução de novas tecnologias o setor bancário se fortaleceu colaborando com o aumento da produção mundial.

Nas recentes pesquisas sobre o tema B4.0, foi possível perceber a importância do desenvolvimento das tecnologias da I4.0 no setor bancário para colaborar com a economia (Jiao et al., 2021; Mehdiabadi et al., 2020; Asif Rahman & Abedin, 2021), para a experiência digital dos clientes de forma a trazer um melhor resultado financeiro (Tao et al., 2021). Gupta (2021), por exemplo, desenvolveram um panorama do setor bancário indiano demonstrando que os bancos tradicionais estão sendo deixados para trás enquanto os bancos digitalizados se tornaram a solução para a redução de despesas e melhor atendimento ao cliente. Tao et al. (2021) estudaram sobre o desempenho de fundos de investimento geridos por robôs demonstrando que é possível resultados otimizados, automatizados e customizados para a demanda do cliente. Sendo assim, se percebe a importância de pesquisas para aprofundar as inter-relações das tecnologias da I4.0 com o setor bancário a fim de compreender como estas podem colaborar para o desenvolvimento do setor (Jianqiang Gu et al., 2021; Mehdiabadi et al., 2020; Asif Rahman & Abedin, 2021). Diante do apresentado, emerge a seguinte questão de pesquisa: (i): quais e como as tecnologias da I4.0 estão sendo aplicadas no setor bancário/financeiro? Para tanto, uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) foi realizada para analisar as particularidades dos conceitos e tecnologias da I4.0 para os serviços bancários/financeiros (*Banking 4.0*). Especificamente pretende-se: (i) fornecer uma visão geral da literatura acerca das tecnologias do B4.0; (ii) propor um quadro de referência com as tecnologias do B4.0 e suas aplicações; (iii) apresentar uma agenda de pesquisa para o B4.0.

O desenvolvimento desse artigo é importante por algumas razões. Primeiro, o artigo poderá colaborar de forma teórica com a apresentação das tecnologias que contribuem para a inovação do

setor bancário e financeiro e que estão sendo discutidas no âmbito científico. Em termos práticos, a pesquisa é relevante ao demonstrar como as tecnologias da I4.0 podem colaborar para um aprimoramento dos serviços bancários trazendo *insights* para atender às novas demandas de clientes cada vez mais conectados. Apesar do Mehdiadabi et al. (2020), ter realizado uma RSL acerca do B4.0, eles analisaram apenas o contexto de surgimento da I4.0, as fases do B4.0, a aplicação de algumas tecnologias inovadoras no setor, mas não apresentaram a gama de tecnologias aplicáveis no setor bancário.

Para alcançar os objetivos o artigo encontra-se estruturado em cinco sessões. Após esta introdução (Seção 1), a próxima (Seção 2) discorre sobre a metodologia da RSL. A Seção 3 descreve os resultados obtidos sendo apresentados dados quantitativos das pesquisas e a compilação teórica das tecnologias do B4.0. A Seção 4 apresenta uma discussão sobre os achados e propõe uma agenda de pesquisa. Por fim, a Seção 5 discorre sobre as conclusões, contribuições e limitações de pesquisa.

2. Metodologia

Uma RSL pode ser definida como um método científico replicável que tem por objetivo apresentar como um determinado tema está sendo estudado, bem como, os resultados existentes e as lacunas ainda possíveis (Tranfield et al., 2003). Esse método se utiliza de um protocolo pré-definido como forma de garantir a veracidade dos resultados, como também, fazer com que se obtenha um roteiro em que qualquer pesquisador possa, posteriormente, replicar a pesquisa e encontrar resultados semelhantes (Tranfield et al., 2003).

Para o desenvolvimento da RSL, adotou-se as etapas propostas por Tranfield *et al.* (2003) que consistem em: planejamento da revisão (Estágio I), condução da revisão (Estágio II) e reportando e disseminando a revisão (Estágio III). A Tabela 1 apresenta os estágios e etapas de condução da RSL. A Figura 1 mostra o fluxograma dessas etapas com os quantitativos de artigos em cada etapa até a amostra final de artigos. A Tabela 2 mostra os critérios de inclusão e exclusão em cada fase da RSL até a obtenção da amostra final.

Tabela 1: Estágios e Etapas para realização da RSL

Estágio	Etapas	Descrição
I - Identificando a necessidade de revisão	i – Definição da Pesquisa	Identificação da importância da pesquisa de forma ainda que superficial para justificar a execução das etapas posteriores, como também, a definição das questões de pesquisa através de leitura preliminar de artigos acerca da I4.0 e sua relação com o B4.0.
II - Condução da revisão	ii – Definição da amostra inicial	- Definição da base <i>Web of Science</i> e <i>Scopus</i> para busca dos artigos científicos devido sua relevância no meio acadêmico (Q. Wang & Waltman, 2016); - Realização de testes de palavras-chave (<i>strings</i>), filtros de área de pesquisa nas bases, modalidade da pesquisa (<i>article</i> , <i>review</i> , e <i>early access</i>) e disponibilidade gratuita de artigos.

Estágio	Etapas	Descrição
		Definição da amostra inicial de acordo com os filtros da etapa que melhor abrangem a temática conforme apresentado na Tabela 2;
	iii – Refinamento da amostra e definição da amostra final	Refinamento de acordo com a leitura preliminar de título, resumo e artigo na íntegra para obtenção da amostra final (Tabela 2).
	iv – Codificação e análise da amostra	Realização extração de dados: autores, ano de publicação, <i>journal</i> de publicação, país e setor de aplicação da pesquisa, objetivos, método, <i>gaps</i> /oportunidades de pesquisa, limitações, contribuições, conceitos da I4.0, tecnologias, práticas e definições do B4.0, por fim, definições e conceitos de tais temáticas. Tais dados foram agrupados em planilhas MS Excel para colaborar com a análise final. Utilização da técnica de análise de conteúdo proposta por Elo e Kyngäs (2008) que está baseada nas fases de codificação aberta, planilhas de codificação, agrupamento, categorização e abstração. Primeiramente de forma quantitativa e descritiva e, posteriormente, de forma qualitativa e temática esta análise foi realizada.
III - Reportando e disseminando	v – Reportando os resultados	Apresentação dos resultados no formato de nas seções 3 e 4 deste artigo.

Tabela 2: Detalhamento dos critérios de exclusão e inclusão dos artigos nas bases ISI Web of Science e Scopus

Crítérios	Inclusão	Exclusão	Incluídos	Excluídos
Base de dados	<i>ISI Web of Science</i>	Demais bases	Não se aplica	
Termos de busca	Publicações com os termos da Figura 1 que apareçam em: título, resumo e/ou palavras-chave	Publicações que não apresentem os termos da Figura 1 no título, resumo e/ou palavras-chave	144	-
Tipo de documento	<i>Article or Review or Early access</i>	Outros tipos de documentos	105	39
Área	<i>Business or Management or Economics or Business finance or Engineering industrial or Engineering manufacturing</i>	Demais áreas	56	49
Idioma	Inglês	Outras línguas	52	4
Base de dados	<i>Scopus</i>	Demais bases	Não se aplica	
Termos de busca	Publicações que apareçam em: Título, resumo e/ou palavras-chave	Publicações que não apresentem os termos da Tabela 02 no título, resumo e/ou palavras-chave	247	-
Tipo de documento	<i>Article or Review or Early access</i>	Outros tipos de documentos	119	128
Área	<i>Engineering, Business, Management and Accounting, Economics, Econometrics and Finance</i>	Demais áreas	84	35
Idioma	<i>Inglês</i>	Outras línguas	81	3
Amostra Preliminar	Artigos de cada base após refinamento	Artigos duplicados	98	35
Amostra Final	- Setor financeiro: artigos que tenham como escopo o setor financeiro, bancos, <i>fintechs</i> ; - Indústria 4.0: artigos que abordem as práticas e tecnologias da Indústria 4.0 dentro do setor financeiro.	- Setor financeiro: artigos que abordem setores diversos da economia de forma conjunta sem analisar as especificidades do setor em estudo. - Indústria 4.0: artigos que abordem temáticas específicas de tecnologia e sua implantação, como <i>blockchain</i> , como também, políticas públicas para implementação de inovação.	27	71

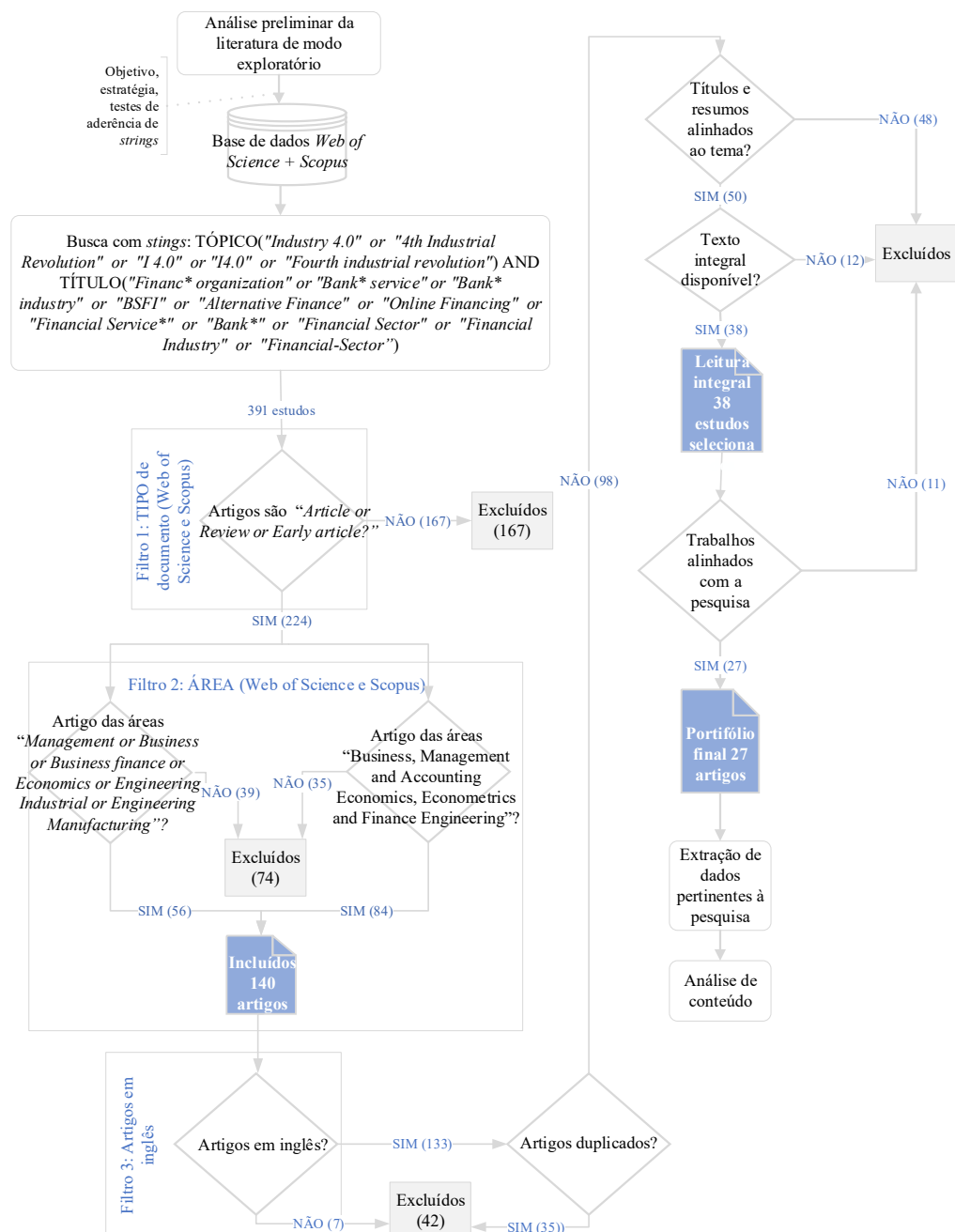


Figura 1. Etapas e estágios da RSL
Fonte: Elaborado pelos autores.

3. Resultados

3.1 Visão geral das pesquisas

Na Figura 2 encontra-se a quantidade artigos por ano de publicação. No momento da busca não foi limitado o período de publicação, no entanto, o artigo mais antigo é de 2019. Tal fato demonstra que as pesquisas ainda são recentes, mas que estão em ascensão visto o aumento de publicações entre os anos de 2019 e 2022. Tal fato pode estar associado ao surgimento do termo I4.0 ter sido apresentado apenas em 2011 (Ghobakhloo et al., 2021). A crescente mudança de perfil dos consumidores, bem como, a presença cada vez maior da internet no cotidiano das pessoas

demanda pesquisas na área e isto pode ter relevância no aumento do número de pesquisas no setor (Bandara et al., 2019b; Mehdiabadi et al., 2020).

A Figura 2b mostra os métodos científicos utilizados. A modelagem matemática foi a mais utilizada dentre as pesquisas que utilizaram de dados secundários tais como PIB, exportações de alta tecnologia e financiamento bancário para demonstrar o impacto da inovação tecnológica no desenvolvimento dos países (Jianqiang Gu et al., 2021; He et al., 2021; C. Wang et al., 2021; Yuan et al., 2021). Outro método relevante foi a pesquisa teórica em que os autores se utilizaram das teorias já existentes para discutir a temática do B4.0 em diversos contextos. Um exemplo é o trabalho de Gupta (2021) que analisou a situação da Indústria bancária na Índia devido a digitalização apresentando discussões acerca do B4.0, seu papel no crescimento do país e as tendências e desafios desse novo paradigma do setor.

O *Survey* também foi utilizado em 8 trabalhos. Por exemplo, Rahman et al. (2021) realizou uma pesquisa com 183 funcionários de 30 instituições financeiras buscando avaliar como as tecnologias emergentes podem contribuir para alcançar os objetivos financeiros dos bancos em Bangladesh. Já o trabalho de Tao et al. (2021), aplicou o método *Survey* em bancos de dados de fundos de investimento tradicionais e fundos de investimento em que robôs realizam a administração a fim de demonstrar que estes tem qualidade de performance tão boa quanto àqueles mais comuns.

Observando a Figura 2b se observa um pequeno quantitativo de artigos que adotam abordagens puramente qualitativas, como o estudo de caso (3 artigos) e pesquisas com especialistas (01 artigo). Os estudos de caso se utilizaram de dados bancários de países específicos para apresentar como está sendo tratado a digitalização do setor bancário local. Um exemplo é a pesquisa realizada por Tran et al. (2022) que pesquisou dois bancos húngaros demonstrando como ocorre a transformação digital. Os autores também avaliaram essa transformação considerando as dimensões de estratégia e visão, pessoas e cultura, processo e governança, tecnologias e capacidades e dimensão externa. No contexto da pesquisa com especialistas os autores se utilizaram de 17 entrevistas com especialistas em tecnologia do setor bancário, de seguros, tecnologia financeira e regulação financeira e conformidade na África do Sul (Matsepe & Van der Lingen, 2022). Como principais achados, os autores revelaram que determinantes como traços do B4.0, usabilidade da tecnologia, características do setor, liderança organizacional e características organizacionais foram influentes para a adoção da tecnologia. De modo semelhante, o método de RSL foi aplicado em três artigos: em um são discutidos (i) o histórico do B4.0, algumas tecnologias e proposto um *Roadmap* para implementação (Mehdiabadi et al., 2020); (ii) uma análise da tecnologia *Blockchain* e proposta de melhoria de aplicação no campo financeiro (Zhang; et al.,

2020); e, por fim, (iii) Anifa et al (2022) que apresentaram uma abordagem acerca das inovações Fintech no setor financeiro.

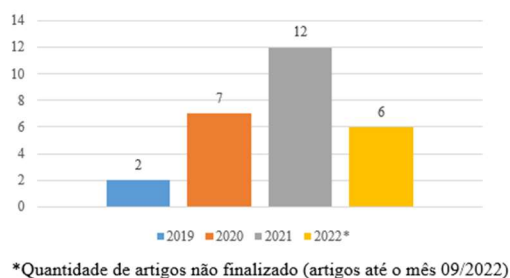


Figura 02a. Quantidade de artigos por ano

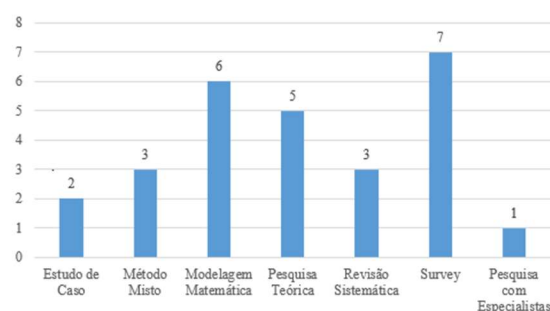


Figura 02b. Quantidade de artigos por categoria de método.

O método misto foi classificado devido a utilização de mais de um método de pesquisa. Nesse contexto, destaca-se a pesquisa de Bilan et al. (2019) em que primeiramente formulou hipóteses e testes de correlação de dados de diversos países sobre o estado da economia, inclusão financeira, inovação, desenvolvimento tecnológico e impacto regulatório. Posteriormente, os autores utilizaram dados reais de uma amostra de países para analisar as variáveis citadas a fim de compreender os fatores de serviços de financiamento *online* como alternativa aos intermediários financeiros tradicionais.

Na pesquisa de Ali (2020) é utilizado um *survey* para demonstrar se a transformação em Bangladesh em direção à economia digital pode atuar de forma eficaz e eficiente em benefício da sociedade e da economia. Mazurchenko et al (2022) também realizaram um *survey* em documentos diversos em base de dados de todo o mundo que abordavam as competências digitais dentro do contexto da I4.0. Posteriormente, foi aplicado questionário com 13 especialistas em digitalização e desenvolvimento de competências digitais do colaborador. Por fim, testes de correlação foram realizados para validar os resultados, bem como, a triangulação entre os dados obtidos nas pesquisas teóricas, especialistas e no *survey* documental. Tal pesquisa mostrou a necessidade de desenvolvimento de competências internas ligadas a análise de dados, resolução de problemas em ambiente digital e desenvolvimento de novas tecnologias.

O processo de análise dos artigos também permitiu identificar o país de aplicação das pesquisas (Figura 3a) em que verificou-se que os trabalhos possuem amplitude em termos de localização, ou seja, os pesquisadores se utilizaram de dados de diversos países globalmente distribuídos (Bilan et al., 2019; Jiao et al., 2021) ou, por exemplo, realizaram *surveys* com órgãos financeiros de diversos países (Kimani et al., 2020).

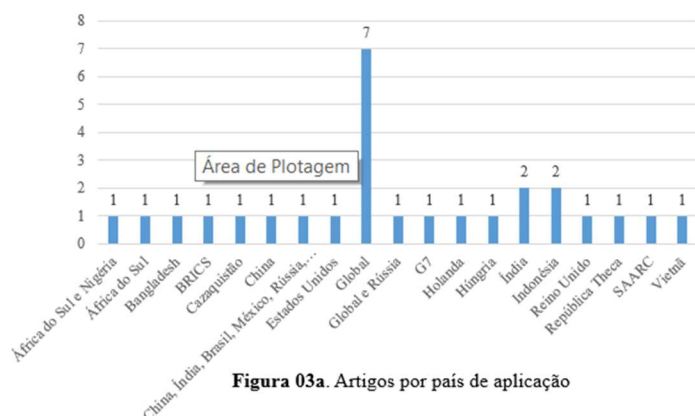


Figura 03a. Artigos por país de aplicação



Figura 03b. Artigos por setor de aplicação

Considerando o setor de aplicação, verificou-se que as aplicações vão além do Banco como instituição financeira (Figura 3b). Algumas pesquisas abordaram as *fintechs* que são um novo tipo de modelo de negócio que utiliza das diversas tecnologias do B4.0 para prestar serviços seja através de fundos de investimento ou financiamentos diversos, como pode ser observado no trabalho de (Jiao et al., 2021). Outras pesquisas focaram no setor como um todo demonstrando os impactos das novas tecnologias no desenvolvimento econômico do país ou localidade em estudo. As pesquisas demonstram que o termo B4.0 vem sendo utilizado para apresentar os avanços da inovação tecnológica nas finanças sejam elas nos bancos, *fintechs*, estruturas governamentais e no próprio cotidiano da sociedade.

3.2 Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0 nos serviços financeiros

O conceito de I4.0 permeia as tecnologias avançadas em análise de dados, automação industrial e digitalização. A base desta nova forma de produzir tem sido alvo das pesquisas que tem como objetivo ampliar a discussão, buscar uma definição conceitual e compreender as tecnologias e práticas que acompanham essa evolução industrial. Para Oztemel et al. (2020), a I4.0 tem um papel de transformação da manufatura voltada para a máquina para uma manufatura digital em que os seus componentes estão interligados a fim de atender às necessidades do cliente e sustentar a vantagem competitiva. Dentro deste contexto de inovação todos os setores da sociedade estão envolvidos e se modificando para se adaptar às novas tecnologias, mas também às novas práticas (Cividino et al., 2019).

É possível encontrar diversos conceitos para a I4.0 que interligam temas como a inserção de diversas tecnologias inovadoras (Hercko, J., Hnat, J., & Slamkova, 2015), a transformação digital como norteadora em direção à digitalização, automação e servitização (Yun et al., 2021) e a ideia da criação de um sistema integrado, adaptado e otimizado (Lu, 2017), por exemplo. Na Tabela 3 são apresentados conceitos para a I4.0 que demonstram que as novas tecnologias, a interconexão entre os setores das fábricas e a busca por uma melhor entrega ao cliente estão no

centro desta nova forma de produzir. Para Gupta (2021), as fábricas inteligentes são compostas por dispositivos integrados e conectados de modo que todos que fazem parte do ciclo estejam não apenas voltados para uma produção mais otimizada, mas para uma entrega individualizada do cliente.

Tabela 03

Conceitos da I4.0

Conceito I4.0	Autores
A tecnologia permeia todas as áreas da sociedade: produção, finanças, serviços, transporte e comunicações.	(Cividino et al., 2019)
Sistema integrado, adaptado, otimizado, orientado a serviços e processo de manufatura interoperável.	(Lu, 2017)
Automação e troca de dados e tecnologias de manufatura que permitem o uso de Internet das Coisas (IoT), Sistema Ciberfísicos (CPS), análise de <i>Big Data</i> , Computação em nuvem e computação cognitiva.	(Hercko, J., Hnat, J., & Slamkova, 2015)
Transformação da tecnologia em direção a digitalização, automação e servitização. No nível da empresa pode ser interpretado como a personalização de produtos, <i>Big Data</i> , uso de robôs industriais, tecnologia de impressão 3D, desenvolvimento e parceria de produtos.	(Yun et al., 2021)
Significa fábrica inteligente na qual todos os dispositivos digitais são conectados em rede e se comunicam com todo o ciclo de produção, incluindo pessoas, máquinas e materiais. O ciclo de vida dos produtos é voltado para requisitos cada vez mais individualizados do cliente.	(Gupta, 2021)
Baseado na criação de valor através da interação próxima de todos os agentes econômicos através da digitalização.	(Bilan et al., 2019)
As “coisas” estão conectadas através da internet ou entre si para criar um parque industrial totalmente interconectado em um ambiente de rede em toda a cadeia de abastecimento.	(Ghobakhloo et al., 2021)
Define uma metodologia para gerar uma transformação da manufatura dominante da máquina para a manufatura digital e inteligente em um ambiente em nuvem seguro.	(Oztemel & Gursev, 2020)

Para a I4.0, as tecnologias emergentes são o meio para que a troca de informações, agilidade na produção e produto eficiente sejam implementadas. É possível citar algumas das principais tecnologias: CPS (*Ciber Physical Systems*), sistema em nuvem, comunicação máquina para máquina (M2M), fábricas inteligentes, realidade aumentada, simulação, mineração de dados (*Data Mining*), internet das coisas (*Internet of Things – IoT*), ERP (*Enterprise Resource Planning*), manufatura virtual e robótica inteligente (Ghobakhloo et al., 2021; Hercko, J., Hnat, J., & Slamkova, 2015; Oztemel & Gursev, 2020). O CPS é a tecnologia que mais representa esta nova indústria conectada pois tem em sua estrutura a integração de computação e processos físicos, a geração automática de *feedbacks* e soluções para os problemas detectados (Oztemel & Gursev, 2020). Ghobakhloo (2018) cita ainda a tecnologias como Internet de Serviços (*Internet of Service - IoS*), Internet das Pessoas (*Internet of People - IoP*) e Internet de Dados (*Internet of Data - IoD*) como importantes para o desenvolvimento de uma estrutura integrada.

No contexto das pesquisas sobre I4.0 é possível encontrar as principais tecnologias utilizadas, bem como, princípios norteadores que caracterizam esta nova indústria. Ghobakhloo (2021), a partir de uma RSL, encontrou dez princípios para a I4.0 mais citados, sendo eles:

Capacidade real, Integração Vertical, Integração Horizontal, Orientação para o Cliente, Virtualização, Interoperabilidade, Modularidade, Descentralização, Orientação para o Serviço e Assistência Técnica. Com isto é possível perceber a importância dada a integração entre as partes do processo e a centralidade no cliente. Esses princípios colaboram juntamente com as tecnologias para a criação de uma indústria voltada para a criação de valor e atendimento às necessidades dos clientes. Do mesmo modo, Sony et al (2021) afirmam que a implementação desses princípios e tecnologias no setor de serviços traz grandes benefícios em prol de adquirir mais agilidade organizacional e eficácia. Para este setor o desafio se encontra em associar esses conceitos em um contexto de produtos intangíveis e que o cliente faz parte do processo.

No setor bancário e de serviços financeiros a aplicação das tecnologias e princípios da I4.0 também pode ser encontrada uma vez que os clientes estão cada vez mais interconectados e exigentes quanto os serviços sendo que os modelos tradicionais não atendem mais estas necessidades (Jiao et al., 2021). O B4.0 oferece aos seus clientes um serviço personalizado, com produtos inovadores, transações rápidas, sistema de informações em tempo real e gestão de riscos (Mehdiabadi et al., 2020). Em um ambiente altamente conectado, os bancos investem em tecnologias de modo que conseguem melhorar a eficácia operacional, atender às demandas dos clientes e expandir geograficamente sua atuação (Wang et al., 2021). Sendo assim, dentre as pesquisas foi possível encontrar diversos conceitos do B4.0 (Tabela 4).

Dessa forma, pode-se afirmar que o B4.0 pode ser definido como um banco voltado para o atendimento às necessidades dos clientes com a personalização de soluções que são disponibilizadas através de interações digitais e inteligentes em diversos dispositivos. Para tanto, o B4.0 se utiliza das tecnologias advindas da I4.0, bem como, desenvolve tecnologias próprias para atender ao perfil de sua atividade tais como as *fintechs*, que são empresas focadas em soluções financeiras digitais (Jiao et al., 2021) e os API's, que são interfaces específicas que visam intermediar a relação entre mais de um aplicativo (Mehdiabadi et al., 2020).

Tabela 4
Conceitos do B4.0

Conceito Banco 4.0	Autores
Banco orientado para a experiência do cliente em que práticas como <i>Omni-channel</i> , <i>Smart Banking</i> , <i>Open-banking</i> e <i>Blockchain platform</i> fazem parte. Encontra-se também as tecnologias da I4.0 como Inteligência Artificial, realidade virtual e reconhecimento de voz para auxiliar nos serviços bancários e solução de problemas	(Mehdiabadi et al., 2020)
Novo modelo de negócio baseado em <i>open banking</i> e seguros abertos que utiliza as multidimensões no contexto da I4.0 tais como: personalização, digitalização e interação com o usuário. Ecossistema de inovação flexível, responsável e sustentável.	(Yun et al., 2021)
O Banco Digital que se utiliza de conceitos de personalização, acessibilidade e consistência entre dispositivos, conectados aos eventos da vida do cliente e permitindo facilidades de tomada de decisão baseada em dados inteligentes.	(Bandara et al., 2019b)

Conceito Banco 4.0	Autores
Banco focado na personalização e interação do usuário com a digitalização utilizando de aplicativos interativos e inteligentes, como também, de Inteligência Artificial (IA) e aprendizagem de máquina.	(Yun et al., 2021)

Para Gu et al. (2021), o setor financeiro mudou drasticamente como funciona a partir da implementação da digitalização e das tecnologias emergentes de modo a oferecer novas oportunidades aos investidores, bem como, a melhoria na rentabilidade, desempenho e desenvolvimento que colabora com o sistema financeiro como um todo. No B4.0 o foco segue a tendência da I4.0 baseada no cliente, na personalização e interação do usuário através de interfaces dinâmicas (Yun et al., 2021). Para Thach (2021), o desenvolvimento do B4.0 está condicionado ao progresso técnico que está em constante evolução nas mais diversas áreas seja nos equipamentos de informática ou nas tecnologias de informação e comunicação (TIC).

No B4.0 as inovações tecnológicas estão ligadas à I4.0 de forma adaptada às suas necessidades, como também, surgem novas tecnologias próprias do setor que muitas vezes estão sendo desenvolvidas por *fintechs* e exploradas pelos Bancos (Mehdiabadi et al., 2020). Esta relação que a primeiro momento foi vista como concorrencial, está se tornando mais cooperativa de modo que os produtos tecnológicos desenvolvidos pelas *fintechs* estão sendo não apenas inseridos no cotidiano bancário, mas financiados por eles (Jiao et al., 2021). Na Tabela 5 estão as tecnologias do B4.0 identificadas na amostra, bem como, sua descrição e autores. A seguir maiores detalhes.

a) API's (*Application Programming Interface*). são aplicativos criados para solucionar demandas, para coletar dados bancários de diferentes instituições e apresentá-los em uma única plataforma (Mehdiabadi et al., 2020). Com isto permitem que dois ou mais aplicativos se comuniquem, ou seja, eles ajudam aos bancos com seus *stackholders*, como *fintechs* e terceiros, a atingirem seus objetivos digitais e criar produtos inovadores (Gupta, 2021). Neste tipo de função os API's colaboram com os bancos a adicionar recursos adequados para um banco *online* como atualização de dados dos clientes, cartões e meios de pagamentos (Gupta, 2021). O uso destes aplicativos torna a gestão de decisões e informações por parte dos clientes integrada, e ajuda aos bancos a coletar informações como hábitos de compra do cliente, requisitos financeiros e apetite ao risco colaborando numa entrega mais assertiva de soluções (Mehdiabadi et al., 2020).

Tabela 5.

Tecnologias do B4.0

Tecnologia	Descrição para o B4.0	Autores
API	Interface de programa de aplicativo. Permite que dois programas se comuniquem. O banco juntamente com <i>fintechs</i> podem criar programas inovadores em prol do melhor atendimento	(Dudin et al., 2021; Gupta, 2021; Mehdiabadi et al., 2020; Tran et al., 2022; Johan Von Solms & Langerman, 2020)

Tecnologia	Descrição para o B4.0	Autores
Banco digital	Banco sem papel, oferecem serviços em meio apenas digital, laptop, celular e tablet.	(Gupta, 2021; Asif Rahman & Abedin, 2021)
<i>Big Data</i>	Central de armazenamento de informações robusto que auxilia outras tecnologias para tomada de decisão.	(Patrick Ajibade & Mutul, 2020; Muhammad Mahboob Ali, 2020; Matsepe & Van der Lingen, 2022; Mehdiabadi et al., 2020; Thach et al., 2021; Tran et al., 2022; Johan Von Solms & Langerman, 2020; Yun et al., 2021)
<i>Blockchain</i>	Sistema descentralizado de registro e verificação de transações em massa eletronicamente pela internet	(M.M. Ali, 2020; Anifa et al., 2022; Gupta, 2021; Matsepe & Van der Lingen, 2022; Mazurchenko et al., 2022; Asif Rahman & Abedin, 2021; Thach et al., 2021; Yun et al., 2021; Zhang; et al., 2020)
<i>Ciber segurança</i>	Proteção de dispositivos, rede, <i>hardware</i> e dados de qualquer acesso não autorizado	(Gupta, 2021)
Computação em nuvem/Manufatura baseada em nuvem	Armazenamento de dados na Internet de modo que as informações são criptografadas e armazenadas em backup continuamente.	(Patrick Ajibade & Mutul, 2020; Gupta, 2021; Mehdiabadi et al., 2020; Thach et al., 2021; Johan Von Solms & Langerman, 2020)
Criptomoeda	Criptomoeda descentralizada que utiliza tecnologia <i>Blockchain</i> . Pode ser citada o <i>Bitcoin</i> como um tipo de criptomoeda.	(Anifa et al., 2022; Gupta, 2021; Zhang; et al., 2020)
<i>E-Commerce/online shopping</i>	Solução tecnológica para o sistema de pagamentos <i>online</i> em sites.	(Patrick Ajibade & Mutul, 2020; Asif Rahman & Abedin, 2021; Yun et al., 2021).
<i>Fintech</i>	Empresa tecnológica do setor financeiro que busca trazer inovações para os clientes, investidores e bancos	(Anifa et al., 2022; Dudin et al., 2021; Jiao et al., 2021; Matsepe & Van der Lingen, 2022; W. Santoso et al., 2021; Thach et al., 2021; Yun et al., 2021)
Inteligência Artificial	Simulação da inteligência humana em máquinas.	(R. Gupta, 2021; Mazurchenko et al., 2022; Asif Rahman & Abedin, 2021; Santoso et al., 2021; Thach et al., 2021; Tran et al., 2022; Von Solms & Langerman, 2020; Chenguang Wang et al., 2021; Yun et al., 2021)
<i>Internet of things/Industrial Internet Things</i>	Internet presente em diversos equipamentos do cotidiano.	(Patrick Ajibade & Mutul, 2020; Matsepe & Van der Lingen, 2022; Mazurchenko et al., 2022; Mehdiabadi et al., 2020)
<i>Internet banking/Mobile banking/e-banking</i>	Aplicativo bancário para realização de transações.	(Anifa et al., 2022; Bilan et al., 2019; Mazurchenko et al., 2022; Mehdiabadi et al., 2020; Nguyen & Phan, 2022; Rahman & Abedin, 2021; Thach et al., 2021; Tran et al., 2022)
<i>Open-banking</i>	É um conceito de banco aberto em que os bancos compartilham informações e transações dos clientes.	(Gupta, 2021; Yun et al., 2021)
Plataformas <i>peer-to-peer</i> e <i>crowdfunding</i>	Plataformas que permitem estabelecer ligações diretas entre credores e mutuários contornando os intermediários financeiros	(Anifa et al., 2022; Bilan et al., 2019; Thach et al., 2021)
Ponto de venda	Ponto onde ocorre a venda e está disponibilizada <i>software</i> e <i>hardware</i> para a realização das transações comerciais.	(Asif Rahman & Abedin, 2021)
Rôbos	Equipamentos capazes de utilizar da IA para aprimorar o serviço, otimizar tempo e, inclusive, servirem de consultores.	(Gupta, 2021; Mazurchenko et al., 2022; Mehdiabadi et al., 2020; Tao et al., 2021; Johan Von Solms & Langerman, 2020)

b) Banco Digital. No B4.0 a automação dos processos, ou seja, as tarefas passam a ser realizadas por sistemas mecânicos e/ou sistemas eletrônicos caracterizando o modelo de negócio do Banco

digital (Gupta, 2021; Asif Rahman & Abedin, 2021). Neste Banco, as tecnologias visam dar maior qualidade dos serviços, disponibilidade de informações e soluções customizadas sem necessariamente o cliente precisar ir à um estabelecimento físico (X. Wang et al., 2021). Para Gupta (2021), há um conceito ainda mais forte em termos de inovação e digitalização no setor bancário que é dos bancos apenas digitais, ou seja, sem papel oferecendo serviços exclusivamente por *laptop*, celulares e *tablets*. Rahman (2021) reforça a qualidade nos serviços desse banco agora automatizado e a necessidade de adaptação dos bancos tradicionais.

c) *Big Data*. Para colaborar com a análise de dados necessária o *Big Data* se torna fundamental (Mehdiabadi et al., 2020) pois reúne diversas tecnologias e arquiteturas que permitem que as instituições extraiam valor economicamente por meio da descoberta, captura e análise de grandes volumes de dados (Ghobakhloo, 2018). Com o suporte do *Big Data* os bancos conseguem ser mais assertivos tanto na oferta de novos produtos quanto na elaboração de soluções para os clientes (Asif Rahman & Abedin, 2021).

d) *Blockchain*. Tecnologia de segurança de dados que se utiliza de uma sistema descentralizado de registro e verificação de transações em massa eletronicamente pela internet em vez de verificar transações únicas (Gupta, 2021; Zhang; et al., 2020). Kimani et al. (2020), afirmam a importância do *Blockchain* na criação de mecanismos de governança capazes de colaborar com o monitoramento e a transparência das entidades corporativas.

e) *Ciber segurança*. A inovação tecnológica do B4.0 possibilita o acesso à informação, a realização de transações financeiras e comercialização de produtos financeiros de forma remota o que traz consigo uma problemática no que tange a segurança sendo este o maior desafio e ameaça do setor (Yun et al., 2021). Devido a isto, a *ciber segurança* é uma das tecnologias que vem sendo alvo de pesquisas a fim de proteger os dispositivos, rede, *hardwares*, *softwares* e dados de qualquer ataque não autorizado (Gupta, 2021).

f) *Computação em nuvem*. Associada a tecnologia *Blockchain* a computação em nuvem colabora para o armazenamento de dados de forma contínua e segura a fim de disponibilizar as informações em tempo real (Gupta, 2021; Mehdiabadi et al., 2020). Utilizando a internet como meio para este armazenamento, ela acelera o trabalho, aumenta a eficiência e a segurança sendo utilizada no setor financeiro (Gupta, 2021).

g) *Criptomoedas*. Usam a tecnologia do *Blockchain* para registrar as transações financeiras de moedas virtualmente criadas a exemplo do *Bitcoin* que foi a primeira moeda virtual associada a um sistema de pagamento mundial sem um banco central (Zhang; et al., 2020).

h) *E-Commerce ou Online Shopping*. É no comércio eletrônico em que são realizadas transações comerciais de forma *on-line* (Aker & Wamba, 2016) e se utiliza da tecnologia de meios de

pagamento capaz de realizar transações bancárias para que as empresas e clientes possam vender/comprar produtos e serviços (Yun et al., 2021). Para Akter (2016), o *E-commerce* traz benefícios às empresas através do atendimento ao cliente em tempo real, preços dinâmicos, ofertas personalizadas e interação aprimorada.

i) *Fintechs*. Instituições capazes de colaborar com o desenvolvimento de soluções financeiras aprimorando a prestação de serviço como micropagamentos, transferências em dinheiro, empréstimos, vendas *on-line*, seguros e gestão de ativos (Mehdiabadi et al., 2020). Para Bilan et al. (Bilan et al., 2019) o maior desenvolvimento tecnológico e a digitalização dos serviços financeiros estão associados à utilização de métodos de financiamento inovadores e ao desenvolvimento de *fintechs* que asseguram a prestação de vários serviços financeiros. No entanto, Mehdiabadi et al. (2020) salientam que a parceria entre as *fintechs* e os bancos pode colaborar para um desenvolvimento ainda maior das soluções para os clientes.

j) Inteligência Artificial. Colabora juntamente com o *Big Data* para a criação de produtos e serviços inovadores criando uma máquina inteligente capaz de reconhecer a fala, aprender, raciocinar, planejar, perceber e solucionar problemas (Gupta, 2021). Tais tecnologias quando associadas são utilizadas no contexto do B4.0 para a tomada de decisão, bem como, para a entrega de um banco digital interativo.

k) *Internet of things*. A IOT que pode ser encontrada nas pesquisas sobre o B4.0 e está associada a presença das soluções financeiras nos diversos equipamentos eletrônicos tais como *tablets*, celulares e computadores (Mehdiabadi et al., 2020).

l) *Internet Banking*. Thach et al. (2021) citam como uma tecnologia dentro do escopo do Ponto de venda capaz de fornecer um atendimento específico aos usuários colaborando para um atendimento mais rápido e reduzindo os custos.

m) *Open-banking*. O *open-banking* tem o objetivo de disponibilizar as informações bancárias dos clientes para que as instituições possam ofertar melhores soluções, permitindo que os clientes possam comparar e selecionar serviços, incluindo gerenciamento de finanças pessoais e dívidas (Yun et al., 2021). Para Gupta (2021), é um conceito em que os bancos compartilham transações de clientes e dados de contas com terceiros, incluindo varejistas, provedores de telecomunicações, serviços de pagamentos e agregadores de contas financeiras. Tal tecnologia colabora com a oferta direcionada de produtos e com a possibilidade de uma plataforma integrada de informações que ajude ao cliente a escolher a melhor opção.

n) Plataformas *Peer-to-peer* e *crowdfunding* A possibilidade de ampliação do acesso aos serviços financeiros pode ser citado como um dos benefícios do B4.0 (Bilan et al., 2019). Com a crescente disponibilidade da internet, a digitalização e automação da economia e a IA colaborou para

transformação econômica e industrial (Yuan et al., 2021). Assim essas plataformas podem ser citadas, nesse contexto, como tecnologias criadas para auxiliar a intermediação financeira sem o envolvimento direto dos Bancos, ou seja, na plataforma investidores e tomadores podem se conectar e realizar transações (Bilan et al., 2019). É possível realizar empréstimos e angariar fundos para um determinado projeto sendo utilizado por aqueles que não conseguem operar no sistema tradicional bancário ou que desejam reduzir custos de operação (Bilan et al., 2019).

o) Ponto de venda. Rahman (2021) cita o Ponto de venda como meio importante nesta relação cliente-banco. Esta tecnologia tem por objetivo disponibilizar através de *softwares* e *hardwares* a possibilidade do cliente realizar suas transações, ou seja, transferências interbancárias, pagamentos, investimentos e compra de produtos financeiros sem necessitar ir fisicamente a uma agência bancária (Asif Rahman & Abedin, 2021).

p) Robôs. O produto customizado é um ponto forte do B4.0 que se utiliza das tecnologias inovadoras para proporcionar melhores experiências (Mehdiabadi et al., 2020). Os robôs, por exemplo, são uma alternativa para os os serviços na oferta de produtos (Tao et al., 2021). Assim, os robôs são utilizados para realizarem a oferta de portfólio de fundos de investimento, por exemplo, como citam Tao et al. (2021) que constataram a eficiência de resultados obtida dessa tecnologia. A oferta de fundos de investimento de modo automatizado colabora para ampliação do acesso dos clientes a produtos capazes de dar maior rentabilidade mesmo aqueles que não tem domínio do assunto (Tao et al., 2021).

O B4.0 cria uma nova gama de produtos e serviços baseada em conectividade, fusão de tecnologias e avanço tecnológico que vem ocorrendo de forma rápida e radical (Asif Rahman & Abedin, 2021). Sendo assim, as inovações emergentes colaboram para um novo contexto baseado na digitalização e compartilhamento de informações.

4. Discussão e proposta de agenda de pesquisa

Por meio da análise, foi possível observar diversas abordagens de pesquisa para apresentar as inovações do B4.0 mesmo que não tenha sido apresentado o termo de forma clara. Exemplos disto são os trabalhos de (i) Rahman et al. (2021) que avaliaram como as tecnologias podem contribuir para o alcance dos objetivos financeiros do setor bancário em Bangladesh, (ii) Ajibade et al. (2020) que apresentaram os resultados obtidos pela implantação das tecnologias na sustentabilidade econômica do continente africano no contexto da I4.0; (iii) Gu et al. (2021) que estudaram sete economias examinando o impacto da inovação tecnológica e dos recursos naturais no desenvolvimento financeiro desses países. Sendo assim, tais pesquisas apesar de apresentarem

em seus resultados o avanço das tecnologias da I4.0 no setor bancário não conectaram-se diretamente com o tema B4.0.

Em contrapartida, Mehdiabadi et al. (2020) apresentaram o termo *B4.0* através de uma RSL fornecendo uma visão prática e as aplicações da I4.0 no contexto do B4.0 incluindo um *roadmap* de implantação. Em Gupta (2021) a situação da indústria bancária é analisada sob a ótica da digitalização demonstrando que os bancos ditos tradicionais estão sendo deixados para trás enquanto os bancos digitalizados são considerados como solução para redução de despesas e melhor atendimento. A presença da internet em qualquer coisa (*Internet of Everthings* – IOE) é o pressuposto do B4.0 apresentado por Gupta (2021) sendo ainda citada a Inteligência Artificial, Computação em Nuvem e *Blockchain* como importantes nesta caracterização.

O B4.0 contribui para o setor financeiro não apenas na entrega de melhores soluções para os clientes baseada na digitalização e na redução de despesas, mas também como agente desenvolvedor das economias (Patrick Ajibade & Mutul, 2020; Jianqiang Gu et al., 2021; Gupta, 2021; He et al., 2021; X. Wang et al., 2021). A abertura do setor bancário para a inovação pode aumentar o crescimento econômico ao melhorar a qualidade dos serviços financeiros fortalecendo sua capacidade de agente financiador e promotor de inovação (Jianqiang Gu et al., 2021; He et al., 2021). Para Ajibade et al. (Patrick Ajibade & Mutul, 2020), um sistema bancário eficiente promove o crescimento econômico, garante o financiamento de investimentos verdes e facilita a integração econômica regional. É nessa linha de pesquisa que Gu et al. (2021) apresentam a capacidade do B4.0 em colaborar com a inovação de um modo geral, em P&D, capital humano e renda.

Neste contexto, o maior desafio é a segurança na utilização de dados, nas transações financeiras e na troca de informações (Yun et al., 2021). Para Berdykulova (2019), o risco cibernético ocorre no ambiente digital e está relacionado ao uso de equipamentos e programas fornecidos tanto na rede local quanto na Internet. As ameaças relacionadas com a informação são tão perigosas quanto as ameaças aos ativos físicos da empresa podendo culminar em danos significativos à reputação e financeiros (Berdykulova, 2019). A tecnologia *Blockchain* colabora para a melhoria da segurança entre as transações financeiras e em geral visto que se utiliza de um protocolo descentralizado e único de registro e verificação de dados (Gupta, 2021).

O B4.0 colabora com o desenvolvimento da economia como um todo na medida em que traz soluções de acesso aos serviços bancários de forma mais democrática com o auxílio da própria disseminação da internet, bem como, ajuda a financiar as empresas nesse contexto de inovação (Wang et al., 2021). Para He et al. (2021) a automação e a IA alteraram a estrutura organizacional e o desempenho dos bancos fortalecendo-os diante da difusão das tecnologias digitais.

A IA é uma tecnologia que soluciona problemas, oferta soluções coerentes e aprende gradativamente de forma a proporcionar melhores interações (Gupta, 2021). Esta tecnologia foi a mais citada na pelos trabalhos (Tabela 5) demonstrando sua importância no setor. Yun et al. (2021), corroboram em especial no contexto de servitização em que se vende além de produtos, mas a experiência que agrega valor em uso. Tal tecnologia colabora tanto na oferta quanto na venda em si visto que associada ao *Big Data* ((Patrick Ajibade & Mutul, 2020; Muhammad Mahboob Ali, 2020; Mehdiabadi et al., 2020; Thach et al., 2021; Yun et al., 2021) traçam um perfil do cliente com suas preferências pessoais, interações e buscas *online* que proporcionam interações únicas que estreitam o relacionamento cliente-empresa.

Além da IA, a *Fintech*, que é uma empresa tecnológica, está entre as mais mencionadas (Tabela 5). A *fintech* tem a característica de trazer soluções tecnológicas diretamente ligadas ao setor financeiro inovações associadas com outras tecnologias, tendo como objetivo um atendimento exclusivamente virtual (Jiao et al., 2021). Os bancos comuns têm hoje estas empresas como colaboradoras para a entrega de melhores soluções tecnológicas visto que a primeiro momento foram consideradas como adversárias diante os produtos financeiros vendidos pelas *fintechs* (Mehdiabadi et al., 2020). Para Anifa et al. (2022) a importância dos serviços financeiros multiplicou-se após a crise econômica global de 2008 e as fontes tradicionais de financiamento não conseguiram atender às necessidades dos clientes. Sendo assim as *Fintechs* se desenvolveram, juntamente com a expansão da Internet, como alternativa neste contexto. A *Fintech* não substituiu o financiamento tradicional, mas resolveu questões complexas de acessibilidade de produtos financeiros à população carente (Anifa et al., 2022).

Com a expansão da Internet e dos *Smartphones* a acessibilidade a novos aplicativos tem alterado os padrões de atendimento e necessidades dos clientes (Mazurchenko et al., 2022). As empresas do setor estão buscando alternativas digitais para aprimorar o relacionamento e as entregas de soluções aos seus clientes (Bilan et al., 2019). O papel inovador das *Fintechs* é de suma importância para intermediar esta transformação digital, bem como, criar novas demandas por produtos financeiros (Tran et al., 2022). A tecnologia *Mobile Banking* está diretamente ligada às *fintechs* e a digitalização do setor, pois possibilita transações *online* em diversos tipos de equipamentos (Mazurchenko et al., 2022). Tal tecnologia pode ser citada como crucial dentro do contexto da pandemia COVID 19 uma vez que forneceu aos clientes alternativas financeiras sem a necessidade de dirigir-se aos bancos físicos (Tran et al., 2022).

Dentre as tecnologias mais citadas, o API pode ser mencionado pelo caráter inovador dentro do contexto das *Fintechs*, pois comumente são estas que lançam no mercado podendo ser em conjunto com bancos tradicionais, e tem como característica principal a criação de interfaces

entre aplicativos (Anifa et al., 2022; Johan Von Solms & Langerman, 2020). Tal tecnologia é um tipo de interface de computação que define os tipos de interações que podem ocorrer entre vários aplicativos (Gupta, 2021). Von Solms et al. (2020) realizaram uma pesquisa acerca da adoção da tecnologia digital em uma Tesouraria Bancária de modo a demonstrar a importância tanto do API quanto de tecnologias como IA, análise de *Big Data*, Computação em Nuvem e robôs para conferir novas atribuições a esta gestão de ativos do setor, bem como, propõem uma avaliação da maturidade digital para tal setor.

Entretanto, é possível salientar ainda a pouca recorrência acerca da Cibersegurança (Tabela 5) sendo este tema de suma importância uma vez que pode causar danos financeiros aos clientes, prejuízos de imagem e reputação às instituições no que tange ao vazamento de dados (Berdykulova, 2019). Podemos inferir que tal fato pode estar associado ao conceito específico como foi utilizado na pesquisa, pois alguns autores mencionam a importância de se buscar segurança de dados, informações e ativos conforme citam Yun et al. (2021), Berdykulova (2019), Ali (2020), Thach et al. (2021) e Von Solms et al. (2020). Outro fato associado é a tecnologia *Blockchain* como alternativa para aprimoramento das medidas de segurança o que muitas vezes é citada em associação ao seu caráter preventivo de proteção de dados (Zhang; et al., 2020).

Os artigos desta RSL mostram um panorama de como a I4.0 está sendo abordada no contexto do setor bancário. É possível perceber que em sua maioria os trabalhos têm um direcionamento para as tecnologias da I4.0 aplicadas nos bancos de modo a aprimorar a melhor entrega de serviços (Patrick Ajibade & Mutul, 2020; Tao et al., 2021; X. Wang et al., 2021; Zhang; et al., 2020), como também, para as contribuições das tecnologias na melhoria dos resultados do setor (Jianqiang Gu et al., 2021; He et al., 2021; Asif Rahman & Abedin, 2021). Dessa forma, é possível apresentar uma agenda de pesquisa considerando:

- **Abordagem metodológica:** As pesquisas estão focadas na modelagem matemática (Figura 2b) em que os pesquisadores se utilizam de uma base de dados e criam um modelo matemático. Sendo assim, percebe-se a necessidade de pesquisas focados em estudos de caso a fim de explicar e avaliar as aplicações de forma real das tecnologias da I4.0 no setor. As RSL também foram poucas o que denota um campo a ser explorado visto que a abordagem teórica do B4.0 ainda é incipiente e se confunde, muitas vezes, com a própria I4.0.

- **Abordagem teórica.** Uma linha de pesquisa necessária seria a utilização de abordagens teóricas já consolidadas, já que dentre os trabalhos analisados, estas não foram adotadas. Isso pode ser explicado por se tratar de uma temática incipiente. Nesse contexto, a Teoria das Capacidades Dinâmicas (Teece et al., 2009) e da Visão Baseada em Recursos (Barney, 1991) são exemplos que podem colaborar com uma perspectiva conceitual para a compreensão dos recursos e capacidades

necessárias para uma implementação do B4.0. Outra abordagem importante t seria a teoria dos *stakeholders* (Freeman et al., 2004) que poderia colaborar no entendimento de como as tecnologias do B4.0 podem atender as expectativas e necessidades desses agentes. Por fim, a teoria institucional (Selznick, 1957), também pode ser um viés de pesquisa importante para entender como os aspectos regulatórios ou legislação podem impedir ou impulsionar o desenvolvimento do B4.0.

- **Tecnologias do B4.0.** Não foram encontrados resultados que envolvessem as tecnologias e o setor bancário de modo mais abrangente. Os estudos focam principalmente em tecnologias específicas como robôs capazes de gerir fundos de investimento (Tao et al., 2021), *Data Mining* na estruturação de ofertas (Michal Halaška & Šperka, 2020) e utilização de *Blockchain* para cibersegurança (Kimani et al., 2020), por exemplo. Foi possível perceber maior recorrência de citação nas tecnologias como *Big Data*, *Blockchain*, Computação em Nuvem, IA, *Fintechs* e *Mobile Banking*. No entanto, tecnologias como Robôs, *Open Banking*, IoT, Criptomoedas, *Ciber Segurança* e API foram menos utilizadas e podem ser alvo de futuras pesquisas. Um exemplo disto são os API's que criam interfaces entre aplicativos bancários ou não de forma a aprimorar os serviços disponibilizados, sendo eles uma tendência (Gupta, 2021; Mehdiabadi et al., 2020). A *Ciber Segurança* também carece de um maior aprofundamento pois um dos maiores entrave do B4.0 é a entrega de segurança de dados e informações financeiras nas transações bancárias (Gupta, 2021). Por fim, o *Open Banking* tem grande importância sendo uma tecnologia que deve abrir as informações financeiras dos clientes para todas as instituições do setor ampliando a oferta o sistema bancário carece de mais tecnologias voltadas a este processo, como também, de pesquisas que apresentem esta transição, os pontos positivos e ameaças.

- **Países de aplicação.** As pesquisas têm aplicação, em sua maioria, no contexto global, ou seja, se utilizam de diversos países sem um contexto local o que contribui para um panorama abrangente da temática. No entanto, essas pesquisas abrangem diversos países para coleta de dados em documentos para realizarem um *survey* (Kimani et al., 2020), ou na realização de estudos de caso (Bilan et al., 2019). Desse modo, se faz necessário pesquisas em países da Europa e Estados Unidos dada importância destes em termos econômicos e tecnológicos, bem como, em países da América Latina que tem importância local e podem se contrapor aos contextos mais desenvolvidos tal como Wang et al (2021) sugerem.

- **Temas relevantes.** Vários temas relevantes para o B4.0 foram abordados, como Mehdiabadi (Mehdiabadi et al., 2020) que apresentou as características do B4.0, no entanto, não demonstrou a infraestrutura necessária para a implementação deste banco digitalizado e indicadores de gestão. Gu et al. (Jianqiang Gu et al., 2021), Yun et al. (2021) e X. Wang (2021) há a necessidade de

pesquisas voltadas para a inovação, para correlação com o desenvolvimento financeiro interno, comparação com o desempenho com outros países. Por fim, Gupta (2021) concluíram que os bancos tradicionais estão sendo deixados para trás em detrimento dos bancos digitalizados. Dessa forma, surge como oportunidades de novas pesquisas sobre o processo de implementação das tecnologias no setor bancário e de comparativos entre bancos públicos e privados.

5. Conclusão, contribuições e limitações de pesquisa

O progresso da I4.0 tem efeitos na vida social inclusive fazendo com que a manufatura/serviços se adequem às novas necessidades do cliente para que sustentem sua vantagem competitiva (Oztemel & Gursev, 2020). Não diferente, no setor bancário este conceito vem sendo implementado através de diversas tecnologias que visam trazer produtos e serviços digitais orientados para o valor e que tem como centralidade o cliente e a manutenção de um relacionamento forte e duradouro (Asif Rahman & Abedin, 2021).

A pesquisa relatada neste artigo apresenta algumas contribuições teóricas e práticas. Primeiro, e mais importante foi a identificação de tecnologias da I4.0 que estão sendo aplicadas no contexto do B4.0, como elas vêm sendo aplicadas e uma discussão teórica no que tange a conceituação do B4.0 dentro do contexto da I4.0 demonstrando os avanços tecnológicos em um ambiente em constante mudança que necessita se aprimorar para atender às demandas dos clientes digitais e os desafios de *compliance* e segurança de informações. Dessa forma, destaca-se o caráter inovador da pesquisa em relação a compilação das tecnologias e discussão sobre o que é o B4.0 uma vez que são poucas os trabalhos que tratam do tema de forma direta e ordenada (Mehdiabadi et al., 2020; Asif Rahman & Abedin, 2021; Yun et al., 2021).

Segundo a visão geral das pesquisas sobre a temática pode auxiliar futuros pesquisadores na identificação de tendências e *gaps* e abrir novas oportunidades de pesquisas a fim de aprimorar a agenda de pesquisa apresentada. Terceiro, a agenda de pesquisa proposta representa outra contribuição em especial para o contexto de acadêmicos interessados em compreender melhor o fenômeno. Por fim, sob o aspecto prático, este artigo poderá colaborar com os implementadores do B4.0 para definir as principais tecnologias necessárias para o atendimento digital no setor financeiro atendendo às demandas dos clientes, bem como, contribuindo para o aumento da vantagem competitiva dos bancos.

Convém salientar as limitações da pesquisa que podem ser transformadas em oportunidades para futuros trabalhos. Primeiro, a utilização de apenas duas bases de artigos pode ter reduzido a quantidade de artigos que compuseram a amostra final, bem como a *strings* relativamente restritos. Dessa forma, futuras pesquisas podem ampliar o escopo das buscas. A

inclusão de literatura cinza também pode trazer resultados que diferem dos aqui apresentados. Por fim, percebeu-se que o B4.0, as definições de I4.0, suas tecnologias e práticas mesmo sendo alvo de muitas pesquisas não há consenso teórico do assunto. Tal fato pode ser justificado pela impossibilidade de gerar um Gráfico de Redes entre as palavras-chave dos artigos encontrados não sendo encontradas conexões entre elas. Isto demonstra que a temática ainda está sendo tratada de forma pulverizada, ou seja, as pesquisas não estão tratando-a de modo conceitual e tem foco nas tecnologias de forma individualizada. O que foi possível determinar é que o B4.0 está diretamente ligado a implementação da digitalização nas diversas esferas do contexto bancário, ou seja, desde ao atendimento ao cliente até a gestão de práticas de governança e *compliance*. Compreender quais as melhores soluções tecnológicas que atendem às demandas do novo mercado, bem como, o estudo dos modelos de negócios emergentes neste contexto é de suma importância para o desenvolvimento do setor como um todo.

6. Referências

- Agostini, L., & Nosella, A. (2021). Industry 4.0 and business models: a bibliometric literature review. *Business Process Management Journal*, 27(5), 1633–1655.
<https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2021-0133>
- Ajibade, P., & Mutul, S. M. (2020). Big data, 4IR and electronic banking and banking systems applications in South Africa and Nigeria. *Banks and Bank Systems*, 15(2), 187–199.
[https://doi.org/10.21511/bbs.15\(2\).2020.17](https://doi.org/10.21511/bbs.15(2).2020.17)
- Ajibade, Patrick, & Mutul, S. M. (2020). Big data, 4IR and electronic banking and banking systems applications in South Africa and Nigeria. *Banks and Bank Systems*, 15(2), 187–199.
[https://doi.org/10.21511/bbs.15\(2\).2020.17](https://doi.org/10.21511/bbs.15(2).2020.17)
- Akter, S., & Wamba, S. F. (2016). Big data analytics in E-commerce: a systematic review and agenda for future research. *Electronic Markets*, 26(2), 173–194.
<https://doi.org/10.1007/s12525-016-0219-0>
- Alcácer, V., & Cruz-Machado, V. (2019). Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 22(3), 899–919. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.01.006>
- Ali, M.M. (2020). Digitization of the emerging economy: An exploratory and explanatory case study. *Journal of Governance and Regulation*, 9(4), 25–36.
<https://doi.org/10.22495/jgrv9i4art2>
- Ali, Muhammad Mahboob. (2020). Digitization of the emerging economy: An exploratory and explanatory case study. *Journal of Governance and Regulation*, 9(4), 25–36.
<https://doi.org/10.22495/jgrv9i4art2>
- Anifa, M., Ramakrishnan, S., Joghee, S., Kabiraj, S., & Bishnoi, M. M. (2022). Fintech Innovations in the Financial Service Industry. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/jrfm15070287>
- BACEN. (2023). *O que é banco (instituição financeira)*.
<https://www.bcb.gov.br/estabilidade/financeira/bancoscaixaseconomicas>
- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., & Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International Journal of Production Economics*, 229, 107776.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
- Bandara, O. K. K., Tharaka, V. K., & Wickramarachchi, A. P. R. (2019a). Industry 4.0 maturity

- assessment of the Banking Sector of Sri Lanka. *Proceedings - IEEE International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering, SCSE 2019*, 190–195.
<https://doi.org/10.23919/SCSE.2019.8842818>
- Bandara, O. K. K., Tharaka, V. K., & Wickramarachchi, A. P. R. (2019b). Industry 4.0 maturity assessment of the Banking Sector of Sri Lanka. *Proceedings - IEEE International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering, SCSE 2019*, 190–195.
<https://doi.org/10.23919/SCSE.2019.8842818>
- 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, 2019(MAR)*, 1141–1150.
- Bandara, Oshadhi, 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, 2019(MAR)*, 1141–1150.
- Bardin, L. (1977). *10 - Bardin, Laurence - Análise de Conteúdo.pdf*. Edições 70.
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Becker, J., Knackstedt, R., & Pöppelbuß, J. (2009). Developing Maturity Models for IT Management. *Business & Information Systems Engineering*, 1(3), 213–222.
<https://doi.org/10.1007/s12599-009-0044-5>
- Berdykulova, G. M. K. (2019). Cyber risk management in digital environment: Case of Kazakhstani bank. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(5), 777–782.
- Bibby, L., & Dehe, B. (2018a). Defining and assessing industry 4.0 maturity levels—case of the defence sector. *Production Planning and Control*, 29(12), 1030–1043.
<https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1503355>
- Bibby, L., & Dehe, B. (2018b). Defining and assessing industry 4.0 maturity levels—case of the defence sector. *Production Planning and Control*, 29(12), 1030–1043.
<https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1503355>
- Bilan, Y., Rubanov, P., Vasylieva, T., & Lyeonov, S. (2019). The influence of industry 4.0 on financial services: Determinants of alternative finance development. *Polish Journal of Management Studies*, 19(1), 70–93. <https://doi.org/10.17512/pjms.2019.19.1.06>
- Büchi, G., Cugno, M., & Castagnoli, R. (2020). Smart factory performance and Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 150(June 2019), 119790.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119790>
- Caiado, R. G. G., Scavarda, L. F., Gavião, L. O., Ivson, P., Nascimento, D. L. de M., & Garza-Reyes, J. A. (2021). A fuzzy rule-based industry 4.0 maturity model for operations and supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 231(November 2019). <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107883>
- Calliess, C., & Baumgarten, A. (2020). Cybersecurity in the EU the example of the financial sector: A legal perspective. In *German Law Journal* (Vol. 21, Issue 6).
<https://doi.org/10.1017/glj.2020.67>
- Cauchick-Miguel, P. A., Fleury, A., Pereira Mello, C. H., Nakano, D. N., Lima, E. P. de, Turroni, J. B., Lee Ho, L., Morabito, R., Sousa, R., Gouvêa da Costa, S. E., Pureza, V., Sérgio, E. G. da C., & Edson Pinheiro de Lima. (2012). *Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 2 ed.*
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9788535248913500097>
- Cividino, S., Egidi, G., Zambon, I., & Colantoni, A. (2019). Evaluating the degree of uncertainty of research activities in Industry 4.0. *Future Internet*, 11(9).
<https://doi.org/10.3390/fi11090196>
- Cohen, M. C. (2018). Big Data and Service Operations. *Production and Operations Management*, 27(9), 1709–1723. <https://doi.org/10.1111/poms.12832>

- De Bruin, S., De Bruin, T., Rosemann, P. M., Freeze, R., Kulkarni, P. U., & Carey, W. P. (2005). Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. *16th Australasian Conference on Information Systems*. <http://www.efqm.org/Default>
- De Carolis, A., Macchi, M., Negri, E., & Terzi, S. (2017). A maturity model for assessing the digital readiness of manufacturing companies. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 513, 13–20. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66923-6_2
- Decker, A. (2012). *Adoption of Point of Sale Terminals in Nigeria*. 3(1), 1–6. https://www.academia.edu/1291578/Adoption_of_Point_of_Sale_Terminals_in_Nigeria?email_work_card=title
- Dikhanbayeva, D., Shaikholla, S., Suleiman, Z., & Turkyilmaz, A. (2020). Assessment of industry 4.0 maturity models by design principles. *Sustainability (Switzerland)*, 12(23), 1–22. <https://doi.org/10.3390/su12239927>
- Dudin, M. N., Shkodinskii, S. V., & Usmanov, D. I. (2021). Key trends and regulations of the development of digital business models of banking services in industry 4.0. *Finance: Theory and Practice*, 25(5), 59–78. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2021-25-5-59-78>
- Dutta, G., Kumar, R., Sindhvani, R., & Singh, R. K. (2020). Digital transformation priorities of India's discrete manufacturing SMEs – a conceptual study in perspective of Industry 4.0. *Competitiveness Review*, 30(3), 289–314. <https://doi.org/10.1108/CR-03-2019-0031>
- Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107–115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>
- Frank, A. G., Mendes, G. H. S., Ayala, N. F., & Ghezzi, A. (2019). Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 141(July 2018), 341–351. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.01.014>
- Freeman, R. E., Wicks, A. C., & Parmar, B. (2004). Stakeholder theory and “The corporate objective revisited.” *Organization Science*, 15(3), 364–369. <https://doi.org/10.1287/orsc.1040.0066>
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910–936. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>
- Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119869. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869>
- Ghobakhloo, M., Fathi, M., Iranmanesh, M., Maroufkhani, P., & Morales, M. E. (2021). Industry 4.0 ten years on: A bibliometric and systematic review of concepts, sustainability value drivers, and success determinants. *Journal of Cleaner Production*, 302, 127052. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127052>
- Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017a). Development of an assessment model for industry 4.0: Industry 4.0-MM. *Communications in Computer and Information Science*, 770, 128–142. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67383-7_10
- Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017b). Development of an assessment model for industry 4.0: Industry 4.0-MM. *Communications in Computer and Information Science*, 770, 128–142. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67383-7_10
- Gu, J., Gouliamos, K., Lobont, O.-R., & Nicoleta-Claudia, M. (2021). Is the fourth industrial revolution transforming the relationship between financial development and its determinants in emerging economies? *Technological Forecasting and Social Change*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120563>
- Gu, Jianqiang, Gouliamos, K., Lobont, O. R., & Nicoleta-Claudia, M. (2021). Is the fourth industrial revolution transforming the relationship between financial development and its determinants in emerging economies? *Technological Forecasting and Social Change*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120563>
- Gupta, R. (2021). Industry 4.0 Adaption in Indian Banking Sector—A Review and Agenda for

- Future Research. *Vision*, 1–9. <https://doi.org/10.1177/0972262921996829>
- Hajoary, P. K. (2020). Industry 4.0 Maturity and Readiness Models: A Systematic Literature Review and Future Framework. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 17(7). <https://doi.org/10.1142/S0219877020300050>
- Halaška, M., & Šperka, R. (2020). Managing the business processes under the influence of Industry 4.0: Case study of loan application. *International Journal of Business Information Systems*, 34(3), 312–329. <https://doi.org/10.1504/IJBIS.2020.108660>
- Halaška, Michal, & Šperka, R. (2020). Managing the business processes under the influence of Industry 4.0: Case study of loan application. *International Journal of Business Information Systems*, 34(3), 312–329. <https://doi.org/10.1504/IJBIS.2020.108660>
- Haryati, N., Burhany, D. I., & Suhartanto, D. (2019). Assessing the Profitability of Islamic Banks: The Role of Bank Age and Bank Performance. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 662(6). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/662/6/062014>
- He, X., Xiong, D., Khalifa, W. M. S., & Li, X. (2021). Chinese banking sector: A major stakeholder in bringing fourth industrial revolution in the country. *Technological Forecasting and Social Change*, 165(June 2020), 120519. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120519>
- Hercko, J., Hnat, J., & Slamkova, E. (2015). *Industry 4.0 – New Era of Manufacturing*. 80–83.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *Management Information Systems*, 28(1), 75–105.
- Jakhiya, M., Mittal Bishnoi, M., & Purohit, H. (2020). Emergence and growth of mobile money in modern india: A study on the effect of mobile money. *2020 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences, ASET 2020*. <https://doi.org/10.1109/ASET48392.2020.9118375>
- Jiao, Z., Shahid, M. S., Mirza, N., & Tan, Z. (2021). Should the fourth industrial revolution be widespread or confined geographically? A country-level analysis of fintech economies. *Technological Forecasting and Social Change*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120442>
- Kiel, D., Müller, J. M., Arnold, C., & Voigt, K. I. (2017). Sustainable industrial value creation: Benefits and challenges of industry 4.0. In *International Journal of Innovation Management* (Vol. 21, Issue 8). <https://doi.org/10.1142/S1363919617400151>
- Kimani, D., Adams, K., Attah-Boakye, R., Ullah, S., Frecknall-Hughes, J., & Kim, J. (2020). Blockchain, business and the fourth industrial revolution: Whence, whither, wherefore and how? *Technological Forecasting and Social Change*, 161. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120254>
- King, B. (2010). *Bank 2.0*. Marshall Cavendish Business.
- Lasrado, L. A., Vatrupu, R., & Andersen, K. N. (2015). Maturity Models Development in IS Research: A Literature Review. *IRIS Selected Papers of the Information Systems Research Seminar in Scandinavia*, 6, 6. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3046.3209>
- Limba, T., Stankevičius, A., & Andrulevičius, A. (2019). Cryptocurrency as disruptive technology: Theoretical insights. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 6(4), 2068–2080. [https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.4\(36\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.4(36))
- Lin, T. C., Sheng, M. L., & Jeng Wang, K. (2020). Dynamic capabilities for smart manufacturing transformation by manufacturing enterprises. *Asian Journal of Technology Innovation*, 28(3), 403–426. <https://doi.org/10.1080/19761597.2020.1769486>
- Lin, T. C., Wang, K. J., & Sheng, M. L. (2020). To assess smart manufacturing readiness by maturity model: a case study on Taiwan enterprises. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 33(1), 102–115. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2019.1699255>
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1–10.

- <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>
- Mariani, M., & Borghi, M. (2019). Industry 4.0: A bibliometric review of its managerial intellectual structure and potential evolution in the service industries. *Technological Forecasting and Social Change*, 149(November), 119752. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119752>
- Matsepe, N. T., & Van der Lingen, E. (2022). Determinants of emerging technologies adoption in the South African financial sector. *South African Journal of Business Management*, 53(1), 1–12. <https://doi.org/10.4102/sajbm.v53i1.2493>
- Mazurchenko, A., Zelenka, M., & Maršíková, K. (2022). Demand for Employees' Digital Skills in the Context of Banking 4.0. *E a M: Ekonomie a Management*, 25(2), 41–58. <https://doi.org/10.15240/tul/001/2022-2-003>
- Mehdiabadi, A., Tabatabeinasab, M., Spulbar, C., Yazdi, A. K., & Birau, R. (2020). Are we ready for the challenge of banks 4.0? designing a roadmap for banking systems in industry 4.0. *International Journal of Financial Studies*, 8(2), 1–28. <https://doi.org/10.3390/ijfs8020032>
- Narula, S., Prakash, S., Dwivedy, M., Talwar, V., & Tiwari, S. P. (2020). Industry 4.0 adoption key factors: an empirical study on manufacturing industry. *Journal of Advances in Management Research*, 17(5), 697–725. <https://doi.org/10.1108/JAMR-03-2020-0039>
- Nguyen, M. P., & Phan, A. (2022). Customer's Satisfaction About Mobile Banking Distribution Channel in Vietnamese Commercial Banks. *Journal of Distribution Science*, 20(8), 69–79. <https://doi.org/10.15722/jds.20.08.202208.69>
- Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127–182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>
- Park, J. H., & Park, J. H. (2017). Blockchain security in cloud computing: Use cases, challenges, and solutions. *Symmetry*, 9(8), 1–13. <https://doi.org/10.3390/sym9080164>
- Peres, R. S., Jia, X., Lee, J., Sun, K., Colombo, A. W., & Barata, J. (2020). Industrial Artificial Intelligence in Industry 4.0 -Systematic Review, Challenges and Outlook. *IEEE Access*, 220121–220139. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3042874>
- Pirola, F., Cimini, C., & Pinto, R. (2020). Digital readiness assessment of Italian SMEs: a case-study research. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 1045–1083. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0305>
- Proença, D., & Borbinha, J. (2016). Maturity Models for Information Systems - A State of the Art. *Procedia Computer Science*, 100(2), 1042–1049. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.279>
- Rafael, L. D., Jaione, G. E., Cristina, L., & Ibon, S. L. (2020). An Industry 4.0 maturity model for machine tool companies. *Technological Forecasting and Social Change*, 159(March), 120203. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120203>
- Rahman, A., & Abedin, M. J. (2021). The Fourth Industrial Revolution and private commercial banks: the good, bad and ugly. *International Journal of Organizational Analysis*. <https://doi.org/10.1108/IJOA-05-2020-2218>
- Rahman, Asif, & Abedin, M. J. (2021). The Fourth Industrial Revolution and private commercial banks: the good, bad and ugly. *International Journal of Organizational Analysis*. <https://doi.org/10.1108/IJOA-05-2020-2218>
- Santos, R. C., & Martinho, J. L. (2020). An Industry 4.0 maturity model proposal. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 1023–1043. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0284>
- Santoso, W., Sitorus, P. M., Batunanggar, S., Krisanti, F. T., Anggadwita, G., & Alamsyah, A. (2021). Talent mapping: a strategic approach toward digitalization initiatives in the banking and financial technology (FinTech) industry in Indonesia. *Journal of Science and Technology Policy Management*. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-04-2020-0075>

- Santoso, Wimboh, Sitorus, P. M., Batunanggar, S., Krisanti, F. T., Anggadwita, G., & Alamsyah, A. (2020). Talent mapping: a strategic approach toward digitalization initiatives in the banking and financial technology (FinTech) industry in Indonesia. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 12(3), 399–420. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-04-2020-0075>
- Santoso, Wimboh, Sitorus, P. M., Batunanggar, S., Krisanti, F. T., Anggadwita, G., & Alamsyah, A. (2021). Talent mapping: a strategic approach toward digitalization initiatives in the banking and financial technology (FinTech) industry in Indonesia. *Journal of Science and Technology Policy Management*. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-04-2020-0075>
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016a). 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>
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016b). 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>
- Schumacher, A., Nemeth, T., & Sihn, W. (2019). Roadmapping towards industrial digitalization based on an Industry 4.0 maturity model for manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 79, 409–414. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.110>
- Selznick, P. (1957). *Leadership in Administration: A Sociological Interpretation*. (1st ed.). Petersson and Company.
- Shaikh, A. A., & Karjaluoto, H. (2015). Mobile banking adoption: A literature review. *Telematics and Informatics*, 32(1), 129–142. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2014.05.003>
- Shin, J. W., Cho, J. Y., & Lee, B. G. (2020). Customer perceptions of Korean digital and traditional banks. *International Journal of Bank Marketing*, 38(2), 529–547. <https://doi.org/10.1108/IJBM-03-2019-0084>
- Sjödin, D. R., Parida, V., Leksell, M., & Petrovic, A. (2018). Smart Factory Implementation and Process Innovation: A Preliminary Maturity Model for Leveraging Digitalization in Manufacturing. Moving to smart factories presents specific challenges that can be addressed through a structured approach focused on people, p. *Research Technology Management*, 61(5), 22–31. <https://doi.org/10.1080/08956308.2018.1471277>
- Sony, M., Antony, J., & Mc Dermott, O. (2022). How do the technological capability and strategic flexibility of an organization impact its successful implementation of Industry 4.0? A qualitative viewpoint. *Benchmarking*. <https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2021-0541>
- Sony, M., Antony, J., Mc Dermott, O., & Garza-Reyes, J. A. (2021). An empirical examination of benefits, challenges, and critical success factors of industry 4.0 in manufacturing and service sector. *Technology in Society*, 67(May), 101754. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101754>
- Tao, R., Su, C. W., Xiao, Y., Dai, K., & Khalid, F. (2021). Robo advisors, algorithmic trading and investment management: Wonders of fourth industrial revolution in financial markets. *Technological Forecasting and Social Change*, 163(October), 120421. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120421>
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (2009). Dynamic capabilities and strategic management. *Knowledge and Strategy*, 18(March), 77–116. <https://doi.org/10.1093/0199248540.003.0013>
- Thach, N. N., Hanh, H. T., Huy, D. T. N., Gwoździejewicz, S., Nga, L. T. V., Huong, L. T. T., & Nam, V. Q. (2021). Technology Quality Management of the Industry 4.0 and Cybersecurity Risk Management on Current Banking Activities in Emerging Markets - the Case in Vietnam. *International Journal for Quality Research*, 15(3), 845–856. <https://doi.org/10.24874/IJQR15.03-10>
- Tran, L. Q. T., Phan, D. T., Herdon, M., & Kovacs, L. (2022). Assessing the Digital Transformation in Two Banks: Case Study in Hungary. *Agris On-Line Papers in Economics*

- and Informatics*, 14(2), 121–134. <https://doi.org/10.7160/aol.2022.140210>
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review* Introduction: the need for an evidence- informed approach. *British Journal of Management*, 14, 207–222.
- Von Solms, J., & Langerman, J. (2020). A smart treasury fit for the 4th industrial revolution. *FEMIB 2020 - Proceedings of the 2nd International Conference on Finance, Economics, Management and IT Business*, 122–128.
- Von Solms, Johan, & Langerman, J. (2020). A smart treasury fit for the 4th industrial revolution. *FEMIB 2020 - Proceedings of the 2nd International Conference on Finance, Economics, Management and IT Business*, 122–128. <https://doi.org/10.5220/0009470501220128>
- Wagire, A. A., Joshi, R., Rathore, A. P. S., & Jain, R. (2021). Development of maturity model for assessing the implementation of Industry 4.0: learning from theory and practice. *Production Planning and Control*, 32(8), 603–622. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1744763>
- Wang, C., Qiao, C., Ahmed, R. I., & Kirikkaleli, D. (2021). Institutional Quality, Bank Finance and Technological Innovation: A way forward for Fourth Industrial Revolution in BRICS Economies. *Technological Forecasting and Social Change*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120427>
- Wang, Chenguang, Qiao, C., Ahmed, R. I., & Kirikkaleli, D. (2021). Institutional Quality, Bank Finance and Technological Innovation: A way forward for Fourth Industrial Revolution in BRICS Economies. *Technological Forecasting and Social Change*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120427>
- Wang, Q., & Waltman, L. (2016). Large-scale analysis of the accuracy of the journal classification systems of Web of Science and Scopus. *Journal of Informetrics*, 10(2), 347–364. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.02.003>
- Wang, X., Sadiq, R., Khan, T. M., & Wang, R. (2021). Industry 4.0 and intellectual capital in the age of FinTech. *Technological Forecasting and Social Change*, 166(January), 120598. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120598>
- Wendler, R. (2012). The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, 54(12), 1317–1339. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2012.07.007>
- Xu, L. Da, Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de caso - Planejamento e métodos*. Bookman.
- Yuan, S., Musibau, H. O., Genç, S. Y., Shaheen, R., Ameen, A., & Tan, Z. (2021). Digitalization of economy is the key factor behind fourth industrial revolution: How G7 countries are overcoming with the financing issues? *Technological Forecasting and Social Change*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120533>
- Yun, J. J., Liu, Z., & Zhao, X. (2021). Introduction: Ambidextrous Open Innovation in the 4th Industrial Revolution. *Science, Technology and Society*, 26(2), 183–200. <https://doi.org/10.1177/09717218211006969>
- Zhang, Xie, Y., Zheng, Y., Xue, W., Zheng, X., & Xu, X. (2020). The challenges and countermeasures of blockchain in finance and economics. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(4), 691–698. <https://doi.org/10.1002/sres.2710>
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5), 616–630. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>

ARTIGO 02

Modelo de avaliação de maturidade do *banking 4.0*: proposta e avaliação segundo a opinião de especialistas

Resumo

Esta pesquisa elabora um Modelo de Avaliação da Maturidade (MM) para o Banking 4.0 por meio de uma revisão sistemática da literatura (RSL) sobre MM para a Indústria 4.0 visto a escassez de trabalhos no setor de serviços e bancário. Especificamente pretende-se (i) realizar uma RSL; (ii) elaborar um MM para o B4.0; (iii) e avaliar e refinar o MM proposto por especialistas. Foi possível elaborar um MM composto por cinco dimensões (Tecnologia, Clientes, Pessoas e Cultura, Estratégia e Liderança e Governança), quatro níveis de maturidade (Inicial, Gerenciado, Integrado e Referenciado) e 42 itens de maturidade. O Modelo proposto é composto por dois roteiros de questões sendo um de avaliação de desempenho do Banco e outro determinação do grau de importância dos itens a fim de subsidiar o cálculo da Maturidade Global. A avaliação dos especialistas classificou o Modelo como Bom, com estrutura adequada a teoria de MM e, em geral, nos quesitos de percepção dos estágios e diretrizes dos avanços em cada dimensão, premissas de um MM, utilidade, qualidade e eficácia. A pesquisa contribui com a teoria de MM visto a metodologia aplicada e escopo de trabalho inovador no meio científico (B4.0), bem como, elaborou uma ferramenta importante para os gestores dos Bancos que desejam diagnosticar seu estado e evoluir no B4.0.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Banking 4.0, Modelos de Avaliação da Maturidade.

Abstract

This research elaborates a Maturity Assessment (MM) Model for Banking 4.0 through a systematic literature review (RSL) on MM for Industry 4.0 considering the labor economy in the banking and services sector. Specifically, it is intended to (i) carry out an RSL; (ii) develop an MM for B4.0; (iii) and evaluating and refining the standard MM by experts. It was possible to elaborate a MM composed of five dimensions (Technology, Clients, People and Culture, Strategy and Leadership and Governance), four maturity levels (Initial, Managed, Integrated and Referenced) and 42 maturity items. The proposed Model is composed of two scripts of questions, one of which assesses the Bank's performance and the other guides the degree of importance of the items in order to subsidize the calculation of the Global Maturity. The experts' evaluation classified the Model as Good, with an adequate structure for the theory of MM and, in general, in terms of perception of advances and guidelines for advances in each dimension, premises of an MM, utility, quality and effectiveness. The research contributes to the theory of MM in view of the applied methodology and innovative scope of work in the scientific environment (B4.0), as well as creating an important tool for bank managers who wish to plan their state and evolve in B4.0.

Keywords: Industry 4.0, Banking 4.0, Maturity Assessment Models

1. Introdução

Na história da industrialização, novos produtos, materiais, fontes de energia, métodos de produção, conceitos de gestão e tecnologias aplicadas surgiram colaborando para mudanças disruptivas que foram nomeadas por Revoluções Industriais (Santos & Martinho, 2020). A Primeira Revolução Industrial ocorreu no final do século XVII e início do XVIII, sendo impulsionada pelo advento dos motores a vapor, energia hidráulica e mecanização ainda que incipientes (Ghobakhloo, 2018). No final do século XIX, a mecânica automatizada na fabricação associadas a novas práticas organizacionais e produtivas, como as linhas de montagem de Henry

Ford foram as precursoras da Segunda Revolução (Gökalp et al., 2017a). Para Xu et al. (2018), a introdução da automação e microeletrônicos pautados na internet caracterizaram a Terceira Revolução Industrial iniciada na metade do século XX.

O desenvolvimento das tecnologias introduzidas pelos avanços das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) colaboraram com a nova fase industrial denominada Indústria 4.0 (I4.0) que seria correspondente a esta Quarta Revolução Industrial (Zhong et al., 2017). O conceito de I4.0 foi apresentado na Feira de Hannover na Alemanha como um projeto governamental de digitalização e avanço da produção associada a aplicação de sistemas Ciberfísicos (CPS) (Agostini & Nosella, 2021; Ghobakhloo, 2018). A I4.0 representa uma mudança de paradigma tanto industrial quanto social visto que vem influenciando na forma de comunicação e interação das pessoas, como também, na percepção de compra e utilização de serviços o que demanda novas formas de lidar com as necessidades dos clientes para sustentar a vantagem competitiva empresarial (Oztemel & Gursev, 2020; Asif Rahman & Abedin, 2021).

Para Kiel et al. (2017), a I4.0 reporta a produção mais eficiente pautada na criação de valor, customização de produtos e serviços, flexibilidade e melhor mapeamento de custos. A utilização das TIC's, assim como, de tecnologias como IoT (Internet das coisas), IoS (Internet de Serviço) , CPS (Sistemas ciberfísicos), *Big Data*, Computação em Nuvem e Robôs Inteligentes associadas a processos de manufatura interoperáveis, integrados, adaptáveis e otimizados colaboram para um novo nível de eficiência e produtividade (Alcácer & Cruz-Machado, 2019). Apesar da I4.0 estar associada à indústria, as práticas e tecnologias já estão sendo inseridas no setor de serviços trazendo vantagens tais como: melhoria da satisfação do cliente, por meio da *Big Data* há melhorias no processo de tomada de decisão, desenvolvimento de serviços inteligentes, melhoria na gestão de relacionamento com o cliente e na sua experiência (Sony et al., 2022).

Neste contexto, os serviços bancários e financeiros estão buscando as novas tecnologias da I4.0 para melhorar seu atendimento, disponibilizar produtos e atendimento digital, oferecer informação *on-line* e segurança de dados (Gupta, 2021). As mudanças ligadas à I4.0 estão pressionando o setor a se adequar aos novos requisitos dos clientes e as vantagens advindas da digitalização como a melhoria da rentabilidade, redução de custos operacionais e aumento da satisfação do cliente associado a produtos e serviços mais customizados e atendimento efetivo e seguro (Jianqiang Gu et al., 2021). Para o setor bancário Mehdiabadi (2020) nomeia como *Banking 4.0* (B4.0) associando ao conceito e tecnologias da I4.0 que são adaptadas e aplicadas no contexto bancário. Yun et al (2021) afirmam que o B4.0 se apropria das multidimensões da I4.0 tais como personalização, digitalização e interação com o usuário, como também, cria suas próprias tecnologias como as *fintechs* e os modelos de finanças abertas.

Bandara et al (2019b), afirmam que com este novo cliente, moderno e digitalizado, os bancos necessitam evoluir neste ambiente de inovação buscando a melhor experiência e isto depende da confiança e personalização associada a acessibilidade, conveniência e velocidade de serviço. O desafio é, portanto, entregar uma estratégia de serviço que seja competitiva e inovadora adicionando o capital humano como complementar a esta entrega (Jianqiang Gu et al., 2021). Mehdiadabi (2020) salienta que a I4.0 oferece vantagens competitivas baseadas em tecnologias e práticas avançadas para empresas do setor manufatureiro sendo necessários estudos que compreendam este contexto e possa relacioná-lo ao B4.0 colaborando para o desenvolvimento do setor. Para Bandara et al. (2019b), o desenvolvimento de Modelos de Avaliação de Maturidade (MM) para o B4.0 pode ser uma alternativa para compreender o nível que o banco está na sua jornada de implementação da I4.0.

Os MM's são ferramentas de suporte para a tomada de decisão, uma vez que avaliam a situação atual de uma empresa, podendo também colaborar em criar e priorizar medidas de melhoria e controlar o andamento da implementação das estratégias definidas (Becker et al., 2009). No contexto da I4.0 esses modelos tem por objetivo contribuir para a definição do estado de desenvolvimento e implementação das práticas e tecnologias atreladas a este conceito (Schumacher et al., 2019). De Carolis et al. (2017) afirmam que o desafio é definir um roteiro de digitalização, como também, a necessidade das empresas compreenderem seu nível de maturidade digital para poderem caminhar para uma transformação bem-sucedida.

Em pesquisa bibliográfica nas bases de artigos *Web of Science* e *Scopus* acerca de MM para o B4.0 foram encontradas duas pesquisas. No artigo de Bandara et al. (2019b) os autores propõem um MM voltado para o B4.0 contudo não apresentam metodologia para formulação do modelo, pesquisa bibliografia superficial, considera as dimensões com pesos iguais, bem como, não realizou validação do modelo com especialistas. No artigo de Bandara et al. (2019a), os autores apresentam modelo semelhante ao de Bandara et al. (2019b), contudo realizam uma aplicação em 11 instituições financeiras do Sri Lanka. Tal artigo traz os mesmos *gaps* da pesquisa de Bandara et al. (2019b), como também, não apresenta método para o estudo de caso. A pesquisa de Mehdiabadi (2020) propõe um *roadmap* de implementação do B4.0 que colabora com a avaliação dos Bancos, mas não pode ser considerado um MM.

Diante das lacunas ora apresentadas, surge o seguinte questionamento “**como avaliar a maturidade em direção ao B4.0 de instituições bancárias?** Para responder ao questionamento, este artigo tem como principal objetivo desenvolver um Modelo de Avaliação de Maturidade para o B4.0. a partir de uma revisão detalhada da literatura sobre I4.0 e suas aplicações no contexto do

B4.0 bem como sobre modelos de avaliação da maturidade, será proposto um modelo inicial, sendo este avaliado e refinado a partir da opinião de especialistas.

Este artigo é importante por algumas razões. Primeiro, representa um avanço na literatura pela escassez de MM para o B4.0, bem como, pela proposta metodológica apresentada. A contribuição para a teoria envolve a RSL desenvolvida sobre os MM's para a I4.0, o método elaborado para o desenvolvimento do modelo e a pesquisa com especialistas, que também tem seu método de coleta de dados específico. Sendo assim o MM tem um caráter pioneiro no contexto do B4.0. Segundo, apesar de existirem vários MM voltados para a avaliação da I4.0, o modelo proposto neste artigo apresenta dimensões que são aderentes às características do setor bancário, bem como as tecnologias adotadas por esse setor. Tal fato destaca a importância da pesquisa visto que os MM's atuais são voltados, em sua maioria, para a indústria tendo dimensões voltadas para fábricas inteligentes. Terceiro, a pesquisa avança na prática, em especial para os gestores e tomadores de decisão de instituições bancárias que estão em direção ao B4.0, uma vez que poderão utilizar o modelo para avaliação da maturidade para o B4.0, verificando em qual estágio a instituição se encontram e quais os direcionamentos futuros necessários, caso queiram atingir uma elevada maturidade do B4.0.

Para o alcance do objetivo, o artigo encontra-se estruturado em 6 seções, incluindo esta introdução (Seção 1). A Seção 2 apresenta, conceitualmente, os principais constructos que fazem parte do escopo desse artigo (I4.0, B4.0 e MM's). A Seção 3 descreve os métodos empregados para o desenvolvimento deste artigo, como os procedimentos para (i) a revisão da literatura; (ii) o desenvolvimento do MM para o B4.0; e, (iii) a avaliação do modelo e refinamento a partir da opinião de especialistas. A Seção 4 mostra a proposta inicial do MM para o B4.0, seguida da Seção 5 que descreve e discute os resultados da avaliação do MM para o B4.0 feito pelos especialistas. A Seção 6 discorre sobre as conclusões, contribuições, limitações e oportunidades de novas pesquisas.

2. Revisão teórica

2.1 Indústria 4.0: tecnologias e princípios

As tecnologias emergentes e disruptivas que surgiram nos últimos anos e que vem sendo aperfeiçoadas constantemente trazem um potencial de mudanças significativas para a cadeia de valor de diversos segmentos (Bibby & Dehe, 2018b). Apresentada como Indústria 4.0 (I4.0) no ano de 2011 na Feira de Hannover na Alemanha, o conceito está associado à implementação de alta tecnologia, bem como, de princípios que buscam otimização dos resultados e conectividade de ponta a ponta da produção (Oztemel & Gursev, 2020). Os princípios (Tabela 1) norteiam as

empresas que buscam a digitalização no contexto da I4.0 e, portanto, precisam estar prontas para fazerem mudanças nas operações e processos corporativos devendo, possuir fortes capacidades (Dikhanbayeva et al., 2020).

Tabela 1

Princípios de *design* da I4.0

Princípio de <i>design</i> da I4.0	Descrição	Autores
Interoperabilidade	Capacidade de dispositivos, equipamentos, pessoas e outros objetos de se comunicarem e compartilharem dados através das tecnologias da I4.0.	(Dikhanbayeva et al., 2020; Ghobakhloo, 2018; Oztemel & Gursev, 2020; Peres et al., 2020)
Virtualização	A capacidade de transformar dados do mundo físico em virtual colaborando na tomada de decisão pela possibilidade de monitorar os equipamentos em tempo real, simular e identificar gargalos.	(Dikhanbayeva et al., 2020; Ghobakhloo, 2018; Oztemel & Gursev, 2020)
Descentralização	É a capacidade dos sistemas ciber-físicos (CPS) de tomarem decisões de forma autônoma colaborando para melhoria da produtividade visto que se tornam sensíveis a pequenas alterações tornando o processo de reconsideração de planos fixos mais flexível.	(Dikhanbayeva et al., 2020; Oztemel & Gursev, 2020; Peres et al., 2020)
Capacidade em tempo real	É a capacidade de coletar, transferir, analisar, monitorar e compartilhar dados em tempo real.	(Dikhanbayeva et al., 2020; Ghobakhloo, 2018; Oztemel & Gursev, 2020; Peres et al., 2020)
Orientação ao serviço	Cria um ambiente de cooperação interna e externa às empresas em prol de criar valor adicional por meio da integração eficiente de todas as partes.	(Dikhanbayeva et al., 2020; Ghobakhloo, 2018; Oztemel & Gursev, 2020; Peres et al., 2020)
Modularidade	É a capacidade dos negócios mudarem ou se adaptarem a diferentes situações, bem como, da produção ser capaz de acompanhar as tendências do cliente e mercado.	(Dikhanbayeva et al., 2020; Ghobakhloo, 2018; Oztemel & Gursev, 2020; Peres et al., 2020)
Produto Inteligente	Os produtos estão conectados aos processos de fabricação, fornecendo informações sobre o fabricante, o <i>status</i> atual do produto e histórico do ciclo de vida, bem como, seus recursos permitem que eles executem algoritmos de análise e computação sendo assim um produto que agrida menos o meio ambiente.	(Dikhanbayeva et al., 2020; Ghobakhloo, 2018)
Fábrica inteligente	Processos, pessoas, parceiros e máquinas estão interconectadas por tecnologias <i>online</i> , tal como, CPS e IA;	Ghobakhloo (2018)
Responsabilidade Social corporativa	Auto-regulação que integrada ao modelo de negócio assume que as atividades empresariais não prejudiquem a sociedade afetando positivamente o meio ambiente	(Dikhanbayeva et al., 2020; Oztemel & Gursev, 2020)
Integração vertical	A fábrica tem seus processos internos conectados de forma <i>online</i>	Ghobakhloo (2018)
Integração horizontal	A cadeia produtiva de ponta a ponta está interconectada e a troca de informações é <i>online</i>	Ghobakhloo (2018)

Em Peres et al. (2020), são encontrados princípios associados às tecnologias da I4.0, tais como (i) engenharia contínua, em que há um monitoramento constante dos recursos industriais em prol de soluções rápidas; escalabilidade, que aborda a capacidade de produção em larga escala; (iii) conhecimento do contexto, associado às informações *full-time* que precisam estar organizadas para quando ações imediatas precisam ser tomadas; (iv) robustez, em que o chão de fábrica precisa

estar pronto para mudanças; e, por fim, o (v) humano em *loop*, que é o princípio de que qualquer funcionário seja capaz de operar dentro das especificações. Estes princípios demonstram a tendência da I4.0 em integrar os diversos setores das empresas, sua informação e a capacidade de rápida mudança às necessidades de mercado.

A literatura acerca da I4.0 tem um consenso de que as mudanças trazidas para a manufatura, em um primeiro momento trouxeram benefícios para a melhoria da produção, otimização de processos e recursos de modo que as tecnologias disruptivas, transformaram a perspectiva da robotização como forma de produzir em um ambiente altamente digitalizado e integrado (Dikhanbayeva et al., 2020; Ghobakhloo, 2018; Oztemel & Gursev, 2020). Para um segundo momento, a democratização da internet e *smartphones*, por exemplo, possibilitou uma mudança de paradigma com relação ao acesso à informação e formas de consumo (Bilan et al., 2019; Thach et al., 2021). Sendo assim, as tecnologias associadas à I4.0 juntamente com os princípios de *design* (Tabela 1) compõem esta Quarta Revolução Industrial (Dikhanbayeva et al., 2020; Ghobakhloo, 2018). Na Tabela 2 são apresentadas algumas tecnologias associadas à I4.0 encontradas na literatura.

Tabela 2
Tecnologias da I4.0

Tecnologia	Descrição	Autores
Automação e Robôs	Máquinas capazes de realizar atividades diversas colaborando para a redução de desperdícios, aumento da qualidade e confiabilidade e redução do tempo de produção.	(Alcácer & Cruz-Machado, 2019; Bai et al., 2020; Ghobakhloo, 2018)
<i>Big Data</i>	Tecnologias que permitem que as organizações extraiam valor por meio da captura e análise de um volume enorme e variado de dados.	(Alcácer & Cruz-Machado, 2019; Bai et al., 2020; Büchi et al., 2020; Ghobakhloo, 2018; Zhong et al., 2017)
<i>Blockchain</i>	Utiliza de tecnologia de criptografia para realizar transações seguras de troca de informações sejam elas financeiras ou não em um ambiente autônomo.	(Bai et al., 2020; Ghobakhloo, 2018)
Computação em Nuvem	Aplicativos remotos que associados à Internet trazem a informação em tempo real a produção, bem como, armazenagem de dados.	(Alcácer & Cruz-Machado, 2019; Bai et al., 2020; Büchi et al., 2020; Ghobakhloo, 2018; Oztemel & Gursev, 2020; Zhong et al., 2017)
CPS – <i>Cyber Physical Sistem</i>	Integração de computação e processos físicos através de tecnologias de ponta e <i>softwares</i> que conseguem um sistema de informações e ações imediatas em tempo real.	(Ghobakhloo, 2018; Oztemel & Gursev, 2020; Zhong et al., 2017)
<i>Cybersecurity</i>	Tecnologia que visa proteger os sistemas interconectados da I4.0	(Alcácer & Cruz-Machado, 2019; Bai et al., 2020; Büchi et al., 2020; Ghobakhloo, 2018)
Inteligência Artificial (IA)	Tecnologia computacional que tem por objetivo criar máquinas que agem como humanos.	(Bai et al., 2020; Oztemel & Gursev, 2020; Zhong et al., 2017)
<i>Internet of Things (Industrial Internet of Things) - IoT</i>	Internet incorporada em diversos dispositivos físicos, veículos, edifícios e outros itens em que se utilizam de softwares sensores, atuadores e conectividade de rede que permitem que esses objetos colem e troquem dados.	(Alcácer & Cruz-Machado, 2019; Bai et al., 2020; Büchi et al., 2020; Ghobakhloo, 2018; Oztemel & Gursev, 2020; Zhong et al., 2017)

Tecnologia	Descrição	Autores
<i>Internet of Service</i>	Tecnologia baseada no conceito de que serviços estão disponíveis através da internet para que usuários particulares e/ou empresas possam criar, combinar e oferecer novos tipos de serviços de valor agregado.	(Alcácer & Cruz-Machado, 2019; Ghobakhloo, 2018)
Manufatura Aditiva	A manufatura aditiva é a técnica de fabricação na qual as peças são construídas por fusão de finas camadas de pó e adição de uma camada de material, seja plástico ou metal, sobre moldes que são projetados via Desenho Auxiliado por Computador (CAD).	(Alcácer & Cruz-Machado, 2019; Bai et al., 2020; Büchi et al., 2020; Ghobakhloo, 2018)
Realidade aumentada	Tecnologia baseada na simulação da realidade sobrepondo informações virtuais sobre ele colaborando na tomada de decisão acerca de planejamento e monitoramento de operação em tempo real, diagnóstico e recuperação de falhas e treinamento relacionado a produtos e processos.	(Alcácer & Cruz-Machado, 2019; Bai et al., 2020; Büchi et al., 2020; Ghobakhloo, 2018; Oztemel & Gursev, 2020)
Simulação e Modelagem	Tecnologia que permite o projeto, a testagem e execução de produtos e sistemas colaborando para a redução de tempo e investimentos.	(Alcácer & Cruz-Machado, 2019; Bai et al., 2020; Büchi et al., 2020; Ghobakhloo, 2018)

As tecnologias ora citadas (Tabela 2) não são as únicas, dada a revolução que a I4.0 tem trazido para a sociedade, portanto, os avanços tecnológicos neste contexto não se esgotam (Zhong et al., 2017).

2.2 O *banking* 4.0: tecnologias aplicadas e conceitos específicos

As tecnologias disruptivas da I4.0 vêm modificando não apenas os modelos de negócios, mas também o cotidiano da sociedade. Essas mudanças estão pautadas em uma inovação incontornável sustentada pelo desenvolvimento tecnológico nas mais diversas áreas (Mariani & Borghi, 2019). No setor financeiro esse novo paradigma também vem sendo implementado buscando se enquadrar às novas demandas de seus clientes, como também, a redução de custos através de melhores ofertas e otimização da estrutura operacional que as novas tecnologias colaboram (Asif Rahman & Abedin, 2021). Este novo "banco" se apropria da nomenclatura da I4.0 e se torna o *Banking* 4.0 (B4.0) (Mehdiabadi et al., 2020).

O B4.0 experimenta o avanço tecnológico através de sistemas inteligentes, *machine learning*, *blockchain* e *fintechs* que conectam negócios de todos os tamanhos, governo, reguladores, agências e usuários visando um ambiente de inovação flexível e integrado (Yun et al., 2021). Nesse contexto, as *fintechs*, por exemplo, são empresas de tecnologia avançada que trazem soluções financeiras para clientes e negócios tendo por base produtos de crédito, investimentos, vendas *on-line* e meios de pagamento (Mehdiabadi et al., 2020). Já os sistemas inteligentes se baseiam em IA, IoT, Computação em Nuvem e métodos de análise de dados para melhor compreender as demandas dos clientes através do estudo do seu comportamento, seja através das iterações nos diversos aplicativos bancários, ou até rede sociais diversas (Gupta, 2021).

Sendo assim, o B4.0 traz novas soluções de atendimento e amplia a sua capacidade visto que com as tecnologias da I4.0 as barreiras geográficas são ultrapassadas.

Mehdiabadi et al. (2020) descrevem, dentro do contexto do sistema financeiro, uma caracterização evolutiva até o B4.0 (Tabela 3). Na literatura pesquisada não foram encontradas descrições que determinem tal conceituação cronológica além da pesquisa mencionada. Assim, como no estudo da I4.0 acerca das suas fases, compreende-se que o sistema bancário foi evoluindo de acordo com a implementação de novos modelos de negócio associados às tecnologias diversas que possibilitaram a dissociação da sua atuação em agências físicas em detrimento de atendimento personalizado em aplicativos *mobile*. É válido salientar que esta mudança decorreu em um espaço de tempo curto, ou seja, o modelo do B1.0 perdurou de forma exclusiva durante boa parte de sua história.

Tabela 3

Evolução do B4.0

Banking	Conceito	Período
B1.0	Banco tradicional pautado em agências físicas em que os serviços são prestados em horário de atendimento específico.	Desde sua origem até meados de 1980.
B2.0	Introdução da Internet e alguns serviços inovadores como caixas eletrônicos e leitores de cartões. Início de um atendimento fora das agências.	1980 até meados de 2007.
B3.0	Evolução do autoatendimento bancário e expansão dos serviços móveis associados ao uso de <i>smartphones</i> e leitores de cartões portátil.	De 2007 até meados de 2015.
B4.0	Banco em tempo real, digitalizado, com produtos inovadores como análise de investimentos e transações <i>on-line</i> , por exemplo.	De 2015 até os dias atuais.

Fonte: adaptado de Mehdiabadi et al. (2020).

Nesse cenário, B4.0 pode então ser definido como o banco orientado à experiência do cliente possibilitando o atendimento às suas necessidades, a oferta de produtos personalizados e a conectividade intermitente de forma a colaborar com o acesso à informação a qualquer tempo e local por meio de aplicativos financeiros (Bandara et al., 2019b). Para Rahman (2021), os produtos e serviços digitais promovem uma cadeia de valor inovadora que cria conveniência para os clientes. As tecnologias para o B4.0 que colaboram com esta nova forma de atuar do Banco estão associadas àquelas da I4.0, como também, tem as suas particularidades visando atender suas próprias demandas, conforme se observa na Tabela 4.

Tabela 4

Tecnologias do B4.0

Tecnologia	Descrição para o B4.0	Autores
API	Interface que permite que mais de um aplicativo se comuniquem e ofereçam soluções aos clientes. As <i>fintechs</i> são as principais atuantes neste mercado de soluções criando programas inovadores em prol do melhor atendimento e oferta de produtos.	(Dudin et al., 2021; Gupta, 2021; Mehdiabadi et al., 2020; Tran et al., 2022; Johan Von Solms & Langerman, 2020)
Banco digital	Banco sem papel, oferecem serviços em meio apenas por meio digital. A senha de acesso e autenticação se dá	(Gupta, 2021; Asif Rahman & Abedin, 2021; Shin et al., 2020)

Tecnologia	Descrição para o B4.0	Autores
	por biometria , o atendimento é 24 horas e 365 dias por ano, a abertura de conta é <i>online</i> e a contratação de empréstimos por meio de análise de Big Data para autorização.	
<i>Big Data</i>	Armazenamento de informações robusto que colabora com outras tecnologias na tomada de decisão. Atua na análise de crédito, oferta de produtos e investimento, segurança em transações e banco de informações.	(Patrick Ajibade & Mutul, 2020; Muhammad Mahboob Ali, 2020; Cohen, 2018; Matsepe & Van der Lingen, 2022; Mehdiabadi et al., 2020; Thach et al., 2021; Tran et al., 2022; Johan Von Solms & Langerman, 2020; Yun et al., 2021)
<i>Blockchain</i>	É um sistema descentralizado que se utiliza de par de chaves para criptografar informações de tal modo a conferir maior segurança nas transações financeiras e de informação no B.4.0.	(M.M. Ali, 2020; Anifa et al., 2022; Gupta, 2021; Kimani et al., 2020; Matsepe & Van der Lingen, 2022; Mazurchenko et al., 2022; Park & Park, 2017; Asif Rahman & Abedin, 2021; Thach et al., 2021; Yun et al., 2021; Zhang; et al., 2020)
<i>Ciber segurança</i>	Proteção de dispositivos, rede, <i>hardware</i> e dados de qualquer acesso não autorizado. Abrange as categorias de segurança de rede e da informação, combate ao cibercrime e defesa cibernética.	(Calliess & Baumgarten, 2020; Gupta, 2021)
Computação em nuvem/Manufatura baseada em nuvem	Os dados são armazenados na Internet, criptografados e armazenados em backup de forma contínua. Os diversos sistemas se utilizam destes dados para realizar operações financeiras.	(Patrick Ajibade & Mutul, 2020; Gupta, 2021; Mehdiabadi et al., 2020; Park & Park, 2017; Thach et al., 2021; Johan Von Solms & Langerman, 2020)
Criptomoeda	Moeda criptografada que se utiliza de tecnologia <i>blockchain</i> para transações financeiras. Elimina o intermediário financeiro, colabora na troca de informações em transações internacionais , reduz o custo de transação.	(Anifa et al., 2022; Gupta, 2021; Limba et al., 2019; Zhang; et al., 2020)
<i>E-Commerce/online shopping</i>	Aplicação tecnológica para operacionalizar meios de pagamentos pela Internet, normalmente em sites de compras.	(AJIBADE; MUTUL, 2020; RAHMAN; ABEDIN, 2021; YUN; LIU; ZHAO, 2021).
<i>Fintech</i>	Empresa de inovação tecnológica que atua no setor financeiro trazendo aplicações em meios de pagamento, transacionais, investimentos e seguros.	(ANIFA et al., 2022; DUDIN; SHKODINSKII; USMANOV, 2021; JIAO et al., 2021; MATSEPE; VAN DER LINGEN, 2022; SANTOSO et al., 2021; THACH et al., 2021; YUN; LIU; ZHAO, 2021)
Inteligência Artificial	Aplicação tecnológica que se utiliza do aprendizado da máquina para colaborar na análise de dados, oferta de produtos e soluções digitais.	(Gupta, 2021; Mazurchenko et al., 2022; Asif Rahman & Abedin, 2021; Wimboh Santoso et al., 2020; Thach et al., 2021; Johan Von Solms & Langerman, 2020; Chenguang Wang et al., 2021; Yun et al., 2021)
<i>Internet of things/Industrial Internet Things</i>	Compreende na tecnologia capaz de inserir a Internet e sua capacidade de conectividade intermitente entre dispositivos.	(AJIBADE; MUTUL, 2020; MATSEPE; VAN DER LINGEN, 2022; MAZURCHENKO; ZELENKA; MARŠÍKOVÁ, 2022; MEHDIABADI et al., 2020)
<i>Internet banking/Mobile banking/e-banking</i>	Produto ou serviço oferecido por banco, instituição de microcrédito ou MNO (Modelo não dirigido por banco) para a realização de transações financeiras e não	(Anifa et al., 2022; Bilan et al., 2019; Jakhiya et al., 2020; Mazurchenko et al., 2022; Mehdiabadi et al., 2020; Nguyen

Tecnologia	Descrição para o B4.0	Autores
	financeiras em dispositivo móvel sendo este <i>smartphones</i> , tablets, por exemplo.	& Phan, 2022; Asif Rahman & Abedin, 2021; Shaikh & Karjaluoto, 2015; Thach et al., 2021; Tran et al., 2022)
<i>Open-banking</i>	É um conceito de banco aberto em que os bancos compartilham informações e transações dos clientes.	(GUPTA, 2021; YUN; LIU; ZHAO, 2021)
Plataformas <i>peer-to-peer</i> e <i>crowdfunding</i>	Plataformas que permitem transações financeiras sem a presença de intermediários financeiros.	(Anifa et al., 2022; Bilan et al., 2019; Jakhiya et al., 2020; Thach et al., 2021)
Ponto de venda (POS)	Tecnologia em que ocorre a venda utilizando-se de <i>software</i> e <i>hardware</i> para a realização das transações comerciais. Está presente em máquinas que recebem pagamentos por meio de cartão magnético.	(Decker, 2012; Asif Rahman & Abedin, 2021)
Rôbos	Equipamentos capazes de utilizar da Inteligência Artificial para aprimorar o serviço, otimizar tempo e, inclusive, servirem de consultores.	(GUPTA, 2021; MAZURCHENKO; ZELENKA; MARŠÍKOVÁ, 2022; MEHDIABADI et al., 2020; TAO et al., 2021; VON SOLMS; LANGERMAN, 2020)

A Tabela 4 mostra as aplicações de tecnologias da I4.0 no setor financeiro, bem como, a importância dada para o compartilhamento de informações e a busca por aplicativos que possibilitem informação e soluções em tempo real. As operações por meio do *mobile banking* são exemplos de colaboração de tecnologias como IA, *Big Data*, *Ciber* segurança e IoT que estão à disposição do cliente de forma segura e personalizada (Shaikh & Karjaluoto, 2015). Esta realidade só é possível graças aos avanços tecnológicos advindos da I4.0 que estão em constante evolução.

2.3 Modelos de maturidade: conceitos, dimensões e níveis.

No contexto de tecnologias emergentes e disruptivas, as empresas têm buscado implementar e desenvolver a I4.0 e, para tanto, necessitam compreender seu nível atual de maturidade dentro do seu contexto específico ou de rede de suprimentos (Bibby & Dehe, 2018b). Nesse contexto, a avaliação da maturidade tem por objetivo permitir que as empresas compreendam em que nível estão enquadradas no estabelecimento tanto das tecnologias quanto dos princípios que norteiam este novo paradigma da Indústria (Wagire et al., 2021). Dentre as ferramentas possíveis para este diagnóstico é possível se ater aos modelos de maturidade (MM) que são utilizados para conceituar e medir a maturidade de uma organização ou de um processo em relação a algum estado alvo específico (Schumacher et al., 2016a). Esses MM's baseiam-se na premissa que pessoas, organizações, áreas funcionais e processos se desenvolvem através de níveis baseados em um ponto de partida até um nível mais alto de maturidade implementada (Santos & Martinho, 2020).

Bruin et al. (2005) afirmam que os MM's foram projetados para avaliar a maturidade (competência, capacidade, nível de sofisticação) de um domínio tendo por base um conjunto de critérios mais ou menos abrangentes. Sendo assim, esses modelos medem a maturidade em diferentes áreas denominadas dimensões e cada uma dessas dimensões é descrita por atribuições que se desenvolvem nos níveis propostos (Santos & Martinho, 2020).

A avaliação da maturidade acerca da implementação da I4.0 vem sendo alvo de estudos na área acadêmica e empresarial (Schumacher et al., 2019). Os estudos que vêm sendo realizados buscam a definição de dimensões que possibilitem as empresas a compreenderem seu estado atual para que possam elaborar estratégias de avanço ao ambiente digitalizado adequado aos novos requisitos da I4.0 (Gökalp et al., 2017a).

Ao analisar a literatura foi possível encontrar modelos de avaliação de maturidade voltados para a I4.0 com características diversas (Tabela 5), porém convergindo para uma estrutura em dimensões e níveis. Para Santos e Martinho (2020) as dimensões dos modelos precisam abranger não apenas aspectos tecnológicos, mas também questões ligadas à liderança, cultura, recursos humanos, produtos, serviços e operações. Os autores ora citados propuseram um modelo que avalia as dimensões organização, estratégia, estrutura e cultura; trabalhadores; fábricas inteligentes; processos inteligentes; e, produtos inteligentes e serviços, em cinco níveis de maturidade (Santos & Martinho, 2020).

Tabela 5

Dimensões em Modelos de Maturidade para a I4.0

Modelo	DIMENSÕES																Autores
	Tecnologia	Pessoas	Estratégia	Cadeia de valor	Cultura	Produtos e Serviços Inteligentes	Fábrica Inteligente	Operações Inteligentes	Organização	Liderança	Governança	Dados e informações	Fornecedor/Parceiros	Qualidade	Manutenção	Clientes	
MM 01	x	x	x		x												(Bibby & Dehe, 2018b)
MM 02	x	x	x	x	x	x	x										(Wagire et al., 2021)
MM 03		x	x		x	x	x	x									(Santos & Martinho, 2020)
MM 04			x			x	x	x	x								(Rafael et al., 2020)
MM 05	x	x						x									(Sjödin et al., 2018)
MM 06	x							x	x								(Lin, Sheng, et al., 2020)
MM 07	x	x	x		x	x		x		x	x					x	(Schumacher et al., 2016a)
MM 08	x	x	x	x		x				x	x	x	x			x	(Schumacher et al., 2019)
MM 09							x	x					x	x	x	x	(Caiado et al., 2021)
MM 10						x	x	x					x	x	x		(De Carolis et al., 2017)
MM 11	x	x	x		x	x	x	x				x				x	(Hajoary, 2020)
MM 12						x	x	x				x		x	x		(Dutta et al., 2020)
MM 13	x	x	x			x		x					x				(Lin, Sheng, et al., 2020)
MM 14	x	x	x			x		x			x					x	(Bandara et al., 2019b)
TOTAL /DIME NSÃO	9	9	9	2	5	10	7	11	2	2	3	3	4	3	3	5	

É válido ressaltar que devido a abrangência de dimensões e nomenclaturas da literatura sobre MM's (Tabela 5) foram realizados agrupamentos para dimensões que possuem características semelhantes. Um exemplo disso é o modelo de Wagire et al. (2021) que possui uma dimensão chamada de “Conscientização da I4.0” e que foi alocada na dimensão Cultura uma vez que está associada a capacidade organizacional em inserir entre os funcionários as bases da I4.0. No modelo proposto por Rafael et al. (2020) há a dimensão “Estratégia e Organização” que foi dissociada em duas (Tabela 5), como também, a dimensão “ Clientes e Parceiros” e “ Estratégia e Liderança” do modelo de Schumacher et al. (2019).

A digitalização e o uso das tecnologias associadas à I4.0 estão presentes nas diversas dimensões encontradas nos modelos analisados. No conceito, ainda em formulação, sobre a I4.0, o que define a mudança de paradigma industrial entre a chamada 3ª Revolução Industrial e a Quarta é justamente este ambiente integrado e conectado (Ghobakhloo, 2018). A dimensão **tecnologia** presente nos MM's é caracterizada por focar na presença dentro das organizações de tecnologias como IoT, computação em nuvem, CPS, *Big Data*, sensores, realidade aumentada, inteligência artificial e robôs autônomos (Bibby & Dehe, 2018b; Hajoary, 2020). Para Sjödin et al. (2018), essa dimensão está associada aos atributos tecnológicos capazes de apoiar à produção colaborando para uma comunicação de informações e dados mais robusta associada à análise em tempo real e proposição de soluções otimizadas.

O que se verificou ao analisar as pesquisas apresentadas na Tabela 5 é que a dimensão tecnologia não está presente em todos os modelos analisados pelo fato de alguns aspectos da tecnologia estarem presentes em outras dimensões. Por exemplo, modelo proposto por Caiado et al. (2021) as descrições das dimensões abordam como a tecnologia é capaz de aprimorar cada perspectiva de implementação da I4.0 dentro do contexto da cadeia de suprimentos. O mesmo ocorre no modelo proposto por De Carolis (2017) que tem uma abordagem focada em gestão nas dimensões e tem dentro de suas definições a tecnologia como forma colaborativa.

A partir da Tabela 5 percebe-se que as dimensões estão voltadas para a criação de um ambiente digitalizado e direcionado à tecnologia e soluções inovadoras capazes de atender ao ambiente em constante mudança. A dimensão **pessoas** tem por base a importância fundamental da colaboração de cada participante dentro das empresas para a implementação de uma cultura de inovação (Bibby & Dehe, 2018b). Nesta dimensão aborda-se também a qualificação das equipes, as competências digitais e seu desenvolvimento, como também, a cultura da melhoria contínua (Hajoary, 2020; Sjödin et al., 2018; Wagire et al., 2021) e da autonomia para a resolução de problemas (Santos & Martinho, 2020; Schumacher et al., 2016a). Ainda sobre a

dimensão pessoas temos a busca pela mudança de mentalidade sobre a implementação da I4.0 que pode ser vista pelos funcionários como algo difícil de se adaptar, devido ao conhecimento necessário para tal, e a percepção da redução de número de empregos, devido a modernização do processo e implementação de tecnologias e robôs autônomos (Hajoary, 2020).

Na dimensão **estratégia** é encontrada a missão da alta administração em formular planos de investimento para a digitalização das empresas tanto no aspecto operacional quanto financeiro (Schumacher et al., 2016a, 2019; Wagire et al., 2021). Para Santos e Martinho (2020), o Conselho Administrativo precisa compreender os caminhos a serem trilhados para a I4.0 e ser o promotor de uma cultura de inovação e de melhoria contínua. Hajoary (2020) valida esta premissa ao afirmar a importância da consciência da equipe de liderança na elaboração de metas de curto e médio prazo e na criação de indicadores de avaliação da implementação da I4.0 através de equipes multidisciplinares.

A dimensão **cadeia de valor**, menos mencionada, abrange a implementação de práticas de digitalização no sentido horizontal da cadeia produtiva (Wagire et al., 2021) e na troca de informações e automação completa e integrada dos processos para gerar valor percebido ao produto ou serviço produzido (Schumacher et al., 2019). A dimensão **cultura**, por exemplo, está presente em 5 de 13 MM's, tendo por base a implementação de uma cultura de inovação de cima para baixo e o compartilhamento de conhecimento (Santos & Martinho, 2020; Schumacher et al., 2016a).

Os **produtos e serviços inteligentes** neste novo ambiente digital estão pautados não apenas em tecnologia, mas também em soluções otimizadas e customizadas de acordo com a necessidade do cliente (Hajoary, 2020; Schumacher et al., 2016a). Assim, a dimensão produtos e serviços inteligentes tem por objetivo caracterizar a necessidade de um projeto, prototipagem e modelagem de produto ou serviço pautado nas soluções tecnológicas da I4.0 e individualizado (Dutta et al., 2020). Tal produto deve ter características flexíveis, coletar informações de uso para colaborar com a análise de dados de demanda, estarem ligados à internet e ser interoperável, ou seja, capaz de funcionar em sistemas diversos (Schumacher et al., 2019). No âmbito dos serviços Rafael (2020) afirma a necessidade de um modelo produto-serviço que esteja formatado desde a venda até a oferta de recursos pós-venda. Para Wagire et al. (2021) na dimensão produtos e serviços inteligentes as empresas necessitam de um acompanhamento do ciclo de vida do desenvolvimento dos produtos e que ele esteja baseado em tecnologia.

Rafael et al. (2020) descrevem a I4.0 como uma transição para uma rede de suprimentos fortemente focada em dados com ampla integração de TIC's e maior automação criando uma

integração horizontal e vertical pautada em paradigmas avançados como IoT, IoS e CPS. A dimensão **fábrica inteligente** acompanha este pensamento tendo por base a implementação de uma manufatura que se comunica de forma digital em prol de uma produção otimizada capaz de se autogerir e solucionar problemas (Caiado et al., 2021). Na fábrica inteligente encontra-se o manuseio automático de materiais, descentralização dos processos, manutenção preditiva, inteligência artificial modelagem, como também, simulação e prototipagem no desenvolvimento de produtos (Hajoary, 2020).

No contexto das dimensões fábricas inteligentes e produtos e serviços inteligentes a dimensão **operações inteligentes** traz os processos autônomos alinhados à robotização e automação em busca de autonomia da produção (Rafael et al., 2020). Para Caiado et al. (2021) esta dimensão refere-se ao planejamento e controle dos sistemas produtivos e cadeia de valor da gestão de operações, como também, aos avanços na entrega, transporte, distribuição, gerenciamento de ativos e estoque. Sendo assim, a dimensão operações inteligentes busca a redução de custos, implementação de robôs e virtualização dos processos de trabalho, monitoramento da planta e manutenção preditiva, por exemplo (Hajoary, 2020).

Acerca da dimensão **organização**, Rafael et al. (2020) definem que está associada ao nível de comprometimento de toda a empresa em implementar as estratégias da produção da I4.0. Lin et al. (2020) salientam que a dimensão organização está associada a subdimensões de prontidão de talento, estrutura e gestão definidas pela aprendizagem da força de trabalho, competências de liderança, colaboração inter e intraempresa, bem como, a estratégia de implementação da I4.0 e governança. A dimensão **liderança** complementa a dimensão organização uma vez que está ligada à disposição dos líderes na jornada da I4.0, suas competências e métodos de gestão, bem como a existência de uma coordenação central capaz de concretizar as metas estratégicas associadas à digitalização (Schumacher et al., 2016a, 2019).

Bandara et al. (2019b) apresentam no seu modelo a dimensão **governança** que está associada às regulamentações trabalhistas para I4.0, os padrões de tecnologia, tomada de decisão em tempo real, governança de dados, sejam eles a coleta de dados, o uso, a análise de dados, o uso de ferramentas de *Big Data* e serviços orientados a dados, como também, segurança da Informação. Schumacher et al. (2016a) reforçam a necessidade de a Governança avaliar estabelecer a proteção de dados e da propriedade intelectual criando padrões tecnológicos de monitoramento e utilização de dados. Nesta dimensão também é possível encontrar definições acerca de gestão do trabalho, ou seja, normas trabalhistas, recrutamento

para a I4.0, formação de competências digitais e de regras para o trabalho em ambiente digital (Schumacher et al., 2019).

No contexto da I4.0 a troca de informações entre os setores internos das empresas e a coleta de dados externos advindos das bases de clientes, por exemplo, são primordiais para o avanço em soluções otimizadas (Dutta et al., 2020). Nesse sentido, a dimensão **dados e informações** está baseada na coleta de dados automatizada, análise e tomada de decisão eficaz (Schumacher et al., 2019). Nesta dimensão aborda-se a visualização digital do processo, o planejamento de recursos empresariais (ERP's), manufatura auxiliada por computador (*computer-aided manufacturing* - CAM) e controle numérico (Hajoary, 2020). Dutta et al. (2020) inserem a nomenclatura de *data collection* para definir o papel que as TIC's têm na coleta de dados e informações na I4.0. Nesta dimensão estes autores citam as métricas de monitoramento, aprendizado e diagnóstico possível com a implementação das tecnologias como *Big Data*, IoT e Inteligência Artificial, por exemplo.

Acerca das demais dimensões citadas pelos autores, é possível citar ainda a dimensão **qualidade** que está associada aos avanços de controle e desempenho das ferramentas de gestão da qualidade e descreve uma combinação de evoluções tecnológicas e metodológicas trabalhando juntas em prol de melhorar a eficiência e precisão (Caiado et al., 2021). Na dimensão **fornecedores e parceiros** há a conexão entre as empresas e sua cadeia de suprimentos colaborando para uma maior troca de informações em tempo real, como também, avaliação do grau de digitalização do parceiro em detrimento do parâmetros da empresa focal (Caiado et al., 2021; Schumacher et al., 2019). Nesta dimensão encontra-se a abordagem integrativa do setor de logística através das entradas, saídas e movimentação interna da produção (De Carolis et al., 2017).

Na manufatura pautada na I4.0 as tecnologias disruptivas estão presentes em todos os setores inclusive na dimensão **manutenção fabril**, ou seja, se fazem necessários avanços na confiabilidade das máquinas e processos e automação em prol de diagnósticos assertivos (Caiado et al., 2021). Assim, esta dimensão está associada a tais práticas de sistemas fabris voltados para automação capaz de disponibilizar dados em tempo real dos problemas do chão de fábrica e propor soluções, como também, substituir o ser humano em atividades insalubres e de risco através de máquinas operadas remotamente. Esta dimensão foi pouco citada na literatura (Tabela 5) estando inserida a temática também nas dimensões de produtos e serviços, fábricas e operações inteligentes devido ao tema ser interdepartamental quando se visualiza a manufatura como um todo (Hajoary, 2020; Schumacher et al., 2019).

Associada à dimensão dados e informações a dimensão **clientes**, que tem por base a utilização do conteúdo criado na análise de dados para propor soluções aos clientes de forma customizada, por exemplo, aplicativos de interface personalizável (Bandara et al., 2019b). Para Hajoary et al. (2020), nesta dimensão há o uso das ferramentas analíticas para entender o comportamento do cliente, a digitalização de vendas e serviços e informações sobre produtos e serviços disponibilizados em tempo real. Já Caiado et al. (2021) salientam que nesta dimensão há um avanço em segmentação do cliente e múltiplas estratégias de marketing e vendas por meio de canais diferentes. Por fim, nesta dimensão busca-se também a participação do cliente na criação e desenvolvimento dos produtos e contato maior por meios dos canais digitais (Schumacher et al., 2019).

Bruin et al. (2005) afirmam que os MMs, além das dimensões, apresentam, normalmente, cinco níveis de avaliação para tais parâmetros conforme é possível visualizar na Tabela 6 em que são apresentados os níveis adotados pelos 14 MM apresentados no Tabela 5. De uma forma geral, os autores seguem essa estrutura conceitual, no entanto, há nomenclaturas diferentes para cada nível. Os autores definem os níveis de maturidade de acordo com a metodologia escolhida para a pesquisa e elaboram a descrição de cada um conforme o contexto de aplicação. Por exemplo, Caiado et al. (2021) apresentam características acerca do processo associado à implementação de práticas de digitalização de forma integrada entre as empresas da cadeia produtiva desde o nível inexistente (processo digital não implementado) até o auto-otimizado (processos internos e intra-empresariais digitais estabelecidos).

Wagire et al. (2021) aplicam o MM em uma empresa fornecedora de produtos e serviços de tecnologia. Nos quatro níveis de maturidade os autores definiram o nível 1 *Outsider*, em que não há exposição alguma a nenhum aspecto da I4.0, e o nível 4 Especialista, em que a empresa adotou com sucesso todos os aspectos da I4.0 e tem aplicação intensa das tecnologias emergentes. Os níveis 2 (Iniciante digital) e 3 (Experiente) não têm descrição, no entanto, os autores afirmam serem níveis de transição demonstrando o *gap* da pesquisa no que tange a apresentação mais consolidada do modelo. O mesmo ocorre nas pesquisas de Schumacher et al. (2016a, 2019) em que os autores não nomeiam os níveis e acerca das características afirmam que o nível 1 é a falta completa de atributos que suportam os conceitos da I4.0 e o nível 5 representando o estado da arte dos atributos necessários para a digitalização.

Nas pesquisas de Santos & Martinho (2020), Lin, Sheng, et al. (2020), Lin, Wang, et al. (2020) e Caiado et al. (2021) propuseram 6 níveis de maturidade de forma a pulverizar as características necessárias para o processo de implementação da I4.0. Um exemplo disto é o

MM proposto por Santos e Martinho (2020) que possui os níveis baixo (Nível 0), ações piloto (Nível 1), implementação iniciada (Nível 2), implementação parcial (Nível 3), implementação avançada (Nível 4) e referência (Nível 5). Tais níveis demonstram que para os autores o processo de estabelecimento dos requisitos da I4.0 podem ser realizados de forma mais progressiva transitando entre um nível sem implementação (Nível 0), um nível em que ações estão em planejamento ou desenvolvimento (Nível 1), um nível em que alguns benefícios começam a ser percebidos (Nível 2), um nível com ações que aumentam a competitividade da empresa (Nível 3), outro em que já existe retorno econômico (Nível 4) e, por fim, o nível em que a empresa é referência na aplicação dos conceitos e implementação das tecnologias da I4.0 (Nível 5).

Nos MMs analisados foi possível compreender que cada um tem seus próprios requisitos para avaliar qual o grau da implementação das tecnologias e digitalização que as empresas precisam ter para serem consideradas integradas à I4.0. Os modelos possuem dimensões que convergem (Tabela 5), como também, níveis (Tabela 6), mas possuem características próprias como a metodologia para sua formulação e aplicação, o cálculo para definição de qual nível a empresa estudada se encontra e, principalmente, a adequação ao setor de aplicação. O desafio das pesquisas está na busca do modelo de avaliação da maturidade para a I4.0 capaz de atender as diversas manufaturas, no entanto, a abrangência do modelo pode não atender as especificidades das empresas e obter resultados distorcidos.

Tabela 6

Níveis em Modelos de Maturidade para a I4.0

AUTORES	NÍVEL DE MATURIDADE					
	0	1	2	3	4	5
(Bibby & Dehe, 2018b)		Mínimo	Definido	Desenvolvimento	Excelência	
(Wagire et al., 2021)		Outsider	Iniciante Digital	Experiente	Especialista	
(Santos & Martinho, 2020)	Baixo	Ações Piloto	Implementação Iniciada	Implementação Parcial	Implementação avançada	Referência
(Rafael et al., 2020)	Outsider	Iniciante	Intermediário	Experiente	Especialista	<i>Top performers</i>
(Sjödin et al., 2018)		Tecnologias Conectadas	Dados Estruturados	Processo em tempo real	Inteligente	
(Lin, Wang, et al., 2020)	Iniciante	Realizado	Gerenciado	Estabelecido	Integrado e interoperado	Otimizado
(Schumacher et al., 2016a)		1	2	3	4	5
(Schumacher et al., 2019)		1	2	3	4	
(Caiado et al., 2021)	Inexistente	Conceitual	Gerenciado	Avançado	Auto-otimizado	
(De Carolis et al., 2017)		Inicial	Gerenciado	Definido	Integrado e interoperado	Digital Orientado
(Hajoary, 2020)		Ausente	Iniciante	Intermediário	Experiente	Especialista
(Dutta et al., 2020)		1	2	3	4	5
(Lin, Sheng, et al., 2020)	Avaliado	Realizado	Gerenciado	Estabelecido	Integrado e interoperado	Otimizado
(Bandara et al., 2019).		Inicial	Gerenciado	Definido	Estabelecido	Digital Orientado
Total	5	14	14	14	14	9

3. Procedimentos metodológicos

Os Modelos de Avaliação da Maturidade (MM) são considerados como ferramentas para o alcance de um objetivo final dentro do seu contexto de aplicação oferecendo às organizações uma possibilidade simples, mas eficaz, de medir a qualidade de seus processos (Wendler, 2012). Para Bruin e Rosemann (2005), os MM's colaboram para que as organizações se preparem para obter e reter vantagem competitiva, no entanto, há pouca documentação sobre como desenvolver um MM teoricamente consolidado, testado e aceito. A fim de preencher esta lacuna, esta seção descreve os procedimentos adotados para a proposição e avaliação do MM do B4.0 por meio de opinião de especialistas.

3.1 Procedimentos para a revisão da literatura sobre modelos de avaliação da maturidade da I4.0

Para propor um MM para o B4.0, inicialmente se realizou uma pesquisa exploratória com a finalidade de buscar conceitos, definições e aplicações da I4.0, B4.0 e dos MM. Nesse contexto, procurou-se compreender como as tecnologias da I4.0 são aplicadas no B4.0. Ao realizar essa análise, também verificou-se que não existiam MM para o contexto do B4.0, sendo necessário, portanto, compreender a literatura sobre MM para a I4.0.

Dessa forma, optou-se por uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), utilizando, para tanto, três estágios: planejamento da revisão (I), condução da revisão (II) e reportando e disseminando a revisão (III) (Tranfield et al., 2003) (Tabela 7), e que estão descritos a seguir, A Figura 1 mostra as etapas e os resultados com a aplicação dos estágios ora citados.

Tabela 7

Estágios e Etapas para realização da RSL desenvolvida nesta pesquisa

Estágio	Etapas	Descrição
I - Identificação da necessidade e de revisão	i – Definição da Pesquisa	Identificar a importância da pesquisa através de pesquisa bibliográfica preliminar para justificar a execução das etapas anteriores, como também, validação do objetivo da pesquisa que necessita desta RSL.
II - Condução da revisão	ii – Definição da amostra inicial	Definir a base de dados, filtros de área de pesquisa nas bases, modalidade da pesquisa (<i>article</i> , <i>review</i> , e <i>early access</i>). Realizar testes de palavras-chave (<i>strings</i>). Verificar a disponibilidade gratuita de artigos.
		Definir a amostra inicial de acordo com os filtros da etapa que melhor abrangem a temática.

Estágio	Etapas	Descrição
	iii – Refinamento e definição da amostra final	Refinar de acordo com a leitura preliminar de título, resumo e artigo na íntegra para obtenção da amostra final.
	iv – Codificação e análise da amostra	Realizar extração de dados: autores, ano de publicação, <i>journal</i> , setor de aplicação, método de elaboração do modelo e aplicação, <i>gaps</i> e oportunidades de pesquisa, limitações, contribuições, dimensões e níveis do MM e definições.
		Analisar os artigos utilizando-se a técnica de análise de conteúdo de forma qualitativa e temática apresentando os modelos de avaliação da maturidade para a I4.0 a fim de subsidiar o Modelo que está sendo proposto na presente pesquisa
III - Reportando e disseminando	v – Reportando os resultados	Apresentar os resultados e a proposição do MM para o B4.0.

No Estágio I foi realizada uma leitura de artigos científicos relacionados com a I4.0 e os MM propostos para os diversos setores da economia, como também, àqueles que tratam de forma abrangente a temática (pesquisa exploratória). Na condução da revisão (Estágio II) inicialmente, para a definição da “amostra inicial” foi determinada a base de dados *Web of Science* pois esta possui relevância no meio acadêmico, abrangência mundial e ferramentas que permitem uma análise inicial da amostra de pesquisa (Wang & Waltman, 2016). A opção em utilizar apenas uma base de dados se deu por dois motivos: primeiro, a recorrência da temática utilizada na RSL é alta; e o intuito final deste artigo não é uma RSL robusta em resultado. Esta RSL busca apresentar o estado de pesquisa para embasar o desenvolvimento de um MM para o B4.0.

Assim sendo, foram definidas *strings* (Tabela 8) e o teste de aderência retornou um número significativo de artigos, sendo estas as *strings* finais de pesquisa. Dessa forma, conduziu-se a revisão (Estágio II), sendo a pesquisa realizada no mês Janeiro de 2023 e utilizando-se como campo de busca “Tópico”, resultando em 229 artigos. Em seguida, foram realizados alguns filtros descritos na Tabela 9. Destaca-se que artigos provenientes de congressos (*proceedings*) foram incluídos pois ao analisar os artigos mais citados dessa amostra inicial, eles eram provenientes de anais de congressos, sendo eles Schumacher et al. (2019), Sjodin et al. (2018) Schumacher et al. (2016a).

Após a aplicação de alguns filtros (Tabela 9), obteve-se uma amostra de 136 artigos. No entanto, para realizar uma revisão da literatura sobre MM da I4.0, foram selecionados trabalhos que possuíam acima de 10 citações (WOS), por serem considerados relevantes e já terem sido utilizados e citados por um grande número de pesquisas, resultando em uma amostra preliminar de 59 artigos. Assim, após a leitura dos

mesmos obteve-se 13 artigos para análise e extração de informações relevantes. Destaca-se que durante a fase exploratória (Estágio I) foi encontrado um artigo de conferência de Bandara et al. (2019b) em que os autores propuseram um MM para o B4.0. No entanto, este artigo não possui um elevado número de citações. Mas, por se tratar de um trabalho pioneiro na área, este foi incluído na amostra final, resultando, portanto, em 14 artigos.

Tabela 8.

Strings de pesquisa

Tema de pesquisa	Strings
Indústria 4.0	<i>"Industry 4.0" or "4th Industrial Revolution" or "I4.0" or "I4.0" or "Fourth industrial revolution"</i>
Modelo de maturidade	<i>"maturity model" or "maturity assessment" or "maturity approach"</i>

Tabela 9.

Detalhamento dos critérios de exclusão e inclusão dos artigos nas bases *ISI Web of Science* e *Scopus*

Crítérios	Inclusão	Exclusão	Incluídos	Excluídos
Termos de busca	Publicações com os termos do Tabela 8 que apareçam em: título, resumo e/ou palavras-chave	Publicações que não apresentem os termos do Tabela 8 no título, resumo e/ou palavras-chave	229	-
Tipo de documento	<i>Article, Proceedings, Reviews and Early access</i>	Outros tipos de documentos	229	0
Área	<i>Management, Business, Engineering Industrial, Engineering Manufacturing or Economics</i>	Demais áreas	136	93
Idioma	Inglês	Outras línguas	136	4
Citações na base WOS	Acima de 10	Abaixo de 10	59	77
Leitura título e resumo	Artigos que apresentam MM próprio com dimensões, níveis e métricas de avaliação para a I4.0	Artigos com RSL sobre MM e que não possuem MM próprio	27	32
Leitura na íntegra	Artigos que apresentam MM próprio com dimensões, níveis e métricas de avaliação para a I4.0	Artigos com RSL sobre MM e que não possuem MM próprio a	13	14

Em seguida, iniciou-se o processo de “codificação e análise” adotando a técnica de análise de conteúdo a partir da leitura vertical e em profundidade dos artigos. Bardin (1977) salienta que esta técnica auxilia na identificação de estruturas, mensagens e elementos que estão presentes nos trabalhos selecionados de forma a contribuir com a construção do conhecimento. Para a RSL esta técnica auxilia neste processo final de codificação fornecendo conhecimento através de inferências legítimas contribuindo para a construção de um mapa mental (Elo & Kyngäs, 2008). As etapas propostas para a

análise de conteúdo propostas por Elo et al. (2008) foram seguidas nesta RSL conforme se observa na Tabela 10.

Tabela 10
Etapas da RSL

Etapa	Descrição da ação executada
a. Codificação aberta	Identificação das dimensões e níveis dos MM propostos, suas definições, a metodologia de formulação do modelo e aplicação, o setor de aplicação da pesquisa, <i>gaps</i> , oportunidades de pesquisa, limitações e contribuições
b. Planilhas de codificação	Elaboração de planilha MS Excel para extração e codificação de dados obtidos da Etapa a. Elaboração de planilha MS Excel com as dimensões e com os níveis que cada MM propostos nos artigos
c. Agrupamento	Agrupar de informações sobre dimensões e níveis (Tabelas 5 e 6 – Seção 2)
d. Categorização e abstração	Definir as dimensões e níveis para o MM

Por fim, para o Estágio III (reportando e disseminando) as informações obtidas pelas etapas anteriores permitiram uma compreensão sobre os MM para a I4.0 dentro de diversos contextos, suas dimensões e níveis sendo estas informações utilizadas para fundamentar teoricamente os constructos de um MM, bem como para propor o MM para o B4.0, considerando as especificidades das operações desse setor.

3.2 Procedimento para o desenvolvimento do MM para o B4.0

Lasrado e Andersen (2015) realizaram uma RSL sobre metodologias, estruturas e elementos utilizados para a elaboração dos MM's no escopo da Tecnologia da Informação, que de acordo com Wendler (2012), é onde se encontram a maior concentração de modelos. Os autores afirmam que não há regras rígidas para a elaboração dos MM's, mas citam que a metodologia desenvolvida por Becker et al. (2009) e Bruin e Rosemann (2005) estão entre as mais utilizadas. Nas Tabelas 11 e 13 estão apresentadas as principais características destas metodologias.

Tabela 11
Fases para elaboração de um MM segundo Becker et al (2009)

Fase de elaboração	Objetivo
Fase 01: Definição do problema	Determinar o problema e sua relevância;
Fase 02: Comparação com outros MM's existentes	Compreender os MM's existentes, se podem ser utilizados em sua totalidade ou parcialmente para a pesquisa;
Fase 03: Determinação da estratégia de projeto	Definir a estratégia a ser utilizada, se o <i>design</i> será novo ou aprimoramento de um existente, a combinação de vários modelos em um novo ou a transferência de um modelo de um contexto para outra aplicação;
Fase 04: Desenvolvimento iterativo do MM	Selecionar a estrutura do modelo, os níveis, dimensões, abordagens e realizar iterações de avaliação;

Fase de elaboração	Objetivo
Fase 05: Conceito de transferência e avaliação	Criar um modelo acessível para os usuários, ou seja, questionários de avaliação e relatórios;
Fase 06: Implementação da transferência de informações	Liberar para os usuários os questionários e relatórios de forma simplificada para seu entendimento e replicação na organização;
Fase 07: Avaliação dos resultados	Validar o MM criado em detrimento à realidade de aplicação;
Fase 08: Iteração	Realizar os ajustes no MM a fim de aprimoramento do resultado obtido nas fases anteriores.

Fonte: Adaptado de Becker et al. (2009)

Para Becker et al (2009), os MMs representam um caminho de evolução antecipado, desejado ou típico de objetos moldados em estágios discretos. Na metodologia proposta por esses autores as oito fases distintas (Tabela 11), conexas e interativas buscam colaborar com os diversos campos de estudo que estão se propondo a elaborar os modelos de maturidade. Becker et al. (2009) criam também oito requisitos ou diretrizes para esta metodologia se embasando nas proposições da ciência do *design* de Hevner et al (2004) que são importantes serem citadas e servem de pontos de avaliação do processo de elaboração do MM (Tabela 12).

Tabela 12

Requisitos de projeto de modelos de maturidade

Requisito	Descrição
R1: Comparação com os modelos	A necessidade do desenvolvimento de um modelo deve ser fundamentada pela comparação com os modelos existentes;
R2: Procedimento iterativo	Os MM devem ser desenvolvidos de acordo com um roteiro, passo-a-passo;
R3: Avaliação	Os princípios, premissas, utilidade, qualidade e eficácia do MM devem ser avaliados iterativamente com metodologia científica adequada. Destacando importância da avaliação dos resultados intermediários;
R4: Procedimento multimetodológico	Utilização de vários de métodos de pesquisa para demonstrar rigor nos resultados;
R5: Identificação da relevância do problema	A importância do MM para pesquisadores e usuários deve ser apresentada;
R6: Definição do problema	O domínio de aplicação, as condições para a aplicação e os benefícios devem ser determinados antes do projeto;
R7: Apresentação direcionada de resultados	O MM deve ser apresentado respeitando às condições da sua aplicação e às necessidades dos seus utilizadores;
R8: Documentação	Criação de uma documentação detalhada considerando cada etapa do processo, as partes envolvidas, os métodos aplicados e os resultados;

Fonte: Adaptado de Becker et al. (2009).

O procedimento proposto por Becker et al (2009) (Tabela 11) utiliza os requisitos descritos na Tabela 12. Tais requisitos colaboram para que os resultados intermediários e o final sejam validados em uma cada das fases descritas na Tabela 11. Nos procedimentos propostos por Bruin et al. (2005) para a elaboração de um MM, os autores destacam

também a importância de avaliação das etapas, e a interação constante para refinamento do modelo. No entanto, não deixam claro como esses passos devem ser realizados. A Tabela 13 mostra as fases para a elaboração de um MM propostas por Bruin et al. (2005), mas que foram considerados neste trabalho como uma estrutura linear e genérica para a elaboração de MMs.

Tabela 13

Fases de elaboração para modelos de maturidade

Fase de elaboração	Objetivo
Fase 01: Escopo	Determinar o escopo do modelo definindo os limites de aplicação e uso. Definir o foco do modelo (Domínio específico ou Geral) e partes interessadas no desenvolvimento do modelo (academia, usuários, governo ou combinação de público-alvo);
Fase 02: Projeto	Determinar a arquitetura do modelo: público, método de aplicação, <i>driver</i> do aplicativo, respondentes e aplicação, níveis de maturidade;
Fase 03: Preencher	Determinar as dimensões, o que será avaliado e como será o método de coleta de informações;
Fase 04: Teste	Realizar teste de validade, confiabilidade e generalização;
Fase 05: Implementação	Disponibilização e implementação entre os colaboradores, depois para o público-alvo, e por fim para toda a população;
Fase 06: Manutenção	Acompanhar a utilização do modelo e realizar intervenções;

Fonte: Baseado em Bruin et al. (2005)

Bruin et al.(2005) apresentam a descrição do que é necessário fazer em cada fase da elaboração do MM incluindo requisitos tais como público-alvo, método de aplicação e forma de apresentação do MM aos usuários. É válido ressaltar que tanto no modelo de Becker et al. (2009) quanto de Bruin et al. (2005), as fases para que os pesquisadores possam seguir no desenvolvimento de um MM correspondente ao seu escopo são descritas de forma direcionada para execução. Não há diretrizes para escolha das dimensões, níveis, método a ser aplicado ou critérios para escolha de especialistas para avaliação e usuários para o estudo de caso, por exemplo. Isso pode ser justificado pelo fato de que as duas pesquisas pautam a revisão da literatura da área em que se pretende elaborar o MM como primeira fase da metodologia. Nesse sentido, os autores salientam que os pesquisadores devem reportar se irão seguir algum MM já existente e seus requisitos, se vão utilizar de partes de MM's existentes e adaptar para um novo ou se irão construir um MM original.

Para este artigo, optou-se por adotar as fases para a elaboração de um MM propostas por Becker et al. (2009) (Tabela 11), uma vez que esta é citada por Lasrado e Andersen (2015) como uma metodologia já adotada em alguns MMs. Também serão utilizados os requisitos de avaliação dos resultados que constam na Tabela 12. O Tabela 14 mostra as fases que serão adotadas para o desenvolvimento do MM para o B4.0.

Tabela 14

Fases para elaboração do MM para o B4.0.

Fase de elaboração	Objetivo	Método	Seção do artigo
Fase 01: Definição do problema	- Determinar a relevância do B4.0 para o contexto atual de inovação na sociedade relacionado à implementação das tecnologias da I4.0	- Realizar leitura preliminar acerca da I4.0, B4.0, tecnologias e inovações do setor financeiro	2.1 e 2.2
Fase 02: Comparação com outros MM's existentes	- Compreender os MM's existentes acerca da I4.0, se podem ser utilizados em sua totalidade ou parcialmente para a pesquisa - Pesquisar se há MM relacionados ao B4.0	-Realizar RSL acerca de MM na I4.0 -Elaborar tabela comparativa dos MM's existentes com níveis e dimensões	2.3
Fase 03: Determinação da estratégia de projeto	Definir se será utilizado algum MM da I4.0 por completo, se será adaptado deste escopo ou se será utilizado MM do B4.0 caso exista	- Analisar qualitativamente RSL e tabelas da Fase 02 a fim de determinar se há MM's relacionados com o B4.0, se podem ser utilizados total ou parcialmente - Compreender se os MM da I4.0 podem ser utilizados no contexto do B4.0 através de requisitos de pesquisa	4
Fase 04: Desenvolvimento interativo do MM	- Desenvolver o MM para o B4.0, com níveis, dimensões, abordagens; - Realizar interações de avaliação com especialistas - Elaborar MM final para o B4.0	- Utilizar a RSL para definição dos componentes do MM - Realizar avaliação do MM por especialistas e usuários - Elaboração do MM final para o B4.0	4 e 5
Fase 05: Conceito de transferência e avaliação	Elaborar questionários de avaliação do MM	- Aplicação de avaliação do MM proposto com usuários;	Não contemplado no artigo
Fase 06: Implementação da transferência de informações	Liberar para os usuários os questionários e relatórios de forma simplificada para seu entendimento e replicação na organização	- Elaboração de relatório com os resultados finais do MM criado e da pesquisa realizada com os usuários - Disponibilização do MM final para os usuários	Não contemplado no artigo
Fase 07: Avaliação dos resultados	Validar o MM criado de acordo com os requisitos da pesquisa em estudo de caso e resultados esperados	- Avaliação por meio de ferramentas de multicritério para a validação do MM	Não contemplado no artigo

Fonte: Adaptado pelo autor baseado em Becker et al. (2009)

As Fases 01 a 04 serão desenvolvidas e apresentadas neste artigo visando cumprir os objetivos do trabalho que consistem em desenvolver um Modelo de Avaliação de Maturidade para o B4.0 bem como refiná-lo por meio da opinião de especialistas. A seguir, os procedimentos para a avaliação do MM pelos especialistas (Fase 4 – Tabela 14) serão descritos.

3.3 Pesquisa com especialistas

A pesquisa com os especialistas teve a finalidade de avaliar o MM proposto (Apêndice 1) buscando refinar o modelo de acordo com as sugestões de pesquisadores do tema. Os especialistas receberam um questionário (Apêndice 2) composto por cinco partes, sendo elas:

- (I) Informações pessoais: caracterização do público com perguntas do perfil profissional e experiência em MM;
- (II) Níveis e dimensões de Maturidade: avaliação dos níveis, dimensões e grau de importância das dimensões do MM proposto;
- (III) Importância relativa entre as dimensões de Maturidade: avaliação cruzada entre as dimensões a fim de apresentar a importância entre elas;
- (IV) Avaliação do Modelo: avaliação do modelo sob cinco fatores, sendo eles, princípios básicos dos modelos de maturidade (MM), premissas, utilidade, qualidade e eficácia;
- (V) Comentários gerais: espaço para aberto o especialista deixar sua opinião;

Para a seleção dos especialistas foram utilizados os seguintes filtros na base de pesquisadores Lattes:

- Modo de busca: Assunto (título ou palavra-chave da produção);
- *String* de pesquisa: “Modelo de Maturidade para a Indústria 4.0”;
- Nas bases: Doutor

Com a lista de pesquisadores foi realizada uma pesquisa por currículo a fim de identificar doutores em Engenharia de Produção com atuação em MM para a I4.0 visto que os filtros supracitados não elencaram um resultado refinado. Por fim, foi obtida uma lista de 25 especialistas tendo sido enviado e-mail com o MM proposto e o *link* para o formulário de avaliação que foi elaborado na plataforma *Forms* do *Google*. A pesquisa durou 3 semanas e três especialistas retornaram o formulário. Com as respostas foi realizada uma análise qualitativa sobre as sugestões de melhoria do modelo e as respostas de cada item conforme está apresentado na seção 5 – Discussão e refinamento do modelo. Utilizando esta avaliação e validando o MM para o B4.0 conforme os requisitos apresentados na Tabela 12 e as etapas de modelagem de 1 a 5 da Tabela 14 foi possível gerar um modelo válido, confiável e replicável. Não realizamos as etapas de 6 a 8 visto que a proposta deste artigo não envolve estudo de caso.

4. Proposta Modelo de Maturidade para o B4.0

Conforme destacado anteriormente, para o desenvolvimento do Modelo, foram considerados as fases 1 a 4 descritas anteriormente na Tabela 14, conforme recomendado por Becker et al. (2009). Dessa forma, após analisar a literatura sobre I4.0, B4.0 (Fase 1, descrita nas Seções 2.1 e 2.2), verificou-se que não havia MM para o B4.0 que pudessem dar suporte para a proposição de um modelo de avaliação, permitindo, portanto, a “definição do problema”, ou seja, “como avaliar a maturidade em direção ao B4.0 de instituições bancárias?”.

Dessa forma, seguiu-se para a Fase 2, que consistia em “Comparação com outros MM’s existentes”. Nesta fase, foi feita uma RSL a fim de conhecer os MMs para a I4.0 e como eles foram desenvolvidos e aplicados. Assim, foram extraídas informações relacionadas aos níveis e dimensões, cujas informações foram descritas na Seção 2.3 do artigo. Essas informações permitiram “determinar a estratégia de projeto” (Fase 3), ou seja, na fase anterior, verificou-se que não haviam MM’s que eram aderentes às características das operações bancárias, mas os modelos identificados tinham dimensões e níveis que poderiam ser adaptados para o contexto ora em questão.

Essa informação permitiu que se chegasse à Fase 4, que consiste no “desenvolvimento iterativo do MM a partir da revisão da literatura”. Inicialmente, foram elencados na Tabela 15 os filtros que cada etapa teve como resultado para definição das dimensões MM para o B4.0.

Tabela 15

Etapas para definição das dimensões

Dimensões encontradas na RSL (n=16)				
Tecnologia, Pessoas, Estratégia, Cadeia de Valor, Cultura, Produtos e Serviços Inteligentes, Fábrica Inteligente, Operações Inteligentes, Organização, Liderança, Governança, Dados e Informações, Fornecedores/Parceiros, Qualidade, Manutenção, Clientes				
Dimensões alinhadas com o setor de serviços (n=11)				
Tecnologia, Pessoas, Estratégia, Cadeia de Valor, Cultura, Produtos e Serviços Inteligentes, Organização, Liderança, Governança, Dados e Informações, Clientes				
Dimensões convergentes (n=8)				
Tecnologia	Clientes	Pessoas	Estratégia e Liderança	Produtos e Serviços Inteligentes
Cultura e Organização		Governança		Dados e Informações
Dimensões do MM para o B4.0 (n=5)				
Tecnologia	Clientes	Pessoas e Cultura	Estratégia e Liderança	Governança

Conforme apresentado na Tabela 16, a partir da literatura, foram identificadas 16 dimensões. Em seguida, foram selecionadas as dimensões com alinhamento com o setor de serviços, totalizando 11. Na etapa seguinte buscou-se verificar dimensões que tinham conceitos convergentes a fim de tornar o Modelo mais enxuto. Nesta etapa não foi considerada a frequência de citação da dimensão visto que ao realizar este filtro,

dimensões importantes tais como Liderança e Governança não iriam compor o modelo. Tais dimensões são relevantes para o modelo que está sendo proposto já que a Liderança avalia o engajamento da alta administração (Schumacher et al., 2016a) e a Governança a segurança cibernética, por exemplo (Schumacher et al., 2019). A dimensão Cadeia de Valor foi excluída devido a sua ligação com a cadeia de suprimentos (Wagire et al., 2021) que não fará parte do escopo do modelo de avaliação, pois nos referencial teórico sobre o B4.0 esta temática não foi abordada, demonstrando, portanto, pouca relevância.

Por último, ainda é possível observar na Tabela 16, as dimensões que fariam parte da proposta inicial do modelo de avaliação. Nesse contexto, Lasrado e Andersen (2015) citam que os modelos podem ter em suas estruturas, além das dimensões, subdimensões, subcategorias ou itens que estão relacionadas às dimensões e que podem possuir pontuações específicas. No modelo de Maturidade de Schumacher et al. (2019), por exemplo, os autores propuseram 65 itens de maturidade agrupados em 8 dimensões. Dessa forma, para evitar replicação e/ou redundância de itens, bem como, buscando um Modelo mais conciso, a quantidade de dimensões foi reduzida para 5, sendo elas:

- (i) Tecnologia, que aborda a presença das inovações tecnológicas do setor de acordo com o Tabela 4.
- (ii) Clientes, que trata da presença do cliente na cadeia de valor do produto e serviço.
- (iii) Pessoas e Cultura, que avalia a atuação dos funcionários na implementação e manutenção do B4.0.
- (iv) Estratégia e Liderança, que apresenta itens de avaliação da aderência da estratégia corporativa e dos gestores ao B4.0.
- (v) Governança, que traz reflexões sobre os meios de segurança e uso de dados e Responsabilidade Social Corporativa.

Uma vez definida as dimensões, a próxima atividade estava relacionada a definição dos itens. Para tanto, considerou-se os itens apresentados por Schumacher et al. (2019), as definições apresentadas por Bandara et al. (2019b) (esta última focada no B4.0) e a literatura acerca da temática que foi utilizada na revisão da literatura (Seção 3). Na Tabela 16 são apresentados os 42 itens de Maturidade do MM para o B4.0.

Tabela 16

Itens de Maturidade para o B4.0

Dimensão Tecnologia		
Nº do item	Item de Maturidade	Descrição
1.1	Troca de informações por meio de IoT	O Banco utiliza a IoT em diversos dispositivos tais como relógios inteligentes, <i>smartphones</i> e <i>tablets</i> , por exemplo, no atendimento aos seus clientes e funcionários. Esta tecnologia está presente nos aplicativos para os clientes do Banco, realizando troca informações bancárias, colaborando com o monitoramento da segurança e oferta de produtos. Para os funcionários, esta tecnologia auxilia na tomada de decisão e melhoria dos processos ao disponibilizar informações em tempo real.
1.2	Utilização de tecnologia em nuvem	O Banco utiliza Computação em Nuvem para armazenamento de dados e informações de forma contínua através de criptografia de forma ampla nos diversos setores da Instituição.
1.3	Armazenamento de informação descentralizado	O Banco realiza armazenamento de informações em diversos pontos de apoio para conferir maior segurança de dados. As informações são armazenadas de forma totalmente descentralizadas e há mecanismos de segurança da informação incluídos nos protocolos de acesso.
1.4	Utilização de robôs	O Banco utiliza robôs para processos internos, coleta e tratamento de dados, atendimento ao cliente, consultoria financeira e oferta ativa.
1.5	Uso de aplicativos em dispositivos móveis (<i>Mobile banking</i>)	O Banco possui aplicativos para clientes disponibilizando informações e transações diversas como consulta a saldos, realização de transferência de valores e contratação de empréstimos, mas também realiza oferta ativa de produtos e <i>chat online</i> com funcionários. O Banco possui aplicativos para os funcionários realizarem suas operações, colaborando para a melhoria dos processos.
1.6	Comercialização de criptomoeda própria ou atua neste mercado	O Banco possui criptomoeda própria ou atua na operação financeira que envolve a compra e venda de criptomoedas, sendo referência no setor financeiro acerca de segurança e solidez do produto.
1.7	Uso de tecnologia POS (<i>Point of Sale</i>) e <i>e-commerce</i>	O Banco possui tecnologia POS em máquinas físicas para realização de vendas, como também, tecnologia para pagamentos via internet, sendo referência no mercado em soluções de pagamentos e segurança nas transações.
1.8	Tecnologia para o <i>open banking</i>	O Banco possui tecnologia para o <i>open banking</i> colaborando para o compartilhamento de informações financeiras. De forma consolidada, e atuando na oferta ativa via aplicativo e no atendimento ao cliente, o Banco estimula este compartilhamento que colabora com a melhor oferta de produtos personalizados.
1.9	Tecnologias biométricas	O Banco aplica tecnologia biométrica e facial para fins de segurança de dados no aplicativo para celular e nos terminais de autoatendimento, bem como, é referência em segurança nesta tecnologia.
1.10	Tecnologia de <i>ciber segurança</i>	O Banco tem sistema de proteção de dado e dispositivos de rede contra ataques de qualquer natureza utilizando-se, por exemplo, da tecnologia <i>blockchain</i> . O Banco possui diversas tecnologias de <i>cibersegurança</i> nos processos internos e no atendimento ao cliente de forma robusta, sendo referência no setor financeiro.
1.11	Utilização de API's (<i>Application Programming Interface</i>) para conectar-se a outros aplicativos	O Banco possui API's para criação de interface com outros aplicativos não elaborados pela própria instituição, mas que trazem benefícios para os clientes, por exemplo, API's para geração de QRCODE de pagamento.
1.12	Inteligência Artificial em processos, tomada de decisão e análise comportamental	O Banco realiza análise de dados e informações dos clientes através da Inteligência Artificial, bem como, utiliza a tecnologia para tomada de decisão e aprimoramento dos processos. A tecnologia é aplicada na análise comportamental de clientes de forma ampla, gerando oferta ativa de produtos e serviços de forma personalizada.
1.13	Simulação de cenários futuros através de <i>software</i> orientado por dados	A Instituição possui simuladores por <i>software</i> de cenários futuros para análises econômicas, previsão de resultados, por exemplo, com atuação de tecnologias do B4.0 disponibilizando dados, informações <i>online</i> e resultados.
1.14	Compatibilidade digital	Os produtos e serviços disponíveis digitalmente podem ser utilizados para todos os sistemas operacionais existentes no mercado, tais como IOS e Android, para celulares, ou Windows e MacOS, para computadores, por exemplo
1.15	Colaboração do setor de TI para o desenvolvimento de produtos	No Banco, o setor de tecnologia é o ponto focal do projeto de produto e possui equipes multidisciplinares envolvidas na elaboração de produtos e serviços.
Dimensão Clientes		
	Item de Maturidade	Descrição

2.1	Digitalização do atendimento	O atendimento bancário pode ser realizado digitalmente através de aplicativos em diversos dispositivos. O atendimento é personalizado ao cliente de forma digital para realizar consultas e transações financeiras através de aplicativo.
2.2	Integração do cliente no desenvolvimento de produtos	O cliente pode participar do projeto de produtos e serviços. Assim, o Banco realiza pesquisas por telefone e aplicativo para qualificar a opinião dos clientes, como também, realiza testes-piloto com clientes acerca de produtos e serviços.
2.3	Utilização de dados relacionados ao cliente	O Banco utiliza dados dos clientes e informações de comportamento captados por meio de IA para formulação de estratégias de atendimento e criação/aprimoramento de produtos e serviços realizando oferta personalizada.
2.4	Coleta de informações de uso do produto	A utilização dos produtos e serviços do Banco é monitorada e as informações tratadas por tecnologias da informação e comunicação, de forma a alimentar o processo de melhoria contínua, bem como, para a oferta personalizada aos clientes.
Dimensão Pessoas e Cultura		
	Item de Maturidade	Descrição
3.1	Competência com as tecnologias da Informação e comunicação (TIC)	Os funcionários possuem competências para utilizar as novas tecnologias do B4.0 e colaborar com o avanço das melhorias.
3.2	Conscientização de funcionários que não atuam em TI para as tecnologias do B4.0	Os funcionários do Banco que não atuam na TI sabem da importância da implementação das tecnologias do B4.0 e colaboram com seu desenvolvimento e implementação através de canais de troca de informações.
3.3	Conscientização de funcionários que não atuam em TI para segurança cibernética	Os funcionários do Banco que não atuam na TI sabem da importância quanto à segurança cibernética e colaboram para efetiva proteção de dados e informações, bem como, da criação de novas soluções de <i>cibersegurança</i> .
3.4	Flexibilização de arranjos de trabalho	As equipes de trabalho do Banco podem ser flexíveis quanto às atividades realizadas, bem como, as equipes podem ser multidisciplinares.
3.5	Autonomia dos trabalhadores nos processos	Os funcionários do Banco têm autonomia nos processos que participam para identificar melhorias e implementá-las.
3.6	Experiência com o trabalho interdisciplinar	No Banco, o trabalho executado nas equipes pode ser considerado interdisciplinar, podendo ser mutáveis de acordo com o projeto.
3.7	Experiência com o trabalho remoto	O Banco tem atuado na implementação de trabalho remoto ou <i>home office</i> , bem como, em arranjos de trabalho flexíveis, tais como o modelo híbrido (<i>home office</i> e presencial).
3.8	Formação contínua no local de trabalho	No local de trabalho, o funcionário do Banco tem formação contínua e colaborativa entre os membros da sua equipe e da Instituição.0.
3.9	Treinamento para o B4.0	O Banco realiza treinamento constante com os funcionários acerca das tecnologias do B4.0, sendo estimulados através de cursos e mentorias.
3.10	Cultura de inovação aberta	No Banco há um ambiente de cultura de inovação entre os funcionários em busca de novas soluções tecnológicas para os clientes, como também, para melhoria dos processos.
3.11	Cultura organizacional voltada para a digitalização	A cultura do Banco está voltada para a digitalização dos processos, produtos e serviços, sendo referência no setor pelas práticas em prol disto.
Dimesão Estratégia e Liderança		
	Item de Maturidade	Descrição
4.1	Implementação do B4.0 incorporada no Planejamento Estratégico	O Banco possui a implementação do B4.0 inserida no seu Planejamento Estratégico, bem como, há um roteiro para o avanço das tecnologias bancárias neste contexto.
4.2	Coordenação central das atividades do B4.0	O Banco possui uma equipe que coordena a implementação da estratégia do B4.0, que realiza trabalhos multidisciplinares e interdepartamentais para tal.
4.3	Recursos financeiros para a implementação total do B4.0	No Banco existem recursos financeiros específicos e robustos para a implementação total do B4.0, sendo referência no mercado em investimentos em tecnologia para o B4.0.
4.4	Comunicação das atividades para a implementação do B4.0	No Banco a comunicação entre as equipes responsáveis pela implementação do B4.0 tem uma estrutura organizada, digital e <i>full time</i> para evitar desinformação.
4.5	Avaliação dos riscos para o B4.0	No Banco os riscos para a implementação do B4.0 são avaliados de forma robusta e coordenada, realizando correções constantemente.
4.6	Motivação dos gestores para realizar o B4.0	Os gestores do Banco estão motivados a implementar o B4.0 na organização através das tecnologias e das práticas em suas equipes, exercendo esse papel de forma constante no ambiente de trabalho estimulando a capacitação e proposição de soluções.
4.7	Gestores capacitados para o B4.0	Os gestores do Banco estão capacitados para implementação do B4.0, sendo disseminadores de conhecimento em seu ambiente de trabalho.

4.8	Parceria com <i>fintechs</i> e <i>startups</i>	O Banco realiza parcerias com <i>fintechs</i> e <i>startups</i> para criação de soluções financeiras que agregam valor aos seus produtos e serviços, bem como, colaboram para a melhoria do atendimento digital.
Dimensão Governança		
	Item de Maturidade	Descrição
5.1	Regulamentações trabalhistas para o trabalho digital	No Banco há regulamentação e/ou discussão acerca do trabalho digital para os funcionários de forma robusta e abrangente, bem como, já existe implementação dessas práticas podendo ser visualizados resultados.
5.2	Governança de dados (coleta, uso e análise de dados por Big Data)	A organização possui padrões internos para coleta, uso e análise de dados, ou seja, quem e quais dados podem ser utilizados.
5.3	Proteção de Dados	O Banco possui estrutura robusta e consolidada para garantir a integridade dos dados e informações utilizadas, bem como, assegurar o que determina a Lei Geral de Proteção de Dados e demais legislações de sigilo bancário.
5.4	Responsabilidade Social Corporativa	O Banco possui diretrizes de autorregulação integrada a sua Estratégia Corporativa acerca das boas práticas de Responsabilidade Social Corporativa e é referência no setor neste tema.

Após a definição das dimensões e dos itens, verificou-se a necessidade de se propor um MM que tivesse uma estrutura dividida em dois eixos sendo: um para avaliação de desempenho e outro para uma avaliação de importância. No primeiro eixo “avaliação do desempenho” pretende-se obter informações de qual o nível de implementação de cada item tem atualmente na Instituição que aplicará o modelo de avaliação. Neste eixo os itens serão avaliados segundo cinco níveis: fraco (1), muito fraco (2), razoável (3), forte (4) e muito forte (5). Ou caso o item não esteja presente na Instituição pode ser definido como não existente (0). O segundo eixo “avaliação da importância” terá o objetivo de traduzir a representatividade do item para o B4.0 de modo a fornecer pesos de ponderação para o cálculo da maturidade global. Tal grau de importância (peso) pode ser avaliado por muito baixo (1), baixo (2), médio (3), alto (4) e muito alto (5).

Para o cálculo da Maturidade de cada dimensão (MD_j) e Maturidade Global (MG) deverá ser utilizada a seguinte equação representada pela Equação 1, abaixo.

Equação 1:

Equação para cálculo da maturidade

$$MD_j = \frac{\sum_{i=1}^n M_i \times P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

$$MG = \frac{\sum_{j=1}^n MD_j \times P_j}{\sum_{j=1}^n P_j}$$

M_i = Maturidade do item i

P_i = Peso do item i

MD_j = Maturidade da dimensão j

P_j = Peso da dimensão $j = \sum_{i=1}^n P_i$

MG = Maturidade global

A maturidade da dimensão (MD_j) será a divisão entre somatório de todas as maturidades ponderadas de seus itens ($M_i \times P_i$) pelo somatório dos pesos dos itens (P_i). Por fim, a maturidade global do Banco (MG) será a divisão entre o somatório de todas as maturidades ponderadas das dimensões ($MD_j \times P_j$) pelo somatório de todos os pesos (P_j).

Para a definição dos níveis foi utilizado Tabela 10 como referência tomando por base a frequência de citação, bem como, a nomenclatura utilizada pelos autores. Assim, no modelo ora proposto foram definidos quatro níveis. Tal quantidade de níveis colabora com uma definição mais consolidada de suas características. Foi definido que o modelo parte de um estágio inicial até o nível mais avançado de digital orientado (Tabela 17). A nomenclatura adotada também considerou nomenclaturas mais citadas nos MM's da Tabela 10.

Tabela 17

Níveis de maturidade para o B4.0

Nível	Descrição
Inicial	O Banco utiliza tecnologias e práticas do B4.0 em algumas formas de atendimento ao cliente e em seus processos. Caixas eletrônicos, leitores de cartão (POS) e atendimento <i>online</i> estão presentes de forma incipiente, sem personalização. Algumas tecnologias do B4.0 já estão presentes nos processos internos e externos. O Banco compreende a necessidade de implementação do B4.0, mas não tem estratégia definida.
Gerenciado	O Banco utiliza tecnologias e práticas do B4.0 através do uso da internet em seu atendimento ao cliente, em aplicativos de <i>smartphones</i> , e nos processos internos. Evolução do autoatendimento bancário. Neste nível os bancos se utilizam da internet para transitar dados, realizam gerenciamento dos clientes por CRM, possuem controle e medidas de segurança de dados e tem uma estratégia definida para o alcance do B4.0. Os colaboradores já compreendem as competências para implementação do B4.0. Existe um roteiro para a implementação do B4.0, mas ainda não totalmente estabelecido.
Integrado	O Banco aplica as tecnologias e práticas do B4.0 através do atendimento digital, oferta ativa de produtos e serviços. A organização já implementou as tecnologias do B4.0 para gerenciamento de clientes e processos, segurança de dados e informações, como também, se utiliza de informações em tempo real, personalização de atendimento e plataformas digitais <i>online</i> para clientes internos e externos. A tomada de decisão e gestão de ativos tem o suporte das tecnologias do B4.0. Os conceitos de integração e interoperabilidade são utilizados para melhorar o intercâmbio de informações.
Digital Orientado	O Banco é referência no setor financeiro acerca da implementação das tecnologias do B4.0, com sólida infraestrutura tecnológica, integração informatizada entre os setores, segurança de dados e informações. A organização está totalmente formada para a utilização das tecnologias do B4.0 e voltada para sua aplicação e aperfeiçoamento constante. A estratégia do Banco está focada para a melhoria contínua do atendimento ao cliente e dos processos associados ao avanço das tecnologias do B4.0. A instituição como um todo está voltada para o digital em suas práticas cotidianas em prol da melhor entrega de produtos e serviços aos clientes.

5. Discussão e refinamento do modelo

De modo geral os respondentes se avaliaram como qualificados para responder ao questionário, bem como, afirmaram que estão vinculados a instituições de ensino e pesquisa de modo a validar sua experiência. Acerca da avaliação realizada do MM para o B4.0 os especialistas classificaram como Muito Bom a presença dos princípios básicos de um MM relativo à percepção de estágios de evolução e diretrizes para avanços em cada dimensão. Com relação a presença dos níveis e dimensões a avaliação foi Bom, assim como, a avaliação da qualidade do modelo e a eficácia quanto à sua colaboração institucional.

As respostas dos especialistas em resumo qualificaram o Modelo como Bom principalmente no que diz respeito aos seus elementos principais, dimensões e níveis. Tal fato pode estar vinculado às observações acerca da nomenclatura dos níveis e sua gradação. Especificamente em relação aos níveis de maturidade, o Especialista 1 considera que o primeiro nível deveria ser inexistente visto que há empresas em que as práticas e tecnologias da I4.0 não estão presentes. No entanto, o que se verificou na literatura estudada, é que as instituições financeiras e, em especial, os bancos possuem o mínimo de informatização, tal como verificado no B1.0 (Mehdiabadi et al., 2020). Mehdiabadi et al. (2020) também afirmam que com o avanço da internet os bancos passaram a ter seus processos associados às tecnologias de informação e comunicação, mesmo que de forma incipiente. Já o Especialista 2 considerou que a nomenclatura do nível “digital orientado” pode associar a existência de alguma inovação e digitalização apenas neste nível. Visando evitar tal percepção optamos por alterar o nome para Referenciado seguindo a linha de nomenclatura dos níveis anteriores, bem como, a validação do termo por Wagire et al (2021), Rafael et al. (2020) e Hajoary (2020).

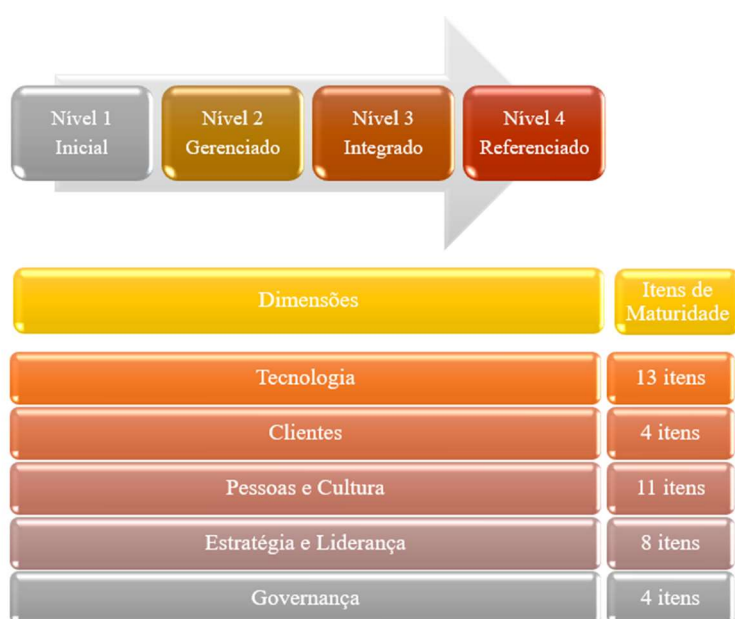
Acerca da avaliação da importância das dimensões os especialistas em consenso compreenderam que a Tecnologia é a mais representativa do Modelo. Isto reafirma o que foi encontrado acerca da temática B4.0 que salienta que as tecnologias da I4.0 estão modificando o setor bancário como um todo visando atender às demandas dos clientes e agregação de valor aos serviços e produtos (Asif Rahman & Abedin, 2021). Para os Especialistas 2 e 3 a dimensão Clientes é tão importante quanto a dimensão Tecnologia justamente associando a relevância do atendimento personalizado presente no B4.0 (Bilan et al., 2019). Já Especialista 1 ressaltou a importância da dimensão Estratégia e Liderança tanto quanto a dimensão Tecnologia podendo estar associado à necessidade de que a alta administração esteja alinhada com a implementação da inovação na corporação sob uma perspectiva *top-down* para alcançar melhores *performances* de atendimento ao cliente e resultados (Santos & Martinho, 2020).

Acerca da dimensão Pessoas e Cultura percebeu-se que os especialistas compreendem sua importância, mas não a colocam no mesmo patamar que as demais. Tal fato pode estar associado à necessidade de que haja uma estrutura consolidada no âmbito da tecnologia e atendimento ao cliente que são cerne do B4.0. A tecnologia devido ser o foco das mudanças disruptivas associadas à I4.0 e o cliente que está vinculado ao princípio de servitização, ou seja, a centralidade no cliente em vez da produção/serviço (Frank et al., 2019). A dimensão Governança foi avaliada como tão importante quanto a

dimensão Estratégia e Liderança pelos especialistas, validando a necessidade da gestão da segurança de dados e informações, da sua utilização no âmbito interno, bem como, do tratamento das legislações trabalhistas e de proteção de informação (Bandara et al., 2019b; Schumacher et al., 2016, 2019).

Por fim, tomando como base o modelo de avaliação inicialmente proposto, bem como a avaliação realizada pelos especialistas, foi possível refinar o modelo, conforme representado pela Figura 1, que mostra os quatro níveis de maturidade (com uma alteração na nomenclatura do último nível), 5 dimensões e 42 itens de maturidade.

Figura 1: Modelo de Avaliação da Maturidade para o B4.0 refinado



De modo geral a avaliação dos especialistas trouxe contribuições para melhoria do modelo em sua estrutura, validando também o percurso metodológico proposto que buscou um MM para o B4.0 conciso e aderente à teoria. Conforme a Tabela 12 para o processo de avaliação do Modelo que propôs oito requisitos de acordo com o método de Becker (2009) apresentamos os resultados da validação do Modelo na Tabela 18.

Tabela 18:
Validação do MM para o B4.0.

Requisito	Descrição do resultado
R1: Comparação com os modelos	Foi apresentado no Item 3 a revisão sistemática da literatura de modelos de avaliação da maturidade para embasar a elaboração do MM para o B4.0
R2: Procedimento iterativo	No Item 4.1 foi apresentada metodologia de elaboração do MM para o B4.0 de acordo com os procedimentos de Becker et al. (2009).

R3: Avaliação	Realização da avaliação por especialistas do modelo que validaram os princípios, estrutura, utilidade, qualidade e eficácia.
R4: Procedimento multimetodológico	Utilização de método de RSL para obtenção de referencial teórico sobre MM, utilização de método já validado para elaboração do Modelo e consulta à especialistas para validação do modelo.
R5: Identificação da relevância do problema	Pesquisa bibliográfica sobre B4.0 demonstrando sua relevância no cenário atual, bem como, da inexistência de MM para o B4.0 com método de criação estruturado.
R6: Definição do problema	Apresentação na RSL da importância do tema para o setor bancário visto a necessidade de avaliação do estágio em que as instituições estão no contexto do B4.0 em prol de contribuir para a implementação das práticas e tecnologias dentro do contexto de inovação e novas relações com os clientes.
R7: Apresentação direcionada de resultados	Utilização de itens de maturidade para avaliação das dimensões de acordo com método de aplicação validado por Schumacher et al (2019) que possui mais de 500 citações na plataforma de artigos científicos <i>web of science</i> .
R8: Documentação	Elaboração de artigo científico com todas as etapas utilizadas para elaboração do modelo.

6. Conclusão, contribuições e limitações

O conceito de I4.0 surgiu na manufatura para apresentar uma indústria integrada de ponta a ponta, ou seja, todo o ciclo de vida e de produção deveria estar centrada nas novas tecnologias de informação e comunicação de forma interconectada (Gupta, 2021). Tal contexto tecnológico foi sendo inserido paulatinamente no contexto social, econômico e cultural, por exemplo, modificando as relações interpessoais e comerciais (Oztemel & Gursev, 2020). No setor bancário não foi diferente e dada a sua importância para o desenvolvimento econômico e financiamento da inovação, é primordial compreender como está ocorrendo a implementação das tecnologias e o atendimento ao cliente (He et al., 2021). Os Modelos de Avaliação da Maturidade são importantes ferramentas para tal análise colaborando para o entendimento do nível de implementação do escopo do B4.0 (Becker et al., 2009). Sendo assim, a presente pesquisa cumpre seu objetivo geral ao apresentar uma proposta de MM para o B4.0 com dimensões, níveis, itens de maturidade e método de cálculo da maturidade global, bem como uma avaliação do modelo por especialistas, o que permitiu refinar o MM inicialmente proposto.

Dessa forma, pode-se afirmar que este artigo traz algumas contribuições. A contribuição mais importante diz respeito ao modelo de avaliação da maturidade para o Banco 4.0 proposto neste artigo. Ao analisar a literatura, identificou-se apenas um MM para o B4.0 que possui os elementos de um Modelo, de acordo com a literatura, no entanto, não apresenta rigor metodológico de referência bibliográfica e de elaboração do Modelo (Bandara et al., 2019b). O modelo proposto nesta pesquisa se utilizou do procedimento de Tranfield et al (2003) para a RSL sobre Modelos de Avaliação da Maturidade, como também, o método de Becker et al. (2009) para a elaboração do

Modelo. Além disso, o modelo ora proposto foi avaliado por especialistas, que atestaram a qualidade dele, bem como os procedimentos aplicados para a sua proposição. Dessa forma, além de propor um MM para o B4.0, os especialistas sugeriram algumas melhorias, permitindo refinamento dele. Ainda, devido à ausência de modelos voltados para o B4.0, a pesquisa ora desenvolvida contribui com a teoria sobre Banco 4.0 em especial, dentro do contexto de avaliação da maturidade.

O artigo também traz contribuições práticas, uma vez que o modelo ora proposto pode ser aplicado na realidade cotidiana de diferentes instituições financeiras. Assim, o MM poderá ser adotado por gestores bancários, uma vez que terão uma ferramenta de avaliação da implementação das tecnologias e práticas do B4.0 segundo itens de maturidade que possuem uma visão holística de acordo com as dimensões do modelo. Como resultado da aplicação do modelo, os gestores terão informações do tipo: qual nível de maturidade de itens que envolve não apenas as tecnologias do B4.0; a capacitação dos funcionários e líderes sobre temas do B4.0; o nível de engajamento das equipes acerca deste assunto; o estágio em que a instituição se encontra de implementação do B4.0, por exemplo. Tal compilado de informações pode colaborar com a discussão das estratégias sobre o B4.0, investimentos necessários e a percepção dos funcionários sobre a temática, que pode promover um ambiente de inovação colaborativa.

Além das contribuições, o artigo traz algumas limitações que podem se transformar em oportunidades para pesquisas futuras. Uma delas e a mais relevante está relacionada a não aplicação do modelo por meio de estudos de caso, conforme sugerem Becker et al. (2009). Dessa forma, futuras pesquisas poderão aplicar o modelo em instituições bancárias a fim de verificar o nível de maturidade dessas instituições em relação ao Banco 4.0. A segunda limitação diz respeito ao número de especialistas que participaram do processo de avaliação do modelo. Futuras pesquisas podem ampliar o escopo de avaliação, por meio de grupos focais com pesquisadores ou gestores de tecnologia de diferentes instituições bancárias. No entanto, convém ressaltar que mesmo com um número reduzido de especialistas, o objetivo final deste artigo foi alcançado. A terceira limitação está relacionada à RSL focada em MM para I4.0. O fato de ter sido selecionada apenas uma base de dados, bem como, serem utilizados apenas os artigos mais citados da amostra de artigos, pode ter reduzido o número de modelos que foram analisados para embasar o modelo proposto. Assim, futuras pesquisas podem ampliar o escopo da RSL, a fim de incorporar outras dimensões, itens ou níveis de maturidade de acordo com o contexto do setor bancário. Para finalizar, destaca-se que apesar das

limitações apresentadas a pesquisa tem caráter inovador dentro de um contexto teórico e prático do B4.0, bem como, lança reflexões sobre a temática.

7. Referências

- Agostini, L., & Nosella, A. (2021). Industry 4.0 and business models: a bibliometric literature review. *Business Process Management Journal*, 27(5), 1633–1655. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2021-0133>
- Ajibade, P., & Mutul, S. M. (2020). Big data, 4IR and electronic banking and banking systems applications in South Africa and Nigeria. *Banks and Bank Systems*, 15(2), 187–199. [https://doi.org/10.21511/bbs.15\(2\).2020.17](https://doi.org/10.21511/bbs.15(2).2020.17)
- Ajibade, Patrick, & Mutul, S. M. (2020). Big data, 4IR and electronic banking and banking systems applications in South Africa and Nigeria. *Banks and Bank Systems*, 15(2), 187–199. [https://doi.org/10.21511/bbs.15\(2\).2020.17](https://doi.org/10.21511/bbs.15(2).2020.17)
- Akter, S., & Wamba, S. F. (2016). Big data analytics in E-commerce: a systematic review and agenda for future research. *Electronic Markets*, 26(2), 173–194. <https://doi.org/10.1007/s12525-016-0219-0>
- Alcácer, V., & Cruz-Machado, V. (2019). Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 22(3), 899–919. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.01.006>
- Ali, M.M. (2020). Digitization of the emerging economy: An exploratory and explanatory case study. *Journal of Governance and Regulation*, 9(4), 25–36. <https://doi.org/10.22495/jgrv9i4art2>
- Ali, Muhammad Mahboob. (2020). Digitization of the emerging economy: An exploratory and explanatory case study. *Journal of Governance and Regulation*, 9(4), 25–36. <https://doi.org/10.22495/jgrv9i4art2>
- Anifa, M., Ramakrishnan, S., Joghee, S., Kabiraj, S., & Bishnoi, M. M. (2022). Fintech Innovations in the Financial Service Industry. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/jrfm15070287>
- BACEN. (2023). *O que é banco (instituição financeira)*. <https://www.bcb.gov.br/estabilidade financeira/bancoscaixaseconomicas>
- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., & Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International Journal of Production Economics*, 229, 107776. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
- Bandara, O. K. K., Tharaka, V. K., & Wickramarachchi, A. P. R. (2019a). Industry 4.0 maturity assessment of the Banking Sector of Sri Lanka. *Proceedings - IEEE International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering, SCSE 2019*, 190–195. <https://doi.org/10.23919/SCSE.2019.8842818>
- Bandara, O. K. K., Tharaka, V. K., & Wickramarachchi, A. P. R. (2019b). Industry 4.0 maturity assessment of the Banking Sector of Sri Lanka. *Proceedings - IEEE International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering, SCSE 2019*, 190–195. <https://doi.org/10.23919/SCSE.2019.8842818>
- 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, 2019(MAR)*, 1141–1150.
- Bandara, Oshadhi, 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,*

- 2019(MAR), 1141–1150.
- Bardin, L. (1977). *10 - Bardin, Laurence - Análise de Conteúdo.pdf*. Edições 70.
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Becker, J., Knackstedt, R., & Pöppelbuß, J. (2009). Developing Maturity Models for IT Management. *Business & Information Systems Engineering*, 1(3), 213–222. <https://doi.org/10.1007/s12599-009-0044-5>
- Berdykulova, G. M. K. (2019). Cyber risk management in digital environment: Case of Kazakhstani bank. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(5), 777–782.
- Bibby, L., & Dehe, B. (2018a). Defining and assessing industry 4.0 maturity levels—case of the defence sector. *Production Planning and Control*, 29(12), 1030–1043. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1503355>
- Bibby, L., & Dehe, B. (2018b). Defining and assessing industry 4.0 maturity levels—case of the defence sector. *Production Planning and Control*, 29(12), 1030–1043. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1503355>
- Bilan, Y., Rubanov, P., Vasylieva, T., & Lyeonov, S. (2019). The influence of industry 4.0 on financial services: Determinants of alternative finance development. *Polish Journal of Management Studies*, 19(1), 70–93. <https://doi.org/10.17512/pjms.2019.19.1.06>
- Büchi, G., Cugno, M., & Castagnoli, R. (2020). Smart factory performance and Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 150(June 2019), 119790. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119790>
- Caiaado, R. G. G., Scavarda, L. F., Gavião, L. O., Ivson, P., Nascimento, D. L. de M., & Garza-Reyes, J. A. (2021). A fuzzy rule-based industry 4.0 maturity model for operations and supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 231(November 2019). <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107883>
- Calliess, C., & Baumgarten, A. (2020). Cybersecurity in the EU the example of the financial sector: A legal perspective. In *German Law Journal* (Vol. 21, Issue 6). <https://doi.org/10.1017/glj.2020.67>
- Cauchick-Miguel, P. A., Fleury, A., Pereira Mello, C. H., Nakano, D. N., Lima, E. P. de, Turrioni, J. B., Lee Ho, L., Morabito, R., Sousa, R., Gouvêa da Costa, S. E., Pureza, V., Sérgio, E. G. da C., & Edson Pinheiro de Lima. (2012). *Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. 2 ed. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9788535248913500097>
- Cividino, S., Egidi, G., Zambon, I., & Colantoni, A. (2019). Evaluating the degree of uncertainty of research activities in Industry 4.0. *Future Internet*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/fi11090196>
- Cohen, M. C. (2018). Big Data and Service Operations. *Production and Operations Management*, 27(9), 1709–1723. <https://doi.org/10.1111/poms.12832>
- De Bruin, S., De Bruin, T., Rosemann, P. M., Freeze, R., Kulkarni, P. U., & Carey, W. P. (2005). Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. *16th Australasian Conference on Information Systems*. <http://www.efqm.org/Default>
- De Carolis, A., Macchi, M., Negri, E., & Terzi, S. (2017). A maturity model for assessing the digital readiness of manufacturing companies. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 513, 13–20. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66923-6_2
- Decker, A. (2012). *Adoption of Point of Sale Terminals in Nigeria*. 3(1), 1–6. https://www.academia.edu/1291578/Adoption_of_Point_of_Sale_Terminals_in_Ni

- geria?email_work_card=title
- Dikhanbayeva, D., Shaikholla, S., Suleiman, Z., & Turkyilmaz, A. (2020). Assessment of industry 4.0 maturity models by design principles. *Sustainability (Switzerland)*, 12(23), 1–22. <https://doi.org/10.3390/su12239927>
- Dudin, M. N., Shkodinskii, S. V., & Usmanov, D. I. (2021). Key trends and regulations of the development of digital business models of banking services in industry 4.0. *Finance: Theory and Practice*, 25(5), 59–78. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2021-25-5-59-78>
- Dutta, G., Kumar, R., Sindhwani, R., & Singh, R. K. (2020). Digital transformation priorities of India's discrete manufacturing SMEs – a conceptual study in perspective of Industry 4.0. *Competitiveness Review*, 30(3), 289–314. <https://doi.org/10.1108/CR-03-2019-0031>
- Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107–115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>
- Frank, A. G., Mendes, G. H. S., Ayala, N. F., & Ghezzi, A. (2019). Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 141(July 2018), 341–351. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.01.014>
- Freeman, R. E., Wicks, A. C., & Parmar, B. (2004). Stakeholder theory and “The corporate objective revisited.” *Organization Science*, 15(3), 364–369. <https://doi.org/10.1287/orsc.1040.0066>
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910–936. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>
- Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119869. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869>
- Ghobakhloo, M., Fathi, M., Iranmanesh, M., Maroufkhani, P., & Morales, M. E. (2021). Industry 4.0 ten years on: A bibliometric and systematic review of concepts, sustainability value drivers, and success determinants. *Journal of Cleaner Production*, 302, 127052. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127052>
- Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017a). Development of an assessment model for industry 4.0: Industry 4.0-MM. *Communications in Computer and Information Science*, 770, 128–142. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67383-7_10
- Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017b). Development of an assessment model for industry 4.0: Industry 4.0-MM. *Communications in Computer and Information Science*, 770, 128–142. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67383-7_10
- Gu, J., Gouliamos, K., Lobont, O.-R., & Nicoleta-Claudia, M. (2021). Is the fourth industrial revolution transforming the relationship between financial development and its determinants in emerging economies? *Technological Forecasting and Social Change*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120563>
- Gu, Jianqiang, Gouliamos, K., Lobont, O. R., & Nicoleta-Claudia, M. (2021). Is the fourth industrial revolution transforming the relationship between financial development and its determinants in emerging economies? *Technological Forecasting and Social Change*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120563>
- Gupta, R. (2021). Industry 4.0 Adaption in Indian Banking Sector—A Review and Agenda for Future Research. *Vision*, 1–9. <https://doi.org/10.1177/0972262921996829>

- Hajoary, P. K. (2020). Industry 4.0 Maturity and Readiness Models: A Systematic Literature Review and Future Framework. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 17(7). <https://doi.org/10.1142/S0219877020300050>
- Halaška, M., & Šperka, R. (2020). Managing the business processes under the influence of Industry 4.0: Case study of loan application. *International Journal of Business Information Systems*, 34(3), 312–329. <https://doi.org/10.1504/IJBIS.2020.108660>
- Halaška, Michal, & Šperka, R. (2020). Managing the business processes under the influence of Industry 4.0: Case study of loan application. *International Journal of Business Information Systems*, 34(3), 312–329. <https://doi.org/10.1504/IJBIS.2020.108660>
- Haryati, N., Burhany, D. I., & Suhartanto, D. (2019). Assessing the Profitability of Islamic Banks: The Role of Bank Age and Bank Performance. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 662(6). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/662/6/062014>
- He, X., Xiong, D., Khalifa, W. M. S., & Li, X. (2021). Chinese banking sector: A major stakeholder in bringing fourth industrial revolution in the country. *Technological Forecasting and Social Change*, 165(June 2020), 120519. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120519>
- Hercko, J., Hnat, J., & Slamkova, E. (2015). *Industry 4.0 – New Era of Manufacturing*. 80–83.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *Management Information Systems*, 28(1), 75–105.
- Jakhiya, M., Mittal Bishnoi, M., & Purohit, H. (2020). Emergence and growth of mobile money in modern india: A study on the effect of mobile money. *2020 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences, ASET 2020*. <https://doi.org/10.1109/ASET48392.2020.9118375>
- Jiao, Z., Shahid, M. S., Mirza, N., & Tan, Z. (2021). Should the fourth industrial revolution be widespread or confined geographically? A country-level analysis of fintech economies. *Technological Forecasting and Social Change*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120442>
- Kiel, D., Müller, J. M., Arnold, C., & Voigt, K. I. (2017). Sustainable industrial value creation: Benefits and challenges of industry 4.0. In *International Journal of Innovation Management* (Vol. 21, Issue 8). <https://doi.org/10.1142/S1363919617400151>
- Kimani, D., Adams, K., Attah-Boakye, R., Ullah, S., Frecknall-Hughes, J., & Kim, J. (2020). Blockchain, business and the fourth industrial revolution: Whence, whither, wherefore and how? *Technological Forecasting and Social Change*, 161. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120254>
- King, B. (2010). *Bank 2.0*. Marshall Cavendish Business.
- Lasrado, L. A., Vatrapu, R., & Andersen, K. N. (2015). Maturity Models Development in IS Research: A Literature Review. *IRIS Selected Papers of the Information Systems Research Seminar in Scandinavia*, 6, 6. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3046.3209>
- Limba, T., Stankevičius, A., & Andrulevičius, A. (2019). Cryptocurrency as disruptive technology: Theoretical insights. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 6(4), 2068–2080. [https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.4\(36\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.4(36))
- Lin, T. C., Sheng, M. L., & Jeng Wang, K. (2020). Dynamic capabilities for smart manufacturing transformation by manufacturing enterprises. *Asian Journal of Technology Innovation*, 28(3), 403–426. <https://doi.org/10.1080/19761597.2020.1769486>

- Lin, T. C., Wang, K. J., & Sheng, M. L. (2020). To assess smart manufacturing readiness by maturity model: a case study on Taiwan enterprises. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 33(1), 102–115. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2019.1699255>
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>
- Mariani, M., & Borghi, M. (2019). Industry 4.0: A bibliometric review of its managerial intellectual structure and potential evolution in the service industries. *Technological Forecasting and Social Change*, 149(November), 119752. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119752>
- Matsepe, N. T., & Van der Lingen, E. (2022). Determinants of emerging technologies adoption in the South African financial sector. *South African Journal of Business Management*, 53(1), 1–12. <https://doi.org/10.4102/sajbm.v53i1.2493>
- Mazurchenko, A., Zelenka, M., & Maršíková, K. (2022). Demand for Employees' Digital Skills in the Context of Banking 4.0. *E a M: Ekonomie a Management*, 25(2), 41–58. <https://doi.org/10.15240/tul/001/2022-2-003>
- Mehdiabadi, A., Tabatabeinasab, M., Spulbar, C., Yazdi, A. K., & Birau, R. (2020). Are we ready for the challenge of banks 4.0? designing a roadmap for banking systems in industry 4.0. *International Journal of Financial Studies*, 8(2), 1–28. <https://doi.org/10.3390/ijfs8020032>
- Narula, S., Prakash, S., Dwivedy, M., Talwar, V., & Tiwari, S. P. (2020). Industry 4.0 adoption key factors: an empirical study on manufacturing industry. *Journal of Advances in Management Research*, 17(5), 697–725. <https://doi.org/10.1108/JAMR-03-2020-0039>
- Nguyen, M. P., & Phan, A. (2022). Customer's Satisfaction About Mobile Banking Distribution Channel in Vietnamese Commercial Banks. *Journal of Distribution Science*, 20(8), 69–79. <https://doi.org/10.15722/jds.20.08.202208.69>
- Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127–182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>
- Park, J. H., & Park, J. H. (2017). Blockchain security in cloud computing: Use cases, challenges, and solutions. *Symmetry*, 9(8), 1–13. <https://doi.org/10.3390/sym9080164>
- Peres, R. S., Jia, X., Lee, J., Sun, K., Colombo, A. W., & Barata, J. (2020). Industrial Artificial Intelligence in Industry 4.0 -Systematic Review, Challenges and Outlook. *IEEE Access*, 220121–220139. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3042874>
- Pirola, F., Cimini, C., & Pinto, R. (2020). Digital readiness assessment of Italian SMEs: a case-study research. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 1045–1083. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0305>
- Proença, D., & Borbinha, J. (2016). Maturity Models for Information Systems - A State of the Art. *Procedia Computer Science*, 100(2), 1042–1049. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.279>
- Rafael, L. D., Jaione, G. E., Cristina, L., & Ibon, S. L. (2020). An Industry 4.0 maturity model for machine tool companies. *Technological Forecasting and Social Change*, 159(March), 120203. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120203>
- Rahman, A., & Abedin, M. J. (2021). The Fourth Industrial Revolution and private commercial banks: the good, bad and ugly. *International Journal of Organizational Analysis*. <https://doi.org/10.1108/IJOA-05-2020-2218>

- Rahman, Asif, & Abedin, M. J. (2021). The Fourth Industrial Revolution and private commercial banks: the good, bad and ugly. *International Journal of Organizational Analysis*. <https://doi.org/10.1108/IJOA-05-2020-2218>
- Santos, R. C., & Martinho, J. L. (2020). An Industry 4.0 maturity model proposal. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 1023–1043. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0284>
- Santoso, W., Sitorus, P. M., Batunanggar, S., Krisanti, F. T., Anggadwita, G., & Alamsyah, A. (2021). Talent mapping: a strategic approach toward digitalization initiatives in the banking and financial technology (FinTech) industry in Indonesia. *Journal of Science and Technology Policy Management*. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-04-2020-0075>
- Santoso, Wimboh, Sitorus, P. M., Batunanggar, S., Krisanti, F. T., Anggadwita, G., & Alamsyah, A. (2020). Talent mapping: a strategic approach toward digitalization initiatives in the banking and financial technology (FinTech) industry in Indonesia. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 12(3), 399–420. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-04-2020-0075>
- Santoso, Wimboh, Sitorus, P. M., Batunanggar, S., Krisanti, F. T., Anggadwita, G., & Alamsyah, A. (2021). Talent mapping: a strategic approach toward digitalization initiatives in the banking and financial technology (FinTech) industry in Indonesia. *Journal of Science and Technology Policy Management*. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-04-2020-0075>
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016a). 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>
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016b). 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>
- Schumacher, A., Nemeth, T., & Sihn, W. (2019). Roadmapping towards industrial digitalization based on an Industry 4.0 maturity model for manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 79, 409–414. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.110>
- Selznick, P. (1957). *Leadership in Administration: A Sociological Interpretation*. (1st ed.). Petersson and Company.
- Shaikh, A. A., & Karjaluoto, H. (2015). Mobile banking adoption: A literature review. *Telematics and Informatics*, 32(1), 129–142. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2014.05.003>
- Shin, J. W., Cho, J. Y., & Lee, B. G. (2020). Customer perceptions of Korean digital and traditional banks. *International Journal of Bank Marketing*, 38(2), 529–547. <https://doi.org/10.1108/IJBM-03-2019-0084>
- Sjödin, D. R., Parida, V., Leksell, M., & Petrovic, A. (2018). Smart Factory Implementation and Process Innovation: A Preliminary Maturity Model for Leveraging Digitalization in Manufacturing. Moving to smart factories presents specific challenges that can be addressed through a structured approach focused on people, p. *Research Technology Management*, 61(5), 22–31. <https://doi.org/10.1080/08956308.2018.1471277>
- Sony, M., Antony, J., & Mc Dermott, O. (2022). How do the technological capability and strategic flexibility of an organization impact its successful implementation of Industry 4.0? A qualitative viewpoint. *Benchmarking*. <https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2021-0541>
- Sony, M., Antony, J., Mc Dermott, O., & Garza-Reyes, J. A. (2021). An empirical

- examination of benefits, challenges, and critical success factors of industry 4.0 in manufacturing and service sector. *Technology in Society*, 67(May), 101754. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101754>
- Tao, R., Su, C. W., Xiao, Y., Dai, K., & Khalid, F. (2021). Robo advisors, algorithmic trading and investment management: Wonders of fourth industrial revolution in financial markets. *Technological Forecasting and Social Change*, 163(October), 120421. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120421>
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (2009). Dynamic capabilities and strategic management. *Knowledge and Strategy*, 18(March), 77–116. <https://doi.org/10.1093/0199248540.003.0013>
- Thach, N. N., Hanh, H. T., Huy, D. T. N., Gwoździwicz, S., Nga, L. T. V., Huong, L. T. T., & Nam, V. Q. (2021). Technology Quality Management of the Industry 4.0 and Cybersecurity Risk Management on Current Banking Activities in Emerging Markets - the Case in Vietnam. *International Journal for Quality Research*, 15(3), 845–856. <https://doi.org/10.24874/IJQR15.03-10>
- Tran, L. Q. T., Phan, D. T., Herdon, M., & Kovacs, L. (2022). Assessing the Digital Transformation in Two Banks: Case Study in Hungary. *Agris On-Line Papers in Economics and Informatics*, 14(2), 121–134. <https://doi.org/10.7160/aol.2022.140210>
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review* Introduction: the need for an evidence- informed approach. *British Journal of Management*, 14, 207–222.
- Von Solms, J., & Langerman, J. (2020). A smart treasury fit for the 4th industrial revolution. *FEMIB 2020 - Proceedings of the 2nd International Conference on Finance, Economics, Management and IT Business*, 122–128.
- Von Solms, Johan, & Langerman, J. (2020). A smart treasury fit for the 4th industrial revolution. *FEMIB 2020 - Proceedings of the 2nd International Conference on Finance, Economics, Management and IT Business*, 122–128. <https://doi.org/10.5220/0009470501220128>
- Wagire, A. A., Joshi, R., Rathore, A. P. S., & Jain, R. (2021). Development of maturity model for assessing the implementation of Industry 4.0: learning from theory and practice. *Production Planning and Control*, 32(8), 603–622. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1744763>
- Wang, C., Qiao, C., Ahmed, R. I., & Kirikkaleli, D. (2021). Institutional Quality, Bank Finance and Technological Innovation: A way forward for Fourth Industrial Revolution in BRICS Economies. *Technological Forecasting and Social Change*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120427>
- Wang, Chenguang, Qiao, C., Ahmed, R. I., & Kirikkaleli, D. (2021). Institutional Quality, Bank Finance and Technological Innovation: A way forward for Fourth Industrial Revolution in BRICS Economies. *Technological Forecasting and Social Change*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120427>
- Wang, Q., & Waltman, L. (2016). Large-scale analysis of the accuracy of the journal classification systems of Web of Science and Scopus. *Journal of Informetrics*, 10(2), 347–364. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.02.003>
- Wang, X., Sadiq, R., Khan, T. M., & Wang, R. (2021). Industry 4.0 and intellectual capital in the age of FinTech. *Technological Forecasting and Social Change*, 166(January), 120598. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120598>
- Wendler, R. (2012). The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, 54(12), 1317–1339.

- <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2012.07.007>
- Xu, L. Da, Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de caso - Planejamento e métodos*. Bookman.
- Yuan, S., Musibau, H. O., Genç, S. Y., Shaheen, R., Ameen, A., & Tan, Z. (2021). Digitalization of economy is the key factor behind fourth industrial revolution: How G7 countries are overcoming with the financing issues? *Technological Forecasting and Social Change*, 165.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120533>
- Yun, J. J., Liu, Z., & Zhao, X. (2021). Introduction: Ambidextrous Open Innovation in the 4th Industrial Revolution. *Science, Technology and Society*, 26(2), 183–200.
<https://doi.org/10.1177/09717218211006969>
- Zhang, Xie, Y., Zheng, Y., Xue, W., Zheng, X., & Xu, X. (2020). The challenges and countermeasures of blockchain in finance and economics. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(4), 691–698. <https://doi.org/10.1002/sres.2710>
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5), 616–630.
<https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>

APÊNDICE 1: Roteiro de avaliação dos especialistas

A presente pesquisa tem por objetivo desenvolver um Modelo de Avaliação da Maturidade para o *Banking 4.0*. O modelo abaixo apresentado tomou por base a literatura acerca de Modelos de Avaliação da Maturidade na Indústria 4.0, bem como, as pesquisas que envolvem o *Banking 4.0*. Sobre o modelo proposto, pode-se elencar as seguintes características:

Dimensões: Tecnologia, Clientes, Pessoas e Cultura, Estratégia e Liderança, Governança.

Níveis de Maturidade: Inicial, Gerenciado, Integrado, Digital Orientado.

Itens de maturidade: 42 itens de avaliação da Maturidade.

Escala de desempenho dos itens: não existe (0), muito fraco (1), fraco (2), razoável (3), forte (4) e muito forte (5).

Escala de importância dos itens: muito baixa (1), baixa (2), média (3), alta (4), muito alta (5).

O Modelo tem por conceito que os itens de maturidade que compõem cada dimensão são capazes de descrever a maturidade do Banco dentro dos preceitos do B4.0. A maturidade das dimensões é determinada pela média ponderada dos itens. A maturidade final, por sua vez, é determinada pela média ponderada das dimensões. Os respondentes serão divididos por blocos, de acordo com sua atuação e competência específica para avaliar cada dimensão do modelo. Isto também facilitará as respostas, devido à quantidade de itens.

A seguir, no Quadro 01 é apresentada a descrição dos níveis e a escala para enquadramento no nível.

Quadro 01

Níveis de maturidade para o B4.0

Nível	Descrição
Inicial	O Banco utiliza tecnologias e práticas do B4.0 em algumas formas de atendimento ao cliente e em seus processos. Caixas eletrônicos, leitores de cartão (POS) e atendimento <i>online</i> estão presentes de forma incipiente, sem personalização. Algumas tecnologias do B4.0 já estão presentes nos processos internos e externos. O Banco compreende a necessidade de implementação do B4.0, mas não tem estratégia definida.
Gerenciado	O Banco utiliza tecnologias e práticas do B4.0 através do uso da internet em seu atendimento ao cliente, em aplicativos de <i>smartphones</i> , e nos processos internos. Evolução do autoatendimento bancário. Neste nível os bancos se utilizam da internet para transitar dados, realizam gerenciamento dos clientes por CRM, possuem controle e medidas de segurança de dados e tem uma estratégia definida para o alcance do B4.0. Os colaboradores já compreendem as competências para implementação do B4.0. Existe um roteiro para a implementação do B4.0, mas ainda não totalmente estabelecido.
Integrado	O Banco aplica as tecnologias e práticas do B4.0 através do atendimento digital, oferta ativa de produtos e serviços. A organização já implementou as tecnologias do B4.0 para gerenciamento de clientes e processos, segurança de dados e informações, como também, se utiliza de informações em tempo real, personalização de atendimento e plataformas digitais <i>online</i> para clientes internos e externos. A tomada de decisão e gestão de ativos tem o suporte das tecnologias do B4.0. Os conceitos de integração e interoperabilidade são utilizados para melhorar o intercâmbio de informações.
Digital Orientado	O Banco é referência no setor financeiro acerca da implementação das tecnologias do B4.0, com sólida infraestrutura tecnológica, integração informatizada entre os setores, segurança de dados e informações. A organização está totalmente formada para a utilização das tecnologias do B4.0 e voltada para sua aplicação e aperfeiçoamento constante. A estratégia do Banco está focada para a melhoria contínua do atendimento ao cliente e dos processos associados ao avanço das tecnologias do B4.0. A instituição como um todo está voltada para o digital em suas práticas cotidianas em prol da melhor entrega de produtos e serviços aos clientes.

PARTE I: Informações Pessoais

Nesta parte temos questões de caráter pessoal e profissional para fins de caracterização do público respondente. Salientamos que as informações como nome, instituição vinculada e e-mail não serão divulgadas.

1. Baseado em seu conhecimento e experiência no tema desta pesquisa você se sente confiante e capaz para participar?

☐	Sim
☐	Não
☐	Parcialmente

2. Se você marcou “parcialmente”, por favor indique o motivo?
3. Por favor, indique seu nome.
4. Qual a Instituição de Ensino em que você está vinculado?
5. Qual a sua experiência em Modelos de Avaliação da Maturidade?

PARTE II – Níveis e Dimensões de Maturidade

Nesta parte solicitamos sua opinião sobre os níveis e dimensões do modelo. Salientamos que não se faz necessário responder às questões do Modelo (arquivos enviados no anexo), mas somente opinar para o aprimoramento da ferramenta elaborada.

1. Você concorda com os níveis estabelecidos (Inicial, Gerenciado, Integrado e Digital Orientado) no Modelo proposto conforme Quadro 1? Se não, quais as observações?
2. Você concorda com as das dimensões estabelecidas (Tecnologia, Clientes, Pessoas e Cultura, Estratégia e Liderança e Governança) no Modelo proposto? Se não concorda, quais as observações e sugestões de melhoria?
3. Qual o Grau de Importância que você atribuiria para cada dimensão de acordo com a descrição supracitada do Modelo?

	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Tecnologia					
Clientes					
Pessoas e Cultura					
Estratégia e Liderança					
Governança					

PARTE III - Importância Relativa entre as Dimensões de Maturidade

Nesta parte busca-se avaliar o Grau de Importância Relativa entre as dimensões, ou seja, quanto uma dimensão pode ser considerada mais importante que a outra.

1. Qual o Grau de Importância Relativa da dimensão Tecnologia em relação às dimensões abaixo?

Exemplo: A dimensão Tecnologia é _____ que a dimensão _____.

	Muito menos importante	Pouco menos importante	Igualmente importante	Pouco mais importante	Muito mais importante
Clientes					
Pessoas e Cultura					
Estratégia e Liderança					
Governança					

2. Qual o Grau de Importância Relativa da dimensão Clientes em relação às dimensões abaixo?

Exemplo: A dimensão Clientes é _____ que a dimensão _____.

	Muito menos importante	Pouco menos importante	Igualmente importante	Pouco mais importante	Muito mais importante
Pessoas e Cultura					
Estratégia e Liderança					
Governança					

3. Qual o Grau de Importância Relativa da dimensão Pessoas e Cultura em relação às dimensões abaixo?
Exemplo: A dimensão Pessoas e Cultura é _____ que a dimensão _____.

	Muito menos importante	Pouco menos importante	Igualmente importante	Pouco mais importante	Muito mais importante
Estratégia e Liderança					
Governança					

4. Qual o Grau de Importância relativa da dimensão Estratégia e Liderança em relação à Governança?
Exemplo: A dimensão Estratégia e Liderança é _____ que a dimensão Governança.

	Muito menos importante	Pouco menos importante	Igualmente importante	Pouco mais importante	Muito mais importante
Governança					

PARTE IV – Avaliação do Modelo

Nesta parte solicitamos sua opinião para avaliação do modelo segundo cinco fatores: princípios básicos dos modelos de maturidade (MM), premissas, utilidade, qualidade e eficácia.

1. Qual a sua avaliação quanto à presença dos princípios básicos de um MM, tais como a percepção de estágios de evolução e diretrizes para avanços em cada dimensão?

- ☐ Péssimo
- ☐ Ruim
- ☐ Regular
- ☐ Bom
- ☐ Muito Bom

2. Qual a sua avaliação quanto à presença das premissas de um MM como a estrutura de níveis e dimensões?

- ☐ Péssimo
- ☐ Ruim
- ☐ Regular
- ☐ Bom
- ☐ Muito Bom

3. Qual a sua avaliação quanto à utilidade do Modelo proposto dentro do contexto do B4.0, ou seja, se ele possui atributos para a real aplicação em um Banco?

- ☐ Péssimo
- ☐ Ruim
- ☐ Regular
- ☐ Bom
- ☐ Muito Bom

4. Qual a sua avaliação quanto à qualidade do Modelo proposto dentro do que se propõe a teoria?

☐	Péssimo
☐	Ruim
☐	Regular
☐	Bom
☐	Muito Bom

5. Qual a sua avaliação quanto à eficácia do Modelo proposto, ou seja, quanto ele pode colaborar com o diagnóstico e melhorias em um Banco acerca do B4.0?

☐	Péssimo
☐	Ruim
☐	Regular
☐	Bom
☐	Muito Bom

PARTE V - Comentários gerais

Nesta parte deixamos um espaço livre para comentários gerais acerca do Modelo. Caso deseje, você pode opinar sobre os itens de maturidade e sobre a forma de avaliação, por exemplo. Caso não queira ou não ache necessário comentar, prossiga e envie o questionário na próxima página.

APÊNDICE 2: Roteiros de entrevistas do MM para o B4.0

Modelo de Avaliação da Maturidade para o *Banking 4.0*

Avaliação de Desempenho

1. Dimensão Tecnologia

Item de Maturidade 1.1: Troca de informações por meio de IoT											
Descrição: O Banco utiliza a IoT em diversos dispositivos tais como relógios inteligentes, <i>smartphones</i> e <i>tablets</i> , por exemplo, no atendimento aos seus clientes e funcionários. Esta tecnologia está presente nos aplicativos para os clientes do Banco, realizando troca informações bancárias, colaborando com o monitoramento da segurança e oferta de produtos. Para os funcionários, esta tecnologia auxilia na tomada de decisão e melhoria dos processos ao disponibilizar informações em tempo real.											
Pergunta de avaliação: Como você classifica o desempenho do Banco em relação a utilização da IoT (<i>Internet of Things</i>) para troca de informações com seus clientes e funcionários?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 1.2: Utilização de tecnologia em nuvem											
Descrição: O Banco utiliza Computação em Nuvem para armazenamento de dados e informações de forma contínua através de criptografia de forma ampla nos diversos setores da Instituição.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na utilização Computação em Nuvem para armazenamento de dados e informações através de criptografia?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 1.3: Armazenamento de informação descentralizado											
Descrição: O Banco realiza armazenamento de informações em diversos pontos de apoio para conferir maior segurança de dados. As informações são armazenadas de forma totalmente descentralizadas e há mecanismos de segurança da informação incluídos nos protocolos de acesso.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco no armazenamento de informações de forma descentralizada de forma a garantir maior segurança?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 1.4: Utilização de robôs											
Descrição: O Banco utiliza robôs para processos internos, coleta e tratamento de dados, atendimento ao cliente, consultoria financeira e oferta ativa.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na utilização de robôs para seus processos internos e atendimento ao cliente?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 1.5: Uso de aplicativos em dispositivos móveis (<i>Mobile banking</i>)											
Descrição: O Banco possui aplicativos para clientes disponibilizando informações e transações diversas como consulta a saldos, realização de transferência de valores e contratação de empréstimos, mas também realiza oferta ativa de produtos e <i>chat online</i> com funcionários. O Banco possui aplicativos para os funcionários realizarem suas operações, colaborando para a melhoria dos processos.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na oferta de aplicativos em dispositivos móveis para os funcionários e para os clientes disponibilizando informações e transações em tempo real?											

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 1.6: Comercialização de criptomoeda própria ou atua neste mercado

Descrição: O Banco possui criptomoeda própria ou atua na operação financeira que envolve a compra e venda de criptomoedas, sendo referência no setor financeiro acerca de segurança e solidez do produto.

Pergunta de avaliação: Como você avalia o Banco na disponibilização de criptomoeda própria ou na atuação em operação financeira de compra e venda de criptomoedas?

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 1.7: Uso de tecnologia POS (*Point of Sale*) e *e-commerce*

Descrição: O Banco possui tecnologia POS em máquinas físicas para realização de vendas, como também, tecnologia para pagamentos via internet, sendo referência no mercado em soluções de pagamentos e segurança nas transações.

Pergunta de avaliação: Como você avalia o Banco na oferta de tecnologia POS e para pagamentos pela Internet?

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 1.8: Tecnologia para o *open banking*

Descrição: O Banco possui tecnologia para o *open banking* colaborando para o compartilhamento de informações financeiras. De forma consolidada, e atuando na oferta ativa via aplicativo e no atendimento ao cliente, o Banco estimula este compartilhamento que colabora com a melhor oferta de produtos personalizados.

Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco no *Open Banking*?

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 1.9: Tecnologias biométricas

Descrição: O Banco aplica tecnologia biométrica e facial para fins de segurança de dados no aplicativo para celular e nos terminais de autoatendimento, bem como, é referência em segurança nesta tecnologia.

Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco acerca da aplicação da tecnologia biométrica e facial em seus aplicativos, terminais de autoatendimento e demais formas de atendimento?

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 1.10: Tecnologia de *cibersegurança*

Descrição: O Banco tem sistema de proteção de dado e dispositivos de rede contra ataques de qualquer natureza utilizando-se, por exemplo, da tecnologia *blockchain*. O Banco possui diversas tecnologias de *cibersegurança* nos processos internos e no atendimento ao cliente de forma robusta, sendo referência no setor financeiro.

Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco nas tecnologias de *cibersegurança* tal como *blockchain*?

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 1.11: Utilização de API's (<i>Application Programming Interface</i>) para conectar-se a outros aplicativos											
Descrição: O Banco possui API's para criação de interface com outros aplicativos não elaborados pela própria instituição, mas que trazem benefícios para os clientes, por exemplo, API's para geração de QRCODE de pagamento.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na disponibilização de API's para criação de interface com outros aplicativos?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 1.12: Inteligência Artificial em processos, tomada de decisão e análise comportamental											
Descrição: O Banco realiza análise de dados e informações dos clientes através da Inteligência Artificial, bem como, utiliza a tecnologia para tomada de decisão e aprimoramento dos processos. A tecnologia é aplicada na análise comportamental de clientes de forma ampla, gerando oferta ativa de produtos e serviços de forma personalizada.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na utilização de tecnologia de Inteligência Artificial para realizar análise de dados e informações de clientes internos e externos, bem como, na colaboração com os processos e tomada de decisão da Instituição?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 1.13: Simulação de cenários futuros através de <i>software</i> orientado por dados											
Descrição: A Instituição possui simuladores por <i>software</i> de cenários futuros para análises econômicas, previsão de resultados, por exemplo, com atuação de tecnologias do B4.0 disponibilizando dados, informações <i>online</i> e resultados.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia a utilização de simuladores de cenários futuros pelo Banco?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 1.14: Compatibilidade digital											
Descrição: Os produtos e serviços disponíveis digitalmente podem ser utilizados para todos os sistemas operacionais existentes no mercado, tais como IOS e Android, para celulares, ou Windows e MacOS, para computadores, por exemplo											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 1.15: Colaboração do setor de TI para o desenvolvimento de produtos											
Descrição: No Banco, o setor de tecnologia é o ponto focal do projeto de produto e possui equipes multidisciplinares envolvidas na elaboração de produtos e serviços.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o Banco acerca do envolvimento direto do setor de TI no projeto de produtos e serviços?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

2. Dimensão Clientes

Item de Maturidade 2.1: Digitalização do atendimento											
Descrição: O atendimento bancário pode ser realizado digitalmente através de aplicativos em diversos dispositivos. O atendimento é personalizado ao cliente de forma digital para realizar consultas e transações financeiras através de aplicativo.											

Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco no atendimento ao cliente de forma digital?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 2.2: Integração do cliente no desenvolvimento de produtos											
Descrição: O cliente pode participar do projeto de produtos e serviços. Assim, o Banco realiza pesquisas por telefone e aplicativo para qualificar a opinião dos clientes, como também, realiza testes-piloto com clientes acerca de produtos e serviços.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na participação do no projeto de produtos e serviços?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 2.3: Utilização de dados relacionados ao cliente											
Descrição: O Banco utiliza dados dos clientes e informações de comportamento captados por meio de IA para formulação de estratégias de atendimento e criação/aprimoramento de produtos e serviços realizando oferta personalizada.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na utilização dos dados captados por meio de IA relacionados aos clientes e seu comportamento para ofertar produtos?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 2.4: Coleta de informações de uso do produto											
Descrição: A utilização dos produtos e serviços do Banco é monitorada e as informações tratadas por tecnologias da informação e comunicação, de forma a alimentar o processo de melhoria contínua, bem como, para a oferta personalizada aos clientes.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco quanto ao monitoramento da utilização dos produtos e serviços e do tratamento das informações pelas TIC's?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

3. Dimensão Pessoas e Cultura

Item de Maturidade 3.1: Competência nas tecnologias de informação e comunicação (TIC)											
Descrição: Os funcionários do Banco possuem competências para utilizar as novas tecnologias do B4.0 e colaboram cotidianamente com o avanço das melhorias.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho dos funcionários do Banco quanto às competências para utilizar e colaborar com as novas tecnologias do B4.0?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.2: Conscientização de funcionários que não atuam em TI para as tecnologias do B4.0											
Descrição: Os funcionários do Banco que não atuam na TI sabem da importância da implementação das tecnologias do B4.0 e colaboram com seu desenvolvimento e implementação através de canais de troca de informações.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho dos funcionários do Banco que não atuam em TI?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.3: Conscientização de funcionários que não atuam em TI para segurança cibernética											
Descrição: Os funcionários do Banco que não atuam na TI sabem da importância quanto à segurança cibernética e colaboram para efetiva proteção de dados e informações, bem como, da criação de novas soluções de <i>cibersegurança</i> .											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho dos funcionários que não atuam em TI acerca da importância da segurança?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.4: Flexibilização de arranjos de trabalho											
Descrição: As equipes de trabalho do Banco podem ser flexíveis quanto às atividades realizadas, bem como, as equipes podem ser multidisciplinares.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia, no Banco, a existência de arranjos de trabalho flexíveis?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.5: Autonomia dos trabalhadores nos processos											
Descrição: Os funcionários do Banco têm autonomia nos processos que participam para identificar melhorias e implementá-las.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o Banco acerca da autonomia dada aos funcionários para identificar melhorias e implementá-las no contexto do processo em que atuam?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.6: Experiência com o trabalho interdisciplinar											
Descrição: No Banco, o trabalho executado nas equipes pode ser considerado interdisciplinar, podendo ser mutáveis de acordo com o projeto.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco acerca do trabalho multidisciplinar nas equipes de trabalho?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.7: Experiência com o trabalho remoto											
Descrição: O Banco tem atuado na implementação de trabalho remoto ou <i>home office</i> , bem como, em arranjos de trabalho flexíveis, tais como o modelo híbrido (<i>home office</i> e presencial).											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco acerca do trabalho remoto?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.8: Formação contínua no local de trabalho											
Descrição: No local de trabalho, o funcionário do Banco tem formação contínua e colaborativa entre os membros da sua equipe e da Instituição.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na formação contínua no local de trabalho?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.9: Treinamento para o B4.0											
Descrição: O Banco realiza treinamento constante com os funcionários acerca das tecnologias do B4.0, sendo estimulados através de cursos e mentorias.											

Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco sobre o treinamento constante de funcionários sobre o B4.0 e suas tecnologias?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.10: Cultura de inovação aberta											
Descrição: No Banco há um ambiente de cultura de inovação entre os funcionários em busca de novas soluções tecnológicas para os clientes, como também, para melhoria dos processos.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na criação e implementação de um ambiente de cultura de inovação entre os funcionários em prol do B4.0?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.11: Cultura organizacional voltada para a digitalização											
Descrição: A cultura do Banco está voltada para a digitalização dos processos, produtos e serviços, sendo referência no setor pelas práticas em prol disto.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na cultura da organização para a digitalização dos processos, produtos e serviços?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

4. Dimensão Estratégia e Liderança

Item de Maturidade 4.1: Implementação do B4.0 incorporada no Planejamento Estratégico											
Descrição: O Banco possui a implementação do B4.0 inserida no seu Planejamento Estratégico, bem como, há um roteiro para o avanço das tecnologias bancárias neste contexto.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o planejamento estratégico do Banco quanto à implementação do B4.0?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 4.2: Coordenação central das atividades do B4.0											
Descrição: O Banco possui uma equipe que coordena a implementação da estratégia do B4.0, que realiza trabalhos multidisciplinares e interdepartamentais para tal.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho da equipe de implementação da estratégia do B4.0 no Banco?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 4.3: Recursos financeiros para a implementação total do B4.0											
Descrição: No Banco existem recursos financeiros específicos e robustos para a implementação total do B4.0, sendo referência no mercado em investimentos em tecnologia para o B4.0.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na disponibilização de recursos financeiros específicos para a implementação da estratégia do B4.0?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 4.4: Comunicação das atividades para a implementação do B4.0											
Descrição: No Banco a comunicação entre as equipes responsáveis pela implementação do B4.0 tem uma estrutura organizada, digital e <i>full time</i> para evitar desinformação.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco quanto aos procedimentos formalizados de comunicação entre as equipes de implementação do B4.0?											

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 4.5: Avaliação dos riscos para o B4.0

Descrição: No Banco os riscos para a implementação do B4.0 são avaliados de forma robusta e coordenada, realizando correções constantemente.

Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco quanto à avaliação dos riscos de implementação das tecnologias do B4.0, bem como, das ações tomadas diante disso?

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 4.6: Motivação dos gestores para realizar o B4.0

Descrição: Os gestores do Banco estão motivados a implementar o B4.0 na organização através das tecnologias e das práticas em suas equipes, exercendo esse papel de forma constante no ambiente de trabalho estimulando a capacitação e proposição de soluções.

Pergunta de avaliação: Como você avalia no Banco a atuação dos gestores quanto a sua motivação em implementar o B4.0?

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 4.7: Gestores capacitados para o B4.0

Descrição: Os gestores do Banco estão capacitados para implementação do B4.0, sendo disseminadores de conhecimento em seu ambiente de trabalho.

Pergunta de avaliação: Como você avalia a competência dos gestores do Banco para implementar o B4.0?

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 4.8: Parceria com *fintechs* e *startups*

Descrição: O Banco realiza parcerias com *fintechs* e *startups* para criação de soluções financeiras que agregam valor aos seus produtos e serviços, bem como, colaboram para a melhoria do atendimento digital.

Pergunta de avaliação: Como você avalia o Banco acerca da parceria com *fintechs* e *startups* para agregar valor aos seus produtos e serviços bancários?

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

5. Dimensão Governança

Item de Maturidade 5.1: Regulamentações trabalhistas para o trabalho digital

Descrição: No Banco há regulamentação e/ou discussão acerca do trabalho digital para os funcionários de forma robusta e abrangente, bem como, já existe implementação dessas práticas podendo ser visualizados resultados.

Pergunta de avaliação: Como você avalia as regulamentações trabalhistas implementadas e/ou em discussão sobre o trabalho digital no Banco?

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 5.2: Governança de dados (coleta, uso e análise de dados por *Big Data*)

Descrição: A organização possui padrões internos para coleta, uso e análise de dados, ou seja, quem e quais dados podem ser utilizados.

Pergunta de avaliação: Como você avalia a governança de dados do Banco?

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 5.3: Proteção de Dados											
Descrição: O Banco possui estrutura robusta e consolidada para garantir a integridade dos dados e informações utilizadas, bem como, assegurar o que determina a Lei Geral de Proteção de Dados e demais legislações de sigilo bancário.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia a estrutura do Banco em relação à proteção de dados e cumprimento da LGPD e demais legislações de sigilo bancário?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 5.4: Responsabilidade Social Corporativa											
Descrição: O Banco possui diretrizes de autorregulação integrada a sua Estratégia Corporativa acerca das boas práticas de Responsabilidade Social Corporativa e é referência no setor neste tema.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia a atuação do Banco nas práticas e Responsabilidade Social Corporativa?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Modelo de Avaliação da Maturidade para o *Banking 4.0*

Avaliação de Importância

1. Dimensão Tecnologia

Item de Maturidade 1.1: Troca de informações por meio de IoT									
Descrição: O Banco utiliza a IoT em diversos dispositivos tais como relógios inteligentes, <i>smartphones</i> e <i>tablets</i> , por exemplo, no atendimento aos seus clientes e funcionários. Esta tecnologia está presente nos aplicativos para os clientes do Banco, realizando troca informações bancárias, colaborando com o monitoramento da segurança e oferta de produtos. Para os funcionários, esta tecnologia auxilia na tomada de decisão e melhoria dos processos ao disponibilizar informações em tempo real									
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?									
☐	Muito baixa	☐	Baixa	☐	Média	☐	Alta	☐	Muito Alta

Item de Maturidade 1.2: Utilização de tecnologia em nuvem									
Descrição: Utilização de Computação em Nuvem para armazenamento de dados e informações de forma contínua através de criptografia de forma ampla nos diversos setores da Instituição.									
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?									
☐	Muito baixa	☐	Baixa	☐	Média	☐	Alta	☐	Muito Alta

Item de Maturidade 1.3: Armazenamento de informação descentralizado				
Descrição: Realização de armazenamento de informações em diversos pontos de apoio para conferir maior segurança de dados. As informações são armazenadas de forma totalmente descentralizadas e há mecanismos de segurança da informação incluídos nos protocolos de acesso.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.4: Utilização de robôs				
Descrição: Utilização de robôs para processos internos, coleta e tratamento de dados, atendimento ao cliente, consultoria financeira e oferta ativa.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.5: Uso de aplicativos em dispositivos móveis (<i>Mobile banking</i>)				
Descrição: Nos aplicativos para clientes são disponibilizadas informações e transações diversas como consulta a saldos, realização de transferência de valores e contratação de empréstimos, mas também realiza oferta ativa de produtos e <i>chat online</i> com funcionários. No B4.0, a instituição possui aplicativos para os funcionários realizarem suas operações colaborando para a melhoria dos processos.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.6: Comercialização de criptomoeda própria ou atua neste mercado				
Descrição: Utilização de criptomoeda própria ou atua na operação financeira que envolve a compra e venda de criptomoedas.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.7: Uso de tecnologia POS (<i>Point of Sale</i>) e e-commerce				
Descrição: Existência de tecnologia POS em máquinas físicas para realização de vendas, como também, tecnologia para pagamentos via internet com segurança.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.8: Tecnologia para o open banking				
Descrição: Existência de tecnologia para o <i>open banking</i> colaborando para o compartilhamento de informações financeiras. De forma consolidada, e atuando na oferta ativa via aplicativo e no atendimento ao cliente, o Banco estimula este compartilhamento que colabora com a melhor oferta de produtos personalizados.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.9: Tecnologias biométricas				
Descrição: Aplicação de tecnologia biométrica e facial para fins de segurança de dados no aplicativo para celular e nos terminais de autoatendimento.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.10: Tecnologia de cibersegurança				
Descrição: Utilização de sistema de proteção de dados e dispositivos de rede contra ataques de qualquer natureza utilizando-se, por exemplo, da tecnologia <i>blockchain</i> . No B4.0, a instituição possui diversas tecnologias de <i>cibersegurança</i> nos processos internos e no atendimento ao cliente de forma robusta.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.11: Utilização de API's (<i>Application Programming Interface</i>) para conectar-se a outros aplicativos				
Descrição: Utilização de API's para criação de interface com outros aplicativos não elaborados pela própria instituição, mas que trazem benefícios para os clientes, por exemplo, API's para geração de QRCODE de pagamento.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.12: Inteligência Artificial em processos, tomada de decisão e análise comportamental				
Descrição: Realização de análise de dados e informações dos clientes através da Inteligência Artificial, bem como, utiliza a tecnologia para tomada de decisão e aprimoramento dos processos. A tecnologia é aplicada na análise comportamental de clientes de forma ampla, gerando oferta ativa de produtos e serviços de forma personalizada.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.13: Simulação de cenários futuros através de <i>software</i> orientado por dados				
Descrição: Utilização de simuladores por <i>software</i> de cenários futuros para análises econômicas, previsão de resultados, por exemplo, com atuação de tecnologias do B4.0 disponibilizando dados, informações <i>online</i> e resultados.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.14: Compatibilidade digital				
Descrição: Os produtos e serviços disponíveis digitalmente podem ser utilizados para todos os sistemas operacionais existentes no mercado, tais como IOS e Android, para celulares, ou Windows e MacOS, para computadores, por exemplo.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.15: Colaboração do setor de TI para o desenvolvimento de produtos				
Descrição: O setor de tecnologia é o ponto focal do projeto de produto e possui equipes multidisciplinares envolvidas na elaboração de produtos e serviços.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

2. Dimensão Clientes

Item de Maturidade 2.1: Digitalização do atendimento				
Descrição: O atendimento bancário pode ser realizado digitalmente através de aplicativos em diversos dispositivos. O atendimento é personalizado ao cliente de forma digital para realizar consultas e transações financeiras através de aplicativo.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 2.2: Integração do cliente no desenvolvimento de produtos				
Descrição: O cliente participa do projeto de produtos e serviços. Assim, no B4.0 a instituição realiza pesquisas por telefone e aplicativo para qualificar a opinião dos clientes, como também, realiza testes-piloto com clientes acerca de produtos e serviços.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 2.3: Utilização de dados relacionados ao cliente				
Descrição: Utilização de dados dos clientes e informações de comportamento captados por meio de IA para formulação de estratégias de atendimento e criação/aprimoramento de produtos e serviços realizando oferta personalizada.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 2.4: Coleta de informações de uso do produto				
Descrição: A utilização dos produtos e serviços no B4.0 é monitorada e as informações tratadas por tecnologias da informação e comunicação, de forma a alimentar o processo de melhoria contínua, bem como, para a oferta personalizada aos clientes.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

3. Dimensão Pessoas e Cultura

Item de Maturidade 3.1: Competência nas tecnologias de informação e comunicação (TIC)				
Descrição: Os funcionários possuem competências para utilizar as novas tecnologias do B4.0 e colaboram cotidianamente com o avanço das melhorias.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.2: Conscientização de funcionários que não atuam em TI para as tecnologias do B4.0				
Descrição: Os funcionários no B4.0 que não atuam na TI sabem da importância da implementação das tecnologias do B4.0 e colaboram com seu desenvolvimento e implementação através de canais de troca de informações.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.3: Conscientização de funcionários que não atuam em TI para segurança cibernética				
Descrição: Os funcionários no B4.0 que não atuam na TI sabem da importância quanto à segurança cibernética e colaboram para efetiva proteção de dados e informações, bem como, da criação de novas soluções de <i>cibersegurança</i> .				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.4: Flexibilização de arranjos de trabalho				
Descrição: As equipes de trabalho no B4.0 podem ser flexíveis quanto às atividades realizadas, bem como, as equipes podem ser multidisciplinares.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.5: Autonomia dos trabalhadores nos processos				
Descrição: Os funcionários têm autonomia nos processos que participam para identificar melhorias e implementá-las.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.6: Experiência com o trabalho interdisciplinar				
Descrição: O trabalho executado nas equipes pode ser considerado interdisciplinar, podendo ser mutáveis de acordo com o projeto.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.7: Experiência com o trabalho remoto				
Descrição: Atuação na implementação de trabalho remoto ou <i>home office</i> , bem como, em arranjos de trabalho flexíveis, tais como o modelo híbrido (<i>home office</i> e presencial).				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.8: Formação contínua no local de trabalho				
Descrição: No local de trabalho, o funcionário tem formação contínua e colaborativa entre os membros da sua equipe e da Instituição.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.9: Treinamento para o B4.0				
Descrição: Realização de treinamento constante com os funcionários acerca das tecnologias do B4.0, sendo estimulados através de cursos e mentorias.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.10: Cultura de inovação aberta				
Descrição: Existência de um ambiente de cultura de inovação entre os funcionários em busca de novas soluções tecnológicas para os clientes, como também, para melhoria dos processos.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.11: Cultura organizacional voltada para a digitalização				
Descrição: Cultura organizacional voltada para a digitalização dos processos, produtos e serviços.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

4. Dimensão Estratégia e Liderança

Item de Maturidade 4.1: Implementação do B4.0 incorporada no Planejamento Estratégico				
Descrição: A implementação do B4.0 está inserida no Planejamento Estratégico, bem como, há um roteiro para o avanço das tecnologias bancárias neste contexto.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 4.2: Coordenação central das atividades do B4.0				
Descrição: Existe uma equipe que coordena a implementação da estratégia do B4.0, que realiza trabalhos multidisciplinares e interdepartamentais para tal.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 4.3: Recursos financeiros para a implementação total do B4.0				
Descrição: Existem recursos financeiros específicos e robustos para a implementação total do B4.0, com o objetivo de se tornar referência no mercado em investimentos em tecnologia para o B4.0.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 4.4: Comunicação das atividades para a implementação do B4.0				
Descrição: A comunicação entre as equipes responsáveis pela implementação do B4.0 tem uma estrutura organizada, digital e <i>full time</i> para evitar desinformação.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 4.5: Avaliação dos riscos para o B4.0				
Descrição: Os riscos para a implementação do B4.0 são avaliados de forma robusta e coordenada, realizando correções constantemente.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 4.6: Motivação dos gestores para realizar o B4.0				
Descrição: Os gestores estão motivados a implementar o B4.0 na organização através das tecnologias e das práticas em suas equipes, exercendo esse papel de forma constante no ambiente de trabalho estimulando a capacitação e proposição de soluções.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 4.7: Gestores capacitados para o B4.0				
Descrição: Os gestores estão capacitados para implementação do B4.0, sendo disseminadores de conhecimento em seu ambiente de trabalho.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 4.8: Parceria com <i>fintechs</i> e <i>startups</i>				
Descrição: Realização de parcerias com <i>fintechs</i> e <i>startups</i> para criação de soluções financeiras que agregam valor aos seus produtos e serviços, bem como, colaboram para a melhoria do atendimento digital.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

5. Dimensão Governança

Item de Maturidade 5.1: Regulamentações trabalhistas para o trabalho digital				
Descrição: Existe regulamentação e/ou discussão acerca do trabalho digital para os funcionários de forma robusta e abrangente, bem como, já existe implementação dessas práticas podendo ser visualizados resultados.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 5.2: Governança de dados (coleta, uso e análise de dados por <i>Big Data</i>)				
Descrição: São adotados padrões internos para coleta, uso e análise de dados, ou seja, quem e quais dados podem ser utilizados.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 5.3: Proteção de Dados				
Descrição: Existe uma estrutura robusta e consolidada para garantir a integridade dos dados e informações utilizadas, bem como, assegurar o que determina a Lei Geral de Proteção de Dados e demais legislações de sigilo bancário.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 5.4: Responsabilidade Social Corporativa				
Descrição: Existem diretrizes de autorregulação integrada a sua Estratégia Corporativa acerca das boas práticas de Responsabilidade Social Corporativa.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

ARTIGO 03

Avaliação da Maturidade do *Banking 4.0* em um Banco Múltiplo Brasileiro. Resumo

Esta pesquisa realiza a aplicação de um Modelo de Avaliação da Maturidade (MM) para o Banking 4.0 (B4.0) através de um estudo de caso em um Banco Múltiplo Brasileiro (Banco X). Para tanto foram alcançados os seguintes objetivos específicos: (i) realização de uma pesquisa bibliográfica acerca do B4.0 e Indústria 4.0 (I4.0) apresentando tecnologias e práticas; (ii) definição de um MM para o B4.0 com estrutura e método de quantificação da maturidade; (iii) apresentação de resultados e discussão do estudo de caso; e as contribuições e limitações da pesquisa. Foi possível elaborar um MM composto por cinco dimensões (Tecnologia, Clientes, Pessoas e Cultura, Estratégia e Liderança e Governança), quatro níveis de maturidade (Inicial, Gerenciado, Integrado e Referenciado) e itens de maturidade. O Modelo proposto é composto por dois roteiros de questões sendo um de avaliação de desempenho do Banco e outro determinação do grau de importância dos itens a fim de subsidiar o cálculo da Maturidade Global. Após a finalização do estudo de caso obteve-se a Maturidade Global do Banco X que está no nível Referenciado. A contribuição da pesquisa para o campo teórico foi a elaboração do modelo em um contexto de escassez de trabalhos na área. Na prática deve colaborar com os gestores do Banco X para mapeamento de lacunas e formulação de estratégias para melhorar seu desempenho, como também, pode ser utilizado por outros Bancos para esta avaliação e planejamento.

Palavras-chave: Indústria 4.0, *Banking 4.0*, Modelos de Avaliação da Maturidade

Abstract

this research applies a Maturity Assessment Model (MM) for Banking 4.0 (b4.0) through a case study in a Brazilian Multiple Bank (Bank X). To this end, the following specific objectives were achieved: (i) carrying out a bibliographical research on B4.0 and Industry 4.0 (I4.0) presenting technologies and practices; (ii) definition of an MM for B4.0 with structure and method of maturity quantification; (iii) presentation of results and discussion of the case study; and the contributions and limitations of the research. It was possible to elaborate a MM composed of five dimensions (Technology, Clients, People and Culture, Strategy and Leadership and Governance), four maturity levels (Initial, Managed, Integrated and Referenced) and maturity items. The proposed Model is composed of two scripts of questions, one of which assesses the Bank's performance and the other determines the degree of importance of the items in order to support the calculation of the Global Maturity. After completing the case study, the Global Maturity of Bank X was obtained, which is at the Referenced level. The contribution of the research to the theoretical field was the elaboration of the model in a context of scarcity of works in the area. In practice, it should collaborate with Bank X managers to map gaps and formulate strategies to improve its performance, as well as being used by other Banks for this assessment and planning.

Keywords: Industry 4.0, Banking 4.0, Maturity Assessment Model

1. Introdução

As tecnologias emergentes e disruptivas recentes tem trazido mudanças significativas na cadeia de valor de todos os segmentos produtivos e de serviços, bem como, mudanças radicais na sociedade capazes de gerar novas formas de relações com os clientes e potencializar os resultados corporativos (Santos & Martinho, 2020). A Indústria 4.0 (I4.0) definida em seu conceito inicial como um projeto do governo Alemão para divulgação e ampliação das novas tecnologias e práticas industriais ligadas à otimização e digitalização, da produção vem ganhando espaço nas discussões científicas (Gupta, 2021). Para Narula et al. (2020), as várias tecnologias emergentes são responsáveis pelo surgimento de novos modelos de negócios focados em redução de custos, produtos personalizáveis e o cliente como foco.

A digitalização associada à I4.0 foi implementada, em um primeiro momento, no setor industrial com o objetivo de criar fábricas inteligentes altamente conectadas em prol da redução de custos, criação de sistemas autônomos, integração entre pessoas, máquinas e processos, como também, cadeias de suprimentos interconectadas (Caiado et al., 2021). Narula et al. (2020) citam alguns *drivers* de tecnologia da I4.0, tais como: robótica avançada, manufatura aditiva, realidade aumentada, modelagem e simulação de produtos e processos, internet das coisas (do inglês *internet of things* - IoT), computação em nuvem e análise de *Big Data*. Para Oztemel e Gursev (2020), a IoT, o CPS (*Cyber Physical Systems*) e a M2M (*Machines to communicate*) são as principais tecnologias da I4.0 e conferem aos sistemas a capacidade de comunicação fácil entre máquinas tornando o sistema mais consistente, ágil e robusto com recursos inteligentes.

No setor bancário essa revolução tecnológica também está presente e vem trazendo consigo alternativas para o melhor atendimento ao cliente através da personalização de produtos e serviços em aplicativos *mobile* em celulares e *tablets*, por exemplo, chamados de *mobile banking* ou *e-banking* (Anifa et al., 2022). A presença da I4.0 no ambiente financeiro também chamado de *Banking 4.0* (B4.0) representa as novas tecnologias neste setor e as oportunidades que tais mudanças podem trazer ao colaborar para o desenvolvimento econômico atrelado aos investimentos que o crescimento desse setor pode trazer. Gu et al. (2021) ratificam isso ao afirmar que a inovação tecnológica em informação e comunicação tem uma associação direta com o desempenho, rentabilidade e desenvolvimento do setor financeiro que, por consequência, representa impulso na economia local e nacional.

Halaska et al. (2020) salientam que as empresas e bancos precisam, no contexto da I4.0, compreender o estágio de maturidade que essas instituições possuem na implementação das tecnologias e práticas digitais em busca de contribuir para obtenção de vantagem competitiva. Os modelos de avaliação da maturidade (MM) surgem como ferramenta para contribuir com as empresas neste processo visto que possuem uma estrutura conceitual composta por partes que definem a maturidade ou *status* de desenvolvimento da área de interesse (Santos & Martinho, 2020). A suposição para os MM's é de que à medida que o grau de maturidade aumenta, melhor se avança em diferentes aspectos que contribuem para o amadurecimento do objeto de estudo.

Lasrado e Andersen (2015) afirmam que comumente os MM's tem uma estrutura composta por cinco componentes: (i) os níveis, que são como estágios até um nível de abstração mais alto; (ii) as dimensões, que são as áreas de avaliação corporativa; (iii) as subcategorias, que criam subtópicos temáticos das dimensões; (iv) o método de cálculo da maturidade; e por fim, (v) as perguntas de avaliação. A literatura acerca dos MM's é ampla visto que pode ser aplicada em qualquer domínio em que se visualize etapas de progressão até um objetivo final (De Bruin et al., 2005). Para Wendler (2012), o propósito dos modelos que lidam com maturidade é delinear condições para que certos objetos examinados atinjam o melhor estado (perfeito) dentro do propósito pretendido.

No contexto do B4.0 os MM's são escassos tendo sido encontrada apenas a pesquisa de Bandara et al. (2019b) que propõem um MM com sete dimensões, cinco níveis de maturidade, fatores explicativos (subdimensões) e metodologia de cálculo da maturidade realizada por média simples em que as dimensões têm mesmo peso. Os autores salientam a importância da avaliação da maturidade no setor bancário devido a demanda crescente dos clientes que já experimentam as tecnologias da I4.0 em outros setores do seu cotidiano. Em outra pesquisa Bandara et al. (2019a) aplicam o modelo proposto em bancos do Sri Lanka através de um estudo de caso que utilizou 10 bancos deste país aplicando um roteiro de entrevistas semiestruturada para obtenção das informações para cálculo da maturidade.

Diante do exposto, este artigo tem a seguinte questão central **“qual o nível de maturidade de uma instituição bancária em relação ao *Banking 4.0*”?** Para tanto, pretende-se propor um MM para o B4.0 e testá-lo por meio de um estudo de caso em um Banco Múltiplo Brasileiro. Especificamente pretende-se: (i) apresentar um panorama conceitual acerca da I4.0 e B4.0, incluindo práticas e tecnologias; (ii) definir um modelo de avaliação de maturidade do B4.0 com sua estrutura e método de coleta de informações;

(iii) apresentar os resultados e discussões acerca do estudo de caso; (iv) apresentar as contribuições e limitações para MM's do B4.0.

O desenvolvimento deste artigo é importante por algumas razões. Sob o aspecto teórico, o artigo colabora com a literatura sobre MM no contexto de B4.0, dada a escassez de pesquisas. Além disso, a proposição e validação de um MM representa uma contribuição relevante, e que pode ser amplamente difundida dentro do contexto do setor bancário. Em termos práticos, a pesquisa colabora com a reflexão interna da Instituição em que foi realizado o estudo de caso acerca do estágio em que ela se encontra na implementação do B4.0 colaborando para que ela possa se planejar para alcançar o estágio mais avançado do modelo. Trazendo para o contexto dos bancos, a pesquisa apresenta uma ferramenta útil para colaborar com o diagnóstico de implementação do B4.0. Apesar da pesquisa de Bandara et al. (2019b) lançar o tema no meio científico, os autores não apresentam de forma detalhada o modelo, o que dificulta sua replicação e análise de outros pesquisadores, como também, não relevam a importância relativa de cada dimensão dentro do contexto do B4.0.

Este artigo está dividido em sete seções, incluindo esta introdução (Seção 01). A segunda e terceira seções discorrem sobre os pressupostos teóricos acerca da temática da pesquisa (banco 4.0 e modelos de maturidade). A Seção 4 descreve o método para o desenvolvimento e aplicação do modelo. A Seção 05 apresenta os resultados da aplicação do MM e discussão. Na Seção 6 constam a avaliação do modelo e sugestões de melhoria. Por fim, na Seção 07, as conclusões, contribuições e limitações de pesquisa são descritas

2. *Banking 4.0*

A sociedade contemporânea está vivenciando uma revolução disruptiva em todos os setores com a inserção não apenas de novas tecnologias, mas também de formas inovadoras de produção, relação com o cliente e hábitos sociais. Para Yun et al. (2021), esta fase, classificada como a 4ª Revolução Industrial, está associada a transformação da tecnologia em direção à digitalização, automação e servitização que para um nível empresarial significa a personalização de produtos voltado para um ambiente digital, integrado e interconectado de forma online. Sendo assim, a I4.0 pode ser definida como um novo paradigma em que há um controle sobre a cadeia de valor do produto voltado para o atendimento aos requisitos individualizados do cliente (Gupta, 2021). Essas novas necessidades foram moldadas no decorrer do surgimento das novas tecnologias trazendo

experiências diferenciadas de compra e utilização de serviços e produtos concomitante a disseminação da internet, motriz dessa fase (Zhong et al., 2017).

Dentre as tecnologias associadas à I4.0, a CPS (*Cyber Physical System*) é a mais representativa visto que é um sistema que integra computação e processos físicos em prol de um controle mais assertivo dos sistemas possuindo a capacidade de resposta efetiva aos *feedbacks* (Oztemel & Gursev, 2020). Para Machado e Alcácer (2019), a IoT também é uma tecnologia importante na I4.0, visto que aplica a internet nos objetos tornando-os capazes de interagir com outros objetos ou pessoas. Tanto na IoT quanto no CPS, a presença da internet é fundamental para a troca de informações, tomada de decisões e, inclusive, ajustes produtivos *online*, por exemplo. Para Zhong et al. (2017), a proposta da I4.0 com tais tecnologias é criar uma manufatura inteligente capaz de otimizar processos e criar produtos personalizados.

A Inteligência Artificial (IA) também é frequentemente citada como uma das tecnologias mais promissoras da I4.0 pois tem uma atuação na tomada de decisão, no gerenciamento de informações e na formação de sistemas cada vez mais inteligentes (Oztemel & Gursev, 2020). A IA é parte componente de outras tecnologias que associadas trazem maior otimização aos processos (Zhong et al., 2017). Um exemplo da IA com outras tecnologias é a integração com os robôs que os tornam capazes de se reconfigurarem rapidamente diante de alguma mudança no produto ou falha produtiva, por exemplo (Alcácer & Cruz-Machado, 2019).

O *Big Data* pode ser citado como uma tecnologia da I4.0 que tem por objetivo armazenar uma quantidade robusta de dados de forma a colaborar com a tomada de decisão (Oztemel & Gursev, 2020). Nesta tecnologia as empresas podem agregar a IA a fim de traduzir em informações dados dispersos que se transformam em oferta de produtos e serviços e análise de perfil do cliente (Jiao et al., 2021). Associada a funcionalidade de armazenagem de dados do *Big Data* é possível citar a Computação em Nuvem que possibilita o acesso à informação em tempo real e de qualquer local utilizando-se da Internet (Ghobakhloo, 2020). Sendo assim, percebe-se que essas tecnologias convergem entre si e se complementam em prol de uma produção mais eficaz voltada para a melhoria do resultado e atendimento ao cliente de modo *online*.

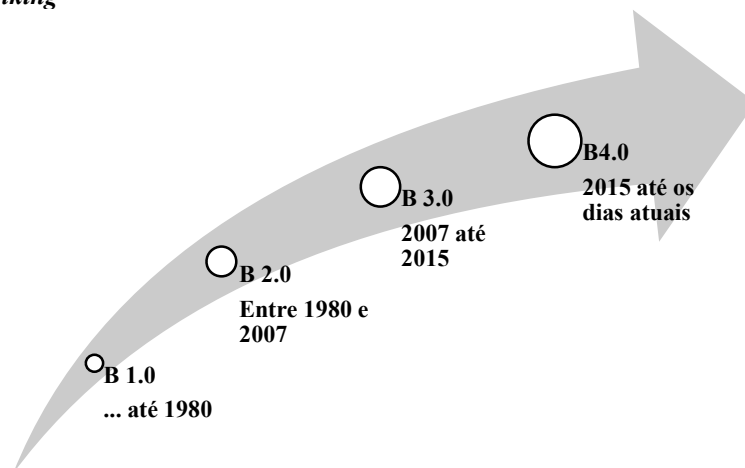
As tecnologias da I4.0 estão mudando não apenas a indústria, mas também os serviços, transportes e comunicação desenvolvendo sistemas integrados digitalmente e automatizados, ou seja, capazes transmitir e processar informações em massa, como também, de terem autonomia e capacidade de solucionar problemas (Mehdiabadi et al.,

2020). Para o setor bancário não foi diferente, ou seja, as tecnologias também estão revolucionando o setor através da entrega de produtos automatizados de alta qualidade, do estreitamento do relacionamento com o cliente e da redução de custos operacionais (A. Rahman & Abedin, 2021; Chenguang Wang et al., 2021).

Rahman (2021) salientam que a inovação tecnológica melhora a prestação de serviços dos bancos colaborando para a competitividade entre as instituições o que pode, por fim, alavancar o resultado do setor que deve buscar ampliar sua base de clientes, soluções e redução de despesas. Tanto a democratização do acesso aos serviços financeiros quanto o crescimento do setor associados às tecnologias atuais são ponto de discussão sobre a relevância que este movimento pode ter no resultado do PIB local e global no que tange ao aumento de investimentos e produtividade da economia (J. Gu et al., 2021). Neste contexto, surge o conceito de *Banking 4.0* (B4.0) que associa as tecnologias e práticas da I4.0 com o setor bancário (Mehdiabadi et al., 2020).

Na Figura 1 são apresentadas quatro fases do *Banking* até os dias atuais. O B1.0 pode ser caracterizado como aquele em que o atendimento era basicamente presencial em agências físicas com horário determinado (Mehdiabadi et al., 2020). No B2.0, com a inserção da internet e outras tecnologias como os caixas eletrônicos e máquinas leitoras de cartões o atendimento foi saindo da estrutura da agência trazendo maior autonomia para os clientes, bem como, os bancos iniciam uma atenção maior aos seus clientes e necessidades (King, 2010). A expansão do uso da internet e dos *smartphones* colaborou para o crescimento exponencial do ambiente digital dentro dos bancos de tal forma que o cliente passou a realizar mais transações via app mudando a forma de relacionamento com as instituições financeiras (B3.0) (Mehdiabadi et al., 2020). Por fim, a fase atual do B4.0 está pautada no avanço tecnológico sem precedentes que transformou as estruturas corporativas e a relação consumidor-banco considerando a intensificação em produtos personalizados, ampliação da oferta e informação (Chenguang Wang et al., 2021).

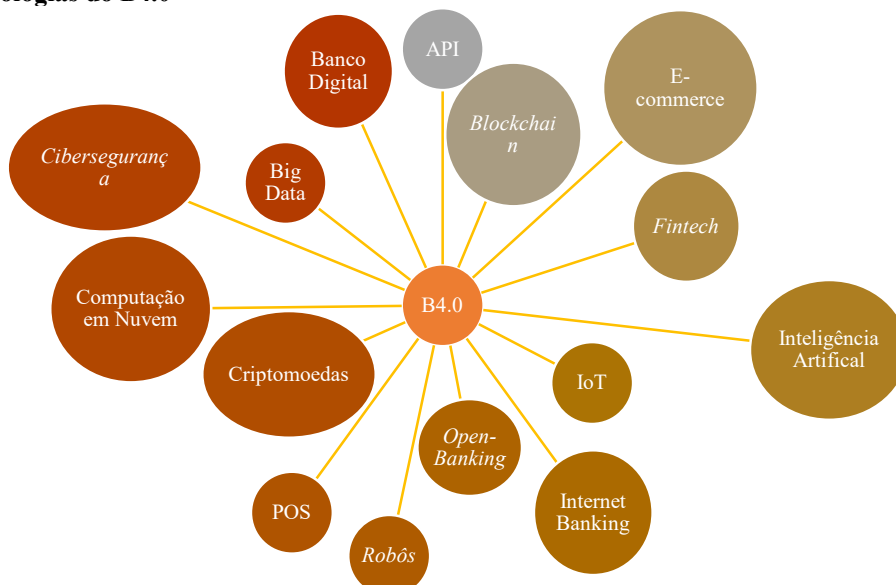
Figura 1:
Evolução do *Banking*



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Mehdiabadi (2020)

Neste contexto evolutivo, as tecnologias atuais buscam trazer novas formas de tratamento do cliente, oferta de produtos e serviços *on-line* personalizados, segurança de dados e otimização de estruturas corporativas colaborando para a redução de custos (Gupta, 2021; Thach et al., 2021). As tecnologias que se apresentam no B4.0 são as mais diversas tendo particularidades próprias para o setor em relação àquelas existentes na I4.0. Os robôs, por exemplo, que deixam de ter estruturas físicas robustas para uma linha de produção e passam a atuar juntamente com a IA na análise do comportamento do cliente auxiliando na jornada de compra. Associado a isto está a Computação em Nuvem que atua no armazenamento de dados protegidos por mecanismos de cibersegurança. Sendo assim, na Figura 2 são apresentadas algumas dessas tecnologias associadas ao B4.0.

Figura 2:
Tecnologias do B4.0



Dentre as tecnologias do B4.0 apresentadas na Figura 2 é possível ressaltar o API (*Application Programming Interface*) que tem por objetivo criar uma interface entre programas capaz de fazer com que o Banco capte informações em outras plataformas, como também, criar soluções entre a aplicação própria de um cliente e o Banco, a exemplo disto a geração de QRCODE em transações de pagamentos (Gupta, 2021). Neste mesmo ambiente de meios de pagamentos, o POS (*Point of Sale*) é uma tecnologia atrelada às máquinas móveis de pagamento que permitem às empresas realizarem vendas em qualquer local com internet (A. Rahman & Abedin, 2021). O *e-commerce* pode ser considerado um avanço do POS visto que inseriu esta tecnologia de transações financeiras nos sites possibilitando as compras *on-line* (P. Ajibade & Mutul, 2020).

O *internet-banking* é uma tecnologia que colabora no atendimento aos clientes para consultas, pagamentos, transferências e outras aplicações, mas também, no contexto do B4.0 colabora para a oferta de produtos personalizados (A. Rahman & Abedin, 2021). Para esta personalização, as instituições estão se adaptando ao sistema do *open-banking*, como também, estimulando seus clientes a aderirem dado que essa tecnologia consiste na permissão para que um banco seja capaz de verificar suas informações cadastrais e de produtos e serviços em outra instituição colaborando para uma oferta mais assertiva (Yun et al., 2021). Tal tecnologia colabora para uma maior competitividade entre os bancos que desenvolve o setor na medida em que estimula as instituições na oferta financeira (Jiao et al., 2021). Dentro deste contexto, as *fintechs* surgem como alternativa para serviços financeiros não ligados apenas à oferta de crédito, mas também de soluções digitais para o ambiente bancário ocorrendo muitas vezes em parcerias com os Bancos (Mehdiabadi et al., 2020).

Para Jiao et al. (2021) as *fintechs* são o principal impulsionador do setor financeiro atual como inovação em pagamentos, gestão de investimentos e mercados de capitais, por exemplo. Esta tecnologia ou ente tecnológico do B4.0, são empresas que trazem soluções dentro do escopo de inovação atual, mas não deve ser confundido com os Bancos Digitais. Estes consistem em instituições financeiras nativamente digitais, ou seja, não surgiram com e nem possuem atendimento presencial focando no relacionamento com o cliente através de aplicativos ou telefone (Gupta, 2021). Como já apresentado, tanto as *fintechs*, quanto os Bancos tradicionais e digitais estão atuando nos meios digitais. Neste ambiente a *cibersegurança* é um assunto crítico do setor que vem trabalhando para aprimorar as soluções de segurança através de validações biométricas e faciais, uso de cruzamento de

informações de IP e geolocalização, bem como, comportamento do consumidor (Yun et al., 2021).

De acordo com as tecnologias apresentadas, percebe-se que os avanços tecnológicos do setor financeiro estão em constante aprimoramento visando atender de forma mais digital possível seu cliente de acordo com suas necessidades. O B4.0 busca transcender fronteiras geográficas de modo que as instituições possam captar clientes gerando mudanças radicais nos modelos de negócios (A. Rahman & Abedin, 2021). Para Mehdiabadi et al. (2020), os clientes do B4.0 são mais jovens ou de meia-idade possuem expectativas e preferências diferentes, como também, estão mais conectados o que demanda mudanças estruturais nas instituições. Compreender este novo ambiente tecnológico, bem como, como alcançar o melhor desempenho é de suma importância para a sustentabilidade empresarial e do setor (Michal Halaška & Šperka, 2020).

3. Modelo de Avaliação da Maturidade

A I4.0 representa avanços tecnológicos ligados à internet e tecnologias de suporte capazes de integrar objetos físicos, atores humanos, máquinas inteligentes, linhas de produção e processos de forma além das fronteiras empresariais (Schumacher et al., 2016a). Dessa forma, para a Santos e Martinho (2020), se faz necessário que as empresas façam uma análise da situação atual e de seus objetivos estratégicos visando o médio e longo prazo, como também, quais tecnologias e sistemas estão e serão efetivamente implementados a fim de se posicionar dentro deste novo cenário competitivo. Um modelo de avaliação da maturidade (MM) é uma ferramenta que pode colaborar com esta avaliação, pois pode apresentar duas perspectivas: um caminho de evolução (perspectiva de ciclo de vida) ou melhorias potenciais ou desejadas (perspectiva de desempenho potencial) (Wendler, 2012).

Os MM's possuem estruturas semelhantes compostas por níveis de desempenho, que representam estágios cumulativos que identificam uma progressão lógica até o nível mais alto, como também, dimensões de análise, que são os domínios em que se pretende avaliar o desempenho empresarial (De Bruin et al., 2005). De Carolis et al. (2017), salientam a importância de se identificar quais são os processos relevantes para a transformação digital associada à I4.0 para que se possa definir as dimensões de avaliação e a estrutura do modelo.

Ao analisar a literatura, foram identificados vários modelos de maturidade para a I4.0, conforme se observa na Tabela 1. Todos eles possuem dimensões que possuem

semelhança entre si, bem como níveis que variam entre 3 e 10 níveis de maturidade (embora a maioria possua entre 3 e 5 níveis). Os MM foram desenvolvidos para diferentes setores, especialmente para o manufatureiro, e apenas um MM desenvolvido para o setor bancário, demonstrando quanto escassa é a literatura sobre MM para o B4.0, bem como o quanto são escassos os relatos empíricos sobre a temática.

Tabela 1:
MM para a I4.0

Q. níveis	Nome dos Níveis	Q. Dimensões	Nome das dimensões	Aplicação	Autores
4	Desenvolvimento e Excelência	3	Fábrica do futuro, Pessoas e Cultura, Estratégia	Setor de defesa	(Bibby & Dehe, 2018b)
4	Outsider, Iniciante Digital, Experiente e Especialista	7	Pessoas e Cultura, Estratégia organizacional, Conhecimento da I4.0, Cadeia de valor e processo, Tecnologia da Fábrica Inteligente, Tecnologia orientada para produtos e serviços, Tecnologia base da I4.0,	Manufatura	(Wagire et al., 2021)
6	Baixo, Ações piloto, Implementação Iniciada, Implementação Parcial, Implementação Avançada e Referência	5	Organizacional, estratégia, estrutura e cultura; Trabalhadores; Fábricas inteligentes; Processos Inteligentes; Produtos inteligentes e serviços	Setor automotivo	(Santos & Martinho, 2020)
6	Outsider, Iniciante, Intermediário, Experiente, Especialista e Top Performers	5	Estratégia e Organização; Fábrica Inteligente; Operações Inteligentes; Produtos Inteligentes; Serviços baseados em dados.	Manufatura de máquinas e equipamentos	(Rafael et al., 2020)
4	Tecnologias, Dados estruturados, Processos em tempo real, Inteligente	3	Pessoas, processos e Tecnologia	Setor automotivo	(Sjödin et al., 2018)
6	Iniciante, Realizado, Gerenciado, Estabelecido, Integrado e interoperado e Otimizado	3	Processo, Tecnologia e Organização	Manufatura	(Lin, Sheng, et al., 2020)
5	Não definido	9	Estratégia, Liderança, Clientes, Produtos, Operações, Cultura, Pessoas, Governança, Tecnologia	Setor aeroespacial	(Schumacher et al., 2016a)
4	Não definido	8	Tecnologia, Produtos, Clientes e Parceiros, Processos de criação de valor, Dados e Informações, Padrões Corporativos, Funcionários e Estratégia e Liderança	Manufatura	(Schumacher et al., 2019)
5	Inexistente, Conceitual, Gerenciado, Avançado e Auto-otimizado	7	Clientes, Logística, Fornecedor, Integração, Planejamento e controle da produção, Qualidade e Manutenção	Cadeia de suprimentos	(Caiado et al., 2021)
5	Inicial, Gerenciado, Definido, Integrado e Interoperado, Digital Orientado	5	Projeto e Engenharia, Gestão da Produção, Gestão da Qualidade, Gestão da Manutenção, Gestão Logística	Manufatura, mas sem aplicação	(De Carolis et al., 2017)
5	Ausente, Iniciante, Intermediário, Experiente e Especialista	10	Organização e Estratégia, Pessoas, Processos, Tecnologia, Clientes, Manufatura e Operações, Serviços, Tecnologia da Informação, Produtos e Cultura	Teórico	(Hajoary, 2020)
5	Não definido	5	Design do Produto, Planejamento da Manufatura, Engenharia da Manufatura, Execução da Manufatura e Serviços	Manufatura, mas sem aplicação	(Dutta et al., 2020)

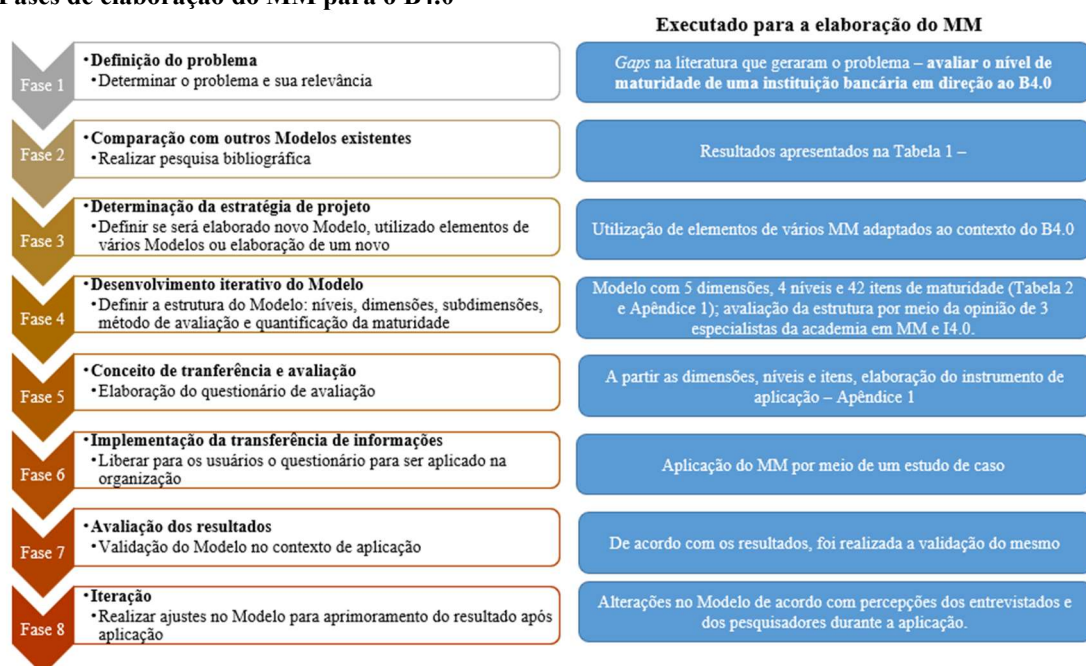
Q. níveis	Nome dos Níveis	Q. Dimensões	Nome das dimensões	Aplicação	Autores
6	Avaliado, Realizado, Gerenciado, Estabelecido, Integrado e Interoperado e Otimizado	4	Organização, Transformação, Processo e Tecnologia	Manufatura	(Lin, Wang, et al., 2020)
5	Inicial, Gerenciado, Definido, Estabelecido e Digital Orientado	7	Produtos e Serviços, Tecnologia e Recursos, Estratégia e Organização, Operações, Clientes, Governança e Funcionários	Banco	(Bandara et al., 2019b)

4. Método para o desenvolvimento e aplicação do MM para o B4.0

Para o desenvolvimento do MM para o 4.0 as fases propostas por Becker et al. (2009) foram adotadas, conforme se observa na Figura 3. Esses autores propõem um método robusto para a elaboração de MMs tendo sido utilizado em trabalhos como Schumacher et al. (2016a), De Carolis et al. (2017), Caiado et al. (2021) e Pirola et al. (2020), sendo, portanto, o método selecionado para a proposição do MM para o B4.0.

Os autores consideram que após a definição do problema, que foi apresentado na introdução deste artigo (Fase 1), é necessário analisar a literatura e comparar os modelos existentes (Fase 2), tarefa executada e sintetizada na Tabela 1. De acordo com Becker et al. (2009) a pesquisa bibliográfica e a comparação entre modelos existentes é um meio de obtenção de dados para a elaboração de um MM, e os MM apresentados na Tabela 1 foram utilizados para embasar o MM para o B4.0.

Figura 3:
Fases de elaboração do MM para o B4.0



A próxima fase (3) consistiu em definir a estratégia do projeto do MM. Nesta fase se verificou que a literatura apresentava MM da I4.0 com foco especial para o setor manufatureiro. Dessa forma, foi analisado o quão aderentes às características das operações bancárias eram os MMs descritos na Tabela 1, sendo realizadas algumas adaptações para o contexto ora em estudo.

Na Fase 4 foram definidas as características do MM, sendo composto por 5 dimensões, 4 níveis e 42 itens de avaliação (Tabela 2). Além disso, o MM proposto neste artigo considerou itens de maturidade, tal como proposto no Modelo de Schumacher et al. (2019) que possui 8 dimensões e 5 níveis de maturidade e 65 itens de maturidade para avaliar cada dimensão. Esses itens foram distribuídos pelos autores entre as dimensões para avaliar a maturidade dentro do contexto da I4.0. Devido a representatividade em citações na base de artigos *web of Science* das pesquisas de Schumacher et al. (2016a) e Schumacher et al. (2019), esta abordagem de itens também foi adotada no MM que está sendo proposto. A Tabela 2 também mostra as características dos níveis de maturidade, bem como a escala de maturidade de acordo o nível.

Tabela 2:

Estrutura do MM para o B4.0

Dimensões (5)				
Tecnologia	Clientes,	Pessoas e Cultura	Estratégia e Liderança	Governança
Avalia a implementação das diversas tecnologias do B4.0 dentro dos Banco tais como: IoT, Inteligência Artificial, Computação em Nuvem, API's	Mensuram a participação dos clientes na elaboração de produtos, digitalização do atendimento e utilização e coleta de dados dos clientes na utilização dos canais do Banco a fim de detectar oportunidades de negócio	Tem por base a avaliação da qualificação dos funcionários quanto às tecnologias do B4.0, a utilização de arranjos de trabalho flexíveis, como também, da inserção da cultura digital entre os funcionários.	Aborda como a Instituição agrega os preceitos do B4.0 na estratégia corporativa, a percepção das lideranças nesse contexto, como está organizada a estratégia de implementação do B4.0 e, por fim, as parcerias externas com <i>fintechs</i> e <i>startups</i> .	Trata das práticas de <i>compliance</i> de uso de dados e informações, legislação trabalhista e práticas de Responsabilidade Social Corporativa
Itens (42)				
15	4	11	8	4
Níveis (4)				
Inicial	Gerenciado	Interoperado	Referenciado	
O Banco utiliza tecnologias e práticas do B4.0 em algumas formas de atendimento ao cliente e em seus processos. Caixas eletrônicos, leitores de cartão (POS) e atendimento <i>online</i> estão presentes de forma incipiente, sem personalização.	O Banco utiliza tecnologias e práticas do B4.0 através do uso da internet em seu atendimento ao cliente, em aplicativos de <i>smartphones</i> , e nos processos internos. Evolução do autoatendimento bancário. Neste nível os bancos se utilizam da internet para transitar dados, realizam gerenciamento dos clientes por CRM, possuem controle e medidas de segurança de dados	O Banco aplica as tecnologias e práticas do B4.0 através do atendimento digital, oferta ativa de produtos e serviços. A organização já implementou as tecnologias do B4.0 para gerenciamento de clientes e processos, segurança de dados e informações, como também, se utiliza de informações em tempo	O Banco é referência no setor financeiro acerca da implementação das tecnologias do B4.0, com sólida infraestrutura tecnológica, integração informatizada entre os setores, segurança de dados e informações. A organização está totalmente formada para a utilização das tecnologias do B4.0 e voltada para	

Algumas tecnologias do B4.0 já estão presentes nos processos internos e externos. O Banco compreende a necessidade de implementação do B4.0, mas não tem estratégia definida	e tem uma estratégia definida para o alcance do B4.0. Os colaboradores já compreendem as competências para implementação do B4.0. Existe um roteiro para a implementação do B4.0, mas ainda não totalmente estabelecido.	real, personalização de atendimento e plataformas digitais <i>online</i> para clientes internos e externos. A tomada de decisão e gestão de ativos tem o suporte das tecnologias do B4.0. Os conceitos de integração e interoperabilidade são utilizados para melhorar o intercâmbio de informações.	sua aplicação e aperfeiçoamento constante. A estratégia do Banco está focada para a melhoria contínua do atendimento ao cliente e dos processos associados ao avanço das tecnologias do B4.0. A instituição como um todo está voltada para o digital em suas práticas cotidianas em prol da melhor entrega de produtos e serviços aos clientes
Escala de maturidade de acordo com o nível			
0,00 – 1,25	1,25 – 2,50	2,50 – 3,75	3,75 – 5,00

Convém destacar que o MM avalia os 42 itens de maturidade conforme dois requisitos: o nível de desempenho, para obtenção da informação de qual estágio a instituição está no item, e o grau de importância, que avalia e determina o peso de cada item dentro do contexto do B4.0. Na Tabela 3 constam os valores correspondentes para cada resposta do Modelo e que servirão para o cálculo da Maturidade Global (MG).

Tabela 3:

Valores referência para os itens de maturidade

Nível de Desempenho											
0	Não existe	1	Muito fraco	2	Fraco	3	Razoável	4	Forte	5	Muito Forte
Grau de Importância											
1	Muito Baixa	2	Baixa	3	Média	4	Alta	5	Muito Alta		

Na Equação 1 encontra-se o método de cálculo da maturidade dos itens e a global para o Banco. Sendo assim, serão utilizados os dados coletados no estudo de caso acerca dos valores de referência que constam na Tabela 3 para a obtenção dos valores finais da maturidade das dimensões e global do Banco

Equação 1: Método de cálculo da maturidade das dimensões e global

$$MD_j = \frac{\sum_{i=1}^n M_i \times P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

M_i = Maturidade do item i

P_i = Peso do item i

MD_j = Maturidade da dimensão j

$$MG = \frac{\sum_{j=1}^n MD_j \times P_j}{\sum_{j=1}^n P_j}$$

P_j = Peso da dimensão $j = \sum_{i=1}^n P_i$

MG = Maturidade global

A maturidade de cada dimensão (MD_j) é o somatório das médias ponderadas de todos os itens ($M_i \times P_i$) dividido pelo somatório dos pesos dos itens da referida dimensão

(P_i). A maturidade Global (MG) é o somatório das médias ponderadas das dimensões ($MD_j \times P_j$) dividida pelo somatório dos pesos (P_j).

4.1 Método para o Estudo de Caso

Para a aplicação do MM proposto, o método de estudo de caso se mostrou o mais adequado, dada a natureza exploratória da pesquisa (temática emergente) e com poucos resultados empíricos relatados na literatura. O método de estudo de caso, também é relevante para esta pesquisa dado seu caráter empírico investigativo de um fenômeno dentro de um contexto contemporâneo (Cauchick-Miguel et al., 2012). Além disso, segundo o método proposto por de Becker et al. (2009), a além de propor o MM em si, é necessário que este seja aplicado em uma organização (Fase 6) bem como avaliado (Fase 7), conforme descrito na Figura 3. Além disso, a realidade subjetiva dos indivíduos envolvidos na pesquisa é considerada relevante e contribui para o desenvolvimento da pesquisa (Cauchick-Miguel et al., 2012), que no contexto desta pesquisa será importante para validar o modelo e realizar ajustes no mesmo (Fase 8 – Figura 3).

Dessa forma, com a aplicação do Modelo de Avaliação da Maturidade pretende-se compreender a dinâmica da Instituição Bancária no que tange as suas particularidades dentro do contexto do B4.0 e associando às percepções dos indivíduos que dela fazem parte. A seguir, os procedimentos para a aplicação do estudo de caso serão descritos, conforme sequência proposta por Cauchick-Miguel (2012), mas considerando também as Fases de elaboração do MM para o B4.0 representadas na Figura 3.

4.1.1 Definição de uma estrutura conceitual teórica e planejamento do estudo de caso

Para Cauchick-Miguel et al (2012), nesta fase a teoria colabora com a identificação de lacunas a fim de justificar a pesquisa e formular o problema de pesquisa, conforme já estruturado e descrito de forma resumida na Figura 3, que também consistiu na primeira fase da elaboração do MM. Dessa forma, após ampla revisão da literatura, foi possível desenvolver um MM para o B4.0, que foi descrito de forma sintetizada na Tabela 2.

Uma vez definido a estrutura conceitual representada pelo próprio MM, a próxima etapa consistiu na escolha da quantidade de casos e tipologia. Optamos pelo estudo de caso único visando permitir maior aprofundamento e riqueza da coleta de dados, mesmo sabendo da limitação para generalização dos resultados Cauchick-Miguel et al.(2012).

Outro fator para a seleção do caso se deu em função viabilidade de tempo e disponibilidade de acesso à uma Instituição Financeira Nacional. Para Yin (2015) tais fatos não devem ser relevantes sob pena de prejudicar a validade do estudo, no entanto, ele afirma, posteriormente, que precisam ser justificadas as escolhas para deixar claros os passos seguidos. Sendo assim para a selecionar a Instituição Financeira que seria aplicada o MM proposto foram utilizadas duas prerrogativas: ser um Banco Múltiplo dentre os maiores em Lucro Líquido do Brasil e acesso à gestão de pessoas.

Acerca do acesso é possível salientar que devido à estrutura organizacional complexa o fato da autora ser funcionária de uma Instituição com o perfil desejado colaborou com a escolha desta para a pesquisa. O acesso às instituições deste porte comumente é dificultado visto a burocracia para alcançar a Alta Administração devido à protocolos internos. Para o fator tempo tal processo burocrático poderia intervir na execução e conclusão da pesquisa de aplicação do MM para o B4.0. Por fim, a Instituição Financeira para o estudo de caso é um Banco Múltiplo de economia mista brasileiro que possui 8 vice-presidências dentre elas a de Negócios Digitais e Tecnologia, foco desta pesquisa. Por questões de sigilo a instituição será denominada de Banco X.

De acordo com o Banco Central do Brasil (BACEN, 2023), um Banco é uma instituição financeira especializada em intermediar o dinheiro entre poupadores e tomadores de crédito, bem como, fornecer serviços e produtos financeiros. Um Banco Múltiplo é caracterizado por ter uma carteira comercial, baseada nessa intermediação financeira citada, como também, ter uma carteira de câmbio, que transita operações em moedas diferentes, e/ou de investimento, que realiza empréstimo de capital fixo ou giro (BACEN, 2023). Neste estudo de caso o Banco Múltiplo escolhido possui carteira comercial, de câmbio e de investimento, bem como, possui economia mista em que há comercialização de ações da Bolsa de Valores tendo o governo participação no capital.

4.1.2 Instrumentos para coleta de dados

Tomando como base o MM para o B4.0, apresentado na Tabela 2, foi elaborado um instrumento de coleta de dados que consiste em um questionário de avaliação (Apêndice 1 – contemplando a Fase 5, Figura 3). O questionário possui duas perguntas para cada Item de Maturidade estabelecido. Além disso, o questionário foi estruturado em duas partes: uma que avalia o desempenho do Banco em cada item e outra que avalia o grau de importância dos itens para o B4.0. O instrumento foi aplicado por meio de entrevistas com funcionários lotados na Diretoria de Negócios Digitais e Tecnologia visto

que nesta estrutura organizacional encontram-se especialistas nas cinco dimensões elencadas no MM para o B4.0 proposto. Para Yin (2015), a coleta de dados por meio de entrevistas tem pontos fortes, tais como, foco nos tópicos do estudo de caso e percepções pessoais do problema; e fracos, como parcialidade devido às questões mal articuladas e incorreções ligadas à falta memória.

Considerando a extensão do roteiro e visando alcançar respostas mais específicas o modelo foi dividido em três blocos de acordo com as dimensões: Tecnologia e Clientes; Pessoas e Cultura; e Estratégia e Governança. Para cada bloco foram realizadas duas entrevistas sendo uma para a avaliação do desempenho e outra para o grau de importância dos itens. Os perfis dos entrevistados estão descritos na Tabela 4, como também, qual dimensão e roteiro ele foi entrevistado. A seleção dos entrevistados se deu pelo perfil funcional e atribuição de trabalho, como também, disponibilidade de tempo para a entrevista. Convém destacar que os s entrevistados selecionados possuem conhecimento profundo acerca das tecnologias do B4.0. Dessa forma, as informações internas obtidas a partir deles subsidiaram as respostas e foram bem embasadas, portanto, sem viés de alta performance da Instituição em todos os itens. Ou seja, as respostas tiveram justificativas fundamentadas e críticas com relação tanto ao desempenho institucional quanto a importância dos itens para o Modelo.

Tabela 4:

Descrição dos entrevistados

Entrevistado	Cargo	Dimensão da entrevista	Roteiro de entrevista	Tempo de duração das entrevistas	Data de realização das entrevistas
1	Especialista	Tecnologia e Clientes	Desempenho	57m43s	05/07/2023
2	Vice-Presidente de Inovação e Tecnologia	Tecnologia e Clientes	Grau de Importância	44m19s	13/07/2023
3	Gerente de Soluções	Pessoas e Cultura	Desempenho	16m23s	07/07/2023
4	Gerente Executiva	Pessoas e Cultura	Grau de Importância	14m29s	21/07/2023
5	Gerente Executiva	Estratégia e Governança	Desempenho	26m59s	14/07/2023
6	Gerente Executiva	Estratégia e Governança	Grau de Importância	17m50s	25/07/2023

Para a realização das entrevistas foi utilizado o aplicativo *Teams* pois os entrevistados estão localizados na sede do Banco X em Brasília. Desse modo, as entrevistas foram conduzidas seguindo o roteiro de análise do Apêndice 1 e a definição apresentada na Tabela 4 com relação a qual roteiro foi utilizado para cada entrevistado. No momento da entrevista o entrevistado foi orientado a dissertar sobre as questões

visando promover um diálogo que trouxesse mais informações do que a resposta direta das questões. Por fim, a cada pergunta o entrevistado atribuiu uma resposta direta conforme roteiro.

4.1.3 Análise dos dados e geração de relatório

Cauchick-Miguel et al. (2012) salientam que esta etapa normalmente é negligenciada pelos pesquisadores, mas é de suma importância que sejam elencados procedimentos de análise dos dados coletados. Tal afirmação é referendada por Yin (2015) que descreve o procedimento de análise dos dados pode ser embasado pela teoria existente que foi utilizada na definição dos objetivos originais. Para esta pesquisa foram realizadas as seguintes etapas para avaliação da maturidade do B4.0 na instituição

- (i) definição do grau de importância de cada item de maturidade de acordo com as respostas dos entrevistados e os pesos definidos para cada alternativa;
- (ii) definição do desempenho de cada item de maturidade de acordo com as respostas dos entrevistados através de ponderação com o grau de importância;
- (iii) cálculo da maturidade de cada dimensão por média ponderada;
- (iv) cálculo da Maturidade Global do Banco (ver Equação 01);
- (v) discussão dos resultados;

Convém destacar que na etapa de discussão dos resultados, as Fases 7 (avaliação dos resultados por meio da validação do MM no contexto de aplicação) e 8 (iteração que permite realizar ajustes no MM proposto após a sua aplicação) propostas por Becker et al (2009) para a elaboração do MM (Figura 3) foram levadas em consideração.

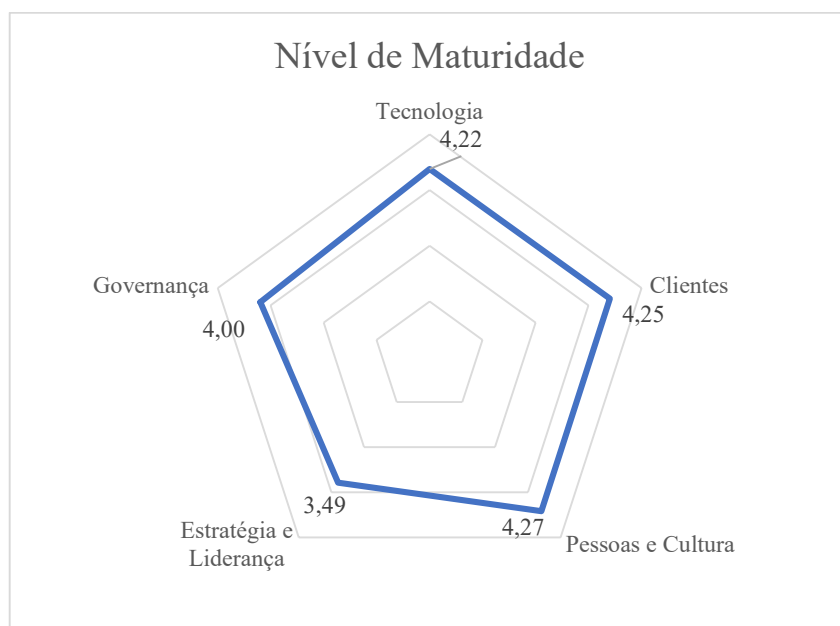
Por fim, a geração do relatório é representada especialmente pelas seções 5 e 6 deste artigo. Cauchick-Miguel et al. (2012) salientam a importância de que os resultados precisam estar relacionados com a teoria, desse modo, buscou-se utilizar o referencial teórico apresentado na Seção 2 não apenas para a construção do MM para o B4.0, mas também para validar os dados coletados e resultado final da maturidade da Instituição, bem como uma avaliação do modelo proposto.

5. Resultados da aplicação do modelo por meio de estudo de caso e discussão

A partir das entrevistas realizadas foi possível apresentar a maturidade da Instituição em relação ao B4.0 conforme demonstrado na Figura 4 que apresenta as dimensões e seus respectivos níveis de maturidade. Os parâmetros de linhas de grade

principal da Figura 4 estão de acordo com escala de maturidade de cada nível Tabela 2. A seguir, maiores detalhes sobre os resultados.

Figura 4: Níveis de Maturidade do Banco X



5.1 Dimensão tecnologia

O nível de maturidade desta dimensão foi de 4,22, estando no nível **Referenciado** que pode ser validado com o desempenho em inovação e ampla aplicação das tecnologias do B4.0 nos seus produtos, serviços e processos operacionais, conforme demonstrado pelo Entrevistado 1. Um exemplo da disrupção dessas tecnologias dentro da Instituição é a utilização de IoT no mapeamento e gerenciamento de propriedades rurais que tem seu financiamento feito pelo Banco X criando as “fazendas inteligentes”. Tal tecnologia colabora para controle de riscos e de produção gerando relatórios e abastecendo de informação o *Big Data* do Banco X.

Outra tecnologia fortemente aplicada são os robôs que estão presentes em diversos setores da instituição tal como em *chatbots*. As interações com os clientes ocorrem por meio de aplicativos com robôs que conseguem compreender e solucionar demandas, no entanto, o Entrevistado 1 salienta a deficiência de robôs conselheiros de investimento que já está presente na concorrência. Tao et al. (2021) salientam a importância destes robôs na ampliação dos serviços de consultoria de investimentos visto que ampliam o atendimento por meio dos aplicativos e reduzem despesas operacionais. Para o Entrevistado 2 a ampliação dos robôs vai permitir que os funcionários tenham mais tempo

para interagir com clientes e realizar suas atividades de forma mais otimizada visto a redução de demandas burocráticas.

Um *gap* indicado pelos entrevistados acerca de tecnologia é a comercialização de *criptomoedas* que foi apresentada com um nível fraco de desempenho e uma importância média. Para o Entrevistado 1 a comercialização de *criptomoedas* não está no patamar adequado com relação à concorrência visto que apenas clientes de alta renda tem acesso enquanto no mercado já existe disponibilização aberta para todos os públicos. O Entrevistado 2 salienta, no entanto, que esta tecnologia não deverá estar no escopo negocial da instituição de forma ampla, mas que é necessário avançar mais para possibilitar atender minimamente os clientes neste produto. Tal afirmação também é validada pelo Entrevistado 1 que afirma que as *criptomoedas* não estão no modelo de negócio do Banco X. Algo semelhante ocorre com a tecnologia POS que foi considerada pelos entrevistados como algo em desuso dado que essas máquinas de pagamento estão sendo substituídas pelo *e-commerce*, PIX (meio de pagamento instantâneo brasileiro), bem como, o Real Digital (versão digital da moeda Real brasileira). Para o Entrevistado 2, no entanto, todas essas tecnologias precisam estar associadas às demandas dos clientes e o Banco X precisa estar apto para disponibilizar todas elas.

Em consonância com o alinhamento frente às necessidades dos clientes, a tecnologia de API's foi citada como de extrema importância para a criação de soluções adequadas com o perfil das empresas e pessoas físicas. Tal tecnologia possibilita integração de sistemas e ampliação da atuação do Banco X nas transações. Como cita o Entrevistado 1, “é possível criar meios de pagamento e troca de informações dentro das empresas clientes, por exemplo, sem que o Banco apareça abertamente no site”. O Entrevistado 2 cita a importância da criação de plataformas com soluções de API's já pré-prontas que os clientes possam escolher e aplicar sem que tenha que se aguardar o Banco elaborar um específico para eles. O Banco X possui mais de 60 mil API's, segundo o Entrevistado 1, demonstrando a robustez do setor tecnológico e o compromisso em atender ao cliente.

Um contraponto a ser citado no que tange a dimensão Tecnologia se refere ao item de maturidade 1.3 “Armazenamento de informação descentralizado”. O Entrevistado 2 salienta que para a estrutura do Banco X, acerca da quantidade de sistemas interconectados e volume de banco de dados, esta estrutura é inviável do ponto de vista de segurança cibernética e arquitetura de tecnologia. Para ele, um Banco Digital recém surgido que tem sua origem já no digital, este armazenamento é mais viável diante de seu

volume de troca e armazenagem de dados e informações. Devido a isto, o Entrevistado 2 classificou com grau de importância Baixo o item. Isto pode ser complementado com a observação do Entrevistado 1 sobre o item de que o Banco X atualmente possui uma infraestrutura que centralizada com protocolo específicos de segurança para acesso aos dados, mas que os mais de cem mil computadores do Banco têm banco de dados específicos e criptografados. Sendo assim, o item não tem relevância para o contexto da realidade estudada, podendo isto ser alterado diante de cada contexto institucional em que o Modelo seja aplicado.

De modo geral, a dimensão Tecnologia e os itens de maturidade possuem desempenho de forte a muito forte demonstrando a solidez das tecnologias do B4.0 no Banco X. Por meio das entrevistas foi possível observar que a instituição é utilizada como referência para o Banco Central Brasileiro (BACEN) na implementação de tecnologias do sistema bancário. Um exemplo disto é o *open finance*, tecnologia de compartilhamento de informações entre instituições financeiras (Gupta, 2021), em que, segundo o Entrevistado 1, o Banco X foi utilizado como referência de implementação pelo BACEN, bem como, precursor de tratamento das informações obtidas em prol das estratégias de negócio. Com esta tecnologia associada a IA, IoT, entre outras, é possível compreender a jornada do cliente nos canais de atendimento e gerar ofertas assertivas, por exemplo.

Para Yun et al. (2021), o desafio dos Bancos é trazer maior engajamento dos *stakeholders* para aprimorar a experiência do cliente. Tal fato foi corroborado pelo Entrevistado 2 sobre a necessidade de se compreender a jornada do cliente e a personalização do atendimento seja de forma digital ou não. Mesmo Gupta (2021) afirmando a necessidade o Banco estar disponível em qualquer lugar e em qualquer hora entende-se que é preciso ter a percepção da real demanda dos clientes que muitas vezes preferem o atendimento presencial (Entrevistado 2). Nesse contexto a utilização de tecnologias do B4.0 devem contribuir para uma melhor gestão da carteira de clientes através do uso da IA, principalmente (Jiao et al., 2021). O Entrevistado 2 enaltece esta tecnologia diante da possibilidade de se levar esta tecnologia a patamares de interação entre clientes e robôs, oferta ativa de produtos e presença de soluções digitais além da IoT.

O uso do *mobile banking* é uma das principais tecnologias do B4.0 promovendo a possibilidade de consultas *online* e realização de transações (Bilan et al., 2019). Para o Entrevistado 1, o aplicativo do Banco X é o mais bem avaliado nas plataformas de *downloads* de app. Nesse contexto, Rahman e Abedin (2021) afirmam a necessidade em

investimento em segurança para combate a fraude *online*. Yun et al. (2021) salientam que o maior desafio do B4.0 é relativo à segurança sendo crítica a busca por proteção à acessos não autorizados de forma a reduzir ataques e danos aos clientes. Para o Entrevistado 1 o Banco X tem desempenho forte neste assunto ao ponto de ter uma Unidade de *Cibersegurança*. Berdykulova (2019) afirma que incidentes relacionados a vazamento de dados e fraudes causam uma reação em cadeia que pode afetar a reputação do Banco tendo como consequência danos financeiros. Sendo assim, o Banco estudado tem forte desempenho na segurança conforme apresentado pelos Entrevistados 1 e 2.

Outro aspecto a ser salientado é a redução de custos, entraves operacionais, melhoria da capacidade de resposta que o desenvolvimento das tecnologias do B4.0 podem trazer para as instituições (C. Wang et al., 2021). O Entrevistado 2 afirma que ao se ampliar as interações dos clientes no atendimento digital é possível liberar mão-de-obra para outras atividades. O Entrevistado 1 afirma inclusive que esta automação de processos chega no cálculo de limites de crédito, análise de riscos e precificação de taxas das operações, por exemplo. Tao et al. (2021) afirmam a necessidade de evolução das tecnologias de IA e robôs para auxiliar nesta otimização processos e atendimento ao cliente.

5.2 Dimensão clientes

Acerca da dimensão Clientes o nível de desempenho também está em **Referenciado** com valor de 4,25. De acordo com as entrevistas este nível está diretamente associado ao desempenho com relação às tecnologias amplamente utilizadas e desenvolvidas como supracitado. Para o Entrevistado 2, “é necessário avançar na personalização do atendimento não apenas no âmbito digital, mas de acordo com a necessidade do cliente”. Ou seja, para ele o cliente precisa ser atendido da forma que deseja e isto não está necessariamente ligado ao digital. Sendo assim, o Banco X precisa estar apto à estas nuances de canais de atendimento. Associado ao entendimento das percepções dos clientes está o uso de *Big Data* e IA que capta informações dos clientes e gera informações para melhoria das estratégias corporativas (Bilan et al., 2019). Para o Entrevistado 1, o Banco X tem desempenho Muito Forte com relação à coleta de dados dos clientes, mas precisa avançar na utilização dos dados. Sobre o tratamento dos dados, ele afirma este possui uma unidade de Inteligência Artificial comprometida, dentre outras atribuições, a desenvolver este aspecto.

A importância dos clientes no B4.0 é encontrada na literatura de forma recorrente visto que o foco é buscar solucionar de forma personalizada as suas demandas (Asif Rahman & Abedin, 2021). Para o Entrevistado 1 o Banco X ainda precisa avançar na utilização dos clientes para a elaboração e aprimoramento dos produtos e serviços ofertados. O Entrevistado 2 ratifica esta afirmação salientando que o Banco X faz pouco uso desta proximidade em projetos de criação ao mesmo tempo em que é de extrema importância o avanço neste item diante a concorrência do setor. Para este, o *open finance* vai colaborar com a melhor compreensão das necessidades dos clientes, coleta e tratamento de informações, mas ainda é preciso estar mais próximo ao cliente.

5.3 Dimensão pessoas e cultura

Na dimensão Pessoas e Cultura o nível de desempenho do Banco X mais uma vez foi considerado **Referenciado**, com valor de 4,27, estando associado, ao forte investimento de capacitação em tecnologia que a instituição realiza com os funcionários que dentro dos itens do Modelo, colabora com seu o desempenho. Para o Entrevistado 2 os funcionários têm desenvolvido conhecimento em tecnologias colaborando as soluções do Banco X nas TIC's, bem como, a implementação de equipes multidisciplinares está agregando novas experiências. Para o Entrevistado 4 a troca de informações entre os funcionários traz benefícios diversos, pois integra áreas de atuação em prol de melhores resultados. No entanto, este salienta que o conhecimento diverso não é tendência, mas sim a especialização. Ou seja, os funcionários devem ter competências específicas e os Bancos precisam criar equipes múltiplas, bem como, que elas possam ser dinâmicas em sua atuação. Para Santos et al.(2021), há uma demanda crescente por profissionais que atuem não apenas em tecnologias, mas também que tenham habilidades sociais e emocionais com competências empreendedoras visto que a automação não conseguirá substituir todas as funções.

Sobre as equipes de trabalho multidisciplinares, verificou-se a tendência do B4.0 na flexibilização de arranjos de trabalho que foi reafirmada sua importância pelos Entrevistados 3 e 4. O trabalho remoto neste contexto vem sendo ampliado no setor de tecnologia no Banco X, principalmente, mas já pode ser observado em outros setores, de acordo com o Entrevistado 3. Para o Entrevistado 4 o Banco X vinha perdendo talentos para o mercado devido a falta de flexibilidade com o trabalho *homeoffice* ou híbrido o que, neste momento, já foi solucionado pela instituição. Por fim, acerca da dimensão Pessoas e Cultura é possível salientar o alto desempenho do Banco para as competências

dos funcionários da área tecnológica em TIC'S, mas o desempenho razoável para os demais funcionários, assim como, para percepção deles sobre a segurança cibernética demonstrando a importância em investimento no assunto.

Para a evolução deste B4.0 se faz necessário o surgimento de várias competências internas no que tange a formação dos profissionais responsáveis pelo desenvolvimento das tecnologias (Wimboh Santoso et al., 2021). No Banco X o Entrevistado 3 afirma o incentivo institucional na formação da equipe de tecnologia, como também, na disponibilização de uma plataforma de cursos na área para os demais funcionários. Mesmo o Entrevistado 4 validando a importância desse assunto ele afirma que não é necessário formação tão focada no tema tecnologia para todos os membros da instituição visto que cada um dentro da sua atividade tem outras competências a desenvolver tal como os funcionários que atuam em investimentos. Este contraponto com a literatura pode estar associado ao desempenho razoável do Banco na motivação dos gestores para implementar o B4.0 dentro da Dimensão Estratégia e Liderança (Entrevistado 5).

5.4 Dimensão estratégia e liderança

Nesta dimensão o Banco X tem desempenho abaixo do que as dimensões anteriores no valor de 3,49 estando no nível **Integrado**. Tal fato pode estar diretamente ligado ao comprometimento das lideranças na disseminação das tecnologias e práticas do B4.0, bem como, de sua formação. De acordo com o Entrevistado 5, o Banco, dentro do escopo da Diretoria de Tecnologia, tem um melhor desempenho nesse item, no entanto, com relação a uma avaliação global da instituição, ainda precisa evoluir nesta dimensão. Tal resultado também pode estar associado à existência de uma Estratégia Corporativa do Banco X e outra estratégia para sua Tecnologia, que apesar de estar em consonância com a estratégia geral, tem metas específicas de formação e desenvolvimento de equipes diferentes das metas gerais (Entrevistado 5). Para ele, também é preciso haver uma aproximação maior entre essas estratégias em prol de melhores resultados. Para o Entrevistado 6 é de suma importância que a implementação do B4.0 esteja associado ao planejamento estratégico corporativo e que haja um roteiro para tal.

Sobre os recursos financeiros para a implementação do B4.0 que o Banco X realiza, o Entrevistado 5 afirma que ainda não é representativo diante os *players* do mercado. O Entrevistado 6 salienta sobre este item que ele é de importância alta, mas precisa haver uma coordenação com setores de controladoria e análise de riscos visto que a instituição, em um primeiro momento, pode estar se abstendo de recursos, como

também, é preciso estar ciente dos desafios de um banco digital quanto às perdas operacionais e conflitos com outros negócios do próprio Banco X. Nesse contexto, se insere o item 4.4 que avalia a comunicação das atividades para a implementação do B4.0 e que foi citada pelo Entrevistado 6 como muito importante. Para o Entrevistado 5, o Banco X neste item tem avaliação constante dos objetivos corporativos da tecnologia para compreender o atingimento e coordenar alterações.

Sobre as parcerias com *fintechs* e *startups* o Entrevistado 6 afirma que é de importância muito alta essa atuação com os Bancos. As grandes instituições financeiras devem aproveitar que essas empresas tecnológicas já realizaram a testagem e aperfeiçoamento de soluções para agregá-las ao seu negócio (Entrevistado 5). Sendo assim, não seria necessário dispor de estrutura física e funcional para criação de soluções já existente no mercado e que, muitas vezes, foi elaborada por *fintechs* e *startups* especializadas no tema (Entrevistado 5). Wang et al. (2021) tratam deste assunto afirmando a necessidade de rápida adaptabilidade e aumento de eficiência dos Bancos e como estas parcerias podem colaborar positivamente.

Apesar da dimensão Estratégia e Liderança ter desempenho reduzido frente as outras dimensões, é possível perceber que o Banco X tem buscado engajamento dos líderes através de formação e disponibilização de conteúdos sobre tecnologia, como também, do desenvolvimento de estratégias corporativas em prol da digitalização. A estratégia corporativa neste contexto é fundamental para criar os meios de implementação do B4.0 de forma a impulsionar o crescimento do setor financeiro e, consequentemente, dos investimentos em outros setores (Gupta, 2021).

5.5 Dimensão Governança

A última dimensão avaliada tem um desempenho com valor 4,0, estando no nível **Referenciado**, validando as práticas já citadas de desenvolvimento de tecnologias de cibersegurança, gestão e proteção de dados. Para o Entrevistado 5, “a proteção de dados precisa ser vista de forma horizontal permeando toda a Instituição”. Mesmo que haja um setor responsável pela parametrização e proteção do sistema o restante do Banco, é necessário “ter essa consciência” (Entrevistado 6). Acerca da regulamentação para o trabalho remoto, é possível salientar que neste item tanto o Entrevistado 5 quanto o 6 afirmam a importância de arranjos flexíveis de trabalho, ou seja, há uma importância de discussão e implementação deste novo formato de trabalho, mas “mais o importante é torná-lo dinâmico”.

Na análise do item sobre Responsabilidade Social Corporativa, o Entrevistado 6 ressaltou a importância em se desenvolver práticas sustentáveis de negócio que promovam o desenvolvimento e inclusão do social. Ele afirma “a necessidade em se criar meios para ampliar a participação das mulheres e negros nas instituições”. Isto é validado pela afirmação do Entrevistado 5 que reforça a importância da Instituição quanto seu papel social e inclusivo, bem como, de que o Banco X vem realizando ações neste sentido inclusive citando que “na última seleção externa possuía cotas para negros e PCD’s (Pessoa com deficiência)”. Neste último item da dimensão Governança, percebe-se a importância dada pelos entrevistados ao tema. Apesar dos aspectos mencionados é válido ressaltar que a nota de maturidade da dimensão Governança (4,0) está próxima ao nível integrado demonstrando a necessidade de investimentos no tratamento de dados e segurança a fim de evitar riscos operacionais e de imagem como afirma Berdykulova (2019).

Apesar do Banco X ter seu desempenho de maturidade Estratégia e Liderança menor em relação às outras dimensões o nível de maturidade Global para o B4.0 foi de 4,07 sendo classificado como **Referenciado**. Isto demonstra que há a implementação das tecnologias e práticas do B4.0 tem um nível muito forte de forma que o Banco pode ser considerado como referência no setor bancário. Tal resultado foi observado nas entrevistas quando o Banco é utilizado em diversas ocasiões pelo BACEN como referência na implementação de algumas tecnologias, bem como, é escolhido para participar de projetos piloto de soluções.

Este resultado também demonstra que a instituição está bem estabelecida no mercado bancário não apenas na disponibilização de tecnologias disruptivas do B4.0, mas também no desenvolvimento de competências internas. A criação de uma cultura organizacional voltada para o B4.0, classificada com um desempenho muito forte é primordial para este resultado (M.M. Ali, 2020). Por fim, a criação de um ambiente de inovação aberta colabora com o desempenho dos Bancos, em geral, na implementação do B4.0 a fim de desenvolver um sistema inteligente de serviços bancários (Yun et al., 2021). Tal item, tem desempenho forte no Banco X corroborando para o resultado da maturidade de 4,07.

6. Avaliação do modelo e sugestões de melhorias

Esta seção tem a finalidade de discutir sobre a validação do MM e os potenciais ajustes que podem ser feitos após a aplicação do mesmo por meio do estudo de caso,

conforme sugerem Becker et al. (2006) em relação às Fases 7 e 8 (Figura 3) no que tange aos métodos para o desenvolvimento de um MM.

Dessa forma, por meio da aplicação do modelo, foi possível avaliar o nível de maturidade de cada dimensão bem como o nível geral da organização em relação à maturidade para o B4.0. Tal resultado pode ajudar tomadores de decisão em relação aos itens que precisam ser melhorados ou ainda desenvolvidos dentro da empresa em direção ao B4.0. Tal fato pode ser comprovado a partir das falas dos entrevistados, quando eles eram questionados para avaliar cada item. Além disso, a atribuição de importância para cada item permitiu que os gestores e diretores entrevistados refletissem realmente sobre o quão importante era cada um deles para o contexto da instituição. Isso fez com que pensassem sobre investimentos futuros e até mesmo sobre a adequação da estratégia corporativa da empresa, considerando suas diferentes unidades. Tais resultados, validam o modelo no contexto de aplicação, pois de acordo com Becker et al. (2009) esta aplicação por meio de estudo de caso e as avaliações positivas dos usuários quanto os itens é que demonstram sua importância para o contexto, bem como, as sugestões de melhorias do modelo.

Sobre a Fase 7 proposta por Becker et al. (2009), ou seja, sobre ajustes do modelo para aprimoramento após a sua aplicação, algumas observações foram feitas pelos entrevistados durante a aplicação do MM. Uma das sugestões estavam relacionadas às dimensões, em especial, a dimensão “tecnologia”, eles sugerem: (i) a: exclusão do termo *blockchain* no item 1.10, uma vez que esta tecnologia está mais focada em armazenamento de dados que em *cibersegurança*; e, (ii) a separação das tecnologias POS e *e-commerce* no item 1.7, pois a avaliação do desempenho é mais assertiva de forma individualizada já que são tecnologias distintas.

Sobre a avaliação dos itens, os entrevistados sugerem a utilização de uma escala flexível dos valores de desempenho e importância, ou seja, uma gradação mais refinada sem a utilização de valores inteiros e rígidos. Sendo assim, a gradação elaborada no modelo de 1 à 5, em termos quantitativos de cada resposta sobre desempenho e importância poderia ser dinâmica de acordo com a percepção do respondente, sem a necessidade de uma classificação forte ou muito forte, por exemplo. Com isto teríamos valores decimais de desempenho e importância que refletiriam a opinião dos entrevistados que muitas vezes durante a entrevista se viam diante de um dilema entre escolher uma resposta fixa. Na opinião deles alguns itens teriam desempenho ou importância entre duas respostas do modelo.

De modo, geral os entrevistados concordaram com os itens de maturidade apresentados. Eles demonstraram em suas respostas que há coerência destes itens com as práticas e tecnologias existentes no Banco X ao apresentar formas de utilização das tecnologias e práticas de gestão de pessoas alinhadas ao B4.0, como já citado. Outro fato a ser citado são as avaliações de desempenho que mostram os pontos que a instituição precisa evoluir colaborando assim para reflexões das suas ações. Isto colabora com a validação proposta por Becker et al. (2009) na fase 7 de que os resultados do modelo devem demonstrar benefícios ao objeto de aplicação, como também, que sejam apresentadas soluções de melhoria, como já apresentado. Na fase 8, por fim, de iteração Becker et al (2009) sugerem que as sugestões de melhoria apresentadas durante a aplicação sirvam de pontos de aperfeiçoamento do modelo. Conforme supracitadas as sugestões dos entrevistados do modelo são válidas e podem servir de base para futuras pesquisas.

Por fim, Becker et al.(2009) sugerem em seu método de desenvolvimento de MMs, oito fases (Figura 3) e que foram executadas nesta pesquisa tendo seus resultados apresentados na Tabela 5. Tais resultados demonstram que todas as fases cumpriram seus objetivos individuais colaborando para a validação do modelo.

Tabela 5:

Resultados do estudo de caso

Fase de elaboração	Resultados de cada fase
Fase 01: Definição do problema	Na seção 1, Introdução, foi apresentado o problema e justificativa com embasamento bibliográfico;
Fase 02: Comparação com outros Modelos existentes	Na seção 3, Modelos de Avaliação da Maturidade para o B4.0, está apresentado referencial de outros MM's para a I4.0;
Fase 03: Determinação da estratégia de projeto	Na seção 4, foi apresentado a inexistência de MM para o B4.0 com metodologia replicável e robusta de modo que foi utilizada a revisão da literatura sobre MM para a I4.0 como base;
Fase 04: Desenvolvimento iterativo do Modelo	Na seção 4 também foi apresentado a definição dos níveis, dimensões, itens de maturidade, instrumento de coleta de dados e método de cálculo da maturidade;
Fase 05: Conceito de transferência e avaliação	Na seção 4 e Apêndice 1 está apresentado o MM para o B4.0;
Fase 06: Implementação da transferência de informações	Na seção 5 são apresentados os resultados da aplicação do MM
Fase 07: Avaliação dos resultados	Na seção 6 são descritas como foi feita a validação do MM, considerando os benefícios e sugestões de melhorias encontradas no estudo de caso.
Fase 08: Iteração	Também na seção 6, a partir dos resultados da aplicação do MM, foi possível identificar aspectos que aprimoramento do MM para o B4.0 para o contexto ora em investigação.

7. Conclusão, contribuições e limitações

Dentro do contexto das instituições bancárias, a evolução tecnológica proveniente da I4.0 colabora cotidianamente para a redução de despesas operacionais, otimização da força de trabalho e maximização da satisfação do cliente (Gupta, 2021). Assim, o chamado *Banking 4.0* trouxe para o setor inovações que reduziram as distâncias geográficas possibilitando ampliação da área de atendimento e aumento de receita (Jiao et al., 2021). É nesse cenário que os Modelos de Avaliação da Maturidade se tornam o instrumentos importantes e validados na literatura para se obter um quadro informativo do estágio de implementação e de evolução que determinado Objeto tem dentro do contexto escolhido (De Bruin et al., 2005).

Dessa forma, ao avaliar a maturidade em direção ao B4.0 a partir do desenvolvimento de validação de um MM, pode-se afirmar que este trabalho traz contribuições significativas em termos teóricos e práticos. O desenvolvimento do Modelo de Avaliação da Maturidade para o B4.0 com estrutura completa, método de elaboração e de cálculo apresentado e validado pela literatura em contrapartida a apenas um Modelo no contexto do B4.0 encontrado em pesquisa bibliográfica, por si só já representa uma contribuição teórica relevante. Ao comparar o MM proposto com outros existentes na literatura, também podem ser elencados alguns diferenciais. Por exemplo, o Modelo de Bandara (2019b) não possui metodologia de elaboração validada (apesar de ter estrutura condizente com a literatura), e utiliza média simples colocando as dimensões no mesmo peso de importância. O modelo ora proposto avança nesse quesito, uma vez que utiliza um método detalhado de elaboração do MM bem como mostra como os resultados da aplicação do mesmo por meio do estudo de caso contribuição para a validação do mesmo, além de trazer possibilidades de aprimoramento para ajustes do modelo dentro da Instituição em que foi realizado o estudo de caso.

Considerando as contribuições práticas e gerenciais, os resultados do estudo de caso demonstraram alguns *insights* em relação ao seu direcionamento ao B4.0. Por exemplo, a aplicação do MM permitiu verificar que a Instituição tem nível de maturidade Referenciado no B4.0. Além de ter tecnologias e práticas do B4.0 implementadas, a instituição é referência no setor bancário neste contexto. Possuindo estrutura tecnológica moderna e inovadora, atendimento personalizado e digital, práticas de gestão de pessoas voltadas para a capacitação em tecnologia, estratégia corporativa voltada para o digital, bem como, governança na utilização de dados, o Banco X está inserido nas melhores

práticas do B4.0, apesar de ter consciência de que algumas melhorias precisam ser realizadas em especial em relação à dimensão estratégia e liderança, que teve um desempenho abaixo em relação às demais dimensões, estando no nível **Integrado**. Tais fatos demonstram o quão útil são os resultados da aplicação do MM para o Banco ora em investigação, uma vez que este pode direcionar melhor as suas estratégias e investimentos futuros no cenário moderno da Indústria 4.0. A aplicação do modelo em uma realidade prática também trouxe *insights* de quão fácil de aplicar é o MM proposto, o que permite a sua aplicação futura em outros contextos semelhantes à realidade estudada.

No entanto, apesar das contribuições, é esperado que a pesquisa tenha algumas limitações, mas que podem se tornar oportunidades para estudos futuros. Por exemplo, a aplicação do MM em um estudo de caso único, apesar de se ter uma compreensão profunda da realidade, não permite generalizações. Dessa forma, como todos os procedimentos para aplicação do MM para o B4.0 foram descritos, bem como os formulários de avaliação (Apêndice 1), estes podem ser aplicados em outras realidades relacionadas ao setor bancário, ampliando o escopo de validação do modelo. Além disso, o número limitado de entrevistados, embora estejam relacionados à áreas estratégicas relacionadas do B4.0, pode trazer um viés corporativo, uma vez que as unidades do banco não foram consideradas para o contexto de aplicação do MM. Dessa forma, futuras pesquisas podem ampliar o escopo de aplicação do MM envolvendo diferentes unidades e setores do banco, por meio de grupos focais, considerando as 5 dimensões do modelo. As respostas em relação aos itens de avaliação do modelo estão sujeitas às percepções subjetivas dos entrevistados. Dessa forma, adoção de ferramentas de quantitativas podem reduzir esse viés da pesquisa, tornando o modelo mais robusto. Por fim, a elaboração de um *software* para avaliação da maturidade por dimensão, item e avaliação global da maturidade facilitaria todo o processo de coleta e análise dos dados.

8. Referências

- Agostini, L., & Nosella, A. (2021). Industry 4.0 and business models: a bibliometric literature review. *Business Process Management Journal*, 27(5), 1633–1655. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2021-0133>
- Ajibade, P., & Mutul, S. M. (2020). Big data, 4IR and electronic banking and banking systems applications in South Africa and Nigeria. *Banks and Bank Systems*, 15(2), 187–199. [https://doi.org/10.21511/bbs.15\(2\).2020.17](https://doi.org/10.21511/bbs.15(2).2020.17)
- Ajibade, Patrick, & Mutul, S. M. (2020). Big data, 4IR and electronic banking and banking systems applications in South Africa and Nigeria. *Banks and Bank Systems*, 15(2), 187–199. [https://doi.org/10.21511/bbs.15\(2\).2020.17](https://doi.org/10.21511/bbs.15(2).2020.17)
- Akter, S., & Wamba, S. F. (2016). Big data analytics in E-commerce: a systematic review and

- agenda for future research. *Electronic Markets*, 26(2), 173–194.
<https://doi.org/10.1007/s12525-016-0219-0>
- Alcácer, V., & Cruz-Machado, V. (2019). Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 22(3), 899–919. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.01.006>
- Ali, M.M. (2020). Digitization of the emerging economy: An exploratory and explanatory case study. *Journal of Governance and Regulation*, 9(4), 25–36.
<https://doi.org/10.22495/jgrv9i4art2>
- Ali, Muhammad Mahboob. (2020). Digitization of the emerging economy: An exploratory and explanatory case study. *Journal of Governance and Regulation*, 9(4), 25–36.
<https://doi.org/10.22495/jgrv9i4art2>
- Anifa, M., Ramakrishnan, S., Joghee, S., Kabiraj, S., & Bishnoi, M. M. (2022). Fintech Innovations in the Financial Service Industry. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/jrfm15070287>
- BACEN. (2023). *O que é banco (instituição financeira)*.
<https://www.bcb.gov.br/estabilidade/financeira/bancoscaixaseconomicas>
- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., & Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International Journal of Production Economics*, 229, 107776.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
- Bandara, O. K. K., Tharaka, V. K., & Wickramarachchi, A. P. R. (2019a). Industry 4.0 maturity assessment of the Banking Sector of Sri Lanka. *Proceedings - IEEE International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering, SCSE 2019*, 190–195. <https://doi.org/10.23919/SCSE.2019.8842818>
- Bandara, O. K. K., Tharaka, V. K., & Wickramarachchi, A. P. R. (2019b). Industry 4.0 maturity assessment of the Banking Sector of Sri Lanka. *Proceedings - IEEE International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering, SCSE 2019*, 190–195. <https://doi.org/10.23919/SCSE.2019.8842818>
- 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, 2019(MAR)*, 1141–1150.
- Bandara, Oshadhi, 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, 2019(MAR)*, 1141–1150.
- Bardin, L. (1977). *10 - Bardin, Laurence - Análise de Conteúdo.pdf*. Edições 70.
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Becker, J., Knackstedt, R., & Pöppelbuß, J. (2009). Developing Maturity Models for IT Management. *Business & Information Systems Engineering*, 1(3), 213–222.
<https://doi.org/10.1007/s12599-009-0044-5>
- Berdykulova, G. M. K. (2019). Cyber risk management in digital environment: Case of Kazakhstani bank. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(5), 777–782.
- Bibby, L., & Dehe, B. (2018a). Defining and assessing industry 4.0 maturity levels—case of the defence sector. *Production Planning and Control*, 29(12), 1030–1043.
<https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1503355>
- Bibby, L., & Dehe, B. (2018b). Defining and assessing industry 4.0 maturity levels—case of the defence sector. *Production Planning and Control*, 29(12), 1030–1043.
<https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1503355>
- Bilan, Y., Rubanov, P., Vasylieva, T., & Lyeonov, S. (2019). The influence of industry 4.0 on financial services: Determinants of alternative finance development. *Polish Journal of Management Studies*, 19(1), 70–93. <https://doi.org/10.17512/pjms.2019.19.1.06>
- Büchi, G., Cugno, M., & Castagnoli, R. (2020). Smart factory performance and Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 150(June 2019), 119790.

- <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119790>
- Caiado, R. G. G., Scavarda, L. F., Gavião, L. O., Ivson, P., Nascimento, D. L. de M., & Garza-Reyes, J. A. (2021). A fuzzy rule-based industry 4.0 maturity model for operations and supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 231(November 2019). <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107883>
- Calliess, C., & Baumgarten, A. (2020). Cybersecurity in the EU the example of the financial sector: A legal perspective. In *German Law Journal* (Vol. 21, Issue 6). <https://doi.org/10.1017/glj.2020.67>
- Cauchick-Miguel, P. A., Fleury, A., Pereira Mello, C. H., Nakano, D. N., Lima, E. P. de, Turriani, J. B., Lee Ho, L., Morabito, R., Sousa, R., Gouvêa da Costa, S. E., Pureza, V., Sérgio, E. G. da C., & Edson Pinheiro de Lima. (2012). *Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. 2 ed. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9788535248913500097>
- Cividino, S., Egidi, G., Zambon, I., & Colantoni, A. (2019). Evaluating the degree of uncertainty of research activities in Industry 4.0. *Future Internet*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/fi11090196>
- Cohen, M. C. (2018). Big Data and Service Operations. *Production and Operations Management*, 27(9), 1709–1723. <https://doi.org/10.1111/poms.12832>
- De Bruin, S., De Bruin, T., Rosemann, P. M., Freeze, R., Kulkarni, P. U., & Carey, W. P. (2005). Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. *16th Australasian Conference on Information Systems*. <http://www.efqm.org/Default>
- De Carolis, A., Macchi, M., Negri, E., & Terzi, S. (2017). A maturity model for assessing the digital readiness of manufacturing companies. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 513, 13–20. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66923-6_2
- Decker, A. (2012). *Adoption of Point of Sale Terminals in Nigeria*. 3(1), 1–6. https://www.academia.edu/1291578/Adoption_of_Point_of_Sale_Terminals_in_Nigeria?e_mail_work_card=title
- Dikhanbayeva, D., Shaikholla, S., Suleiman, Z., & Turkyilmaz, A. (2020). Assessment of industry 4.0 maturity models by design principles. *Sustainability (Switzerland)*, 12(23), 1–22. <https://doi.org/10.3390/su12239927>
- Dudin, M. N., Shkodinskii, S. V., & Usmanov, D. I. (2021). Key trends and regulations of the development of digital business models of banking services in industry 4.0. *Finance: Theory and Practice*, 25(5), 59–78. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2021-25-5-59-78>
- Dutta, G., Kumar, R., Sindhvani, R., & Singh, R. K. (2020). Digital transformation priorities of India's discrete manufacturing SMEs – a conceptual study in perspective of Industry 4.0. *Competitiveness Review*, 30(3), 289–314. <https://doi.org/10.1108/CR-03-2019-0031>
- Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107–115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>
- Frank, A. G., Mendes, G. H. S., Ayala, N. F., & Ghezzi, A. (2019). Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 141(July 2018), 341–351. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.01.014>
- Freeman, R. E., Wicks, A. C., & Parmar, B. (2004). Stakeholder theory and “The corporate objective revisited.” *Organization Science*, 15(3), 364–369. <https://doi.org/10.1287/orsc.1040.0066>
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910–936. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>
- Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119869. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869>
- Ghobakhloo, M., Fathi, M., Iranmanesh, M., Maroufkhani, P., & Morales, M. E. (2021). Industry 4.0 ten years on: A bibliometric and systematic review of concepts, sustainability value drivers, and success determinants. *Journal of Cleaner Production*, 302, 127052. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127052>
- Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017a). Development of an assessment model for industry

- 4.0: Industry 4.0-MM. *Communications in Computer and Information Science*, 770, 128–142. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67383-7_10
- Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017b). Development of an assessment model for industry 4.0: Industry 4.0-MM. *Communications in Computer and Information Science*, 770, 128–142. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67383-7_10
- Gu, J., Gouliamos, K., Lobonț, O.-R., & Nicoleta-Claudia, M. (2021). Is the fourth industrial revolution transforming the relationship between financial development and its determinants in emerging economies? *Technological Forecasting and Social Change*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120563>
- Gu, Jianqiang, Gouliamos, K., Lobonț, O. R., & Nicoleta-Claudia, M. (2021). Is the fourth industrial revolution transforming the relationship between financial development and its determinants in emerging economies? *Technological Forecasting and Social Change*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120563>
- Gupta, R. (2021). Industry 4.0 Adaption in Indian Banking Sector—A Review and Agenda for Future Research. *Vision*, 1–9. <https://doi.org/10.1177/0972262921996829>
- Hajoary, P. K. (2020). Industry 4.0 Maturity and Readiness Models: A Systematic Literature Review and Future Framework. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 17(7). <https://doi.org/10.1142/S0219877020300050>
- Halaška, M., & Šperka, R. (2020). Managing the business processes under the influence of Industry 4.0: Case study of loan application. *International Journal of Business Information Systems*, 34(3), 312–329. <https://doi.org/10.1504/IJBIS.2020.108660>
- Halaška, Michal, & Šperka, R. (2020). Managing the business processes under the influence of Industry 4.0: Case study of loan application. *International Journal of Business Information Systems*, 34(3), 312–329. <https://doi.org/10.1504/IJBIS.2020.108660>
- Haryati, N., Burhany, D. I., & Suhartanto, D. (2019). Assessing the Profitability of Islamic Banks: The Role of Bank Age and Bank Performance. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 662(6). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/662/6/062014>
- He, X., Xiong, D., Khalifa, W. M. S., & Li, X. (2021). Chinese banking sector: A major stakeholder in bringing fourth industrial revolution in the country. *Technological Forecasting and Social Change*, 165(June 2020), 120519. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120519>
- Hercko, J., Hnat, J., & Slamkova, E. (2015). *Industry 4.0 – New Era of Manufacturing*. 80–83.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *Management Information Systems*, 28(1), 75–105.
- Jakhiya, M., Mittal Bishnoi, M., & Purohit, H. (2020). Emergence and growth of mobile money in modern india: A study on the effect of mobile money. *2020 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences, ASET 2020*. <https://doi.org/10.1109/ASET48392.2020.9118375>
- Jiao, Z., Shahid, M. S., Mirza, N., & Tan, Z. (2021). Should the fourth industrial revolution be widespread or confined geographically? A country-level analysis of fintech economies. *Technological Forecasting and Social Change*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120442>
- Kiel, D., Müller, J. M., Arnold, C., & Voigt, K. I. (2017). Sustainable industrial value creation: Benefits and challenges of industry 4.0. In *International Journal of Innovation Management* (Vol. 21, Issue 8). <https://doi.org/10.1142/S1363919617400151>
- Kimani, D., Adams, K., Attah-Boakye, R., Ullah, S., Frecknall-Hughes, J., & Kim, J. (2020). Blockchain, business and the fourth industrial revolution: Whence, whither, wherefore and how? *Technological Forecasting and Social Change*, 161. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120254>
- King, B. (2010). *Bank 2.0*. Marshall Cavendish Business.
- Lasrado, L. A., Vatrappu, R., & Andersen, K. N. (2015). Maturity Models Development in IS Research: A Literature Review. *IRIS Selected Papers of the Information Systems Research Seminar in Scandinavia*, 6, 6. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3046.3209>
- Limba, T., Stankevičius, A., & Andrulevičius, A. (2019). Cryptocurrency as disruptive technology: Theoretical insights. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 6(4), 2068–

2080. [https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.4\(36\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.4(36))
- Lin, T. C., Sheng, M. L., & Jeng Wang, K. (2020). Dynamic capabilities for smart manufacturing transformation by manufacturing enterprises. *Asian Journal of Technology Innovation*, 28(3), 403–426. <https://doi.org/10.1080/19761597.2020.1769486>
- Lin, T. C., Wang, K. J., & Sheng, M. L. (2020). To assess smart manufacturing readiness by maturity model: a case study on Taiwan enterprises. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 33(1), 102–115. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2019.1699255>
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>
- Mariani, M., & Borghi, M. (2019). Industry 4.0: A bibliometric review of its managerial intellectual structure and potential evolution in the service industries. *Technological Forecasting and Social Change*, 149(November), 119752. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119752>
- Matsepe, N. T., & Van der Lingen, E. (2022). Determinants of emerging technologies adoption in the South African financial sector. *South African Journal of Business Management*, 53(1), 1–12. <https://doi.org/10.4102/sajbm.v53i1.2493>
- Mazurchenko, A., Zelenka, M., & Maršíková, K. (2022). Demand for Employees' Digital Skills in the Context of Banking 4.0. *E a M: Ekonomie a Management*, 25(2), 41–58. <https://doi.org/10.15240/tul/001/2022-2-003>
- Mehdiabadi, A., Tabatabeinasab, M., Spulbar, C., Yazdi, A. K., & Birau, R. (2020). Are we ready for the challenge of banks 4.0? designing a roadmap for banking systems in industry 4.0. *International Journal of Financial Studies*, 8(2), 1–28. <https://doi.org/10.3390/ijfs8020032>
- Narula, S., Prakash, S., Dwivedy, M., Talwar, V., & Tiwari, S. P. (2020). Industry 4.0 adoption key factors: an empirical study on manufacturing industry. *Journal of Advances in Management Research*, 17(5), 697–725. <https://doi.org/10.1108/JAMR-03-2020-0039>
- Nguyen, M. P., & Phan, A. (2022). Customer's Satisfaction About Mobile Banking Distribution Channel in Vietnamese Commercial Banks. *Journal of Distribution Science*, 20(8), 69–79. <https://doi.org/10.15722/jds.20.08.202208.69>
- Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127–182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>
- Park, J. H., & Park, J. H. (2017). Blockchain security in cloud computing: Use cases, challenges, and solutions. *Symmetry*, 9(8), 1–13. <https://doi.org/10.3390/sym9080164>
- Peres, R. S., Jia, X., Lee, J., Sun, K., Colombo, A. W., & Barata, J. (2020). Industrial Artificial Intelligence in Industry 4.0 -Systematic Review, Challenges and Outlook. *IEEE Access*, 220121–220139. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3042874>
- Pirola, F., Cimini, C., & Pinto, R. (2020). Digital readiness assessment of Italian SMEs: a case-study research. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 1045–1083. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0305>
- Proença, D., & Borbinha, J. (2016). Maturity Models for Information Systems - A State of the Art. *Procedia Computer Science*, 100(2), 1042–1049. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.279>
- Rafael, L. D., Jaione, G. E., Cristina, L., & Ibon, S. L. (2020). An Industry 4.0 maturity model for machine tool companies. *Technological Forecasting and Social Change*, 159(March), 120203. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120203>
- Rahman, A., & Abedin, M. J. (2021). The Fourth Industrial Revolution and private commercial banks: the good, bad and ugly. *International Journal of Organizational Analysis*. <https://doi.org/10.1108/IJOA-05-2020-2218>
- Rahman, Asif, & Abedin, M. J. (2021). The Fourth Industrial Revolution and private commercial banks: the good, bad and ugly. *International Journal of Organizational Analysis*. <https://doi.org/10.1108/IJOA-05-2020-2218>
- Santos, R. C., & Martinho, J. L. (2020). An Industry 4.0 maturity model proposal. *Journal of*

- Manufacturing Technology Management*, 31(5), 1023–1043.
<https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0284>
- Santoso, W., Sitorus, P. M., Batunanggar, S., Krisanti, F. T., Anggadwita, G., & Alamsyah, A. (2021). Talent mapping: a strategic approach toward digitalization initiatives in the banking and financial technology (FinTech) industry in Indonesia. *Journal of Science and Technology Policy Management*. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-04-2020-0075>
- Santoso, Wimboh, Sitorus, P. M., Batunanggar, S., Krisanti, F. T., Anggadwita, G., & Alamsyah, A. (2020). Talent mapping: a strategic approach toward digitalization initiatives in the banking and financial technology (FinTech) industry in Indonesia. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 12(3), 399–420.
<https://doi.org/10.1108/JSTPM-04-2020-0075>
- Santoso, Wimboh, Sitorus, P. M., Batunanggar, S., Krisanti, F. T., Anggadwita, G., & Alamsyah, A. (2021). Talent mapping: a strategic approach toward digitalization initiatives in the banking and financial technology (FinTech) industry in Indonesia. *Journal of Science and Technology Policy Management*. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-04-2020-0075>
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016a). 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>
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016b). 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>
- Schumacher, A., Nemeth, T., & Sihn, W. (2019). Roadmapping towards industrial digitalization based on an Industry 4.0 maturity model for manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 79, 409–414. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.110>
- Selznick, P. (1957). *Leadership in Administration: A Sociological Interpretation*. (1st ed.). Petersson and Company.
- Shaikh, A. A., & Karjaluoto, H. (2015). Mobile banking adoption: A literature review. *Telematics and Informatics*, 32(1), 129–142. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2014.05.003>
- Shin, J. W., Cho, J. Y., & Lee, B. G. (2020). Customer perceptions of Korean digital and traditional banks. *International Journal of Bank Marketing*, 38(2), 529–547.
<https://doi.org/10.1108/IJBM-03-2019-0084>
- Sjödin, D. R., Parida, V., Leksell, M., & Petrovic, A. (2018). Smart Factory Implementation and Process Innovation: A Preliminary Maturity Model for Leveraging Digitalization in Manufacturing Moving to smart factories presents specific challenges that can be addressed through a structured approach focused on people, p. *Research Technology Management*, 61(5), 22–31. <https://doi.org/10.1080/08956308.2018.1471277>
- Sony, M., Antony, J., & Mc Dermott, O. (2022). How do the technological capability and strategic flexibility of an organization impact its successful implementation of Industry 4.0? A qualitative viewpoint. *Benchmarking*. <https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2021-0541>
- Sony, M., Antony, J., Mc Dermott, O., & Garza-Reyes, J. A. (2021). An empirical examination of benefits, challenges, and critical success factors of industry 4.0 in manufacturing and service sector. *Technology in Society*, 67(May), 101754.
<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101754>
- Tao, R., Su, C. W., Xiao, Y., Dai, K., & Khalid, F. (2021). Robo advisors, algorithmic trading and investment management: Wonders of fourth industrial revolution in financial markets. *Technological Forecasting and Social Change*, 163(October), 120421.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120421>
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (2009). Dynamic capabilities and strategic management. *Knowledge and Strategy*, 18(March), 77–116.
<https://doi.org/10.1093/0199248540.003.0013>
- Thach, N. N., Hanh, H. T., Huy, D. T. N., Gwoździiewicz, S., Nga, L. T. V., Huong, L. T. T., & Nam, V. Q. (2021). Technology Quality Management of the Industry 4.0 and Cybersecurity Risk Management on Current Banking Activities in Emerging Markets - the Case in Vietnam. *International Journal for Quality Research*, 15(3), 845–856.

- <https://doi.org/10.24874/IJQR15.03-10>
- Tran, L. Q. T., Phan, D. T., Herdon, M., & Kovacs, L. (2022). Assessing the Digital Transformation in Two Banks: Case Study in Hungary. *Agris On-Line Papers in Economics and Informatics*, 14(2), 121–134. <https://doi.org/10.7160/aol.2022.140210>
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review* Introduction: the need for an evidence- informed approach. *British Journal of Management*, 14, 207–222.
- Von Solms, J., & Langerman, J. (2020). A smart treasury fit for the 4th industrial revolution. *FEMIB 2020 - Proceedings of the 2nd International Conference on Finance, Economics, Management and IT Business*, 122–128.
- Von Solms, Johan, & Langerman, J. (2020). A smart treasury fit for the 4th industrial revolution. *FEMIB 2020 - Proceedings of the 2nd International Conference on Finance, Economics, Management and IT Business*, 122–128. <https://doi.org/10.5220/0009470501220128>
- Wagire, A. A., Joshi, R., Rathore, A. P. S., & Jain, R. (2021). Development of maturity model for assessing the implementation of Industry 4.0: learning from theory and practice. *Production Planning and Control*, 32(8), 603–622. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1744763>
- Wang, C., Qiao, C., Ahmed, R. I., & Kirikkaleli, D. (2021). Institutional Quality, Bank Finance and Technological Innovation: A way forward for Fourth Industrial Revolution in BRICS Economies. *Technological Forecasting and Social Change*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120427>
- Wang, Chenguang, Qiao, C., Ahmed, R. I., & Kirikkaleli, D. (2021). Institutional Quality, Bank Finance and Technological Innovation: A way forward for Fourth Industrial Revolution in BRICS Economies. *Technological Forecasting and Social Change*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120427>
- Wang, Q., & Waltman, L. (2016). Large-scale analysis of the accuracy of the journal classification systems of Web of Science and Scopus. *Journal of Informetrics*, 10(2), 347–364. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.02.003>
- Wang, X., Sadiq, R., Khan, T. M., & Wang, R. (2021). Industry 4.0 and intellectual capital in the age of FinTech. *Technological Forecasting and Social Change*, 166(January), 120598. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120598>
- Wendler, R. (2012). The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, 54(12), 1317–1339. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2012.07.007>
- Xu, L. Da, Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de caso - Planejamento e métodos*. Bookman.
- Yuan, S., Musibau, H. O., Genç, S. Y., Shaheen, R., Ameen, A., & Tan, Z. (2021). Digitalization of economy is the key factor behind fourth industrial revolution: How G7 countries are overcoming with the financing issues? *Technological Forecasting and Social Change*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120533>
- Yun, J. J., Liu, Z., & Zhao, X. (2021). Introduction: Ambidextrous Open Innovation in the 4th Industrial Revolution. *Science, Technology and Society*, 26(2), 183–200. <https://doi.org/10.1177/09717218211006969>
- Zhang, Xie, Y., Zheng, Y., Xue, W., Zheng, X., & Xu, X. (2020). The challenges and countermeasures of blockchain in finance and economics. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(4), 691–698. <https://doi.org/10.1002/sres.2710>
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5), 616–630. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>

APÊNDICE 1: Roteiros de entrevista do MM para o B4.0

Modelo de Avaliação da Maturidade para o *Banking 4.0*

Avaliação de Desempenho

1. Dimensão Tecnologia

Item de Maturidade 1.1: Troca de informações por meio de IoT											
Descrição: O Banco utiliza a IoT em diversos dispositivos tais como relógios inteligentes, <i>smartphones</i> e <i>tablets</i> , por exemplo, no atendimento aos seus clientes e funcionários. Esta tecnologia está presente nos aplicativos para os clientes do Banco, realizando troca informações bancárias, colaborando com o monitoramento da segurança e oferta de produtos. Para os funcionários, esta tecnologia auxilia na tomada de decisão e melhoria dos processos ao disponibilizar informações em tempo real.											
Pergunta de avaliação: Como você classifica o desempenho do Banco em relação a utilização da IoT (<i>Internet of Things</i>) para troca de informações com seus clientes e funcionários?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 1.2: Utilização de tecnologia em nuvem											
Descrição: O Banco utiliza Computação em Nuvem para armazenamento de dados e informações de forma contínua através de criptografia de forma ampla nos diversos setores da Instituição.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na utilização Computação em Nuvem para armazenamento de dados e informações através de criptografia?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 1.3: Armazenamento de informação descentralizado											
Descrição: O Banco realiza armazenamento de informações em diversos pontos de apoio para conferir maior segurança de dados. As informações são armazenadas de forma totalmente descentralizadas e há mecanismos de segurança da informação incluídos nos protocolos de acesso.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco no armazenamento de informações de forma descentralizada de forma a garantir maior segurança?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 1.4: Utilização de robôs											
Descrição: O Banco utiliza robôs para processos internos, coleta e tratamento de dados, atendimento ao cliente, consultoria financeira e oferta ativa.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na utilização de robôs para seus processos internos e atendimento ao cliente?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 1.5: Uso de aplicativos em dispositivos móveis (<i>Mobile banking</i>)											
Descrição: O Banco possui aplicativos para clientes disponibilizando informações e transações diversas como consulta a saldos, realização de transferência de valores e contratação de empréstimos, mas também realiza oferta ativa de produtos e <i>chat online</i> com funcionários. O Banco possui aplicativos para os funcionários realizarem suas operações, colaborando para a melhoria dos processos.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na oferta de aplicativos em dispositivos móveis para os funcionários e para os clientes disponibilizando informações e transações em tempo real?											

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 1.6: Comercialização de criptomoeda própria ou atua neste mercado

Descrição: O Banco possui criptomoeda própria ou atua na operação financeira que envolve a compra e venda de criptomoedas, sendo referência no setor financeiro acerca de segurança e solidez do produto.

Pergunta de avaliação: Como você avalia o Banco na disponibilização de criptomoeda própria ou na atuação em operação financeira de compra e venda de criptomoedas?

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 1.7: Uso de tecnologia POS (*Point of Sale*) e *e-commerce*

Descrição: O Banco possui tecnologia POS em máquinas físicas para realização de vendas, como também, tecnologia para pagamentos via internet, sendo referência no mercado em soluções de pagamentos e segurança nas transações.

Pergunta de avaliação: Como você avalia o Banco na oferta de tecnologia POS e para pagamentos pela Internet?

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 1.8: Tecnologia para o *open banking*

Descrição: O Banco possui tecnologia para o *open banking* colaborando para o compartilhamento de informações financeiras. De forma consolidada, e atuando na oferta ativa via aplicativo e no atendimento ao cliente, o Banco estimula este compartilhamento que colabora com a melhor oferta de produtos personalizados.

Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco no *Open Banking*?

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 1.9: Tecnologias biométricas

Descrição: O Banco aplica tecnologia biométrica e facial para fins de segurança de dados no aplicativo para celular e nos terminais de autoatendimento, bem como, é referência em segurança nesta tecnologia.

Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco acerca da aplicação da tecnologia biométrica e facial em seus aplicativos, terminais de autoatendimento e demais formas de atendimento?

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 1.10: Tecnologia de *cibersegurança*

Descrição: O Banco tem sistema de proteção de dado e dispositivos de rede contra ataques de qualquer natureza utilizando-se, por exemplo, da tecnologia *blockchain*. O Banco possui diversas tecnologias de *cibersegurança* nos processos internos e no atendimento ao cliente de forma robusta, sendo referência no setor financeiro.

Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco nas tecnologias de *cibersegurança* tal como *blockchain*?

☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte
--------------------------	------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------	--------------------------	----------	--------------------------	-------	--------------------------	-------------

Item de Maturidade 1.11: Utilização de API's (<i>Application Programming Interface</i>) para conectar-se a outros aplicativos											
Descrição: O Banco possui API's para criação de interface com outros aplicativos não elaborados pela própria instituição, mas que trazem benefícios para os clientes, por exemplo, API's para geração de QRCODE de pagamento.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na disponibilização de API's para criação de interface com outros aplicativos?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 1.12: Inteligência Artificial em processos, tomada de decisão e análise comportamental											
Descrição: O Banco realiza análise de dados e informações dos clientes através da Inteligência Artificial, bem como, utiliza a tecnologia para tomada de decisão e aprimoramento dos processos. A tecnologia é aplicada na análise comportamental de clientes de forma ampla, gerando oferta ativa de produtos e serviços de forma personalizada.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na utilização de tecnologia de Inteligência Artificial para realizar análise de dados e informações de clientes internos e externos, bem como, na colaboração com os processos e tomada de decisão da Instituição?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 1.13: Simulação de cenários futuros através de <i>software</i> orientado por dados											
Descrição: A Instituição possui simuladores por <i>software</i> de cenários futuros para análises econômicas, previsão de resultados, por exemplo, com atuação de tecnologias do B4.0 disponibilizando dados, informações <i>online</i> e resultados.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia a utilização de simuladores de cenários futuros pelo Banco?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 1.14: Compatibilidade digital											
Descrição: Os produtos e serviços disponíveis digitalmente podem ser utilizados para todos os sistemas operacionais existentes no mercado, tais como IOS e Android, para celulares, ou Windows e MacOS, para computadores, por exemplo											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 1.15: Colaboração do setor de TI para o desenvolvimento de produtos											
Descrição: No Banco, o setor de tecnologia é o ponto focal do projeto de produto e possui equipes multidisciplinares envolvidas na elaboração de produtos e serviços.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o Banco acerca do envolvimento direto do setor de TI no projeto de produtos e serviços?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

2. Dimensão Clientes

Item de Maturidade 2.1: Digitalização do atendimento											
Descrição: O atendimento bancário pode ser realizado digitalmente através de aplicativos em diversos dispositivos. O atendimento é personalizado ao cliente de forma digital para realizar consultas e transações financeiras através de aplicativo.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco no atendimento ao cliente de forma digital?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 2.2: Integração do cliente no desenvolvimento de produtos											
Descrição: O cliente pode participar do projeto de produtos e serviços. Assim, o Banco realiza pesquisas por telefone e aplicativo para qualificar a opinião dos clientes, como também, realiza testes-piloto com clientes acerca de produtos e serviços.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na participação do no projeto de produtos e serviços?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 2.3: Utilização de dados relacionados ao cliente											
Descrição: O Banco utiliza dados dos clientes e informações de comportamento captados por meio de IA para formulação de estratégias de atendimento e criação/aprimoramento de produtos e serviços realizando oferta personalizada.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na utilização dos dados captados por meio de IA relacionados aos clientes e seu comportamento para ofertar produtos?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 2.4: Coleta de informações de uso do produto											
Descrição: A utilização dos produtos e serviços do Banco é monitorada e as informações tratadas por tecnologias da informação e comunicação, de forma a alimentar o processo de melhoria contínua, bem como, para a oferta personalizada aos clientes.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco quanto ao monitoramento da utilização dos produtos e serviços e do tratamento das informações pelas TIC's?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

3. Dimensão Pessoas e Cultura

Item de Maturidade 3.1: Competência nas tecnologias de informação e comunicação (TIC)											
Descrição: Os funcionários do Banco possuem competências para utilizar as novas tecnologias do B4.0 e colaboram cotidianamente com o avanço das melhorias.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho dos funcionários do Banco quanto às competências para utilizar e colaborar com as novas tecnologias do B4.0?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.2: Conscientização de funcionários que não atuam em TI para as tecnologias do B4.0											
Descrição: Os funcionários do Banco que não atuam na TI sabem da importância da implementação das tecnologias do B4.0 e colaboram com seu desenvolvimento e implementação através de canais de troca de informações.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho dos funcionários do Banco que não atuam em TI?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.3: Conscientização de funcionários que não atuam em TI para segurança cibernética											
Descrição: Os funcionários do Banco que não atuam na TI sabem da importância quanto à segurança cibernética e colaboram para efetiva proteção de dados e informações, bem como, da criação de novas soluções de <i>cibersegurança</i> .											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho dos funcionários que não atuam em TI acerca da importância da segurança?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.4: Flexibilização de arranjos de trabalho											
Descrição: As equipes de trabalho do Banco podem ser flexíveis quanto às atividades realizadas, bem como, as equipes podem ser multidisciplinares.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia, no Banco, a existência de arranjos de trabalho flexíveis?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.5: Autonomia dos trabalhadores nos processos											
Descrição: Os funcionários do Banco têm autonomia nos processos que participam para identificar melhorias e implementá-las.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o Banco acerca da autonomia dada aos funcionários para identificar melhorias e implementá-las no contexto do processo em que atuam?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.6: Experiência com o trabalho interdisciplinar											
Descrição: No Banco, o trabalho executado nas equipes pode ser considerado interdisciplinar, podendo ser mutáveis de acordo com o projeto.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco acerca do trabalho multidisciplinar nas equipes de trabalho?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.7: Experiência com o trabalho remoto											
Descrição: O Banco tem atuado na implementação de trabalho remoto ou <i>home office</i> , bem como, em arranjos de trabalho flexíveis, tais como o modelo híbrido (<i>home office</i> e presencial).											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco acerca do trabalho remoto?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.8: Formação contínua no local de trabalho											
Descrição: No local de trabalho, o funcionário do Banco tem formação contínua e colaborativa entre os membros da sua equipe e da Instituição.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na formação contínua no local de trabalho?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.9: Treinamento para o B4.0											
Descrição: O Banco realiza treinamento constante com os funcionários acerca das tecnologias do B4.0, sendo estimulados através de cursos e mentorias.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco sobre o treinamento constante de funcionários sobre o B4.0 e suas tecnologias?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.10: Cultura de inovação aberta											
Descrição: No Banco há um ambiente de cultura de inovação entre os funcionários em busca de novas soluções tecnológicas para os clientes, como também, para melhoria dos processos.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na criação e implementação de um ambiente de cultura de inovação entre os funcionários em prol do B4.0?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 3.11: Cultura organizacional voltada para a digitalização											
Descrição: A cultura do Banco está voltada para a digitalização dos processos, produtos e serviços, sendo referência no setor pelas práticas em prol disto.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na cultura da organização para a digitalização dos processos, produtos e serviços?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

4. Dimensão Estratégia e Liderança

Item de Maturidade 4.1: Implementação do B4.0 incorporada no Planejamento Estratégico											
Descrição: O Banco possui a implementação do B4.0 inserida no seu Planejamento Estratégico, bem como, há um roteiro para o avanço das tecnologias bancárias neste contexto.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o planejamento estratégico do Banco quanto à implementação do B4.0?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 4.2: Coordenação central das atividades do B4.0											
Descrição: O Banco possui uma equipe que coordena a implementação da estratégia do B4.0, que realiza trabalhos multidisciplinares e interdepartamentais para tal.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho da equipe de implementação da estratégia do B4.0 no Banco?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 4.3: Recursos financeiros para a implementação total do B4.0											
Descrição: No Banco existem recursos financeiros específicos e robustos para a implementação total do B4.0, sendo referência no mercado em investimentos em tecnologia para o B4.0.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco na disponibilização de recursos financeiros específicos para a implementação da estratégia do B4.0?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 4.4: Comunicação das atividades para a implementação do B4.0											
Descrição: No Banco a comunicação entre as equipes responsáveis pela implementação do B4.0 tem uma estrutura organizada, digital e <i>full time</i> para evitar desinformação.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco quanto aos procedimentos formalizados de comunicação entre as equipes de implementação do B4.0?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 4.5: Avaliação dos riscos para o B4.0											
Descrição: No Banco os riscos para a implementação do B4.0 são avaliados de forma robusta e coordenada, realizando correções constantemente.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o desempenho do Banco quanto à avaliação dos riscos de implementação das tecnologias do B4.0, bem como, das ações tomadas diante disso?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 4.6: Motivação dos gestores para realizar o B4.0											
Descrição: Os gestores do Banco estão motivados a implementar o B4.0 na organização através das tecnologias e das práticas em suas equipes, exercendo esse papel de forma constante no ambiente de trabalho estimulando a capacitação e proposição de soluções.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia no Banco a atuação dos gestores quanto a sua motivação em implementar o B4.0?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 4.7: Gestores capacitados para o B4.0											
Descrição: Os gestores do Banco estão capacitados para implementação do B4.0, sendo disseminadores de conhecimento em seu ambiente de trabalho.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia a competência dos gestores do Banco para implementar o B4.0?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 4.8: Parceria com <i>fintechs</i> e <i>startups</i>											
Descrição: O Banco realiza parcerias com <i>fintechs</i> e <i>startups</i> para criação de soluções financeiras que agregam valor aos seus produtos e serviços, bem como, colaboram para a melhoria do atendimento digital.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia o Banco acerca da parceria com <i>fintechs</i> e <i>startups</i> para agregar valor aos seus produtos e serviços bancários?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

5. Dimensão Governança

Item de Maturidade 5.1: Regulamentações trabalhistas para o trabalho digital											
Descrição: No Banco há regulamentação e/ou discussão acerca do trabalho digital para os funcionários de forma robusta e abrangente, bem como, já existe implementação dessas práticas podendo ser visualizados resultados.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia as regulamentações trabalhistas implementadas e/ou em discussão sobre o trabalho digital no Banco?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 5.2: Governança de dados (coleta, uso e análise de dados por Big Data)											
Descrição: A organização possui padrões internos para coleta, uso e análise de dados, ou seja, quem e quais dados podem ser utilizados.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia a governança de dados do Banco?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 5.3: Proteção de Dados											
Descrição: O Banco possui estrutura robusta e consolidada para garantir a integridade dos dados e informações utilizadas, bem como, assegurar o que determina a Lei Geral de Proteção de Dados e demais legislações de sigilo bancário.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia a estrutura do Banco em relação à proteção de dados e cumprimento da LGPD e demais legislações de sigilo bancário?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Item de Maturidade 5.4: Responsabilidade Social Corporativa											
Descrição: O Banco possui diretrizes de autorregulação integrada a sua Estratégia Corporativa acerca das boas práticas de Responsabilidade Social Corporativa e é referência no setor neste tema.											
Pergunta de avaliação: Como você avalia a atuação do Banco nas práticas e Responsabilidade Social Corporativa?											
☐	Não existe	☐	Muito fraco	☐	Fraco	☐	Razoável	☐	Forte	☐	Muito Forte

Modelo de Avaliação da Maturidade para o Banking 4.0

Avaliação de Importância

1. Dimensão Tecnologia

Item de Maturidade 1.1: Troca de informações por meio de IoT				
Descrição: O Banco utiliza a IoT em diversos dispositivos tais como relógios inteligentes, <i>smartphones</i> e <i>tablets</i> , por exemplo, no atendimento aos seus clientes e funcionários. Esta tecnologia está presente nos aplicativos para os clientes do Banco, realizando troca informações bancárias, colaborando com o monitoramento da segurança e oferta de produtos. Para os funcionários, esta tecnologia auxilia na tomada de decisão e melhoria dos processos ao disponibilizar informações em tempo real..				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐	Muito baixa	☐	Baixa	☐
☐	Média	☐	Alta	☐
☐	Muito Alta			

Item de Maturidade 1.2: Utilização de tecnologia em nuvem				
Descrição: Utilização de Computação em Nuvem para armazenamento de dados e informações de forma contínua através de criptografia de forma ampla nos diversos setores da Instituição.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.3: Armazenamento de informação descentralizado				
Descrição: Realização de armazenamento de informações em diversos pontos de apoio para conferir maior segurança de dados. As informações são armazenadas de forma totalmente descentralizadas e há mecanismos de segurança da informação incluídos nos protocolos de acesso.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.4: Utilização de robôs				
Descrição: Utilização de robôs para processos internos, coleta e tratamento de dados, atendimento ao cliente, consultoria financeira e oferta ativa.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.5: Uso de aplicativos em dispositivos móveis (<i>Mobile banking</i>)				
Descrição: Nos aplicativos para clientes são disponibilizadas informações e transações diversas como consulta a saldos, realização de transferência de valores e contratação de empréstimos, mas também realiza oferta ativa de produtos e <i>chat online</i> com funcionários. No B4.0, a instituição possui aplicativos para os funcionários realizarem suas operações colaborando para a melhoria dos processos.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.6: Comercialização de criptomoeda própria ou atua neste mercado				
Descrição: Utilização de criptomoeda própria ou atua na operação financeira que envolve a compra e venda de criptomoedas.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.7: Uso de tecnologia POS (<i>Point of Sale</i>) e e-commerce				
Descrição: Existência de tecnologia POS em máquinas físicas para realização de vendas, como também, tecnologia para pagamentos via internet com segurança.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.8: Tecnologia para o <i>open banking</i>				
Descrição: Existência de tecnologia para o <i>open banking</i> colaborando para o compartilhamento de informações financeiras. De forma consolidada, e atuando na oferta ativa via aplicativo e no atendimento ao cliente, o Banco estimula este compartilhamento que colabora com a melhor oferta de produtos personalizados.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.9: Tecnologias biométricas				
Descrição: Aplicação de tecnologia biométrica e facial para fins de segurança de dados no aplicativo para celular e nos terminais de autoatendimento.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.10: Tecnologia de <i>cibersegurança</i>				
Descrição: Utilização de sistema de proteção de dados e dispositivos de rede contra ataques de qualquer natureza utilizando-se, por exemplo, da tecnologia <i>blockchain</i> . No B4.0, a instituição possui diversas tecnologias de <i>cibersegurança</i> nos processos internos e no atendimento ao cliente de forma robusta.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.11: Utilização de API's (<i>Application Programming Interface</i>) para conectar-se a outros aplicativos				
Descrição: Utilização de API's para criação de interface com outros aplicativos não elaborados pela própria instituição, mas que trazem benefícios para os clientes, por exemplo, API's para geração de QRCODE de pagamento.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.12: Inteligência Artificial em processos, tomada de decisão e análise comportamental				
Descrição: Realização de análise de dados e informações dos clientes através da Inteligência Artificial, bem como, utiliza a tecnologia para tomada de decisão e aprimoramento dos processos. A tecnologia é aplicada na análise comportamental de clientes de forma ampla, gerando oferta ativa de produtos e serviços de forma personalizada.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.13: Simulação de cenários futuros através de <i>software</i> orientado por dados				
Descrição: Utilização de simuladores por <i>software</i> de cenários futuros para análises econômicas, previsão de resultados, por exemplo, com atuação de tecnologias do B4.0 disponibilizando dados, informações <i>online</i> e resultados.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.14: Compatibilidade digital				
Descrição: Os produtos e serviços disponíveis digitalmente podem ser utilizados para todos os sistemas operacionais existentes no mercado, tais como IOS e Android, para celulares, ou Windows e MacOS, para computadores, por exemplo.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 1.15: Colaboração do setor de TI para o desenvolvimento de produtos				
Descrição: O setor de tecnologia é o ponto focal do projeto de produto e possui equipes multidisciplinares envolvidas na elaboração de produtos e serviços.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

2. Dimensão Clientes

Item de Maturidade 2.1: Digitalização do atendimento				
Descrição: O atendimento bancário pode ser realizado digitalmente através de aplicativos em diversos dispositivos. O atendimento é personalizado ao cliente de forma digital para realizar consultas e transações financeiras através de aplicativo.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 2.2: Integração do cliente no desenvolvimento de produtos				
Descrição: O cliente participa do projeto de produtos e serviços. Assim, no B4.0 a instituição realiza pesquisas por telefone e aplicativo para qualificar a opinião dos clientes, como também, realiza testes-piloto com clientes acerca de produtos e serviços.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 2.3: Utilização de dados relacionados ao cliente				
Descrição: Utilização de dados dos clientes e informações de comportamento captados por meio de IA para formulação de estratégias de atendimento e criação/aprimoramento de produtos e serviços realizando oferta personalizada.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 2.4: Coleta de informações de uso do produto				
Descrição: A utilização dos produtos e serviços no B4.0 é monitorada e as informações tratadas por tecnologias da informação e comunicação, de forma a alimentar o processo de melhoria contínua, bem como, para a oferta personalizada aos clientes.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

3. Dimensão Pessoas e Cultura

Item de Maturidade 3.1: Competência nas tecnologias de informação e comunicação (TIC)				
Descrição: Os funcionários possuem competências para utilizar as novas tecnologias do B4.0 e colaboram cotidianamente com o avanço das melhorias.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.2: Conscientização de funcionários que não atuam em TI para as tecnologias do B4.0				
Descrição: Os funcionários no B4.0 que não atuam na TI sabem da importância da implementação das tecnologias do B4.0 e colaboram com seu desenvolvimento e implementação através de canais de troca de informações.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.3: Conscientização de funcionários que não atuam em TI para segurança cibernética				
Descrição: Os funcionários no B4.0 que não atuam na TI sabem da importância quanto à segurança cibernética e colaboram para efetiva proteção de dados e informações, bem como, da criação de novas soluções de <i>cibersegurança</i> .				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.4: Flexibilização de arranjos de trabalho				
Descrição: As equipes de trabalho no B4.0 podem ser flexíveis quanto às atividades realizadas, bem como, as equipes podem ser multidisciplinares.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.5: Autonomia dos trabalhadores nos processos				
Descrição: Os funcionários têm autonomia nos processos que participam para identificar melhorias e implementá-las.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.6: Experiência com o trabalho interdisciplinar				
Descrição: O trabalho executado nas equipes pode ser considerado interdisciplinar, podendo ser mutáveis de acordo com o projeto.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.7: Experiência com o trabalho remoto				
Descrição: Atuação na implementação de trabalho remoto ou <i>home office</i> , bem como, em arranjos de trabalho flexíveis, tais como o modelo híbrido (<i>home office</i> e presencial).				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.8: Formação contínua no local de trabalho				
Descrição: No local de trabalho, o funcionário tem formação contínua e colaborativa entre os membros da sua equipe e da Instituição.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.9: Treinamento para o B4.0				
Descrição: Realização de treinamento constante com os funcionários acerca das tecnologias do B4.0, sendo estimulados através de cursos e mentorias.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.10: Cultura de inovação aberta				
Descrição: Existência de um ambiente de cultura de inovação entre os funcionários em busca de novas soluções tecnológicas para os clientes, como também, para melhoria dos processos.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 3.11: Cultura organizacional voltada para a digitalização				
Descrição: Cultura organizacional voltada para a digitalização dos processos, produtos e serviços.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

4. Dimensão Estratégia e Liderança

Item de Maturidade 4.1: Implementação do B4.0 incorporada no Planejamento Estratégico				
Descrição: A implementação do B4.0 está inserida no Planejamento Estratégico, bem como, há um roteiro para o avanço das tecnologias bancárias neste contexto.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 4.2: Coordenação central das atividades do B4.0				
Descrição: Existe uma equipe que coordena a implementação da estratégia do B4.0, que realiza trabalhos multidisciplinares e interdepartamentais para tal.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 4.3: Recursos financeiros para a implementação total do B4.0				
Descrição: Existem recursos financeiros específicos e robustos para a implementação total do B4.0, com o objetivo de se tornar referência no mercado em investimentos em tecnologia para o B4.0.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 4.4: Comunicação das atividades para a implementação do B4.0				
Descrição: A comunicação entre as equipes responsáveis pela implementação do B4.0 tem uma estrutura organizada, digital e <i>full time</i> para evitar desinformação.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 4.5: Avaliação dos riscos para o B4.0				
Descrição: Os riscos para a implementação do B4.0 são avaliados de forma robusta e coordenada, realizando correções constantemente.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 4.6: Motivação dos gestores para realizar o B4.0				
Descrição: Os gestores estão motivados a implementar o B4.0 na organização através das tecnologias e das práticas em suas equipes, exercendo esse papel de forma constante no ambiente de trabalho estimulando a capacitação e proposição de soluções.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 4.7: Gestores capacitados para o B4.0				
---	--	--	--	--

Descrição: Os gestores estão capacitados para implementação do B4.0, sendo disseminadores de conhecimento em seu ambiente de trabalho.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 4.8: Parceria com <i>fintechs</i> e <i>startups</i>				
Descrição: Realização de parcerias com <i>fintechs</i> e <i>startups</i> para criação de soluções financeiras que agregam valor aos seus produtos e serviços, bem como, colaboram para a melhoria do atendimento digital.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

5. Dimensão Governança

Item de Maturidade 5.1: Regulamentações trabalhistas para o trabalho digital				
Descrição: Existe regulamentação e/ou discussão acerca do trabalho digital para os funcionários de forma robusta e abrangente, bem como, já existe implementação dessas práticas podendo ser visualizados resultados.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 5.2: Governança de dados (coleta, uso e análise de dados por <i>Big Data</i>)				
Descrição: São adotados padrões internos para coleta, uso e análise de dados, ou seja, quem e quais dados podem ser utilizados.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 5.3: Proteção de Dados				
Descrição: Existe uma estrutura robusta e consolidada para garantir a integridade dos dados e informações utilizadas, bem como, assegurar o que determina a Lei Geral de Proteção de Dados e demais legislações de sigilo bancário.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta

Item de Maturidade 5.4: Responsabilidade Social Corporativa				
Descrição: Existem diretrizes de autorregulação integrada a sua Estratégia Corporativa acerca das boas práticas de Responsabilidade Social Corporativa.				
Pergunta de avaliação: Como você avalia a importância deste item para o B4.0?				
☐ Muito baixa	☐ Baixa	☐ Média	☐ Alta	☐ Muito Alta