

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Jassen Rodrigues da Silva

A Inteligência Artificial como Suporte à Servitização Digital

Porto Alegre
2022

Jassen Rodrigues da Silva

A Inteligência Artificial como Suporte à Servitização Digital

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Acadêmica, na área de concentração em Sistemas de Qualidade.

Orientador: professor Alejandro Germán Frank, Dr.

Coorientador: professor Néstor Fabián Ayala, Dr.

Porto Alegre
2022

Jassen Rodrigues da Silva

A Inteligência Artificial como Suporte à Servitização Digital

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGEP/UFRGS).

Prof. Alejandro Germán Frank, Dr.
Orientador PPGEP/UFRGS

Prof. Néstor Fabián Ayala, Dr.
Coorientador PPGEP/UFRGS

Prof. Alejandro Germán Frank, Dr.
Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Prof^a. Dra. Aline Marian Callegaro (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Prof^a. Dra. Maria A. Cannarozzo Tinoco (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Prof^a. Dra. Patrícia Flores Magnago (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul)

"Faça o teu melhor, na condição que você tem, enquanto você não tem condições melhores,
para fazer melhor ainda."
— *Mario Sergio Cortella*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus por me possibilitar alcançar mais este objetivo em minha vida.

Também, agradeço à minha esposa Caroline e ao meu filho Bernardo por estarem sempre ao meu lado, entendendo e apoiando cada decisão.

Agradeço aos meus pais e irmãos, por me darem suporte durante toda a minha vida, sem o qual não chegaria até aqui.

Agradeço aos professores Alejandro Frank e Néstor Ayala, por todo o apoio, dedicação e confiança, e à toda a fantástica equipe do Núcleo de Engenharia Organizacional (NEO-UFRGS) pelo suporte indispensável.

Também agradeço aos amigos e colegas que fiz durante a jornada do mestrado, que fizeram com que esse período fosse mais leve e proveitoso.

Por fim, também agradeço à banca examinadora pela disposição e contribuição para a avaliação dessa dissertação.

CRÉDITOS

A pesquisa apresentada foi desenvolvida no Núcleo de Engenharia Organizacional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (NEO/UFRGS), como parte integrante do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da mesma universidade (PPGEP/UFRGS). O desenvolvimento desta dissertação foi possível graças à bolsa de mestrado outorgada ao candidato pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil.

RESUMO

O avanço das tecnologias digitais, que fez com que o setor de serviços tivesse um aumento considerável nas últimas décadas, tem possibilitado o desenvolvimento de diversas soluções e contribuído diretamente na inovação dos serviços. Neste caminho, empresas de diferentes setores têm partido para a servitização digital, destacando o crescente interesse das empresas de manufatura neste tipo de estratégia. Neste sentido, a literatura tem dedicado especial atenção ao processo de transformação digital de indústrias e empresas, especialmente no contexto da chamada Indústria 4.0, processo que tem sido apoiado pela implementação de tecnologias de base como a inteligência artificial (IA), que tem tido um papel de destaque neste processo. No entanto, a literatura ainda aborda a IA de forma superficial no que diz respeito às características e recursos necessários para o sucesso de sua implementação na servitização digital. Deste modo, essa dissertação tem como objetivo entender como a IA pode ser aplicada no suporte a servitização digital de empresas. Para isso, primeiramente, foi realizada uma análise de casos da literatura, para entender como a IA tem sido aplicada em serviços para a criação de valor. Neste estudo, com o auxílio de um framework conceitual, foram analisados 12 casos de utilização de IA em serviços. Posteriormente, foi realizada uma revisão sistemática de literatura, para identificar e analisar como a IA tem apoiado a servitização de empresas de produto. Por fim, foram realizados quatro estudos de caso para entender como essas empresas desenvolveram soluções servitizadas suportadas por IA. Os resultados do estudo mostram que a IA pode criar valor de diferentes formas e em diferentes processos de criação de valor, porém, tem sido aplicada predominantemente em atividades de suporte. Também, o estudo identifica e classifica os recursos necessários para a oferta de soluções servitizadas, assim como, descreve um caminho de servitização digital por meio da IA.

Palavras-chave: Servitização; Servitização digital; Inteligência artificial; Indústria 4.0.

ABSTRACT

The advancement of digital technologies, which caused the service sector to have a considerable increase in recent decades, has enabled the development of various solutions and directly contributed to the innovation of services. In this way, companies from different sectors have moved towards digital servitization, highlighting the growing interest of manufacturing companies in this type of strategy. In this sense, the literature has dedicated special attention to the process of digital transformation of industries and companies, especially in the context of the so-called Industry 4.0, a process that has been supported by the implementation of fundamental technologies such as artificial intelligence (AI), which has had a prominent role in this process. However, the literature still superficially approaches AI about the characteristics and resources necessary for the success of its implementation in digital servitization. Thus, this dissertation aims to understand how AI can be applied to support the digital servitization of companies. First, a case analysis of the literature was carried out, to know how AI has been applied in services to create value. In this study, with the aid of a conceptual framework, 12 cases of the use of AI in services were analyzed. Subsequently, a systematic literature review was carried out to identify and analyze how AI has supported the servitization of product companies. Finally, four case studies were carried out to understand how these companies developed servitized solutions supported by AI. The study results show that AI can create value in different ways and different value creation processes, however, it has been applied predominantly in support activities. Also, the study identifies and classifies the resources needed to offer servitized solutions, as well as describes a path of digital servitization through AI.

Keywords: Servitization; Digital servitization; Artificial intelligence; Industry 4.0.

Lista de Figuras

Figura 1: framework teórico.....	24
Figura 2: etapas do método de trabalho	26
Figura 3: distribuição dos achados do estudo.....	26
Figura 4: fluxograma para a seleção da literatura revisada com base no método PRISMA	44
Figura 5: estrutura de pesquisa.....	64
Figura 6: caminho de Servitização Digital por meio de IA.....	79

Lista de Tabelas

Tabela 1: termos de busca	42
Tabela 2: análise descritiva dos estudos	45
Tabela 3: aplicações da IA no <i>back e front office</i>	47
Tabela 4: desafios para a implementação da IA na servitização.	51
Tabela 5: casos selecionados	66
Tabela 6: por que, quando e como as empresas utilizam a IA para a servitização digital	77

Sumário

1. Introdução.....	13
1.1. Objetivos	14
1.2. Método de pesquisa.....	14
1.3. Delimitações do estudo	15
Referências.....	16
2. Artigo 1. Criação de Valor em Serviços na Era Digital Através da Inteligência Artificial	17
1. Introdução	17
2. Base teórica	20
2.1. IA aplicada em serviços	20
2.2. Criação de valor em serviços com a IA.....	22
3 Método e materiais.....	24
4 Resultados e discussões.....	26
4.1 IA Mecânica e processos de criação de valor em serviços.....	26
4.2 IA Analítica e processos de criação de valor em serviços.....	28
4.3 IA Intuitiva e processos de criação de valor em serviços.....	29
4.4 IA Empática e processos de criação de valor em serviços	31
5 Conclusões	32
5.1 Limitações e estudos futuros	33
Referências	34
3. Artigo 2. O Papel da Inteligência Artificial na Servitização de Empresas de Produto.....	37
1. Introdução	37
2. Referencial teórico	39
2.1. Servitização Digital e a contribuição da IA.....	39
3. Método	41
3.1. Formulação da questão de pesquisa	41
3.2. Localização dos estudos	42
3.3. Seleção e avaliação.....	42
3.4. Análise descritiva	44
4. Resultados e discussões.....	46
4.1. Impacto da IA nos modelos de negócio	46
4.2. Formas de aplicação IA na Servitização	47
4.2.1. IA no <i>back office</i>	48
4.2.2. IA no <i>front office</i>	49
4.3. Desafios para a utilização da IA na Servitização	50
5. Conclusões	53
Referências.....	55

4. Artigo 3 - Por que, Quando e Como Empresas Servitizadas Utilizam Inteligência Artificial ..58	
1. Introdução	58
2. Referencial teórico	60
2.1. Servitização Digital	60
2.2. IA aplicada à Servitização	62
2.3. Uma visão baseada em recursos sobre o uso da IA na Servitização Digital	63
3. Método	65
3.1. Seleção dos casos	66
3.2. Definição do instrumento e procedimento de coleta de dados	66
3.3. Análise de dados	67
4. Resultados	68
4.1. IA no <i>back office</i> do produto	68
4.2. IA no <i>front office</i> do produto	70
4.3. IA no <i>back office</i> do serviço	71
4.4. IA no <i>front office</i> do serviço	73
5. Discussões	74
6. Conclusões	80
Referências	81
5. Considerações finais da dissertação..... 85	
5.1. Conclusões	85
5.2. Pesquisas futuras	86

1. Introdução

Cada vez mais, os avanços das tecnologias têm possibilitado mudanças notáveis no setor de serviços, que tradicionalmente dependia de contatos pessoais entre clientes e funcionários. Essa digitalização, processo no qual as empresas usam tecnologias digitais para mudar seus modelos de negócios, está alterando a forma de interação entre o provedor de serviços e o cliente, e como o valor é criado nesse relacionamento (DALENOGARE *et al.*, 2018; LÄHTEENMÄKI; NÄTTI; SARANIEMI, 2022).

No mesmo caminho, para escapar da comoditização, empresas manufatureiras estão cada vez mais passando a fornecer produtos e serviços como soluções inteligentes para seus clientes (MARCON *et al.*, 2019; REINHOLD; KOLDEWEY; DUMITRESCU, 2022). Há vários anos, a servitização e digitalização tem causado um grande impacto nos negócios de manufatura, e a convergência desses dois processos tem permitido novos modelos de negócio com a oferta de soluções inteligentes, mudando a forma como a criação de valor ocorre também em empresas de manufatura (REINHOLD; KOLDEWEY; DUMITRESCU, 2022; HUIKKOLA; KOHTAMÄKI; YLIMÄKI, 2022).

Acompanhando o avanço das tecnologias, a literatura de servitização vem evoluindo para a de servitização digital, no entanto, esta evolução se deu de forma contundente no aspecto de transição de modelos de negócio servitizados, porém no que diz respeito às tecnologias envolvidas como a IA, que é o conceito mais avançado no que diz respeito à servitização digital, esse avanço não é o mesmo (KOHTAMÄKI *et al.*, 2022). Deste modo, torna-se relevante avançar em estudos neste sentido, pois a literatura demonstra que para se tornar um provedor de soluções inteligentes, é necessário desenvolver e organizar diversas capacidades e recursos (HUIKKOLA; KOHTAMÄKI; YLIMÄKI, 2022).

Neste contexto, torna-se importante a investigação sobre em que tipo de solução a IA tem sido aplicada em serviços digitais, assim como, como essa aplicação se dá em empresas que possuem modelos de negócio baseados em produtos, e que estão partindo para esse processo de servitização digital. Isso porque, a tecnologia pode modificar completamente a forma como o serviço é oferecido e como é percebido pelos clientes, assim como modificar o modelo de negócio das empresas e os recursos necessários para essas ofertas (SJÖDIN *et al.*, 2021). Deste modo, existe a necessidade de estudos que forneçam *insights* detalhados sobre caminhos para a servitização digital, em um nível em que possam auxiliar as empresas em seus planejamentos (KOHTAMÄKI *et al.*, 2022; HUIKKOLA; KOHTAMÄKI; YLIMÄKI, 2022).

Deste modo, buscou-se primeiramente identificar como a IA está sendo aplicada em serviços para a criação de valor, possibilitando um diagnóstico atual e a identificação de possíveis caminhos para a tecnologia em serviços, tendo em vista que essas soluções podem servir de ponto de partida para empresas com modelos de negócio baseados em produtos. Posteriormente, foi realizada uma revisão de literatura na busca por casos de aplicação de IA na servitização de empresas de produto, com o objetivo de analisar as contribuições da tecnologia no processo de servitização digital, seu impacto nos modelos de negócio e os desafios para a sua aplicação. Por fim, foram realizados 4 estudos de caso de empresas com propostas servitizadas com IA, com o intuito de entender a motivação da empresa em adotar a IA no processo de servitização, a maturidade dos recursos da empresa quando este processo foi escolhido, e como o desenvolvimento da solução proposta pela empresa se deu com relação aos recursos necessários.

1.1. Objetivos

Esta dissertação tem como objetivo analisar como a IA pode ser utilizada no suporte à servitização digital de empresas.

Este objetivo geral é construído com base em três objetivos específicos:

- 1) Identificar como a IA tem sido aplicada em serviços e as possibilidades que a tecnologia traz para o setor.
- 2) Analisar as aplicações e contribuições da IA no processo de servitização.
- 3) Esclarecer a utilização da IA na servitização digital com relação aos recursos necessários.

Esses três objetivos específicos foram desenvolvidos em três artigos independentes e complementares. Dessa forma, foi possível aprofundar a análise sobre o suporte da IA na servitização digital.

1.2. Método de pesquisa

Foi adotada uma abordagem qualitativa para atingir os três objetivos específicos desta dissertação. No primeiro artigo, relacionado ao objetivo específico um, foi realizada busca na

literatura para posterior análise e classificação de casos aplicados de acordo com um framework conceitual. No segundo artigo, vinculado ao objetivo específico dois, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (SLR) baseado no método PRISMA de Moher *et al.*, (2015), que consiste em uma lista de verificação e um fluxograma de quatro fases, e que facilita a preparação e o relato do protocolo para a revisão sistemática. No terceiro artigo, foram realizados quatro estudos de caso seguindo os passos recomendados por Voss, Tsikriktsi e Frohlich (2002).

O primeiro artigo, “Criação de Valor em Serviços na Era Digital Através da Inteligência Artificial”, compreende uma análise de casos da literatura, no qual é abordada a utilização de IA para a criação de valor em serviços. Por meio da seleção e análise de 12 casos, foi possível classificar diferentes tipos de criação de valor com os diferentes tipos de IA de acordo com o framework desenvolvido baseado em Huang e Rust (2018) e Payne, Storbacka e Frow (2008).

O segundo artigo, “O Papel da Inteligência Artificial na Servitização de Empresas de Produto”, desenvolve uma Revisão Sistemática da Literatura (SLR) baseado no método PRISMA de Moher *et al.*, (2015), analisando um total de 12 estudos, descrevendo as aplicações, impactos nos modelos de negócios e desafios para a implementação da IA na perspectiva de *back* e *front office*.

O terceiro artigo, “Por que, Quando e Como Empresas Servitizadas Utilizam Inteligência Artificial”, desenvolve quatro estudos de caso, baseando-se nas recomendações de Voss, Tsikriktsi e Frohlich, (2002), com empresas que desenvolveram soluções servitizadas suportadas por IA. Foi utilizada a lente *Resource-Based View* (RBV) (BARNEY, 1991) para orientar o estudo, uma vez que a resposta à questão de pesquisa demandava analisar como as empresas agiram para evoluir seus recursos e poder fornecer suas soluções. Esses recursos foram analisados classificando as soluções quanto aos aspectos operacionais de *back office* e *front office* de uma prestação de serviço.

1.3. Delimitações do estudo

O estudo delimita-se a considerar as aplicações da IA apenas do ponto de vista organizacional, sem considerar a parte técnica e suas especificidades para desenvolvimento. Assim, possíveis restrições ou oportunidades de aplicações podem não estar apresentadas no estudo.

Referências

- BARNEY, J. B. Firm resources and sustained competitive advantage, **Journal of Management**, 17 (1), pp. 99-120, 1991.
- DALENOGARE, L.S., BENITEZ, G.B., AYALA, N.F., FRANK, A.G. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. **Int. J. Prod. Econ.** 204, 383–394, 2018.
- HUANG, M.-H., & RUST, R. T. Artificial Intelligence in Service. **Journal of Service Research**, 21(2), 155–172, 2018.
- HUIKKOLA, T., KOHTAMÄKI, M., YLIMÄKI, J. Becoming a smart solution provider: Reconfiguring a product manufacturer's strategic capabilities and processes to facilitate business model innovation, **Technovation**, 2022.
- KOHTAMÄKI, M., RABETINO, R., PARIDA, V., SJÖDIN, D., HENNEBERG, S. Managing digital servitization toward smart solutions: Framing the connections between technologies, business models, and ecosystems, **Industrial Marketing Management**, V. 105, P. 253-267, 2022.
- LÄHTEENMÄKI, I., NÄTTI, S., SARANIEMI, S. Digitalization-enabled evolution of customer value creation: An executive view in financial services, **Journal of Business Research**, V. 146, P. 504-517, 2022.
- LUGNET, J., ERICSON, Å., LARSSON, T. Design of Product–Service Systems: Toward An Updated Discourse. **Systems**, 8, 45, 2020.
- MARCON, É., MARCON, A., LE DAIN, M.-A., AYALA, N. F., FRANK, A. G., & MATTHIEU, J. Barriers for the digitalization of servitization. **Procedia CIRP**, 83, 254–259, 2019.
- MOHER, D., SHAMSEER, L., CLARKE, M., GHERSI, D., LIBERATI, A., PETTICREW, M., STEWART, L.A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, 4, 1, 2015.
- PAYNE, A.F., STORBACKA, K. & FROW, P. Managing the co-creation of value. **J. of the Acad. Mark. Sci.** 36, 83–96, 2008.
- REINHOLD, J., KOLDEWEY, C., DUMITRESCU, R. Value Creation Framework and Roles for Smart Services, **Procedia CIRP**, V. 109, P. 413-418, 2022.
- SJÖDIN, D., PARIDA, V., PALMIÉ, M., WINCENT, J. How AI capabilities enable business model innovation: Scaling AI through co evolutionary processes and feedback loops, **Journal of Business Research**, V. 134, P. 574-587, 2021.
- VOSS, C., TSIKRIKTSIS, N., FROHLICH, M. “Case Research in Operations Management,” **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 22, No. 2, pp. 195-219, 2002.

2. Artigo 1. Criação de Valor em Serviços na Era Digital Através da Inteligência Artificial

Jassen Rodrigues da Silva

Jéssica de Assis Dornelles

Néstor Fabián Ayala

Alejandro Germán Frank

Resumo

O setor de serviços tem se mostrado como um motor de crescimento econômico e vem se tornando o maior setor em termos de produção e emprego no mundo desenvolvido. Neste sentido, o avanço das tecnologias digitais, que fez com que o setor de serviços tivesse um aumento considerável nas últimas décadas, tem possibilitado o desenvolvimento de diversas soluções e contribuído diretamente na inovação dos serviços. Neste contexto de tecnologias digitais, a inteligência artificial (IA) vem modificando profundamente a oferta e entrega de serviços, sendo considerada como facilitadora da criação de valor para os clientes. Mesmo com grande potencial para contribuir com a criação de valor em serviços, a o estudo do uso da IA na criação de valor permanece limitado, sendo ainda um gap na literatura a descrição clara de quais tipos de serviços poderiam se beneficiar da IA como fonte de criação de valor, e como esses serviços estão relacionados aos tipos de IA. Deste modo, este estudo buscou identificar como a inteligência artificial pode ser aplicada para a criação de valor em serviços. Para alcançar esse objetivo, foi realizada uma revisão da literatura buscando casos onde a IA tivesse sido aplicada para a criação de valor em serviços. Posteriormente, os casos foram classificados e analisados de acordo com os conceitos definidos em um framework com tipos de IA e processos de criação de valor. Os resultados do estudo mostram que a IA pode criar valor de diferentes formas e em cada um dos processos de criação de valor.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Inteligência Artificial; Serviços; Criação de valor.

1. Introdução

O setor de serviços tem se mostrado como um motor de crescimento econômico (LEE; MCKIBBIN, 2018) se tornando o maior setor em termos de produção e emprego no mundo desenvolvido. Em países avançados as indústrias de serviços respondem por mais de 70% do

PIB e, embora vários fatores afetem a produtividade, a inovação é um dos fatores fundamentais do crescimento da produtividade no setor (MORIKAWA, 2019).

Neste sentido, o avanço das tecnologias digitais, que fez com que o setor de serviços tivesse um aumento sem precedentes nas últimas décadas, tem possibilitado o desenvolvimento de diversas soluções e contribuído diretamente na inovação dos serviços (LIM *et al.*, 2018; TÄUSCHER; LAUDIEN, 2018; KAISER *et al.*, 2021), auxiliando empresas de serviços a acelerar seus processos, melhorando a disponibilidade e a eficiência do serviço no ambiente digital (LAUDIEN; PESCH, 2019). Este processo de digitalização pode ser definido como o uso de tecnologias digitais e dados digitalizados para impactar a realização do trabalho, como clientes e empresas se envolvem e interagem e como os fluxos de receita são criados, sendo um processo que vai além da implementação da tecnologia, implicando em mudanças profundas em todo o modelo de negócios e transformando rapidamente as interações entre funcionários e clientes (MARINOVA *et al.*, 2017; HOLMSTROM, 2021)

Neste contexto de tecnologias digitais, a inteligência artificial (IA) vem modificando profundamente a oferta e entrega de serviços (HUANG; HUST, 2018), sendo considerada como facilitadora da criação de valor para os clientes, possibilitando uma abordagem proativa, gerenciando a incerteza e, assim, melhorando a eficiência de custos e aumentando a receita, tendo em vista que a criação de valor em serviços decorre das necessidades do cliente e de como a tecnologia pode ser aplicada para atender estas necessidades (ÅSTRÖM; REIM; PARIDA, 2022). A IA usa informações externas obtidas por meio de IoT ou outras fontes de *big data* como entrada para identificar regras e padrões subjacentes, contando com abordagens de aprendizado de máquina, mas abrangendo, também, a capacidade de um sistema de perceber dados, controlar, mover e manipular objetos com base em informações aprendidas (KAPLAN; HAENLEIN, 2019). Deste modo, a IA se estabelece como um dos principais impulsionadores da transformação digital nas organizações de hoje, em grande parte devido à sua utilidade na tomada de decisões quando combinada com grandes conjuntos de dados, oferecendo algumas grandes oportunidades para as empresas (HOLMSTROM, 2021).

Muitas são as aplicações de IA em serviços como, por exemplo, os bots de bate-papo utilizados para estimular conversas, respondendo a consultas de clientes e fornecendo sugestões e recomendações por meio da utilização de IA (MATARAZZO *et al.*, 2021). Outra aplicação bastante utilizada atualmente são os assistentes de voz digital baseados em IA, que reconhecem e entendem as solicitações do usuário baseadas em voz e se comunicam usando linguagem natural para realizar diversas tarefas, como ler as notícias, obter previsões do tempo e atender a outras solicitações dos usuários (CHATTARAMAN *et al.*, 2019). Assim, os clientes têm

desempenhado cada vez mais suas atividades cotidianas com o suporte da tecnologia, com os serviços em aplicativos baseados em IA (FERNANDES; OLIVEIRA, 2021).

No entanto, mesmo com o crescimento do uso de IA em serviços e que esta tecnologia venha sendo anunciada por muitos como a próxima fonte de valor comercial (MIKALEF; GUPTA, 2021), a atenção ao uso da IA na criação de valor permanece limitada, sendo ainda um gap na literatura a descrição clara de quais tipos de serviços poderiam se beneficiar da IA como fonte de criação de valor, e como esses serviços estão relacionados aos tipos de IA. Com isso, a resposta para a seguinte questão de pesquisa se faz necessária: *Como a inteligência artificial pode ser aplicada para a criação de valor em serviços?*

Para responder esta questão de pesquisa, o trabalho desenvolve uma estrutura de classificação buscando identificar diferentes formas e características das aplicações de IA na criação de valor. Para isto são combinados os frameworks de Huang e Rust (2018) e de Payne, Storbacka e Frow (2008). Por um lado, Huang e Rust (2018) apresentam tipos de IA classificando em: (i) *Mecânica*, que é projetada para ter aprendizado limitado e manter a consistência na realização das tarefas rotineiras e repetitivas; (ii) *Analítica*, utilizada para a execução de tarefas consistentes e previsíveis baseada em dados e informações; (iii) *Intuitiva*, onde a compreensão é a principal característica, podendo ser aplicada para tarefas complexas e de natureza idiossincrática e; (iv) *Empática*, que demonstra a capacidade de sentir ou se comportar como se tivesse sentimentos.

Por outro lado, Payne, Storbacka e Frow (2008) apresentam uma classificação de processos de criação de valor dividindo em: (i) Processos de criação de valor para o cliente, que em um relacionamento *business-to-business*, são os processos que a organização do cliente utiliza para o gerenciamento de seus negócios e relacionamentos com fornecedores, e na relação empresa-consumidor, são definidos como os processos, recursos e práticas que os clientes usam para gerenciar suas atividades; (ii) Processos de criação de valor do fornecedor que são definidos como processos, recursos e práticas que o fornecedor usa para gerenciar seus negócios e relacionamentos com clientes e outras partes interessadas e; (iii) Processos de encontro, definidos como processos e práticas de interação e troca nos relacionamentos com clientes e fornecedores.

Deste modo, para alcançar os objetivos do estudo, foi realizada uma revisão da literatura buscando casos em que a IA tivesse sido aplicada para a criação de valor em serviços. Posteriormente, os casos foram classificados e analisados de acordo com os conceitos definidos para o framework conceitual.

Os resultados do estudo mostram que a IA pode criar valor de diferentes formas e em cada um dos processos de criação de valor. Por exemplo, a IA mecânica tem sua aplicação mais vinculada aos processos de criação de valor para o fornecedor e processos de encontro. As IAs analítica e intuitiva são mais alinhadas e aplicadas à criação de valor para os clientes e para o fornecedor. Já a IA empática está mais vinculada a criação de valor para o cliente e em processos de encontro.

Após esta seção introdutória, a seção 2 apresenta a base teórica do estudo, abordando conceitos de IA e criação de valor, e a aplicação em serviços. A seção 3 aborda a metodologia do estudo, descrevendo a abordagem qualitativa utilizada. Na Seção 4 são apresentados os resultados e discussões do estudo. Por fim, a seção 5 apresenta as conclusões, limitações e sugestões para estudos futuros.

2. Base teórica

2.1. IA aplicada em serviços

Apesar de que o conceito de IA tenha sido cunhado em 1956 por John McCarthy (MINTZ; BRODIE, 2019), sua conceitualização e sua utilidade continuam sendo objeto de discussão na academia e na prática empresarial (ISSA *et al.*, 2017; MINTZ; BRODIE, 2019). Neste estudo, foi selecionada a definição de Kaplan & Haenlein (2019) que descrevem a IA como “a capacidade de um sistema de interpretar dados externos corretamente, aprender com esses dados e usar esses aprendizados para atingir objetivos e tarefas específicos por meio de adaptação flexível”. Considerando a revolução tecnológica denominada de Indústria 4.0 e a disseminação de sistemas de informação na sociedade, hoje grande parte dos serviços prestados por empresas e instituições são em formato de serviços digitais (RIBEIRO *et al.*, 2021). Esses serviços digitais são complementados por meio da utilização de IA como forma de melhorar a precisão e execução dos processos e criar valor para os clientes e para as organizações (RIBEIRO *et al.*, 2021; WODECKI, 2019).

Diante da relevância da IA para os serviços digitais, surgiram conceitos como a IA baseada em serviços que diz respeito a “sistemas baseados em nuvem que fornecem serviços sob demanda para organizações e indivíduos para implantar, desenvolver, treinar e gerenciar modelos de IA” (LINS *et al.*, 2021). Entretanto a IA aplicada em serviços é diferente da IA como um serviço, já que a IA aplicada em serviços tem como objetivo remodelar o serviço ao realizar várias tarefas, constituindo uma importante fonte de inovação e geração de valor (HUANG; RUST, 2018).

Desta forma, Huang e Rust (2018) definiram em seu estudo quatro níveis de IA para tarefas de serviços baseados nos desenvolvimentos de aspectos de Inteligência Humana (IH) e IA. O primeiro nível de IA aplicada a serviços é a *Mecânica*. Este tipo de inteligência é utilizado especialmente em tarefas rotineiras e repetitivas. É projetada para ter aprendizado limitado e manter a consistência na realização das tarefas (HUANG; RUST, 2018). Um bom exemplo para ilustrar a IA Mecânica são os robôs de serviços, que podem realizar serviços de forma autônoma proporcionando o bem-estar para os humanos (XIAO; KUMAR, 2019).

O segundo nível de IA aplicada em serviços é a *Analítica*. Essa inteligência é utilizada para a execução de tarefas complexas, mas sistemáticas, consistentes e previsíveis baseada em dados e informações. Dentre as principais aplicações da IA analítica encontram-se o aprendizado de máquina e a análise de dados (HUANG; RUST, 2018). Como exemplo, podemos citar casos de uso de IA para serviços de marketing considerando que algoritmos técnicos de IA são utilizados para resolver problemas específicos de marketing (CHUNG *et al.*, 2016).

O terceiro nível de IA aplicada em serviços é a IA *Intuitiva*. Nesse tipo de IA, a compreensão é a principal característica que a difere da IA analítica e ela pode ser aplicada para tarefas complexas e de natureza idiossincrática (HUANG; RUST, 2018). Exemplificando, a IBM possui aplicações avançadas de IA intuitiva para Business-to-Business (B2B), o IBM Watson. Por meio dessa plataforma, profissionais, desenvolvedores, startups e empresas são auxiliados na construção de sistemas cognitivos que possam melhorar processos, interações e ações (RUSSO-SPENA *et al.*, 2018).

Por fim, o quarto nível de IA aplicada em serviços é a *Empática*. Este tipo de IA pode ser implementada em serviços de alto contato e que exigem que os funcionários demonstrem as emoções apropriadas ao interagir com os clientes. Conceitualmente, a IA empática pode ser definida como uma máquina que pode sentir ou se comportar como se tivesse sentimentos, ou seja, sua principal característica é a capacidade de experimentar coisas. A literatura tem abordado poucas aplicações de IA empática, entretanto um caso que pode servir como exemplo é o da Sophia, um robô humanoide desenvolvido pela empresa Hanson Robotics. Sophia foi projetada para aprender, adaptar-se ao comportamento humano e trabalhar com seres humanos e é capaz de reproduzir expressões faciais (CAMPANELLA, 2016).

Com base nisso, ao adotar algum tipo de IA em tarefas de serviço é possível inovar na criação de valor para os clientes e prover novos serviços (RUSSO-SPENA *et al.*, 2018). Portanto, é importante investigar como cada um dos níveis de IA podem ser utilizados em serviços para a criação de valor, visto que a utilização de IA nas tarefas de serviços pode

melhorar o serviço final, o modo de realizar as tarefas e impulsionar a inovação (HUANG; RUST, 2018; NENONEN; STORBACKA, 2018).

2.2. Criação de valor em serviços com a IA

Anteriormente, na pesquisa de serviços, o interesse pelo valor estava baseado no conceito econômico de valor em troca, ou seja, nas relações de troca nas quais o lucro pode ser obtido (HANSEN, 2019). Hoje, em uma visão mais holística, a criação de valor está relacionada ao valor em uso, onde tanto o provedor quanto o cliente estão envolvidos em atividades de criação de valor (SJÖDIN *et al.*, 2020). Essa perspectiva de valor em uso é uma distinção crítica da perspectiva tradicional de valor em troca, e está mais ligada ao que é a criação de valor de fato, pois o valor não é apenas trocado em um encontro de serviço, mas também criado através do uso e, assim, incorporado ao contexto e à experiência, trazendo à essa perspectiva maior potencial de vantagem competitiva de longo prazo, pois faz com que as empresas estejam mais alinhadas as necessidades dos clientes (HANSEN, 2019; SJÖDIN *et al.*, 2020; FONT *et al.*, 2021).

A criação de valor refere-se ao conjunto de atividades que permitem que fornecedores e clientes percebam progressivamente um valor mais alto nas propostas (SJÖDIN *et al.*, 2020). Assim, a criação de valor de uma empresa ocorre por meio do trabalho conjunto com os clientes (AKTER *et al.*, 2022) onde, além de benefícios tangíveis, também enfatiza benefícios intangíveis, como oportunidades de negócios, maior satisfação dos clientes e melhora da reputação da empresa (LUO *et al.*, 2021).

Nos últimos anos, novas tecnologias digitais, como *big data* e IA, estão modificando totalmente a forma como as empresas atuam e interagem com seus clientes, sendo que atividades clássicas de criação de valor como o desenvolvimento e prestação de serviços, continuam a ser aplicados aos serviços inteligentes, mas de forma adaptada (REINHOLD *et al.*, 2021; MATARAZZO *et al.*, 2021). Essa ascensão das tecnologias de IA têm gerado novas oportunidades para as empresas criarem valor adicional para seus clientes, onde empresas que capitalizam com sucesso a IA podem criar inovação por meio de seus novos modelos e processos de negócios (LEE *et al.* 2019), mas apesar da proliferação, acessibilidade e facilidade de uso das tecnologias de IA, as organizações ainda estão lutando para aproveitar todo o seu potencial (HOLMSTROM, 2021). Neste contexto, a IA é muitas vezes referida como uma tecnologia que facilita a criação de valor adicional para os clientes, pois avanços nas técnicas de IA estão permitindo imitar o comportamento cognitivo e automatizar os processos de identificação e resolução de problemas complexos (ÅSTRÖM; REIM; PARIDA, 2022). Por

exemplo, aplicativos de IA específicos para tarefas, como chatbots, podem aprimorar as capacidades de interação de tecnologias, proporcionando às empresas uma grande oportunidade de utilizar estratégias de marketing individualizadas para produtos e serviços individualizados, melhorando o processo de criação de valor (LALICIC; WEISMAYER, 2021).

Payne, Storbacka e Frow (2008) classificam a criação de valor em 3 tipos de processos: Processos de criação de valor para o cliente; Processos de criação de valor do fornecedor e; Processos de encontro. Em um relacionamento empresa-consumidor os autores definem os *Processos de criação de valor para o cliente*, como os processos, recursos e práticas que os clientes usam para gerenciar suas atividades. Como exemplo pode ser citado o caso da Tommy Hilfiger, que utiliza um chatbot para auxiliar os clientes a navegar pelas roupas disponíveis em seu site, sugerir o item adequado ao estilo do cliente ou à ocasião desejada (MOGHIS, 2020). Já em um relacionamento *business-to-business*, os processos são aqueles que a organização do cliente usa para gerenciar seus negócios e seus relacionamentos com fornecedores.

Os *Processos de criação de valor do fornecedor* são definidos como processos, recursos e práticas que o fornecedor usa para gerenciar seus negócios e relacionamentos com clientes e outras partes interessadas (PAYNE; STORBACKA; FROW, 2008). Por exemplo, muitos hotéis têm utilizado robôs para executarem diversas atividades como limpeza, preparação de alimentos, entre outras (LUO *et al.*, 2021). Já os *Processos de encontro* são definidos como processos e práticas de interação e troca que ocorrem nos relacionamentos com clientes e fornecedores (PAYNE; STORBACKA; FROW, 2008), como, por exemplo a utilização de robôs para o atendimento em lojas de varejo (BRENGMAN *et al.*, 2021).

Com isso, este estudo se baseia nesta perspectiva de processos de criação de valor proposto por Payne, Storbacka e Frow (2008), juntamente com a classificação dos tipos de IA proposta por Huang e Rust (2018) para identificar como a IA pode ser aplicada para a criação de valor em serviços, conforme apresentado na Figura 1.

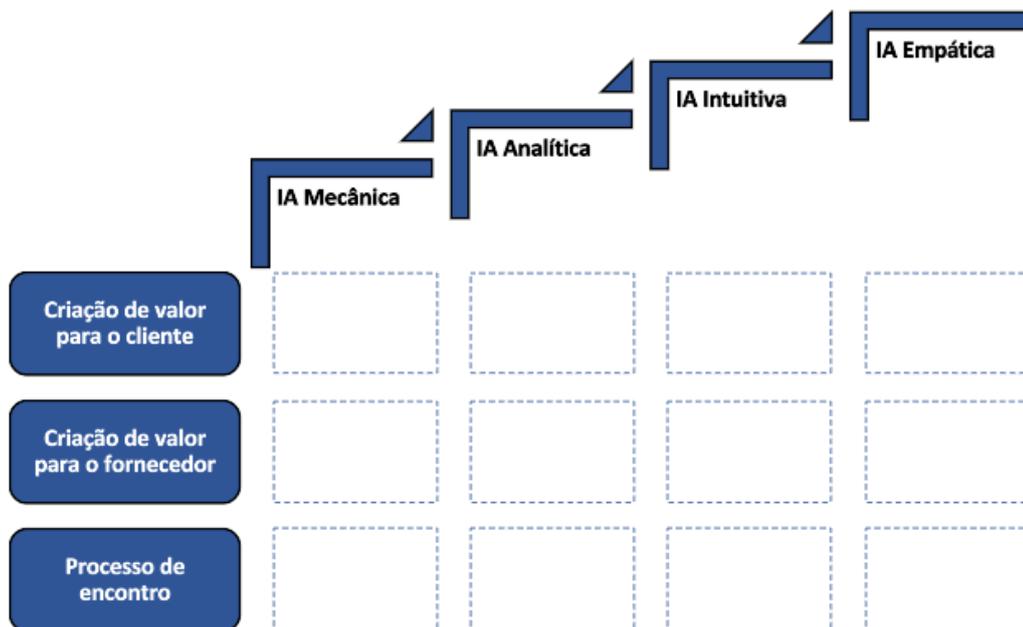


Figura 1: framework teórico

Esta estrutura, foi definida pois se mostra mais efetiva na classificação de aplicações da IA para a criação de valor em serviços, uma vez que cada processo de criação de valor possui características diferentes, o que pode necessitar de diferentes tipos de IA dependendo da aplicação, com isso, torna-se mais claro o entendimento do tipo de IA aplicada em cada processo.

3 Método e materiais

Com a finalidade de identificar como a IA é utilizada para a criação de valor nos serviços, foi realizado um estudo qualitativo baseado em estudos de caso da literatura que abordam aplicações de IA em serviços. Então, com base nos principais conceitos do estudo, ou seja, os tipos de IA e os tipos de criação de valor em serviços (HUANG; RUST, 2018; PAYNE; STORBACKA; FROW, 2008), buscou-se classificar os casos selecionados na amostragem e analisar suas relações. Essa abordagem interpretativa dos casos da literatura é considerada apropriada para este estudo, pois, a partir disso, foi possível desenvolver uma estrutura que explicasse como a IA pode contribuir na criação de valor em serviços (PAROUTIS *et al.*, 2014).

Para a identificação dos estudos, foi realizada uma revisão de literatura, buscando artigos que possuíssem em seus títulos, resumos ou palavras-chave a combinação de duas *strings* de busca: serviços e inteligência artificial. Para a string de serviços, foram utilizadas as palavras-chave “service*”, “digital service*” e “smart service*”. Para a inteligência artificial, foram utilizadas as palavras-chave “artificial intelligence”, “machine learning” e “robot*”. A busca foi realizada utilizando o banco de dados Scopus e foram selecionados apenas artigos

completos publicados em inglês. A busca resultou em 370 artigos, e destes, foram selecionados aqueles em que fosse possível identificar o tipo de IA utilizada para o serviço descrito e o tipo de criação de valor que a IA estava ajudando a entregar conforme os conceitos descritos na revisão de literatura. Em relação à amostragem, buscou-se um caso explicativo para cada classificação apresentada na Figura 1, que pudesse ser interpretado a fim de elucidar como a IA aplicada em serviços pode criar valor. Dessa forma, foram analisados 12 casos em que cada um dos quatro tipos de IA foram utilizadas em serviços e que ajudavam a entregar um dos três tipos de criação de valor. O apêndice A apresenta a descrição dos casos selecionados.

Como previamente relatado, as fontes de informações foram os casos identificados na literatura que se adequavam à proposta do estudo. Esta abordagem foi a escolhida pois entende-se que para o objetivo da pesquisa, que é ter um primeiro cenário sobre como a IA pode ser aplicada para a criação de valor em serviços, a busca na literatura fornece uma abrangência de casos, sem a delimitação de uma análise em uma realidade específica. Para coletar os dados oriundos dos estudos analisados, foram extraídas as informações sobre o tipo de serviço e uma breve descrição do caso, enfatizando a forma como a IA performava no serviço daquele caso. Então, para cada um dos casos, os pesquisadores realizaram uma classificação em relação ao tipo de IA e o tipo de criação de valor, justificando cada uma das classificações atribuídas.

Por fim, a análise dos dados foi realizada buscando compreender as interfaces entre os tipos de IA e os tipos de criação de valor, buscando prioritariamente entender como essas relações acontecem e quais os efeitos da IA para diferentes tipos de criação de valor, contribuindo para uma discussão acerca da utilização dessa tecnologia para os serviços. Nesse sentido, ao classificar a criação de valor para o *cliente*, o tipo de IA se relacionava com a utilização da IA pelo cliente para realizar suas atividades. Na classificação da criação de valor para o *fornecedor*, o tipo de IA era utilizado pelo cliente para gerenciar seu negócio ou oferecer novos serviços. E para a classificação da criação de valor através do *processo de encontro*, o cliente interage diretamente com o tipo de IA. Dessa forma, a análise foi focada em interpretar como o uso da IA pode ser relevante para os diferentes tipos de criação de valor em serviços. A Figura 2 apresenta de forma resumida as etapas do método de trabalho.

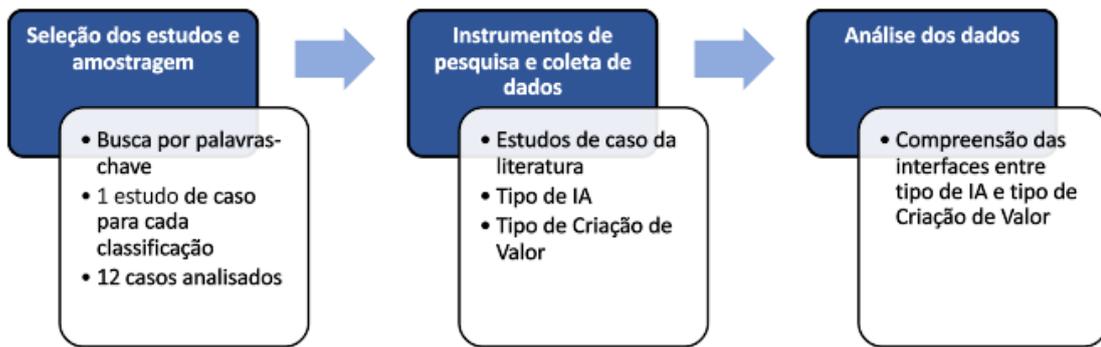


Figura 2: etapas do método de trabalho

4 Resultados e discussões

Os resultados da análise dos casos da literatura classificados, demonstram que a IA pode ser utilizada para os diferentes tipos de processos de criação de valor em serviços, conforme apresenta a distribuição dos casos da Figura 3.

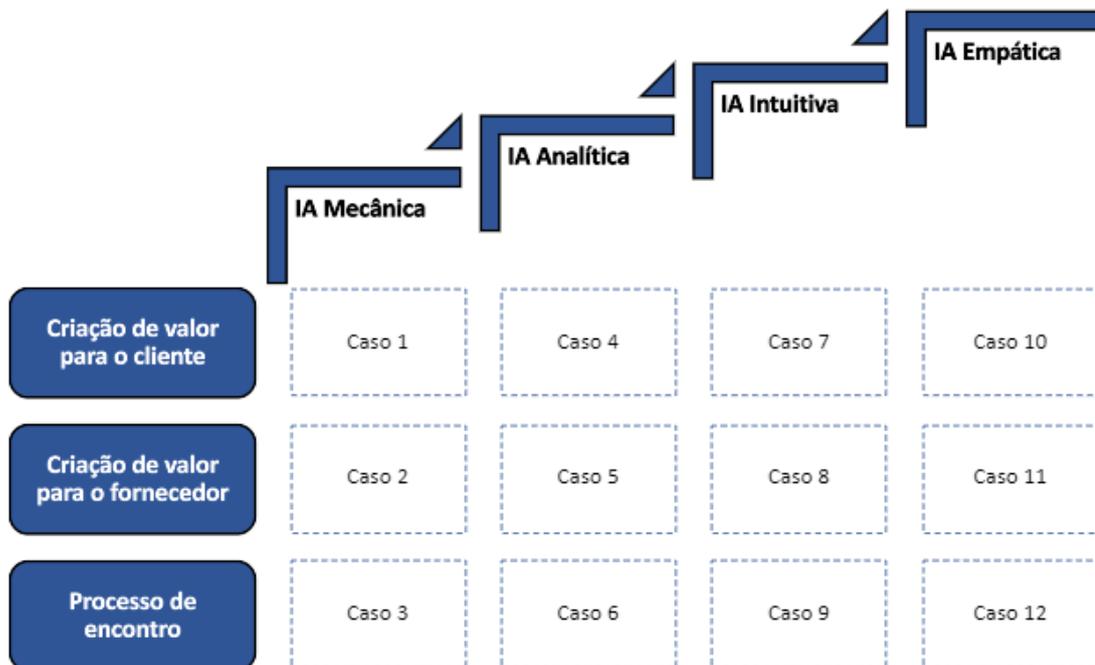


Figura 3: distribuição dos achados do estudo

4.1 IA Mecânica e processos de criação de valor em serviços

No caso da IA mecânica para a criação de valor para o cliente, a IA realiza atividades padronizadas e repetitivas por meio de algoritmos automatizados e a criação de valor para o cliente diz respeito ao cliente utilizar a IA para realizar uma atividade que ele deveria fazer caso a tecnologia não fosse utilizada. Nesse sentido, entende-se que, para esse tipo de criação de valor a IA precisa ser evoluída a ponto de realizar a tarefa para o usuário. Entretanto, o caso

encontrado relatou que um algoritmo foi capaz de realizar a tarefa de geração de relatos automatizados para o setor de jornalismo (Caso 1). Portanto, é possível que a IA mecânica, se utilizada numa base estruturada de dados, seja capaz de realizar atividades que até então não seriam realizadas sem a intervenção de uma pessoa, como uma redação de texto jornalístico. Assim, “a IA orientada por algoritmos é claramente a tendência que o jornalismo e a indústria de mídia estão seguindo”. Porém, a principal dificuldade para isso é que a maioria das bases de dados não possui dados estruturados de tal forma que viabilize essa automação, o que deve ser um desafio para o sucesso desse tipo de solução.

Em relação ao processo de criação de valor para o fornecedor, o caso analisado (Caso 2) aborda a aplicação de IA em serviços de alimentação, onde um chefe robótico com IA mecânica ajuda a empresa na predição da qualidade dos alimentos por meio do calor e da competência. Portanto, mesmo a níveis mais baixos de evolução, a IA pode trazer ganhos significativos para as empresas de serviços que desejam melhorar suas atividades visando o encantamento do consumidor final, e, mais especificamente no setor alimentício, “Chefs robóticos começam a substituir chefs humanos na indústria de restaurantes”. Apesar disso, esse tipo de IA mecânica aplicada a serviços mais repetitivos e enfadonhos pode implicar na substituição dos trabalhadores nessas atividades, já que entregam um valor para a empresa mais preciso e com qualidade.

Sobre os processos de encontro, o caso analisado aborda o atendimento no setor público (Caso 3) por meio da utilização de um robô de voz que entrevista os consumidores sobre o valor percebido nos serviços públicos prestados. O estudo mostra que “o uso efetivo da IA pelos cidadãos tem um efeito positivo na criação de valor nos serviços públicos”. Neste caso a IA interage diretamente com o consumidor final, com o intuito de facilitar a coleta de percepções sobre os serviços prestados e, posteriormente, auxilia na melhora desses serviços. A forma de utilização da IA para esse propósito gera ganhos em produtividade para a empresa, além de contribuir para a maior satisfação no atendimento dos usuários do serviço. Em contrapartida, esse tipo de utilização da IA realiza atividades repetitivas e enfadonhas, liberando o capital humano para realizar outras atividades ou eliminando a necessidade de pessoas para essas atividades.

Portanto, de acordo com os casos analisados da utilização de IA mecânica para a criação de valor em serviços fica claro que a mesma realiza atividades monótonas e repetitivas que anteriormente os trabalhadores deveriam realizar. Isso pode trazer ganhos substanciais em produtividade para as empresas de serviços que optam pelo uso dessa tecnologia. Porém, pode impactar negativamente os trabalhadores que realizam as tarefas que agora a IA irá realizar.

Outro aspecto importante a ser considerado é que apesar da IA trazer um ganho de produtividade em atividades repetitivas, especialmente em processos de encontro, o cliente pode preferir que o atendimento seja realizado por um humano e não por uma tecnologia padronizada. Nesse sentido é importante que a empresa considere o perfil do cliente no momento de escolher ou não a utilização da IA para realizar atividades em que há uma interação direta com o cliente.

4.2 IA Analítica e processos de criação de valor em serviços

O caso analisado de IA analítica no processo de encontro diz respeito ao uso de softwares com IA para o treinamento de jogo de xadrez (Caso 6). Neste caso, a IA do software de xadrez ajuda o usuário a aprender, praticar, diagnosticar os erros e avaliar o seu desempenho. “O componente de inteligência artificial do software de xadrez contemporâneo é tão formidável que esse software pode identificar muitos movimentos criativos de xadrez” por meio de uma grande base de dados de jogadas anteriormente já realizadas e interaja com o jogador. Apesar dessa aplicação da IA analítica para o uso em softwares de xadrez, esse tipo de aplicação tende a não ser tão comum, uma vez que a IA analítica tem como característica analisar uma grande quantidade de dados, o que normalmente é utilizado para a realização de atividades que necessitam de uma análise de dados ou para melhorar os serviços prestados por uma empresa. Entretanto, a IA para processos de encontro tem potencial de crescimento já que por meio dela é possível obter insights para diferentes modalidades de serviços, como ensino, entretenimento, saúde, entre outros.

Em relação ao uso de IA analítica para processos de criação de valor para o cliente, o caso analisado aborda serviços de saúde e condicionamento físico (Caso 4). Neste caso, uma empresa utiliza a IA analítica para auxiliar o cliente final nas atividades físicas por meio de recomendações personalizadas baseadas em dados de sensores e informações pessoais e externas. Deste modo a empresa desenvolveu um dispositivo e um aplicativo que entrega o valor para o cliente com base em suas informações e dados coletados. Assim, a IA foi utilizada para recomendação aos clientes finais com base em suas informações pessoais e preferências, que “permite detectar como os atores interagem, trabalham, aprendem e descobrem novas maneiras de fazer as coisas, servir melhor aos outros e cocriar valor por meio da IA”. Este uso da IA analítica para a criação de valor para o cliente está diretamente relacionada ao encantamento, comodidade e fidelidade do cliente. Dessa forma, quanto mais o cliente utiliza o serviço melhor será a experiência dele.

O caso de criação de valor para o fornecedor analisado aborda um serviço de seleção de alimentos frescos (Caso 5). Neste caso, a IA ajuda os trabalhadores a identificarem quão frescas estão as frutas e legumes e quando estão estragados. Com base em uma foto tirada através do aplicativo dotado de IA, a ferramenta “analisa em que porcentagem a fruta está danificada e quantos dias ela ainda pode permanecer na temperatura de armazenamento especificada”. Conforme apresentado, a IA analítica atua como uma ferramenta de suporte aos trabalhadores que devem realizar a tarefa, facilitando o desempenho das atividades, diferente da IA mecânica que acaba eliminando a necessidade do trabalhador. Além disso, a IA analítica aplicada aos serviços aumenta a qualidade desses serviços e proporciona uma maior satisfação da equipe em razão da facilitação das atividades.

Sendo assim, a IA analítica para os processos de criação de valor em serviços pode ser considerada como uma ferramenta que visa melhorar a qualidade dos serviços em processos de encontro, cliente e fornecedor. Por ser mais evoluída que a IA mecânica, ela realiza uma análise aprofundada de dados e fornece melhor experiência para clientes finais, aumenta a produtividade e qualidade das atividades dos trabalhadores, bem como viabiliza a ampliação da oferta de serviços de uma empresa (RUSSO-SPENA; MELE; MARZULLO, 2018). Apesar disso, a IA analítica ainda parece ser pouco explorada em processos de encontro, isso se deve ao fato de que esse tipo de IA tem como premissa a análise aprofundada de dados, o que normalmente não é necessário em processos de encontro, e sim em processos de apoio. Todavia, o uso de IA analítica em processos de encontro tem potencial para modificar diversas atividades dos usuários finais, uma vez que pode tornar o serviço mais customizado às necessidades individuais de cada cliente.

4.3 IA Intuitiva e processos de criação de valor em serviços

No caso de IA intuitiva, em que a IA se caracteriza principalmente pela compreensão e aplicação em tarefas complexas, a IA é utilizada em robôs socialmente assistivos para o atendimento a idosos, atuando nos processos de encontro (Caso 9). Neste caso, os robôs realizam tarefas complexas como monitoramento da rotina dos usuários e “envio de lembretes para que não se esqueçam de suas responsabilidades diárias”, como a necessidade do usuário tomar a medicação de acordo com um horário pré-estabelecido e envio de notificação ao cuidador quando o idoso se recusa a tomar medicação; o auxílio na preparação de refeições através de instruções de voz e vídeo, sugerindo receitas, ingredientes, lembrando aos usuários como usar utensílios de cozinha, entre outras. Devido à sua capacidade de compreensão e

idiosincrasia, a IA intuitiva tem um enorme potencial para aplicações em interações com pessoas, principalmente em casos semelhantes ao apresentado nesse caso.

O caso de processos de criação de valor do fornecedor analisado aborda a utilização de IA intuitiva em serviços de saúde, auxiliando no gerenciamento de cuidados mais sofisticados de pós-atendimento (Caso 8). O caso descreve a utilização do *Pieces IRIS*, que pode aprender e se adaptar intuitivamente com base na compreensão das jornadas dos pacientes e suas necessidades. Essas soluções podem obter informações em tempo real das práticas clínicas e sociais dos pacientes. Com isso os hospitais podem sugerir recomendações aos pacientes e organizar as necessidades sociais futuras de forma eficaz. Essa solução fornece um tratamento de forma holística, “não apenas colocar em evidência o tratamento médico, mas também para ajudar nas circunstâncias pessoais e emocionais dos pacientes”. Este caso demonstra a capacidade da IA intuitiva para aplicações em diversos contextos e como a utilização da IA pode gerar oportunidades tanto para contato direto com cliente e fornecedores, como na gestão organizacional das empresas.

Na criação de valor para o cliente foi analisada no caso de uma solução de automação residencial por meio de recurso de voz inteligente (Caso 7). Esta solução é oferecida através da Alexa, um alto-falante inteligente que possui uma IA programada internamente. Esse dispositivo oferece dupla interação e pode ser usado para conectar a dispositivos inteligentes. Esses sistemas de casas inteligentes estão sendo empregados com diversas finalidades em edifícios, por exemplo, para melhorar a eficiência energética e reduzir o desperdício de energia. Essa solução é permitida através do reconhecimento de voz e vem se tornando a principal opção para este tipo de solução. Dentre os motivos para a adoção da IA, o principal é que “o sistema automatizado de voz ajuda muito na automação e no auxílio a pessoas paraplégicas, que não podem usar o controle remoto ou qualquer outro meio” que pode inviabilizar o método de automação SMS ou outros. Portanto, os métodos de reconhecimento de voz estão sendo os preferidos para este tipo de solução. Os sistemas de reconhecimento de voz envolvem calibração e programação para aceitar os comandos do usuário e operar o aparelho. Esse tipo de aplicação para criação de valor ao cliente tem tido uma grande evolução no mercado, devido ao crescente dinamismo das atividades do dia a dia das pessoas, bem como da necessidade de gerenciamento dessas atividades.

De acordo com os casos apresentados, a IA intuitiva tem se mostrado muito útil e em estágio avançado de maturidade das soluções no mercado. A capacidade de desempenhar tarefas mais complexas, com características mais próximas as dos usuários (SOMESH et al.,

2020), tem tornado a sua aplicação bem aceita pelos usuários e factível para as soluções das organizações. Este tipo de IA tem se mostrado um dos pontos chave para a aplicação da tecnologia no mercado e vem ganhando bastante atenção na literatura, pois tem possibilitado muitos serviços de contato com o cliente que antes só eram possíveis através de pessoas (LÄHTEENMÄKI; NÄTTI; SARANIEMI, 2022).

4.4 IA Empática e processos de criação de valor em serviços

Para a criação de valor para o fornecedor este estudo analisa o caso onde a IA é utilizada para análise de dados de áudios complexos por meio do software openSMILE combinada com modelos de regressão multimodal no contexto educacional (Caso 11). O aprendizado de máquina multimodal tem como papel principal o “apoio nos processos de tomada de decisão” auxiliando especialistas em avaliações de candidatos, fornecendo fontes para *feedback* e apoio nos processos avaliativos, os tornando mais transparentes. O software é utilizado para prever traços emocionais dos candidatos com base em seus dados de áudios e um modelo de regressão para identificar exatamente quais os traços de personalidade, emoção e transparência levam a habilidades eficazes. Essa se mostra uma aplicação com um grande potencial de crescimento, pois com os processos seletivos ocorrendo cada vez mais de forma remota, essa capacidade da IA empática pode agilizar e tornar esse tipo de processo mais justo, no sentido em que utilizaria um padrão para a análise, o que seria muito mais difícil se fosse realizado por um ser humano.

Para a Criação de valor para o cliente, foi analisado o caso de um assistente de compras robótico, projetado com uma arquitetura cognitiva, baseado em sistemas de aprendizado de máquina, e que está modificando o comportamento de compra em lojas inteligentes (caso 10). No ambiente de software do robô NAO, conectado à Internet com serviços em nuvem, existe uma interação onde o robô realiza ações com os clientes, apresentando a capacidade de adquirir informações sociais comunicadas por pistas relevantes que os clientes fornecem sobre seu estado emocional através da fala e expressões, ou coletadas nas mídias sociais. Em conjunto, o robô possui a habilidade de expressar seu próprio estado emocional, de modo que possa afetar a decisão de compra do cliente, agindo como um parceiro de compras para o usuário. Deste modo, “o ambiente de loja, povoado por humanos e robôs, mas também conectado às mídias sociais, está mudando a experiência do consumidor”, e este caso mostra que o avanço das soluções está bastante relacionado com a confiança dos usuários quanto à capacidade da tecnologia, o que vai ganhando espaço com o refinamento da capacidade empática, capturando e demonstrando emoções adequadamente nas interações com os usuários.

Com relação à utilização de IA empática na criação de valor nos processos de encontro, o caso analisado aborda o crescimento no desenvolvimento de chatbots sociais, e a demanda por soluções que apresentem a capacidade de estabelecer conexões emocionais com os usuários (caso 12). O estudo descreve a utilização do *Xiaolce*, um chatbot social que tem a capacidade de reconhecer a emoção do usuário e envolvê-lo em longas conversas com respostas interpessoais apropriadas e conversações amigáveis, sendo aplicados na composição de poemas, canto, recitação livros infantis, entre outras. “O apelo dos chatbots sociais está não apenas na capacidade de responder às diversas solicitações dos usuários, mas também na capacidade de estabelecer uma conexão emocional com os usuários”, o que pode demonstrar uma tendência de aumento na utilização de chatbots sociais devido à enorme capacidade da tecnologia para a aplicação em diversos contextos.

Dentre os casos analisados de aplicação da IA empática, foi possível identificar aplicações em diferentes contextos e as possibilidades que ela traz para as empresas e usuários devido à sua capacidade de demonstrar emoções apropriadas ao interagir com os usuários (caso 12 e 10) e, com a capacidade de identificar emoções, auxiliar na tomada de decisão em diversos contextos. A literatura parece ainda não estar abordando a IA empática com a atenção devida, o que pode indicar que esse será um campo bastante explorado em um futuro próximo.

5 Conclusões

Este estudo buscou analisar como a IA pode ser utilizada para a criação de valor em serviços. Para responder a essa questão foram classificados casos da literatura dentro dos quatro tipos de IA (mecânica, analítica, intuitiva e empática) e os três tipos de processos de criação de valor (cliente, fornecedor e encontro). A partir desta classificação e análise, o estudo trouxe resultados que podem contribuir tanto com a teoria quanto com a prática.

Como contribuições à teoria, pode-se destacar que por meio da análise dos casos foi possível identificar que a IA pode auxiliar na criação de valor das três formas identificadas, entretanto alguns tipos de IA apresentam uma ligação maior com determinados tipos de criação de valor. Por exemplo, a IA mecânica é melhor vinculada a processos de criação de valor para o fornecedor e processos de encontro. Devido a sua característica de aprendizado limitado e consistência na realização das tarefas, a IA mecânica tem criado valor nos processos e práticas que os fornecedores usam para gerenciar seus negócios e suas relacionamentos com clientes.

As IAs analítica e intuitiva estão mais relacionadas a criação de valor para os clientes. Tendo em vista que a IA analítica está comumente relacionada a atividades complexas e

baseada em dados, e a intuitiva, com a característica de compreensão, possui aplicação em tarefas idiossincráticas, essas IAs têm sido aplicadas em processos e práticas que os clientes usam para gerenciar suas atividades.

Já a IA empática é mais vinculada a criação de valor para o cliente e processos de encontro. Como essa IA se caracteriza pela capacidade de sentir ou se comportar como se tivesse sentimentos, sua aplicação tem sido diretamente relacionada a processos e práticas de interação nos relacionamentos com clientes.

Além das contribuições teóricas expostas acima, essa pesquisa contribui com outros estudos no sentido de explorar e o papel da IA na criação de valor em serviços em diferentes contextos (RUSSO-SPENA; MELE; MARZULLO, 2018; WEBER; SCHÜTTE, 2019; KAARTEMO; HELKKULA, 2018).

Como contribuições aos praticantes, pode-se destacar que este estudo contribui com gestores e organizações no sentido em que demonstra como a IA tem sido aplicada para a criação de valor em processos, em contato com clientes e para a organização dos clientes, em diferentes contextos de serviços. Deste modo, este estudo pode servir como gatilho para esses atores, permitindo a identificação de possíveis soluções de aplicação da IA para a criação de valor em seus negócios, pois além de trazer insights sobre aplicações da IA, o estudo discute a aplicação e a capacidade que a tecnologia demonstra para a criação de valor.

5.1 Limitações e estudos futuros

Com base nesses achados, foi possível fornecer uma visão ampla de como a IA pode contribuir para os serviços e formas de uso dessa tecnologia. Isso contribui especialmente com a ampliação do conceito de IA e de sua vinculação aos serviços, abrindo espaço para estudos futuros serem realizados. Além de estudos com um número maior de casos para a análise em cada classificação, estudos futuros podem investigar formas de uso da IA para a criação de valor em serviços emergentes relacionados à sustentabilidade, às tecnologias e à saúde. Outra questão importante de ser investigada é o uso da IA para a substituição ou aprimoramento de trabalhadores de serviços, analisando o impacto dessa tecnologia para as profissões. Também, tendo em vista o avanço dessas soluções de serviços com IA, estudos que avaliem como a tecnologia vem sendo percebida pelos usuários podem ser de grande valia para o desenvolvimento da tecnologia e de outras soluções.

Como principal limitação, pode-se citar a análise de apenas de casos de aplicação de IA para cada tipo de criação de valor, tornando uma visão limitada apenas ao cenário explorado.

Referências

- AKTER, S., BABU, M. M., HOSSAIN, M. A., HANI, U. Value co-creation on a shared healthcare platform: Impact on service innovation, perceived value and patient welfare, **Journal of Business Research**, V. 140, P. 95-106, 2022.
- ÅSTRÖM, J., REIM, W. & PARIDA, V. Value creation and value capture for AI business model innovation: a three-phase process framework. **Rev Manag Sci**. 2022.
- AYALA, N. F., PASLAUSKI, C. A., GHEZZI, A., & FRANK, A. G. Knowledge Sharing Dynamics In Service Suppliers' Involvement For Servitization Of Manufacturing Companies. **International Journal Of Production Economics**, 193, 538–553, 2017.
- BENITEZ, G. B., AYALA, N. F., & FRANK, A. G. INDUSTRY 4.0 Innovation Ecosystems: An Evolutionary Perspective On Value Cocreation. **International Journal Of Production Economics**, 228, 107735, 2020.
- BERTACCHINI, F., BILOTTA, E., PANTANO, P. Shopping with a robotic companion, **Computers in Human Behavior**, V. 77, P. 382-395, 2017.
- BRENGMAN, M., DE GAUQUIER, L., WILLEMS, K., VANDERBORGHT, B. (2021) From stopping to shopping: An observational study comparing a humanoid service robot with a tablet service kiosk to attract and convert shoppers, **Journal of Business Research**, V. 134, P. 263-274, 2021.
- BOADI, E. A., HE, Z., ANTWI, C. O., ALTAB, H. M., BOSOMPEM, J., HINSON, R. E., BOADI, V. A. Value co-creation and employee service behaviours: The moderating role of trust in employee - hotel relationship, **Journal of Retailing and Consumer Services**, V. 66, 2022.
- BOUNCKEN, R.B., KRAUS, S. & ROIG-TIERNO, N. Knowledge- and innovation-based business models for future growth: digitalized business models and portfolio considerations. **Rev Manag Sci** 15, 1–14, 2021.
- CAMPANELLA, E. Meet Sophia, The Human-Like Robot That Wants To Be Your Friend And 'Destroy Humans.' **Global News**. <https://Globalnews.ca/News/2888337/Meet-Sophia-The-Human-Like-Robot-That-Wants-To-Be-Your-Friend-And-Destroy-Humans/>, 2016.
- CHATTARAMAN, V., KWON, W., GILBERT, J. E., ROSS, K. Should AI-Based, conversational digital assistants employ social- or task-oriented interaction style? A task-competency and reciprocity perspective for older adults, **Computers in Human Behavior**, V. 90, P. 315-330, 2019.
- CHUNG, T. S., WEDEL, M., & RUST, R. T. Adaptive Personalization Using Social Networks. **Journal Of The Academy Of Marketing Science**, 44(1), 66–87, 2016.
- FERNANDES, T., OLIVEIRA, E. Understanding consumers' acceptance of automated technologies in service encounters: Drivers of digital voice assistants adoption, **Journal of Business Research**, V. 122, P. 180-191, 2020.
- FONT, X., ENGLISH, R., GKRTZALI, R., TIAN, W. S. Value co-creation in sustainable tourism: A service-dominant logic approach, **Tourism Management**, V. 82, 2021
- HANSEN, A. V. Value co-creation in service marketing: A critical (re)view, **International Journal of Innovation Studies**, V. 3, Issue 4, P. 73-83, 2019.
- HOLMSTROM, J. From AI to digital transformation: The AI readiness framework, **Business Horizons**, 2021.
- HUANG, M.-H., & RUST, R. T. Artificial Intelligence In Service. **Journal Of Service Research**, 21(2), 155–172, 2018.
- ISSA, H., SUN, T., & VASARHELYI, M. A. Research Ideas For Artificial Intelligence In Auditing: The Formalization Of Audit And Workforce Supplementation. **Journal Of Emerging Technologies In Accounting**, 13(2), 1–20, 2017.
- KAARTEMO V, HELKKULA A. A Systematic Review of Artificial Intelligence and Robots in Value Co-creation: Current Status and Future Research Avenues. **Journal of Creating Value**. 2018;4(2):211-228, 2018.
- KAISER, C., STOCKER, A., VISCUSI, G., FELLMANN, M., RICHTER, A. Conceptualising value creation in data-driven services: The case of vehicle data, **International Journal of Information Management**, V. 59, 2021.
- KAPLAN, A., & HAENLEIN, M. Siri, Siri, In My Hand: Who's The Fairest In The Land? On The Interpretations, Illustrations, And Implications Of Artificial Intelligence. **Business Horizons**, 62(1), 15–25., 2019.
- LÄHTEENMÄKI, I., NÄTTI, S., SARANIEMI, S. Digitalization-enabled evolution of customer value creation: An executive view in financial services, **Journal of Business Research**, V. 146, 2022, P. 504-517, 2022.
- LALICIC, L., WEISMAYER, C. (2021) Consumers' reasons and perceived value co-creation of using artificial intelligence-enabled travel service agents, **Journal of Business Research**, V. 129, P. 891-901, 2021.
- LAUDIEN, S.M., PESCH, R. Understanding the influence of digitalization on service firm business model design: a qualitative-empirical analysis. **Rev Manag Sci** 13, 575–587, 2019.
- LEE, J. W., MCKIBBIN, W. J. Service sector productivity and economic growth in Asia, **Economic Modelling**, V. 74, 2018, P. 247-263, 2018.
- LEE, J., SUH, T., ROY, D., & BAUCUS, M. Emerging Technology and Business Model Innovation: The Case of Artificial Intelligence. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**. 5. 44, 2019.

LEONE, D., SCHIAVONE, F., APPIO, F. B., CHIAO, B. How does artificial intelligence enable and enhance value co-creation in industrial markets? An exploratory case study in the healthcare ecosystem, **Journal of Business Research**, V. 129, P. 849-859, 2021.

LIAO, J. The rise of the service sector in China, **China Economic Review**, V. 59, 2020.

LIM, C., KIM, KH., KIM, MJ., HEO, JY., KIM, KJ., MAGLIO, P. P. From data to value: A nine-factor framework for data-based value creation in information-intensive services, **International Journal of Information Management**, V. 39, P. 121-135, 2018.

LINS, S., PANDL, K. D., TEIGELER, H., THIEBES, S., BAYER, C., & SUNYAEV, A. Artificial Intelligence As A Service. **Business & Information Systems Engineering**, 63(4), 441–456, 2021.

LUO, J., YANG, Z., ZHANG, Q., PAN, R. Service outsourcing strategy decision for value creation in manufacturing firms, **Journal of Management Science and Engineering**, 2021.

LUO, J. M., VU, H. Q., LI, G., LAW, R. Understanding service attributes of robot hotels: A sentiment analysis of customer online reviews, **International Journal of Hospitality Management**, V.98, 2021.

MACHCHHAR, R. J., TOLLER, C. N. K., BERTONI, A., BERTONI, M. Data-driven value creation in Smart Product-Service System design: State-of-the-art and research directions, **Computers in Industry**, V. 137, 2022.

MARINOVA D, DE RUYTER K, HUANG M-H, MEUTER ML, CHALLAGALLA G. Getting Smart: Learning From Technology-Empowered Frontline Interactions. **Journal of Service Research**. 2017;20(1):29-42, 2017

MATARAZZO, M., PENCO, L., PROFUMO, G., QUAGLIA, R. Digital transformation and customer value creation in Made in Italy SMEs: A dynamic capabilities perspective, **Journal of Business Research**, V. 123, P. 642-656, 2021.

MIKALEF, P., & GUPTA, M. Artificial Intelligence Capability: Conceptualization, Measurement Calibration, And Empirical Study On Its Impact On Organizational Creativity And Firm Performance. **Information & Management**, 58(3), 103434, 2021.

MINTZ, Y., & BRODIE, R. Introduction To Artificial Intelligence In Medicine. **Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies**, 28(2), 73–81, 2019.

MOGHIS, R. Chatbot: the ultimate fashion store. **Botsify**. Available at: <https://botsify.com/blog/chatbots-fashion-store/>, Accessed 18th Mar 2022, 2020.

MORIKAWA, M. (2019) Innovation in the service sector and the role of patents and trade secrets: Evidence from Japanese firms, **Journal of the Japanese and International Economies**, V. 51, P. 43-51, 2019.

NENONEN, S., & STORBACKA, K. Smash: Using Market Shaping To Design New Strategies For Innovation, Value Creation, And Growth. **Emerald Publishing Limited**, 2018.

PAYNE, A.F., STORBACKA, K. & FROW, P. (2008) Managing the co-creation of value. **J. of the Acad. Mark. Sci.** 36, 83–96, 2008.

PAROUTIS, S., BENNETT, M., & HERACLEOUS, L. A Strategic View On Smart City Technology: The Case Of Ibm Smarter Cities During A Recession. **Technological Forecasting And Social Change**, 89, 262–272, 2014.

REINHOLD, J., KÖDDING, P., SCHOLTYSIK, M., KOLDEWEY, C., DUMITRESCU, R. Identifying Value Creation Patterns for Smart Services, **Procedia CIRP**, V. 104, 2021, P. 576-581, 2021.

RIBEIRO, J., LIMA, R., ECKHARDT, T., & PAIVA, S. ROBOTIC Process Automation And Artificial Intelligence In Industry 4.0 – A Literature Review. **Procedia Computer Science**, 181, 51–58, 2021.

RUSSO-SPENA, T., MELE, C., & MARZULLO, M. Practising Value Innovation Through Artificial Intelligence: The Ibm Watson Case. **Journal Of Creating Value**, 5(1), 11–24, 2018.

SJÖDIN, D. R., PARIDA, V., JOVANOVIĆ, M., VISNJIC, I. Value Creation and Value Capture Alignment in Business Model Innovation: A Process View on Outcome-Based Business Models (December 27, 2019). **Journal of Product Innovation Management**, 37(2): 158–183, 2019.

SOMESH, S., SENTHILNATHAN, N., SABARIMUTHU3, M., KUMAR, A. S., RISHIKESHANAN, R., BALA, V. Real time Implementation of Home appliance control using ALEXA, IOP Conference Series: **Materials Science and Engineering**, V. 937, Recent Trends on Renewable Energy Smart Grid and Electric Vehicle Technologies (RESGEVT 2020) 9 July 2020, Vellore, India, 2020.

TÄUSCHER, K., LAUDIEN, S. M. Understanding platform business models: A mixed methods study of marketplaces, **European Management Journal**, V. 36, I. 3, 2018, P. 319-329, 2018

VOSS, C., TSIKRIKTSIS, N., & FROHLICH, M. Case Research In Operations Management. **International Journal Of Operations & Production Management**, 22(2), 195–219, 2002.

WANG, C., TEO, T. S. H., JANSSEN, M. Public and private value creation using artificial intelligence: An empirical study of AI voice robot users in Chinese public sector, **International Journal of Information Management**, V. 61, 2021.

WEBER, FD AND SCHÜTTE, R. "State of the art and adoption of artificial intelligence in retail", **Digital Policy, Regulation and Governance**, Vol. 21 No. 3, pp. 264-279, 2019.

WODECKI, A. Artificial Intelligence In Value Creation: Improving Competitive Advantage (1st Ed.). Palgrave Macmillan, **Cham**, 2019.

XIAO, L., & KUMAR, V. Robotics For Customer Service: A Useful Complement Or An Ultimate Substitute? *Journal Of Service Research*, 24(1), 9–29, 2019.

Apêndice A – Casos identificados na literatura

Casos	Título	Autores	IA	Criação de valor
1	Algorithms monitor marketplace of ideas	Tao, F., & Babcock, W.A. (2017)	Mecânica	Cliente
2	Robot with humanoid hands cooks food better? Effect of robotic chef anthropomorphism on food quality prediction	Zhu, D.H. & Chang, Y.P. (2020)	Mecânica	Fornecedor
3	Public and private value creation using artificial intelligence: An empirical study of AI voice robot users in Chinese public sector	Wang, C. Teo, T. S.H., & Janssen, M. (2021)	Mecânica	Encontro
4	Practising Value Innovation through Artificial Intelligence: The IBM Watson Case	Russo-Spena, T., Mele, C., & Marzullo, M. (2019)	Analítica	Cliente
5	State-of-the-art and adoption of artificial intelligence in retailing	Weber, F.D & Schütte, R. (2019)	Analítica	Fornecedor
6	On the Interfaces Among Educational Technology, Creativity, and Chess	Bart, W. (2016)	Analítica	Encontro
7	Real time Implementation of Home appliance control using ALEXA	Somesh, S. et al. (2020)	Intuitiva	Cliente
8	How does artificial intelligence enable and enhance value co-creation in industrial markets? An exploratory case study in the healthcare ecosystem	Leone, D., Schiavone, F., Appio, F. B., & Chiao, B. (2021)	Intuitiva	Fornecedor
9	Service robots: value co-creation and co-destruction in elderly care networks	Čaić, M., Odekerken-Schröder, G., & Mahr, D. (2018)	Intuitiva	Encontro
10	Shopping with a robotic companion	Bertacchini, F., Bilotta, E., & Pantano, P. (2017)	Empática	Cliente
11	Artificial intelligence and multimodal data in the service of human decision-making: A case study in debate tutoring	Cukurova, M., Kent, C., & Luckin, R. (2019)	Empática	Fornecedor
12	From Eliza to XiaoIce: challenges and opportunities with social chatbots	Shum, Hy., He, Xd. & Li, D. (2018)	Empática	Encontro

3. Artigo 2. O Papel da Inteligência Artificial na Servitização de Empresas de Produto

Jassen Rodrigues da Silva

Néstor Fabián Ayala

Alejandro Germán Frank

RESUMO

A servitização tem sido implementada em diferentes setores, destacando o crescente interesse das empresas de manufatura neste tipo de estratégia, onde são desafiadas a repensar suas ofertas para desenvolver e entregar Sistemas Produto-Serviço. Além disso, a literatura tem dedicado especial atenção ao processo de transformação digital de indústrias e empresas, especialmente no contexto da chamada Indústria 4.0, processo que tem sido apoiado pela implementação de tecnologias básicas como inteligência artificial (IA). No entanto, embora tenha sido demonstrado o potencial de aplicação da IA em serviços, ainda não existem estudos que orientem as empresas com modelos de negócio baseados em produto, no uso da IA para servitização. Assim, este estudo realiza uma revisão sistemática de literatura com o objetivo de identificar como a IA tem sido aplicada na servitização de empresas com modelos de negócio baseados em produtos. Os resultados mostraram que a IA tem sido aplicada em diversas soluções para *back* e *front office*, mas predominantemente em atividades de suporte. Além disso, foram identificados desafios para a implementação da tecnologia, como a necessidade de tecnologias de base e o entendimento dos requisitos para o novo tipo de contato que a IA proporciona. Ainda assim, foi possível identificar que a literatura aborda as soluções de forma muito genérica, não aprofundando o tipo de IA aplicada nem como é feita a implementação, sendo muito superficial do ponto de vista da implementação de soluções de IA na servitização.

Palavras-chave: Servitização; Servitização digital; Inteligência artificial; Revisão sistemática de literatura

1. Introdução

A servitização, amplamente reconhecida como um processo de criação de valor, agregando serviços aos produtos (BAINES; LIGHTFOOT, 2013), vem sendo implementada em diferentes setores, com destaque para o crescente interesse de empresas de manufatura nesse tipo de estratégia (BUSTINZA *et al.*, 2015; PASLAUSKI *et al.*, 2016). Por meio desta estratégia, as empresas se beneficiam de várias maneiras como crescimento na receita, fortalecimento da relação fornecedor-cliente, maior fidelidade do cliente, diferenciação e defesa robusta do mercado para a concorrência e construção de novos fluxos de receita (GRUBIC, 2018). Essas empresas são desafiadas a repensar suas ofertas buscando desenvolver e entregar

Sistemas Produto-Serviço (Product-Service System - PSS), e neste sentido, uma das crescentes aplicações das tecnologias digitais é a entrega de serviços atrelados a produtos inteligentes (MARCON *et al.*, 2019; PORTER; HEPPELMANN, 2015).

Em paralelo, a literatura tem dedicado especial atenção ao processo de transformação digital (digitalização) de indústrias e empresas, principalmente dentro do contexto da chamada Indústria 4.0 (DALENOGARE *et al.*, 2018). Este processo de transformação tem sido suportado pela implementação de quatro tecnologias de base: internet das coisas (IoT), que fornece a conectividade; computação em nuvem, que possibilita a onipresença; *big data*, para criar depósitos massivos de dados; e inteligência artificial (IA) para fornecer análise avançada dos dados (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019). A digitalização é vista como uma fonte de competitividade devido ao seu potencial para a criação de valor e geração de receita, onde fornecedores e clientes tendem a mudar de um modelo centrado no produto para um orientado ao serviço (FRANK *et al.*, 2019), sendo a utilização dessas tecnologias digitais para suportar a servitização de empresas de produto denominada servitização digital (KOHTAMÄKI *et al.*, 2019). De forma geral, estas tecnologias facilitam a interação das empresas de produto com seus clientes, os quais muitas vezes possuem demandas complexas e heterogêneas, e aceleram o compartilhamento de dados ao longo de toda a cadeia de suprimentos (WEI *et al.*, 2017). Assim, o desenvolvimento de estratégias de servitização pelas empresas, naturalmente, fomenta a adoção de tecnologias digitais, devido ao fato de que tal estratégia demanda mais informações e maior controle sobre a utilização dos produtos. Deste modo, a digitalização torna-se um impulsionador da servitização (MARTÍN-PEÑA; SÁNCHEZ-LÓPEZ; DÍAZ-GARRIDO, 2019). Consequentemente, existe um grande potencial a ser explorado na aplicação da servitização digital pelas empresas de manufatura (PAIOLA; GEBAUER, 2020).

Neste contexto, a IA tem dado suporte às empresas de manufatura de várias maneiras. Em máquinas, ferramentas analíticas avançadas podem analisar dados coletados de sensores para monitorar e prever falhas, identificar automaticamente não-conformidades de produtos, além de complementar sistemas como ERP, com previsão de demanda e realização de pedidos (FRANK *et al.*, 2019). A IA permite, também, que gerentes de fábrica façam análises rápidas e eficientes de conjuntos de dados para apoiar a tomada de decisões em tempo real aplicada à manutenção preditiva e ao planejamento da produção (COHEN *et al.*, 2019). Porém, o potencial da IA não se restringe a aplicações pontuais dentro das fábricas. A evolução das tecnologias digitais tem gerado uma economia mais conectada, e, com o consequente aumento da riqueza

de dados, novas oportunidades se apresentam para empresas de manufatura que buscam vantagens competitivas apoiadas pela IA (FRANK *et al.*, 2019; GEBAUER *et al.*, 2020).

Por exemplo, a IA manifestada por máquinas que exibem aspectos da inteligência humana é cada vez mais utilizada em serviço, como bots virtuais transformando o atendimento ao cliente em autoatendimento, aplicativos de *big data*, e robôs sociais (HUANG; RUST, 2020). Assim, a IA possibilita que empresas de manufatura reduzam os custos e riscos associados à servitização, viabilizando a inovação de seus modelos de negócio, migrando de aplicações básicas de monitoramento e controle, para soluções com funcionalidades mais avançadas de interação com os clientes (KOHTAMÄKI *et al.*, 2019). Porém, ainda que o potencial de aplicação da IA em serviços seja evidente, há uma carência de estudos que norteiem claramente empresas de produto na utilização de IA para a servitização (MARTÍN-PEÑA; SÁNCHEZ-LÓPEZ; DÍAZ-GARRIDO, 2019). Portanto, o presente artigo busca responder a seguinte questão de pesquisa: *Como a IA pode apoiar a servitização de empresas de produto?*

Para responder a esta pergunta, este estudo realiza uma revisão sistemática da literatura (RSL) com o intuito de analisar as contribuições da IA no processo de servitização, dada que essa é uma área crescente, mas ainda incipiente. Assim, busca-se sintetizar os resultados, obtendo assim uma visão mais ampla do tema (VAN DINTER; TEKINERDOGAN; CATAL, 2021).

Os resultados demonstram que a IA tem sido aplicada em diversas soluções para *back* e *front office*, mas com a predominância de soluções para atividades de apoio. Também, foi possível identificar que a literatura aborda as soluções de forma muito genérica, não aprofundando o tipo de IA aplicada e nem como a implementação é feita, ficando muito superficial do ponto de vista da implementação destas soluções na servitização.

2. Referencial teórico

2.1. Servitização Digital e a contribuição da IA

A servitização digital pode ser definida como um fenômeno sob o qual as empresas de manufatura desenvolvem novas oportunidades de negócios combinando produtos e serviços em sistemas produto-serviço habilitados pela digitalização (SIMONSSON; AGARWAL, 2021). Neste sentido, recentemente, a literatura de servitização começou a se concentrar em como as tecnologias digitais permitem ou apoiam o desenvolvimento de serviços, dando início à

servitização digital como um fluxo de pesquisa específico (PAIOLA *et al.*, 2021). A servitização digital descreve a convergência entre servitização e digitalização (GEBAUER *et al.*, 2021), podendo ser definida como o processo de desenvolvimento de novos serviços ou a melhoria dos existentes por meio de tecnologias digitais (PASCHOU *et al.*, 2020). Explorando novas tecnologias, as empresas estão melhorando cada vez mais suas ofertas de serviços (CIMINI *et al.*, 2021), e passam da oferta de produtos puros ou com serviços complementares, para sistemas inteligentes de produto-serviço (KOHTAMÄKI *et al.*, 2020). A servitização digital está mudando completamente a forma como os serviços são entregues, facilitando novas ofertas de serviços sofisticados e possibilitando novos modelos de negócios servitizados (CIMINI *et al.*, 2021), onde as empresas estão competindo cada vez mais com soluções que envolvem inovações como a IA (GEBAUER *et al.*, 2021), que pode capacitar ou transformar completamente os recursos dos serviços (PASCHOU *et al.*, 2020).

Hoje, a IA, que pode ser definida como a capacidade de um sistema de interpretar dados, aprender com esses dados e usar os aprendizados para atingir objetivos e tarefas específicas (KAPLAN; HAENLEIN, 2019), está presente em diferentes setores da economia e disseminada nos modelos de negócio de diversas empresas (DWIVEDI, 2021), que utilizam a IA, juntamente com outras tecnologias, para aumentar a eficiência de seus processos, tanto na fabricação de produtos quanto na oferta de serviços, modificando a estrutura de seus modelos de negócio (PASCHOU *et al.*, 2020). Neste sentido, a IA tem apresentado uma grande capacidade para a prestação de serviços e realização de diversas atividades (HUANG; RUST, 2018) e, também, para o desenvolvimento da indústria (LEE *et al.*, 2018), demonstrando um enorme potencial para contribuir com a servitização das empresas de produtos (DWIVEDI, 2021), sendo utilizada tanto em atividades de *back office*, que é qualquer processo necessário para a execução do serviço, quanto nas atividades de *front office*, que pode ser considerada a interface com a qual os clientes interagem (LUGNET; ERICSON; LARSSON, 2020).

Entretanto, mesmo com a presença da IA em diversos serviços, ainda não está claro na literatura qual o seu potencial para a servitização (MARTÍN-PEÑA; SÁNCHEZ-LÓPEZ; DÍAZ-GARRIDO, 2019), sendo necessário um levantamento dos trabalhos sobre o tema. Desta forma torna-se fundamental aprofundar o conhecimento sobre como a IA está sendo aplicada na servitização das empresas de produto, assim como, quais áreas de pesquisa que estão abordando esse processo, para um entendimento mais amplo do tema. Porém, esta análise não deve ser realizada apenas sob a lente da tecnologia, mas sim em abordagem sociotécnica (BEIER *et al.*, 2020), tendo em vista que o contexto da Indústria 4.0 exige uma evolução

sociotécnica do papel humano nos sistemas de produção (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019) fornecendo assim melhores resultados (BAXTER; SOMMERVILLE, 2011).

A abordagem sociotécnica envolve as dimensões Social, Tecnologia, Organização e Ambiente (CARAYON *et al.*, 2014; BAXTER; SOMMERVILLE, 2011). A dimensão social abrange a relação entre as pessoas e a tecnologia, e como isso impacta na sua implementação (LI *et al.*, 2020). A dimensão da tecnologia está relacionada com a estrutura que a empresa necessita e possui, incluindo as características da tecnologia, a compatibilidade e interoperabilidade com o sistema atual e como isso pode impactar na adoção da nova tecnologia (MASOOD; EGGER, 2019). A dimensão organizacional está relacionada às características e recursos da empresa, como o suporte à novas tecnologias, os recursos disponíveis e o apoio da cultura da empresa em relação à esta nova tecnologia (MASOOD; EGGER, 2019; BAXTE; SOMMERVILLE, 2011). A dimensão ambiental amplia as interações à atores externos uma vez que fazem parte de um ecossistema de sua indústria com, por exemplo, concorrentes, parceiros, regulamentações, que podem afetar a implementação da tecnologia (MASOOD; EGGER, 2019).

3. Método

Com o intuito de identificar diferentes formas de utilização da IA para o apoio à servitização de empresas de produto, foi realizada uma RSL. Este tipo de revisão se baseia em um protocolo que descreva o fundamento lógico e critérios de elegibilidade predefinidos (MOHER *et al.*, 2015). Com isso, o desenvolvimento desta RSL se baseou no método PRISMA (MOHER *et al.*, 2015), que consiste em uma lista de verificação e um fluxograma de quatro fases (identificação; triagem; elegibilidade e; incluídos), que tem por objetivo facilitar a preparação e o relato de um protocolo robusto para a revisão sistemática. Após o desenvolvimento da RSL, são apresentados os resultados, que foram divididos em formas de aplicação da IA no *back* e *front office*, o seu impacto nos modelos de negócio e os desafios para a sua aplicação, de acordo com as dimensões sociotécnicas.

3.1. Formulação da questão de pesquisa

O primeiro passo da metodologia de uma RSL é a definição da questão de pesquisa que, por se tratar de uma etapa fundamental no estudo, deve ser clara, pois irá fornecer o foco e a direção da pesquisa (RASIMAH *et al.*, 2015). Assim, com base em uma lacuna identificada na

literatura, foi definida a seguinte questão de pesquisa: *Como a IA pode apoiar a servitização de empresas de produto?*

3.2. Localização dos estudos

Nesta etapa, o objetivo é a localização de estudos que estejam alinhados à questão de pesquisa, e que auxiliem na sua resposta. Para isso, foram escolhidas as bases Scopus e Web of Science, por serem as bases de dados de maior relevância sobre o tema. Também, foi definido que a *string* de busca deveria estar presente no título, resumo ou palavras-chave dos artigos. Para as buscas realizadas, foram selecionadas as palavras-chave de acordo com as utilizadas na literatura em estudos sobre servitização (TUKKER, 2004; BAINES; LIGHTFOOT, 2014), e como a IA tem sido utilizada no contexto de digitalização (KOHTAMÄKI *et al.*, 2019), digitização e transformação digital (FRANK *et al.*, 2019), estas palavras foram incluídas no aspecto da IA, assim como a própria inteligência artificial (KAPLAN; HAENLEIN, 2019; HUANG; RUST, 2018) e *machine learning*, que é uma das categorias mais utilizadas no âmbito da servitização digital (CIMINI *et al.*, 2021; PASCHOU *et al.*, 2020) buscando artigos que abordassem os temas em conjunto. Assim, de acordo com as palavras-chave, foi definida a *string* de busca, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: termos de busca

Palavras-chave	<i>string</i>
Servitização	"servitization" OR "PSS" OR "product-service system" OR "product service system" OR "service innovation"
Inteligência Artificial	"artificial intelligence" OR "machine learning" OR "digital transformation" OR "digitization" OR "digitalization"

3.3. Seleção e avaliação

Na primeira etapa, de identificação, foram definidos os filtros para a busca realizada, com o intuito de encontrar os artigos alinhados à questão de pesquisa. Apenas artigos publicados de 2011 a 2020 foram analisados, uma vez que em 2011 o termo Indústria 4.0 foi apresentado (PFEIFFER, 2017) onde a literatura passou a dedicar atenção ao processo de digitalização de indústrias e empresas (DALENOGARE *et al.*, 2018) com o apoio da IA e outras tecnologias (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019). Na sequência, foi aplicado o filtro de tipo de documento, buscando apenas artigos científicos revisados por pares e, ainda, o filtro por idioma, onde os artigos deveriam ser escritos no idioma inglês, chegando ao total de 327 artigos nas duas bases.

Após, na etapa de triagem, foram analisados os artigos das duas bases na busca por resultados duplicados onde, com o auxílio do software Mendeley, foram encontrados e excluídos 88 artigos. Também, foram utilizados filtros para a seleção de artigos publicados nas áreas de *Business, Management, Operations Research Management Science, Engineering Industrial e Engineering Manufacturing* na base Web of Science, e nas áreas de *Business, Management and Account e Engineering* na base Scopus, visto que são áreas relacionadas às pretensões do estudo, onde 84 artigos foram excluídos, por estarem em *journals* de outras áreas, chegando ao total de 151 artigos.

Então, na etapa de elegibilidade, foi realizada uma análise dos títulos, palavras-chave e *abstracts* para confirmar o alinhamento dos artigos à questão de pesquisa, selecionando apenas os que investigaram a adoção da IA para o apoio à operação dos serviços em empresas de produtos, e não artigos que apresentem questões técnicas sobre a tecnologia ou, ofertas de serviços em empresas originalmente do setor de serviços. Nesta etapa foram excluídos 81 artigos, restando 70 artigos a serem lidos integralmente. Na sequência, após a leitura dos artigos, 58 destes foram excluídos por não se adequarem ao objetivo da pesquisa, como, por exemplo, artigos que não descreviam em qual solução a IA estava sendo utilizada. Assim, chegou-se a um total 12 artigos a serem analisados no estudo, como mostra a Figura 1.

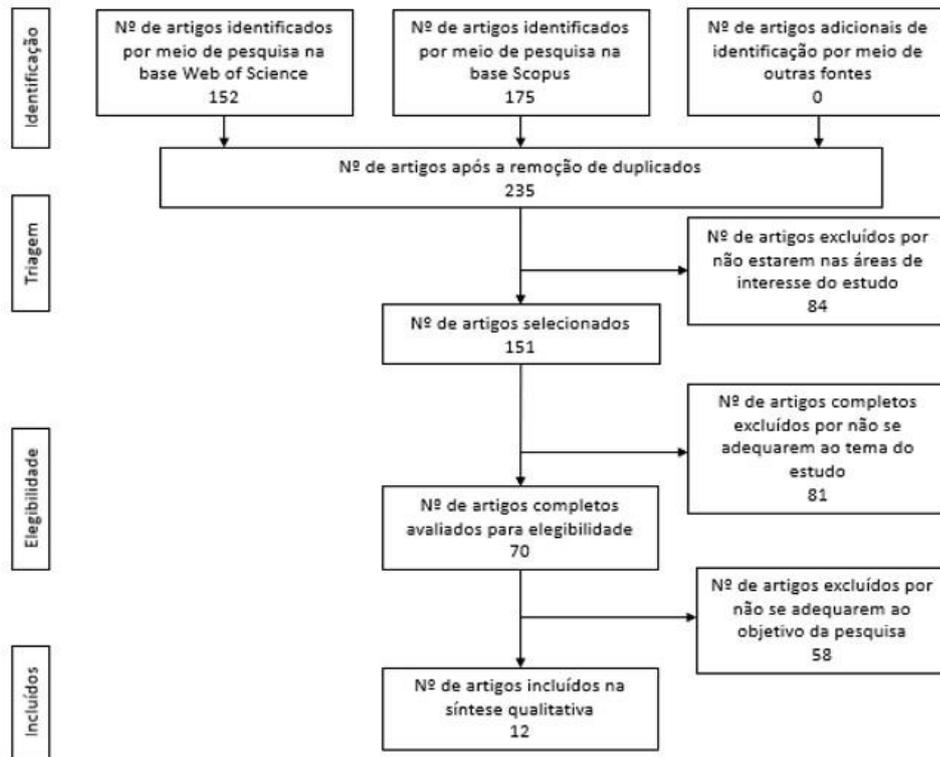


Figura 4: fluxograma para a seleção da literatura revisada com base no método PRISMA

3.4. Análise descritiva

A análise descritiva dos artigos considerados relevantes para a resposta da questão de pesquisa foi realizada com relação ao ano de publicação, tema, periódico e setor industrial, com o objetivo de identificar tendências da literatura e está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: análise descritiva dos estudos

Autor	Ano	Tema	Journal	Setor
Lerch e Gotsch	2015	IA aplicada na análise e retroalimentação dos processos para a oferta de manutenção preditiva em PSS	Research-Technology Management	Diversos
Cenamor, Sjödin e Parida	2017	Utilização da IA para análise de dados e suporte às operações dos clientes	International Journal of Production Economics	Diversos
Lenka, Parida e Wincent	2017	Aplicação de IA para análise de dados na digitalização de empresas, possibilitando a oferta de novos serviços	Psychology & Marketing	Diversos
Pagoropoulos, Maier e McAloone	2017	IA para apoio à tomada de decisão na precificação dos serviços	Journal of Cleaner Production	Marítimo
Chowdhery e Bertoni	2018	IA para apoio à tomada de decisão na precificação dos serviços	International Federation of Automatic Control	Maquinário e equipamento industrial
Jantunen <i>et al.</i>	2018	Utilização de IA para a mudança da oferta de manutenção tradicional para preditiva	Journal of Systems and Control Engineering	Maquinário e equipamento industrial
Heinis, Loy e Meboldt	2018	IA para apoio à tomada de decisão na precificação dos serviços	Research-Technology Management	Diversos
Alegeh <i>et al.</i>	2019	Aplicação de IA para servitização de empresa de maquinário com a oferta de manutenção preditiva	International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research	Maquinário e equipamento industrial
Frank, Dalenogare e Ayala	2019	Utilização de IA em produtos inteligentes para a oferta de serviços	International Journal of Production Economics	Diversos
Qvist-Sorensen	2020	IA aplicada em processos internos e externos para a oferta de serviços	Central European Business Review	Maquinário e equipamento industrial
Björkdahl	2020	Aplicação de IA na digitalização e habilitação de novos serviços.	California Management Review	Diversos
Paiola e Gebauer	2020	IA utilizada para análise de dados em oferta de manutenção preditiva	Industrial Marketing Management	Maquinário e equipamento industrial

Observando as publicações por período, apresentados na Tabela 2, é possível perceber que estudos que abordam a utilização da IA para a oferta de serviços em empresas de manufatura são relativamente novos, com os primeiros estudos identificados a partir de 2015. Também, é possível perceber que o maior número de artigos está publicado no International Journal of Production Economics (2) e no Research-Technology Management (2). O

International Journal of Production Economics recebe estudos na área de engenharia de manufatura e produção, logística, economia de produção e estratégia de produção. Esses artigos abordam a IA como uma facilitadora para a servitização das empresas. O Research-Technology Management tem o foco em artigos que conectem a teoria à prática na gestão da inovação, e seus artigos abordam a IA como uma tecnologia de apoio à atividade de inovação geral das empresas. O restante das publicações está dividido em *journals* de áreas como gestão, tecnologia e marketing.

4. Resultados e discussões

Nesta seção são apresentados os resultados da RSL, que estão divididos em *Formas de aplicação IA na Servitização*, *Impacto da IA nos modelos de negócio* e *Desafios para a utilização da IA na Servitização*.

4.1. Impacto da IA nos modelos de negócio

Além de facilitadora para otimização contínua de processos internos, a IA está sendo considerada uma tecnologia habilitadora e fundamental para o desenvolvimento de uma gama de novos negócios e oportunidades de ganhos para as empresas com ofertas servitizadas (QVIST-SORENSEN, 2020). Conseqüentemente, a complexidade do modelo aumenta, uma vez que além do foco na qualidade dos processos para a fabricação dos produtos, essas empresas passam a ter que garantir a qualidade dos novos serviços, com diferentes características e requisitos, habilitados por esta nova tecnologia.

A IA, juntamente com outras tecnologias digitais, está possibilitando métricas de uso aprimoradas onde viabiliza, por exemplo, com base nos dados coletados através de sensores nos equipamentos, uma análise aprofundada da depreciação dos componentes, que é agregada aos modelos de precificação de pagamento por uso, muito comuns em serviços avançados, permitindo assim que esses modelos sejam aplicados a uma gama mais ampla de produtos, auxiliando a servitização de empresas de manufatura (HEINIS; LOY; MEBOLDT, 2018; QVIST-SORENSEN, 2020). Também, na indústria marítima, a IA vem sendo aplicada para a análise de dados, auxiliando na estimativa de custos e melhorando a capacidade de resposta das empresas às oportunidades (PAGOROPOULOS; MAIER; MCALOONE, 2017). Deste modo, a IA está permitindo novos modelos de negócios, onde empresas que tinham seus modelos baseados na venda de produtos, passam para modelos servitizados.

Quando aplicada na análise dos dados captados por sensores em diferentes peças, a IA permite que os fabricantes identifiquem o momento em que o equipamento irá quebrar, possibilitando a oferta de manutenção preditiva para seus clientes, passando para um modelo baseado em desempenho. Permite também, a mudança para modelo baseado em taxa de serviço, quando utilizada para a análise de dados de comportamento de pilotos, possibilitando a oferta de programas de treinamento. A IA também está possibilitando modelos de assinatura de serviços, por exemplo, em ofertas de otimização da produção, onde analisa os dados de produção e sugere ou realiza atividades para a otimização (QVIST-SORENSEN, 2020) e, ainda, acordos de disponibilidade, onde empresas de equipamentos industriais utilizam a IA para analisar os dados de uso de equipamentos (CENAMOR; SJÖDIN; PARIDA, 2017; LENKA; PARIDA; WINCENT, 2017). Desta forma a IA está possibilitando ou viabilizando esses modelos de negócio, que antes eram difíceis de serem implementados, principalmente por sua capacidade de análise.

4.2. Formas de aplicação IA na Servitização

Como apontado no referencial teórico do estudo, a IA tem sido aplicada tanto em soluções de *back office*, quanto de *front office*. Desta forma, na análise dos artigos foi possível identificar diferentes aplicações em cada uma das áreas, como apresentado na Tabela 3, que traz as aplicações e os respectivos autores, e que são discutidas na sequência.

Tabela 3: aplicações da IA no back e front office

	Aplicação	Autores
<i>Back office</i>	Manutenção preditiva	Alegh <i>et al.</i> , 2019; Björkdahl, 2020; Cenamor, Sjödin e Parida, 2017; Jantunen <i>et al.</i> , 2018; Lenka, Parida e Wincent, 2017; Qvist-sorensen, 2020; Lerch e Gotsch, 2015; Paiola e Gebauer, 2020
	Precificação de serviços	Chowdhery e Bertoni, 2018; Heinis, Loy e Meboldt, 2018; Pagoropoulos, Maier e Mcalooone, 2017
	Simulação de operações	Björkdahl, 2020; Lenka, Parida e Wincent, 2017
	Reposição de peças	Qvist-sorensen, 2020
	Sistemas de monitoramento e segurança	Qvist-sorensen, 2020
<i>Front office</i>	Otimização de rotas	Björkdahl, 2020; Frank, Dalenogare e Ayala, 2019
	Produtos inteligentes	Frank, Dalenogare e Ayala, 2019; Lenka, Parida e Wincent, 2017
	Sistemas de direção assistida	Qvist-sorensen, 2020
	Programa de treinamento	Qvist-sorensen, 2020

4.2.1. IA no *back office*

Vários autores destacam que a IA provoca um aumento significativo da eficiência e qualidade dos processos (ANANDAKUMAR; AKSHAYA, 2019; QVIST-SORENSEN, 2020). No *back office*, a IA vem sendo utilizada para diversas finalidades, mas a que mais se destaca na literatura é a aplicação na manutenção preditiva. Devido à sua capacidade para o processamento de uma grande quantidade de dados (LENKA; PARIDA; WINCENT, 2017) a IA vem possibilitando novas técnicas de manutenção baseadas em condições (CENAMOR; SJÖDIN; PARIDA, 2017; ALEGEH *et al.*, 2019), onde os insights preditivos permitem que as empresas no mercado se envolvam de forma proativa com os clientes e capitalizem as oportunidades que surgem (JANTUNEN *et al.* 2018), fazendo com que a manutenção preditiva, aprimorada pela IA, esteja substituindo de vez a manutenção preventiva (BJÖRKDAHL, 2020). Um exemplo desta solução é o da ABB, líder global em tecnologias de energia e automação que, utilizando a IA para a análise dos dados coletados por sensores, cria valor para seus clientes por meio de seus robôs conectados à nuvem, o que permite a manutenção preditiva que é vendida como serviço (BJÖRKDAHL, 2020). Esta pode estar sendo a aplicação mais comum de IA para a servitização, pelo fato de que as empresas continuam mantendo o produto como ator principal de suas propostas, sem a necessidade de modificá-lo drasticamente, necessitando apenas da instalação de sensores para o acompanhamento do desempenho das máquinas e seus componentes e, posteriormente, a utilização da IA para o processamento dos dados coletados.

Assim, a IA tem possibilitado ofertas novas e personalizadas para a indústria, no caminho da servitização, onde as empresas podem usar software de IA para realizar simulações e visualizar os resultados de mudança de linhas de produção, produtos e serviços, possibilitando a personalização de soluções que melhor se alinham com os requisitos dos clientes (LENKA; PARIDA; WINCENT, 2017, BJÖRKDAHL, 2020), reduzindo os riscos que envolvem as soluções. Também, com sua capacidade de análise, vem permitindo diferentes métricas para a precificação de produtos e serviços, que geram impactos nas receitas e, por vezes, mudam as atividades chave das empresas, como no caso em que algoritmos de IA analisam dados brutos de sensores embutidos em equipamentos, possibilitando métricas de uso que passam a considerar o tipo de atividade ou material processado pelo equipamento, podendo substituir ou complementar os modelos que consideravam somente o tempo de operação (HEINIS; LOY; MEBOLDT, 2018).

Além disso, a IA também está sendo aplicada em serviços mais básicos dentro dessas soluções, como o de reposição de peças (QVIST-SORENSEN, 2020), onde empresas

acompanham o estado e desempenho de máquinas e equipamentos através de dados coletados por sensores e, com o auxílio da IA para a análise dos dados, oferecem peças de reposição no momento certo, conforme o monitoramento do seu desgaste. Outra aplicação é em sistemas de monitoramento e gerenciamento da mobilidade de pessoas oferecido por fabricantes de elevadores e escadas rolantes (QVIST-SORENSEN, 2020), onde utilizam a IA para analisar os dados coletados do fluxo de usuários e assim oferecer soluções de acordo com as suas características de uso. Neste sentido, além dos benefícios para os processos de *back office*, com a IA as empresas passam a ter capacidade de analisar uma quantidade muito maior de dados e obter mais conhecimento de toda a cadeia, gerando diversas oportunidades para novos serviços, até mesmo os de contato direto com o cliente, como abordado a seguir.

4.2.2. IA no *front office*

No *front office* a IA pode ser aplicada de diversas formas, como no caso de tornar inteligentes os produtos de manufatura tradicionais (BJÖRKDAHL, 2020; FETTERMANN *et al.* 2020). Utilizando a IA, os produtos podem se otimizar de forma autônoma e estender suas funções para os clientes, trazendo novas oportunidades para os fabricantes e permitindo o desenvolvimento de PSS, nos quais os fabricantes podem oferecer serviços adicionais com o produto e, até mesmo, oferecer o produto como serviço (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; BJÖRKDAHL, 2020), pois a tecnologia está habilitando novas funções e capacidades relacionadas ao seu monitoramento, controle, otimização e autonomia (PORTER; HEPPELMANN, 2014). Seguindo esta estratégia de produtos inteligentes, a fabricante JBL adicionou às suas caixas de som a IA do Google, a Google Assistente, que oferece uma série de serviços acionados por comandos de voz.

No setor automotivo as empresas estão conectando seus veículos à nuvem para permitir novos serviços (BJÖRKDAHL, 2020). Neste sentido a IA vem possibilitando ofertas como melhoria do desempenho de direção (QVIST-SORENSEN, 2020), assistência de manutenção e conectividade através de sistemas de informações no veículo permitindo a comunicação com várias infraestruturas (GRIEGER; LUDWIG, 2019), onde os carros transmitem dados ambientais e de sua operação para seus fabricantes e recebem atualizações de software, que melhoram seu desempenho ou evitam a ocorrência de problemas (PORTER; HEPPELMANN, 2015). Um exemplo das possibilidades que a IA está trazendo para empresas do setor, é o da Ford, em sua unidade de micromobilidade, com fabricação de patinetes elétricos. Como nos sistemas avançados de assistência ao motorista, esta nova plataforma combina câmera, sensores

e IA para criar uma experiência mais segura para passageiros e pedestres, com monitoramento do ambiente em tempo real e auxílio ao condutor na tomada de decisões mais seguras.

Desta forma, a IA está permitindo que as empresas avancem e forneçam serviços inovadores baseados na venda direta aos clientes (BJÖRKDAHL, 2020) como o monitoramento e treinamento de pilotos oferecidos pela Rolls Royce, onde algoritmos de IA processam os dados de comportamento dos pilotos, identificando movimentos indesejados que levam a um maior consumo de combustível. Exemplo semelhante ao da empresa John Deere, importante fabricante de equipamentos agrícolas, que utiliza a IA para analisar os dados coletados de semeadura e colheita e oferecer aos seus clientes o serviço de otimização da produção, com recomendação e orientação para o processo em tempo real (QVIST-SORENSEN, 2020). A IA também está em soluções como plataformas digitais com capacidades analíticas que possibilitam a otimização de rotas (BJÖRKDAHL, 2020) e entregas eficientes (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019), onde fabricantes de caminhões passam a oferecer como serviços para seus clientes (BJÖRKDAHL, 2020). Desta forma as empresas conseguem oferecer serviços agregados aos produtos em ofertas mais eficientes, agregando valor às propostas e permitindo um maior contato com os clientes.

Assim, no *front office*, é possível perceber que as empresas estão avançando em direção a serviços mais voltados às necessidades emergentes dos clientes, baseados nas informações que estão sendo obtidas através de seus produtos, e não tanto em serviços atrelados aos produtos. Assim, partem para propostas cada vez mais servitizadas onde, provavelmente, se depararão com desafios, uma vez que a IA possibilita modelos de negócio completamente novos, tanto em atividades de *back* quanto de *front office*.

4.3.Desafios para a utilização da IA na Servitização

A IA trás diversas possibilidades para as empresas que à implementam em seus processos, mas assim como na implementação de qualquer tecnologia, existem desafios que afetam a sua utilização e que devem ser considerados pelos praticantes na hora de decidir pela sua implementação na servitização de suas empresas. Assim, a análise dos desafios apresentados na literatura foi realizada utilizando a perspectiva dos 4 fatores socioeconômicos e de acordo com sua predominância em *back* ou *front office* (Tabela 4).

Tabela 4: desafios para a implementação da IA na servitização.

Dimensões Sociotécnicas	Desafios	
	<i>Back office</i>	<i>Front office</i>
Social	Conhecimento específico (JANTUNEN <i>et al.</i> , 2018; CENAMOR; SJÖDIN; PARIDA, 2017)	Habilidade para o novo tipo de contato (QVIST-SORENSEN, 2020; LERCH; GOTSCH, 2015)
Tecnologia	Tecnologia base para coleta de dados (HEINIS; LOY; MEBOLDT, 2018) Processos apropriados (BJÖRKDAHL, 2020) Recursos para a oferta (LERCH; GOTSCH, 2015)	Plataforma adequada (CENAMOR; SJÖDIN; PARIDA, 2017) Capacidade de conexão (LENKA; PARIDA; WINCENT, 2017) Investimento na tecnologia (JANTUNEN <i>et al.</i> , 2018)
Ambiente	Relação com fornecedores (LERCH; GOTSCH, 2015) Incertezas do ambiente externo (BJÖRKDAHL, 2020)	Incertezas do ambiente externo (BJÖRKDAHL, 2020)
Organização	Mudança estratégica e organizacional (BJÖRKDAHL, 2020; QVIST-SORENSEN, 2020)	Mudança estratégica e organizacional (BJÖRKDAHL, 2020; QVIST-SORENSEN, 2020)

Na dimensão social, no *back office*, o desafio destacado está no fato de que a implementação de sistemas com a IA supõe um conhecimento muito específico, que na maior parte das empresas não está disponível (JANTUNEN *et al.*, 2018), fazendo com que surja a necessidade de uma busca por essas habilidades no mercado, ou do desenvolvimento dentro da organização. No *front office*, a IA está mudando totalmente a forma de interação, tanto entre as empresas quanto com seus clientes (LERCH; GOTSCH, 2015) e isso também traz a necessidade do desenvolvimento de novas habilidades para esse contato (QVIST-SORENSEN, 2020). Desta forma, as empresas que estão servitizando suas propostas com o apoio da IA, necessitam de uma mão de obra qualificada, que tenha o conhecimento técnico para a utilização da IA nas atividades de *back office* e que possa treinar os seus clientes para que essa interação com a tecnologia ocorra da melhor forma possível.

Na dimensão tecnologia, os desafios estão relacionados à necessidade da tecnologia base implementado de forma correta (HEINIS; LOY; MEBOLDT, 2018), onde as empresas geralmente não possuem processos apropriados para desenvolver e testar novas ofertas para os clientes (BJÖRKDAHL, 2020) como, por exemplo, os sensores e sistemas embarcados com recursos de comunicação adaptados aos produtos para que a IA possa entregar os resultados

esperados (HEINIS; LOY; MEBOLDT, 2018). No *front office*, os desafios se apresentam na necessidade de plataformas simples e intuitivas para a utilização dos usuários (CENAMOR; SJÖDIN; PARIDA, 2017), e na capacidade de conexão, onde, no caso de produtos inteligentes, os que não possuem a funcionalidade de conexão não podem oferecer, por exemplo, funções dinâmicas e gerenciamento em tempo real, limitando os benefícios na criação de valor para os clientes (LENKA; PARIDA; WINCENT, 2017). Neste sentido, o alto investimento na tecnologia aparece como um fator de risco para esse tipo de implementação (JANTUNEN *et al.*, 2018), onde, principalmente no *front office*, se faz necessária a aplicação de uma IA interativa, que pode demandar muitos recursos. Assim, os desafios tecnológicos estão relacionados aos processos e tecnologias que apoiam a IA e fazem com que ela possa desempenhar o seu papel, como, por exemplo a IoT e a computação em nuvem.

Na dimensão organização, o desafio apontado está no fato de que quando as empresas partem para soluções servitizadas com a IA, isso impacta fortemente a estratégia da empresa, devido as características desta tecnologia (BJÖRKDAHL, 2020), e é preciso que se tenha uma cultura voltada para inovação, onde a organização precisa dar o suporte necessário para a mudança, tanto para processos internos, quanto para as novas formas de interação com os clientes (QVIST-SORENSEN, 2020).

Com relação à dimensão ambiente, tanto no *back* quanto no *front office*, os desafios se apresentam quando as empresas passam a implementar novas tecnologias, como a IA, e precisam lidar com as incertezas do ambiente externo, por estarem partindo para propostas com novas tecnologias (BJÖRKDAHL, 2020), fazendo com que elas precisem de uma estreita colaboração com outras empresas que, por vezes, irão fornecer a tecnologia ou dar suporte para a sua implementação (LERCH; GOTSCH, 2015; ENRIQUE *et al.*, 2018), para que essa mudança ocorra de maneira mais segura e assertiva. Por exemplo, a ABB partiu para uma colaboração estratégica com a IBM, onde aproveitará a IA do Watson para encontrar defeitos por meio de imagens de produção em tempo real, capturadas por equipamentos com sistema ABB e analisadas usando o IBM Watson IoT for Manufacturing. Deste modo será possível diminuir as incertezas e riscos relacionados a implementação, pois passa a trabalhar com uma empresa que já dominam a tecnologia.

5. Conclusões

Nos últimos anos, a literatura tem dedicado especial atenção ao processo de transformação digital de indústrias em empresas, principalmente dentro do contexto da Indústria 4.0, com tecnologias que apoiam este processo, como, por exemplo, a IA. Da mesma forma, essas tecnologias possibilitam a oferta de serviços fazendo com que empresas com modelos de negócio baseados no produto busquem essas oportunidades, com o objetivo de agregar serviços a suas propostas com a oferta de PSS, e de obter vantagem competitiva. Neste contexto, o objetivo do estudo foi identificar na literatura, como a IA pode apoiar o processo de servitização de empresas com modelos de negócio baseados no produto.

Para isso, foi realizada uma RSL buscando estudos que abordassem servitização e a IA simultaneamente, baseada no método PRISMA de Moher *et al.*, (2015), seguido da análise e discussão dos resultados, abordando os pontos mais relevantes da pesquisa. A RSL apontou oportunidades de pesquisa na área de IA ainda pouco explorada na literatura com um baixo número de estudos que abordam a servitização em empresas de produto com o apoio da IA, com apenas 12 estudos identificados, e com o primeiro estudo somente a partir do ano de 2015. Nestes estudos, os Journals com o maior número de publicações trouxeram artigos que abordam a IA como uma tecnologia facilitadora da servitização e de apoio a atividade de inovação geral das empresas.

Os resultados demonstraram que a IA pode trazer inúmeros benefícios para as empresas de manufatura, onde têm a chance de transformar *big data* em informações úteis, tanto em soluções para seus processos internos quanto para os de contato com os clientes, viabilizado novos modelos de negócio que seriam muito difíceis ou até inviáveis de serem implementados sem a tecnologia. Porém, ficou evidente que a IA ainda está sendo mais aplicada em soluções de *back office*, nos processos de apoio, principalmente na manutenção preditiva, estando em poucas soluções de contato direto com os usuários. Isso mostra um potencial pouco explorado com relação a esta tecnologia, uma vez que existem diversas possibilidades de aplicações no *front office*, por sua capacidade de interação, análise, aprendizado e adaptação (HUANG; RUST, 2020).

Os principais desafios identificados para a implementação de IA estão relacionados à necessidade de tecnologias de base como IoT e computação em nuvem, para que as empresas possam captar todo o potencial da IA. Também, devido as novas formas de interação possibilitadas pela tecnologia, se torna um desafio prever a forma com que essa interação é

percebida, tanto por parte da organização, quanto por parte dos clientes, nas atividades de *back* e *front office*, o que está relacionado com a novidade da tecnologia.

Foi possível identificar que a literatura trabalha a funcionalidade oferecida na transformação digital, mas não explora o como, e isso deixa uma lacuna na literatura. Por exemplo, estudos como o de Zheng *et al.* (2018) que aborda PSS inteligentes, mas não cita a inteligência artificial nos sistemas, sendo que a tecnologia está em grande parte desse tipo de solução e pressupõe-se que a IA esteja por trás dessa solução, mas não explica a tecnologia e como isso deveria ser feito, deixando, do ponto de vista da implementação das soluções de servitização, grandes dúvidas pois fica claro a contribuição na transformação digital, mas não como é o caminho por tecnologias específicas como a IA. Desta forma, o estudo aponta que mesmo com uma vasta literatura sobre servitização digital, ela ainda se apresenta de forma genérica com relação ao aspecto tecnológico, que precisa ser abordado de forma mais aprofundada, uma vez que não é um aspecto simples em termos de implementação. Mesmo com suas limitações, principalmente relacionadas à natureza da RSL, onde requisitos de elegibilidade foram selecionados como idioma, áreas de pesquisa e tipos de documentos, podendo ter deixado de fora estudos que poderiam complementar a pesquisa, esta revisão trouxe resultados que pode contribuir tanto com a teoria, como com a prática.

Como contribuição teórica, este estudo compila os achados na literatura sobre a aplicação da IA na servitização de empresas de produto, com suas aplicações no *back* e *front office*. Também, descreve o impacto que a implementação de soluções com IA pode causar nos modelos de negócio tradicionais, assim como os desafios que as empresas podem enfrentar neste processo. Além disso, o estudo traz novos cases e aplicações, apontando lacunas de pesquisa, que podem direcionar estudos futuros.

O estudo também traz contribuições práticas, uma vez que os resultados podem ser utilizados por empresas e seus gestores para nortear a implementação da IA na servitização de suas propostas pois, além de trazer exemplos de aplicações em empresas de produtos, descreve a aplicação, assim como os desafios de acordo com os fatores sociotécnicos que acompanham a aplicação no *back* e *front office* e como isso impacta nos seus modelos de negócio, o que pode tornar este movimento de servitização com a IA mais seguro.

Tendo em vista que a maior parte da literatura identificada aborda a IA de forma genérica, sem descrever a aplicação e o tipo de IA que está por trás da solução, sugere-se para estudos futuros uma análise aprofundada de como as empresas de produto estão implementando

estas soluções, quais os tipos de IA implementadas e qual a motivação por trás do uso desta tecnologia específica. Também, torna-se interessante um estudo de caso para saber de fato em quais soluções de empresas de produto a IA está presente, pois em casos como o de produtos inteligentes, este estudo mostrou que não está claro na literatura qual a tecnologia que está por traz desta inteligência.

Referências

- ALEGEH, N., SHAGLUF, A., LONGSTAFF, A., & FLETCHER, S. Accuracy in Detecting Failure in Ballscrew Assessment Towards Machine Tool Servitization. **International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research**, 8(5), 667-673. [2], 2019.
- ANANDAKUMAR, H. & AKSHAYA, V. Analysis of Artificial Intelligence in Future Industrial Applications. **Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems**. 11. 205-210, 2019.
- BAXTER, G., SOMMERVILLE, I. Socio-technical systems: From design methods to systems engineering, **Interacting with Computers**, Volume 23, Issue 1, January 2011, Pages 4–17, 2011.
- BEIER, G., ULLRICH, A., NIEHOFF, S., REIßIG, M., & HABICH, M. Industry 4.0: how it is defined from a sociotechnical perspective and how much sustainability it includes; a literature review. **Journal of cleaner production**, 259: 120856, 2020.
- BUSTINZA, O. F., BIGDELI, A. Z., BAINES, T., ELLIOT, C. Servitization and Competitive Advantage: The Importance of Organizational Structure and Value Chain Position, **Research-Technology Management**, 58:5, 53-60, 2015.
- BJÖRKDAHL J. Strategies for Digitalization in Manufacturing Firms. **California Management Review**. 2020;62(4):17-36, 2020.
- CARAYON P, WETTERNECK TB, RIVERA-RODRIGUEZ AJ, HUNDT AS, HOONAKKER P, HOLDEN R, GURSES AP. Human factors systems approach to healthcare quality and patient safety. **Appl Ergon**. Jan;45(1):14-25, 2014.
- CENAMOR, J., RÖNNBERG SJÖDIN, D., PARIDA, V. "Adopting a platform approach in servitization: Leveraging the value of digitalization," **International Journal of Production Economics**, Elsevier, vol. 192(C), pages 54-65, 2017.
- CIMINI, C., ADRODEGARI, F., PASCHOU, T., RONDINI, A., PEZZOTTA, G. Digital servitization and competence development: A case-study research, **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, V. 32, P. 447- 2021.
- CHOWDHERY, S. A., BERTONI, M. Modeling resale value of road compaction equipment: a data mining approach, **IFAC-PapersOnLine**, V. 51, I. 11, 2018, P.1101-1106, 2018.
- COHEN, Y., NASERALDIN, H., CHAUDHURI, A., PILATI, F. Assembly systems in Industry 4.0 era: a road map to understand Assembly 4.0. **Int. J. Adv. Manuf. Technol.** 105, 4037–4054, 2019.
- COREYNEN, W., MATTHYSSENS, P. E BOCKHAVEN W. V. Boosting servitization through digitization: Pathways and dynamic resource configurations for manufacturers. **Industrial Marketing Management**, V. 60, 2017, P. 42-53, 2017.
- DALENOGARE, L.S., BENITEZ, G.B., AYALA, N.F., FRANK, A.G. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. **Int. J. Prod. Econ.** 204, 383–394, 2018.
- DWIVEDI, Y. K. et al. (2021) Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy, **International Journal of Information Management**, V. 57, 2021.
- ENRIQUE, D. V., AYALA, N. F., LIMA, M. J. DO R. F., MARODIN, G. A., GZARA, L., & FRANK, A. G. The use of ICT tools to support collaborative product development activities: evidences from Brazilian industry. **Production**, 28(0), 2018.

- FETTERMANN, D. C., CAVALCANTE, C. G. S., AYALA, N. F., & AVALONE, M. C. Configuration of a smart meter for Brazilian customers. **Energy Policy**, 139, 111309, 2020.
- FRANK, A. G., DALENOGARE, L. S., AYALA, N. F. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. **Int. J. Prod. Econ.** 210, 15–26, 2019a.
- FRANK, A. G., MENDES, G. H. S., AYALA, N. F., GHEZZI, A. Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective. **Technol. Forecast. Soc. Change** 141, 341–351, 2019b.
- GEBAUER, H., PAIOLA, M., SACCANI, N., RAPACCINI, M. Digital servitization: Crossing the perspectives of digitization and servitization. **Ind. Mark. Manag.**, 2020.
- GRIEGER, M. & LUDWIG, A. On the move towards customer-centric business models in the automotive industry - a conceptual reference framework of shared automotive service systems. **Electron Markets** 29, 473–500 2019.
- GRUBIC, T. Remote monitoring technology and servitization: Exploring the relationship, **Computers in Industry**, V. 100, P. 148-158, 2018.
- HEINIS, T. B., LOY, C. L. & MEBOLDT, M. Improving Usage Metrics for Pay-per-Use Pricing with IoT Technology and Machine Learning, **Research-Technology Management**, 61:5, 32-40, 2018.
- HUANG, M.-H., RUST, R.T. Engaged to a Robot? The Role of AI in Service. **J. Serv. Res.**, 2020.
- _____ Artificial Intelligence in Service. **J. Serv. Res.** 21, 155–172, 2018.
- JANTUNEN, E., GOROSTEGUI, U., ZURUTUZA, U., et al. Remote maintenance support with the aid of cyber-physical systems and cloud technology. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part I: **Journal of Systems and Control Engineering**. 2018;232(6):784-794, 2018.
- KAPLAN, A. M. E HAENLEIN, M. “Siri, Siri, in My Hand: Who’s the Fairest in the Land? On the Interpretations, Illustrations, and Implications of Artificial Intelligence,” **Business Horizons**, 62/1 (January/February 2019): 15-25, 2019.
- KOHTAMÄKI, M., PARIDA, V., OGHAZI, P., GEBAUER, H., BAINES, T. Digital servitization business models in ecosystems: A theory of the firm. **J. Bus. Res.**, 2019.
- KOHTAMÄKI, M., PARIDA, V., PATEL, P. C., GEBAUER, H. The relationship between digitalization and servitization: The role of servitization in capturing the financial potential of digitalization, **Technological Forecasting and Social Change**, V., 2020.
- LEE, J., DAVARI, H., SINGH, J., PANDHARE, V. Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems, **Manufacturing Letters**, V. 18, P. 20-23, 2018.
- LENKA, S., PARIDA, V. AND WINCENT, J. (2017), Digitalization Capabilities as Enablers of Value Co-Creation in Servitizing Firms. **Psychol. Mark.**, 34: 92 100, 2017.
- LERCH, C. & GOTSCH, M. Digitalized Product-Service Systems in Manufacturing Firms: A Case Study Analysis, **Research-Technology Management**, 58:5, 45-52, 2015.
- LI, A. Q., NICK RICH, P. Found, M. Kumar and Steve Brown. “Exploring product–service systems in the digital era: a socio-technical systems perspective.” **The Tqm Journal** 32: 897-913, 2020.
- LUGNET, J., ERICSON, Å. E LARSSON, T. Design of Product–Service Systems: Toward An Updated Discourse. **Systems**, 8, 45, 2020.
- MARCON, É., MARCON, A., LE DAIN, M.-A., AYALA, N. F., FRANK, A. G., & MATTHIEU, J. Barriers for the digitalization of servitization. **Procedia CIRP**, 83, 2019.
- MARTÍN-PEÑA, M.-L., SÁNCHEZ-LÓPEZ, J.-M., DÍAZ-GARRIDO, E. Servitization and digitalization in manufacturing: the influence on firm performance. **J. Bus. Ind. Mark.** 35, 564–574, 2019.
- MASOOD, T., EGGER, J. Augmented reality in support of Industry 4.0—Implementation challenges and success factors, Robotics and **Computer-Integrated Manufacturing**, V. 58, P. 181-195, 2019.

MOHER, D., SHAMSEER, L., CLARKE, M., GHERSI, D., LIBERATI, A., PETTICREW, M., ... & STEWART, L.A. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, 4, 1, 2015.

PAGOROPOULOS, A., MAIER, A., & MCALOONE, T. C. Assessing transformational change from institutionalising digital capabilities on implementation and development of Product-Service Systems: Learnings from the maritime industry. **Journal of Cleaner Production**, 166, 369-380, 2017.

PAIOLA, M. E. GEBAUER, H. Internet of things technologies, digital servitization and business model innovation in BtoB manufacturing firms, **Industrial Marketing Management**, V. 89, P. 245-264, 2020.

PAIOLA, M., SCHIAVONE, F., GRANDINETTI, R., CHEN, J. Digital servitization and sustainability through networking: Some evidences from IoT-based business models, **Journal of Business Research**, V. 132, P. 507-516, 2021.

PASCHOU, T., RAPACCINI, M., ADRODEGARI, F., SACCANI, N. Digital servitization in manufacturing: A systematic literature review and research agenda. **Ind. Mark. Manag.**, 2020.

PASLAUSKI, C. A., AYALA, N. F., TORTORELLA, G. L., & FRANK, A. G. The Last Border for Servitization. **Procedia CIRP**, 47, 394-399, 2016.

PORTER, M. E., HEPPELMANN J. E. "How Smart, Connected Products Are Transforming Competition." **Harvard Business Review** 92 (2014): 18. 2014.

_____. How smart, connected products are transforming companies. **Harv. Bus. Rev.**, 2015.

QVIST-SORENSEN, P. Applying IoT and AI - Opportunities, requirements and challenges for industrial machine and equipment manufacturers to expand their services. **Central european business review**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 46-77, 2020.

SJODIN, D. *et al.* An agile co-creation process for digital servitization: A micro-service innovation approach. **Journal of Business Research**, [s. l.], v. 112, p. 478-491, 2020.

TUKKER, A. Eight types of product-service system: eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet. **Bus. Strat. Env.**, 13: 246-260, 2004.

VAN DINTER, R., TEKINERDOGAN, B., CATAL, C. Automation of systematic literature reviews: A systematic literature review, **Information and Software Technology**, V. 136, 2021

VIAL, G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda, **The Journal of Strategic Information Systems**, V. 28, I. 2, P. 118-144, 2019.

WEI, Z., SONG, X., WANG, D. Manufacturing flexibility, business model design, and firm performance. **Int. J. Prod. Econ.** 193, 87-97, 2017.

ZHENG, P., LIN, T. J., CHEN, C. H., XU, X. A systematic design approach for service innovation of smart product-service systems, **Journal of Cleaner Production**, V. 201, P. 657-667, 2018.

4. Artigo 3 - Por que, Quando e Como Empresas Servitizadas Utilizam Inteligência Artificial

Jassen Rodrigues da Silva

Néstor Fabián Ayala

Alejandro Germán Frank

Resumo

O avanço das tecnologias digitais e a busca das empresas de produtos por soluções com maior valor agregado as levaram a aumentar seu portfólio com produtos inteligentes e serviços digitais. Essa inovação do modelo de negócios, denominada servitização digital, tem gerado oportunidades notáveis para empresas manufatureiras em todo o mundo e tem se baseado cada vez mais na utilização de inteligência artificial (IA). No entanto, as muitas aplicações possíveis da IA nos processos de servitização digital não só criam novas oportunidades para as empresas, mas também novos desafios a nível gerencial e organizacional, pois para obter todos os benefícios que a IA pode oferecer, é preciso que desenvolvam novas habilidades, processos operacionais e, muitas vezes, novos modelos de negócios. Porém, a literatura existente não aborda o tema de forma aprofundada. Assim, este estudo busca esclarecer o por que, quando e como as empresas servitizadas utilizam a IA em suas soluções, no que diz respeito ao desenvolvimento dos seus recursos. Para o desenvolvimento dessa pesquisa, foram realizados quatro estudos de caso com empresas que desenvolveram soluções servitizadas suportadas por IA. Como principais resultados esse estudo identifica e classifica os recursos necessários para a oferta de soluções servitizadas com IA e descreve um caminho de servitização digital por meio da IA para uma implementação de sucesso.

Palavras-chave: Servitização; Servitização digital; Inteligência artificial

1. Introdução

O avanço das tecnologias digitais e a busca das empresas de produtos por soluções com maior valor agregado as levaram a aumentar seu portfólio com produtos inteligentes e serviços digitais (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; BOUNCKEN *et al.*, 2021). Essa inovação do modelo de negócios, denominada 'servitização digital', é originada da fusão da servitização, o processo de agregação de serviços aos produtos (BAINES; LIGHTFOOT, 2013), e da digitalização, a transição das empresas para um estágio mais inteligente suportado por tecnologias digitais (FRANK *et al.*, 2019). Essa sinergia entre produtos, serviços e tecnologias

digitais (KOHTAMÄKI *et al.*, 2019) gerou oportunidades notáveis para empresas manufatureiras em todo o mundo, como Rolls-Royce, Caterpillar, ABB, Siemens, entre outras (FAVORETTO *et al.*, 2022), pois permite processos mais eficientes e melhor tomada de decisão gerencial por meio de informações ubíquas (PASCHOU *et al.*, 2018).

A servitização digital tem se baseado cada vez mais na utilização de IA (PASCHOU *et al.*, 2020). A IA pode ser empregada para analisar o *big data* gerado pelos produtos inteligentes ou para automatizar os processos necessários para a entrega de serviços inteligentes (MARCON *et al.*, 2022). Por exemplo, a empresa Kone incorporou sensores em seus elevadores e, por meio de uma colaboração com a IBM, usa IA para analisar os dados coletados, permitindo serviços de monitoramento remoto de condições. Assim, esta solução melhora as operações de serviço de campo da empresa e proporciona uma melhor compreensão dos comportamentos e necessidades dos clientes (QVIST-SØRENSEN, 2020). Além disso, com o apoio da IA, o Bank of America utiliza o chatbot Erica como assistente financeiro virtual, automatizando processos e diversificando as formas de atendimento aos seus clientes, por meio desse serviço inteligente (NGAI *et al.*, 2021).

Como nesses exemplos, várias outras oportunidades podem ser exploradas com a aplicação da IA para apoiar a forma como os serviços são oferecidos, dadas as possibilidades que a IA traz, com sua capacidade de escrever, falar, analisar, aprender e se adaptar (HUANG; RUST, 2020), constituindo uma importante fonte de inovação (HUANG; RUST, 2018). No entanto, as muitas aplicações possíveis da IA nos processos de servitização digital não só criam novas oportunidades para as empresas, mas também novos desafios a nível gerencial e organizacional (HOLMSTROM, 2021), pois para obter todos os benefícios que a IA pode oferecer, é preciso que desenvolvam novas habilidades, processos operacionais e, muitas vezes, novos modelos de negócios, devido a essa capacidade de transformar tanto as atividades de *back office* quanto de *front office* dos serviços fornecidos (SJÖDIN *et al.*, 2021).

Assim, juntamente com a compreensão de como usar a IA para alavancar o processo de servitização digital, as empresas também precisam entender qual seria o impacto de sua utilização na organização. No entanto, embora a pesquisa e a literatura sobre o tema tenham crescido recentemente, os autores se concentraram principalmente na servitização digital (por exemplo, MARCON *et al.*, 2022; FAVORETTO *et al.*, 2022), produtos inteligentes (por exemplo, DALENOGARE *et al.*, 2019; SCHIAVONE *et al.*, 2022) ou serviços inteligentes (por exemplo, CLASSEN; FRIEDLI, 2021; MITTAG *et al.*, 2018) de uma perspectiva geral, sem se aprofundar na explicação de como a IA é introduzida e usada nas soluções. Assim, este estudo busca esclarecer essa caixa preta respondendo à seguinte questão de pesquisa: por que, quando

e como as empresas servitizadas utilizam a IA em suas soluções? O ‘por que’ refere-se à motivação da empresa em adotar a IA no processo de servitização, relacionada aos recursos que possui no momento. O ‘quando’ refere-se à maturidade dos recursos da empresa quando este processo foi escolhido para inovar ou se adaptar ao mercado. O ‘como’ refere-se ao caminho de desenvolvimento da empresa para a solução servitizada, no que diz respeito ao desenvolvimento interno ou externo dos recursos.

Para responder a essa questão de pesquisa, são realizados quatro estudos de caso com empresas que desenvolveram soluções servitizadas suportadas por IA. A lente *Resource-Based View* (RBV) (BARNEY, 1991) foi utilizada para orientar o estudo, uma vez que a resposta à nossa questão de pesquisa demanda analisar como a empresa agiu para evoluir seus recursos para poder fornecer suas soluções. Esses recursos são analisados classificando as soluções quanto aos aspectos operacionais de *back office* e *front office* de uma prestação de serviço, considerando que, dependendo da aplicação da IA, os recursos necessários e as características das atividades podem ser muito diferentes (SCHIAVONE *et al.*, 2022).

Como principais resultados, este estudo traz a identificação e classificação dos recursos necessários para oferecer soluções servitizadas com IA e mostra que, independentemente do tipo de solução, recursos organizacionais como relacionamento entre grupos e mudança cultural são os mais relevantes para o sucesso das soluções e que as organizações têm essa percepção. Também, o estudo descreve um caminho de servitização digital por meio da IA para uma implementação de sucesso.

As demais seções deste artigo estão estruturadas da seguinte forma. Na Seção 2, são abordadas as bases teóricas para o desenvolvimento do estudo, trazendo uma visão geral da servitização digital, a aplicação da IA na servitização digital e a aplicação dessa tecnologia por meio da RBV. A seção 3 apresenta o método de pesquisa, descrevendo a abordagem qualitativa para o estudo de casos selecionados. Na Seção 4 são apresentados os resultados, seguidos pelas Seções 5 e 6 que apresentam as discussões e conclusões respectivamente.

2. Referencial teórico

2.1. Servitização Digital

Como tendência global, as empresas com modelos de negócio baseados em produtos estão se movendo cada vez mais para a digitalização (MARCON *et al.*, 2022), um processo liderado pela implementação de tecnologias avançadas, como internet das coisas (IoT), computação em nuvem, *big data* e IA (FRANK *et al.*, 2019). Nesse contexto, a servitização relata a transformação em que os fabricantes progressivamente oferecem serviços vinculados

aos seus produtos (BAINES; LIGHTFOOT, 2014), e esse processo tem sido amplamente facilitado pela adoção de tecnologias digitais (PASCHOU *et al.*, 2020; FRANK *et al.*, 2019). Assim, aproveitar as tecnologias digitais tem sido uma preocupação crescente das empresas de produtos que buscam uma estratégia de crescimento liderada por serviços (SKLYAR *et al.*, 2019; SIMONSSON; AGARWAL, 2021), mesmo dando origem a um novo fluxo de pesquisa específico, denominado como servitização digital (PAIOLA *et al.*, 2021). Assim, a servitização digital é descrita como a convergência entre servitização e digitalização (GEBAUER *et al.*, 2021).

Muitos exemplos podem ser encontrados na literatura sobre servitização digital de empresas de produtos. Por exemplo, Rymaszewska, Helo e Gunasekaran (2017) apresentam o caso de uma empresa fornecedora de máquinas para processamento de chapas metálicas que, por meio de tecnologias digitais, passou a oferecer a seus clientes a possibilidade de acompanhar a produção real e os principais indicadores de desempenho diário dos equipamentos. Essa capacidade de monitorar situações diárias no chão de fábrica do cliente está permitindo que a empresa mude para contratos baseados em desempenho e suporte remoto para otimizar a produção, mantendo um relacionamento mais próximo e mais lucrativo. Dessa forma, Grubic (2018) descreve em seu estudo o caso de servitização de uma empresa de equipamentos marítimos que trabalha com equipamentos de geração e distribuição de energia, unidades de perfuração, sistemas de propulsão, entre outros. Por meio de tecnologias digitais de monitoramento e análise, a empresa passou a oferecer uma série de serviços remotos, como diagnóstico de falhas, manutenção preditiva e monitoramento de alarmes críticos e do status dos produtos a bordo das embarcações. Como resultado, a empresa se beneficiou ao aumentar a lucratividade de seus relacionamentos, reduzindo a necessidade de suporte técnico no local, solicitações de garantia e tempo de inatividade de equipamentos em seus clientes.

Assim, a servitização digital está mudando amplamente a forma como os serviços são entregues, facilitando novas ofertas de serviços sofisticados e possibilitando novos modelos de negócios servitizados (CIMINI *et al.*, 2021; PASCHOU *et al.*, 2020). Nesse contexto, as empresas estão competindo com soluções que envolvem formas inovadoras de uso de tecnologias avançadas, como a IA, que podem capacitar ou transformar totalmente as capacidades de serviço (GEBAUER *et al.*, 2021; PASCHOU *et al.*, 2020; MARCON *et al.*, 2022).

2.2. IA aplicada à Servitização

A IA, definida por Kaplan e Haenlein, (2019) como “a capacidade de um sistema de interpretar corretamente dados externos, aprender com esses dados e usar esses aprendizados para atingir metas e tarefas específicas por meio de adaptação flexível” vem sendo discutida há muito tempo, desde o trabalho seminal de Turing em 1950. Atualmente, essa tecnologia está presente em diversos setores da economia e disseminada nos mais diversos modelos de negócio (DWIVEDI, 2021). Através da exploração da IA, as empresas de produtos estão melhorando cada vez mais suas ofertas de serviços, evoluindo para sistemas de serviços de produtos inteligentes (MEINDL *et al.*, 2021). Nesse contexto, a IA surge como uma tecnologia que pode ser aplicada ao produto, ao serviço ou a ambos (FRANK *et al.*, 2019; HUANG; RUST, 2018). Por um lado, nos casos em que a IA é aplicada principalmente aos serviços, as empresas podem ter produtos tradicionais, mas os serviços são digitais. É o caso, por exemplo, de uma empresa de pintura que utiliza IA para oferecer um serviço de simulação de ambientes para seus clientes visualizarem como ficará a sala após a pintura. Nesta solução, o produto permanece o mesmo e apenas o serviço é entregue usando IA. Por outro lado, no caso em que a IA é aplicada ao produto, a empresa oferece produtos com sistemas digitais que permitem serviços integrados (BEVERUNGEN *et al.*, 2019), e os serviços são oferecidos por meio do produto. Por exemplo, Alexa, assistente virtual da Amazon, usa IA para realizar diversas atividades, como configurar equipamentos conectados, e diversos serviços, como agendar lembretes e fornecer informações em tempo real.

A IA tem demonstrado um enorme potencial para contribuir com a servitização, com aplicações tanto em atividades de *back office* quanto de *front office* em empresas de diferentes setores produtivos (LEE *et al.*, 2018; HUANG; RUST, 2018; DWIVEDI, 2021). Nos serviços digitais, o *front office* pode ser a interface na qual os clientes interagem (LUGNET; ERICSON; LARSSON, 2020), como atendimento robótico ao cliente ou assistentes virtuais (HUANG; RUST, 2020). Devido às possibilidades que a IA está trazendo, como novas funções e capacidades relacionadas ao monitoramento, controle, otimização e autonomia dos produtos (PORTER; HEPPELMANN, 2014), esses dispositivos tornam-se inteligentes e podem otimizar e ampliar suas funções de contato com o consumidor de forma autônoma (FRANK *et al.*, 2019; BJÖRKDAHL, 2020).

Por sua vez, em serviços digitais, o *back office* pode ser considerado como a programação, o design da interface, a análise de *big data*, ou qualquer outro processo que ocorra fora da visão do cliente, mas que seja necessário para executar o serviço (LUGNET; ERICSON;

LARSSON, 2020). Por exemplo, a IA tem sido usada no *back office* dos serviços de manutenção preditiva para processar grandes quantidades de dados e fornecer informações para apoiar as atividades dos técnicos (CENAMOR *et al.*, 2017; ALEGEH *et al.*, 2019). Da mesma forma, o software baseado em IA tem sido usado para realizar simulações para visualizar o impacto da mudança de componentes em soluções integradas de produtos e serviços, reduzindo assim os riscos envolvidos nessas soluções (LENKA; PARIDA; WINCENT, 2017; BJÖRKDAHL, 2020). Além disso, a IA tem permitido diferentes métricas para precificação de produtos e serviços, como no caso em que algoritmos de IA analisam dados brutos de sensores embutidos em equipamentos alugados, permitindo que as empresas adotem métricas de uso em seus modelos de negócios, considerando o tipo de atividade ou material processado pelo equipamento, podendo substituir ou complementar os modelos que consideravam apenas o tempo de operação (HEINIS; LOY; MEBOLDT, 2018).

2.3. Uma visão baseada em recursos sobre o uso da IA na Servitização Digital

Em um dos primeiros estudos sobre RBV, Wernerfelt (1984) definiu os recursos de uma empresa como ativos tangíveis e intangíveis que estão semipermanentemente ligados a ela, e que podem ser considerados uma força ou uma fraqueza. Posteriormente, Barney (1991) classifica esses recursos em três categorias: (i) recursos de capital físico, englobando tecnologia física, instalações e equipamentos da empresa, bem como seu acesso a matérias-primas e sua localização (ii) recursos de capital humano, que incluem o treinamento, experiência, conhecimento, relacionamentos e insights de gerentes e funcionários; e (iii) recursos de capital organizacional, que são a estrutura formal da empresa, seus sistemas formais e informais de planejamento, controle e coordenação, bem como as relações informais entre grupos internos e externos. Nesse contexto, as empresas buscam explorar o potencial competitivo dos recursos, mas para que isso seja possível, esses recursos precisam ser valiosos, no sentido de explorar oportunidades ou neutralizar ameaças no ambiente da empresa, sendo raros entre os atuais no mercado, sendo imperfeitamente imitável, e não pode haver substitutos equivalentes para aqueles que são valiosos, mas não raros ou imperfeitamente imitáveis (BARNEY, 1991).

O cenário representado por Barney (1991) pode ser claramente observado no contexto da servitização, onde as empresas de produtos precisam reorganizar seus recursos para suportar o novo modelo de negócios (HUIKKOLA; KOHTAMÄKI; RABETINO, 2016). Kohtamaki *et al.* (2019) destacam a RBV como uma lente importante para a servitização, pois sempre que há oportunidade de inovação nos modelos de negócios, é necessário reconfigurar recursos para

aproveitá-la. Também, Kohtamaki *et al.* (2019) usaram a RBV para entender como os modelos de negócios de servitização digital se comportam dentro de seus ecossistemas. Da mesma forma, Ulaga e Reinartz (2011) usaram a RBV como base teórica para identificar recursos e capacidades essenciais para uma implantação bem-sucedida de ofertas de produtos e serviços híbridos. Além disso, Huikkola, Kohtamäki e Rabetino (2016) usaram a RBV para entender como os provedores de soluções servitizadas fizeram a transição com sucesso de produtos para serviços, criando novos recursos e estruturas organizacionais e aproveitando os recursos existentes para desenvolver novos mercados de produtos e serviços.

Em consonância com esses autores, propomos que a RBV também pode ser útil como uma lente para lançar luz sobre a servitização digital suportada pela IA. Como mostra a literatura, para explorar todo o potencial da IA para servitização digital, as empresas precisam desenvolver novas tecnologias (CENAMOR; SJÖDIN; PARIDA, 2017) e novas competências (LERCH; GOTSCH, 2015), como habilidades para uma nova forma de contato com clientes (QVIST-SORENSEN, 2020), aprendizado organizacional para o desenvolvimento de novos conhecimentos, bem como a criação de novas configurações de modelos de negócios (HAEFNER *et al.*, 2021). Assim, com base na RBV, propomos uma estrutura de pesquisa (Figura 5) para analisar por que, quando e como a IA é usada para apoiar a servitização digital no *back office* e *front office* da solução, com a IA sendo aplicada no produto ou no serviço.

	Back office	Front office
IA no produto	A IA está no processo de suporte à operação do produto e não possui interface com o cliente	A IA está no processo de suporte à operação do produto e possui uma interface com o cliente
IA no serviço	O serviço tem a componente digital sem interface com o cliente	O serviço tem a componente digital com interface com o cliente

Figura 5: estrutura de pesquisa

Nossa hipótese é que em cada uma das combinações apresentadas na estrutura de pesquisa, a forma como os recursos são afetados ou precisam ser desenvolvidos pode ser muito diferente. Primeiro, no caso da IA no serviço, não há necessidade de um componente tecnológico associado ao produto. Por um lado, quando a IA é aplicada ao *back office* do serviço, o serviço possui um componente digital que não possui interface com o cliente. Por exemplo, empresas de produtos que oferecem uma simulação de operações e layouts para seus clientes para que possam visualizar o impacto das mudanças em seus processos. Por outro lado, quando a IA é aplicada ao *front office* do serviço, a componente digital do serviço deve ter

interface com o cliente, como é o caso das empresas de tintas que disponibilizam aos seus clientes software para simular cores nos seus ambientes.

Em segundo lugar, no caso da IA no produto, o componente tecnológico está necessariamente embutido no produto. Por um lado, quando a IA é aplicada ao *back office* do produto, a IA está nos processos de suporte à operação do produto sem interface com o cliente. Por exemplo, nas soluções de manutenção preditiva, a IA é utilizada para analisar inúmeros parâmetros do equipamento e informar a necessidade de manutenção, mas o serviço é prestado por técnicos de serviço com base nas saídas da IA. Por outro lado, no *front office* do produto, a IA está dentro do produto e possui interface com o cliente. Por exemplo, os alto-falantes JBL usam a IA do Google, o Google Assistant, para oferecer vários serviços ativados por voz a seus usuários que podem até gerenciar eletrodomésticos inteligentes.

Assim, através da lente da RBV buscamos analisar por que, quando e como as empresas servitizadas utilizam a IA em cada uma das combinações, ou seja, cada um dos quatro quadrantes da Figura 5. Primeiramente, por “por que”, nos referimos à motivação para a empresa usar a IA no processo de servitização. Do ponto de vista da RBV, por exemplo, pode ser porque é a única ou melhor forma de oferecer os serviços desejados, ou porque a empresa já usa IA e já possui os recursos necessários, aproveitando a oportunidade para oferecer serviços. Em segundo lugar, para “quando”, nos referimos à maturidade atual dos recursos da empresa. Por exemplo, quão madura estava a empresa em suas soluções tradicionais quando começou a oferecer serviços com IA. Por fim, para “como”, buscamos entender a estratégia da empresa para oferta de serviços apoiados em IA, seja por meio de desenvolvimento de recursos internos, ou seja, por meio de parcerias e outras estratégias de captação de recursos externos.

3. Método

Para atingir os objetivos deste estudo, foi adotada uma abordagem de estudo de caso, pois considera um fenômeno real em cada contexto (YIN, 2009), e busca aprofundar aspectos do assunto em estudo, tratando de informações mais detalhadas, amplas e subjetiva (GOFFIN *et al.*, 2019). Assim, considerando que as empresas precisam de recursos que dependem do tipo de solução e do contexto das empresas para iniciar a servitização digital (KOHTAMÄKI *et al.*, 2019), buscamos entender a fundo como as empresas desenvolvem seus recursos, quando e quais recursos são essenciais e formam características competitivas para poder implementar a IA no ambiente de servitização, dentro de um determinado contexto. Assim, o estudo de caso foi desenvolvido seguindo os passos recomendados por Voss, Tsiriktsi e Frohlich (2002): (i)

seleção de casos; (ii) definição do instrumento e procedimento de coleta de dados; e (iii) análise de dados.

3.1. Seleção dos casos

Para responder à questão de pesquisa proposta, selecionamos os estudos de caso por meio de uma amostragem de conveniência. Ao selecionar os casos, buscou-se preencher cada um dos quatro quadrantes apresentados na Figura 5 com uma empresa para cada forma de utilização de IA e solução servitizada. Para encontrar as firmas e casos que mais se adequavam aos objetivos da pesquisa, foram realizadas buscas através de uma rede de acadêmicos da área em diferentes países, mas também em casos publicados em artigos acadêmicos, profissionais e eventos profissionais e acadêmicos. Em seguida, após uma primeira análise dos casos, foi feito contato com profissionais dessas empresas por meio do LinkedIn, e-mail e telefone, contatando os responsáveis por essas soluções, apresentando o panorama da pesquisa e informando o tema e os objetivos do estudo. Esse procedimento permitiu verificar a disponibilidade do profissional em participar da pesquisa e selecionar apenas os entrevistados que possuíam o conhecimento necessário para responder às questões da entrevista. Após o contato, as entrevistas foram agendadas de acordo com a disponibilidade dos entrevistados. As empresas participantes do estudo e seus respondentes são mostrados na Tabela 5.

Tabela 5: casos selecionados

Empresa	Quadrante	Setor	Posição do entrevistado	Tempo de entrevista
Alfa	IA no <i>back office</i> do produto	Manufatura	Gerente de TI Gerente de serviços	58 min. 67 min.
Beta	IA no <i>front office</i> do produto	Manufatura	CEO Diretor de vendas	54 min. 60 min.
Gamma	IA no <i>back office</i> de serviço	Manufatura	Consultor CEO Provedor de TI	47 min. 90 min. 60 min.
Delta	IA no <i>front office</i> de serviço	Tecnologia	Gerente de estratégia Gerente executivo Gerente de produto	53 min 80 min. 70 min.

3.2. Definição do instrumento e procedimento de coleta de dados

O instrumento para as entrevistas semiestruturadas foi baseado na literatura da RBV (BARNEY, 1991; WERNERFELT, 1984) e sua aplicação prévia em servitização (ULAGA; REINARTZ, 2011; KOHTAMÄKI *et al.*, 2019; HUIKKOLA; KOHTAMÄKI; RABETINO,

2016). As questões foram desenvolvidas e discutidas entre os autores, onde buscou-se identificar de forma robusta as motivações, objetivos e necessidades para a oferta de soluções com IA. Seguindo a literatura da RBV, propusemos questões para identificar as três categorias de Barney (1991), ou seja, o desenvolvimento de competências internas, relacionadas aos recursos de capital físico, humano e organizacional para poder usar a tecnologia nas soluções de cada quadrante de a estrutura de pesquisa apresentada na Figura 1. Assim, entre outros aspectos, busca-se a identificação de recursos valiosos, raros, difíceis de imitar e insubstituíveis para essas empresas em suas ofertas servitizadas (BARNEY, 1991). Além disso, para garantir as informações necessárias para responder à nossa pergunta de pesquisa, o instrumento foi dividido em três grupos de perguntas: por que, quando e como. O instrumento é apresentado em anexo.

Além disso, para aumentar a qualidade e confiabilidade dos dados coletados nas entrevistas, usamos diferentes fontes de dados (YIN, 2009). Entrevistamos duas a três pessoas que participaram ativamente do desenvolvimento e entrega de soluções servitizadas suportadas por IA, ou seja, aqueles que têm mais conhecimento sobre os dados pesquisados (VOSS; TSIKRIKTSI; FROHLICH, 2002). As entrevistas foram agendadas e realizadas virtualmente por pelo menos três entrevistadores, com duração entre 54 e 90 minutos. Essas entrevistas foram realizadas no segundo semestre de 2021, sendo gravadas, e posteriormente transcritas e analisadas pelos autores. Após análise da transcrição das entrevistas, foram feitos contatos pontuais com alguns entrevistados, para esclarecimento de detalhes ou dúvidas que ficaram desde o primeiro contato. Além disso, os entrevistados forneceram documentos para complementar suas afirmações, como sites públicos apresentando o portfólio das soluções, apresentações internas do escopo e estrutura das soluções, entre outros documentos necessários para entender o papel da IA e dos recursos da empresa.

3.3. Análise de dados

Após a transcrição detalhada das entrevistas, a análise dos dados baseou-se na busca sistemática de padrões no cruzamento dos casos (VOSS; TSIKRIKTSI; FROHLICH, 2002) com auxílio de planilhas e tabelas contendo as respostas para cada questão analisada, com base na conceitos abordados pela RBV. Posteriormente, foi feita uma comparação entre os quadrantes, identificando as semelhanças e diferenças entre os recursos adquiridos e/ou desenvolvidos pelas empresas para o desenvolvimento e aplicação da IA em seus serviços. Após a identificação dos recursos, buscou-se identificar aqueles considerados valiosos, raros, difíceis

de imitar e sem substitutos equivalentes para aqueles que são valiosos, mas não raros ou imperfeitamente imitáveis. Dessa forma, buscamos entender como as empresas lidavam com os recursos para as soluções em cada um dos quadrantes do nosso framework de pesquisa (Figura 5), e quais eram as demandas específicas para cada solução. Para isso, foram realizadas várias reuniões entre os autores para que os resultados pudessem ser discutidos e organizados para extrair o máximo de informações relevantes possível.

4. Resultados

4.1. IA no *back office* do produto

Para analisar o quadrante de nossa estrutura de pesquisa em que a IA está incorporada ao produto e apoia as atividades de serviço de *back office*, escolhemos a empresa Alfa. A Alfa é uma multinacional no segmento de equipamentos para movimentação de cargas, com mais de 70 anos no mercado. Nos últimos anos, a Alfa adicionou ao seu portfólio a oferta de soluções inteligentes e conectadas. Neste estudo, aprofundamos a análise da solução de manutenção preditiva habilitada pela IA. Essa solução emprega IA para realizar análises avançadas de dados obtidos do equipamento conectado para otimizar ativamente o desempenho e a segurança, além de evitar paralisações desnecessárias. Todas as atividades ocorrem no *back office*, enquanto o cliente vê apenas painéis que fornecem visões gerais claras e simples de monitoramento de status, planejamento de serviços e fornecem informações preditivas para apoiar as atividades dos técnicos. Assim, nenhuma interação direta é habilitada entre clientes externos e a IA.

Sobre a motivação para a implementação da solução de IA (ou seja, o 'por que'), o gerente de TI entrevistado afirmou que a empresa passou a oferecer a solução com IA “com o objetivo de ser mais eficiente, se diferenciar no mercado e atender melhor os clientes”, já que antecipar as necessidades de manutenção e minimizar o tempo de inatividade dos equipamentos não era possível sem o emprego da IA. Métodos orientados por dados e ofertas de produtos são vistos pela empresa como a chave para se tornar o parceiro preferido dos clientes em um ponto de vista holístico de oferta de serviços e não apenas para fins de vendas e fabricação de equipamentos. Nesse sentido, conforme explica o gerente de serviços da empresa, “a tecnologia foi necessária para a análise do grande número de dados obtidos dos equipamentos que dão suporte aos técnicos da linha de frente nas operações diárias; [...] necessidades que possam interferir no serviço de manutenção, sobre a exposição do equipamento a avarias específicas ou operação errada, bem como necessidades de peças de reposição”.

Em relação à maturidade de recursos da Alfa ao iniciar com a oferta da solução suportada por IA (ou seja, o 'quando'), foi possível observar que a Alfa já estava consolidada no mercado, sendo referência com seus produtos e serviços. Os serviços e capacidades da Alfa foram bem desenvolvidos, mas restritos à manutenção corretiva e preventiva. Conforme afirma o gerente de serviços, “precisávamos primeiro dominar a forma tradicional de realizar a manutenção, dando ao cliente um serviço de manutenção preventiva programada e sendo rápido na execução da manutenção corretiva. [...] Sem conhecer muito bem nosso produto e sua manutenção, duvido que conseguiríamos usar a IA para a manutenção preditiva. Eu não acho que saberíamos como combinar a saída da IA com o comportamento do mundo real da máquina”. Assim, foi apenas através do emprego da IA que a Alfa conseguiu oferecer serviços de manutenção preditiva, mas foram necessárias capacidades anteriores. Além disso, graças à IA, foi desenvolvido um serviço completamente novo dedicado a dar suporte à operação dos equipamentos Alfa no site do cliente. Este novo serviço disponibiliza ao cliente um dashboard com informações sobre diferentes parâmetros de funcionamento, como estabilidade do equipamento, temperatura, pressão, entre outros.

Para o desenvolvimento e implementação das novas soluções de serviço baseadas em IA (ou seja, o 'como'), a Alfa desenvolveu uma equipe interna de especialistas em equipamentos, manutenção e sistemas de TI. Esses especialistas já faziam parte da Alfa e foram transferidos para a nova equipe. No entanto, os recursos da equipe precisavam ser complementados com a contratação de cientistas de dados e engenheiros de dados. No entanto, embora essa equipe fosse capaz de liderar o desenvolvimento das novas soluções, precisavam contratar os serviços de consultores externos para realizar determinadas subtarefas, como partes do software e interfaces de equipamentos com o cliente, pois esses parceiros já possuíam maior maturidade nessas áreas e agilizou o processo. Em relação ao lado tecnológico e de dados, a empresa precisava desenvolver conectividade de equipamentos, infraestrutura em nuvem (IoT) e bancos de dados de log de serviço e manutenção. Da mesma forma que a soft skill, a tecnologia foi desenvolvida por meio de colaboração com parceiros externos que já dominavam os conhecimentos técnicos específicos, principalmente aqueles relacionados a IoT e redes de conectividade.

Quando indagados sobre os principais desafios na implementação de soluções suportadas por IA, os entrevistados consideraram que o desenvolvimento de uma nova cultura para a entrega de serviços digitais foi um dos mais relevantes. Este desafio foi observado não só na entrega do serviço, mas também na fase de desenvolvimento, como refere o gestor do serviço: “para quem está habituado ao nosso desenvolvimento tradicional de equipamentos, era

difícil pensar nos novos produtos não só para o seu funcionamento, mas também para facilitar os futuros serviços de manutenção”. Para o sucesso do projeto, a colaboração entre todas as partes precisava ser facilitada pelos líderes da Alfa e assegurada por meio de treinamento e incentivos. Conforme afirma o gerente de TI, “os especialistas em IA não conheciam o produto e nosso especialista em produtos não sabia como a IA funcionaria”. Assim, ambos os lados da parceria precisavam sair de seu domínio para poder desenvolver a solução produto-serviço.

4.2. IA no *front office* do produto

Para analisar o quadrante de nossa estrutura de pesquisa onde a IA está incorporada ao produto e suporta atividades de serviço de *front office*, escolhemos a empresa Beta. Esta empresa é um fornecedor global de equipamentos elétricos domésticos e industriais e um dos maiores fabricantes mundiais de motores elétricos. A Beta está no mercado há mais de 60 anos e, há alguns anos, passou a oferecer soluções digitais associadas à operação de equipamentos elétricos. Entre eles estão soluções baseadas em IA para *back office* e *front office*, com aplicações comerciais e residenciais. No caso abordado neste estudo, a solução de IA proposta pela empresa permite que, através de uma interface simples, os usuários encontrem correlações entre variáveis, trazendo insights sobre a causa-raiz dos problemas, prevendo falhas, simulando modificações dos processos além de buscar combinações para melhorar produtividade da fábrica.

Sobre o ‘por que’ de desenvolver soluções suportadas por IA, o CEO da Beta destacou que “a empresa pretendia manter-se na vanguarda das soluções para o setor”. A Beta já era líder em seu segmento, porém, nos últimos anos, muitos produtos e soluções com IA começaram a aparecer no mercado. Os clientes passaram a valorizar e exigir equipamentos domésticos que pudessem ser comandados por meio de aplicativos de smartphones. Os primeiros equipamentos observados no mercado eram importados e caros, acessíveis apenas para usuários de alto poder aquisitivo. Porém, depois de algum tempo, a tecnologia barateou e a Beta percebeu como obrigatória a oferta desses produtos em seu portfólio. Não se tratava apenas de automação residencial tradicional, mas de usar a IA para interpretar os comportamentos dos usuários para oferecer soluções que se ajustassem às suas necessidades em casa, como gerenciar o ar-condicionado de acordo com a temperatura externa ou responder a comandos de voz. Assim, não havia alternativa para oferecer esse tipo de serviço a não ser pelo emprego da IA.

Em relação ao ‘quando’, antes de implementar a IA em seus produtos e serviços, a Beta já avançou em sua jornada de transformação digital ao longo de seu chão de fábrica, com a utilização de IoT e a análise de dados por meio de IA. Conforme afirma o CEO da empresa,

essa capacidade anterior “permitiu uma visão privilegiada das possibilidades que a IA oferece”. Por um lado, a empresa conseguiu se organizar de forma mais ágil para desenvolver as soluções exigidas pelo mercado. A equipe de desenvolvimento de produtos-serviços pôde escolher as tecnologias que mais se aproximavam das necessidades dos clientes e também do conhecimento já dominado dentro da empresa. Por outro lado, de acordo com o CEO, a experiência anterior com IA também foi transferida para a interface das soluções com os usuários (ou seja, o *front office*), já que a equipe de desenvolvimento estava muito atenta à experiência do usuário, algo que era um problema para eles na utilização passada dentro da fábrica.

Em relação ao ‘como’, foi necessário que a Beta criasse uma nova unidade de negócios para o desenvolvimento e suporte das soluções digitais com IA. Segundo o CEO, a separação das atividades relacionadas a soluções digitais foi necessária para criar uma nova cultura, como em suas palavras: “a empresa precisava entender que para trabalhar com tecnologia digital é preciso uma mudança de pensamento”. O desenvolvimento das capacidades desta nova unidade de negócio foi acelerado pela aquisição de duas startups, uma dedicada ao desenvolvimento de equipamentos IoT e outra especializada no desenvolvimento de algoritmos de IA. A solução de IA oferecida pela empresa já existia no mercado, mas graças a essa estratégia a Beta conseguiu uma entrega mais completa, menor time-to-market e menor custo. Conforme afirma o diretor de vendas, “fomos muito eficazes por causa de nossa estratégia mista onde, em alguns momentos, a solução era desenvolvida por equipes internas, e em outros casos, optamos pela aquisição de empresas que já dominavam as tecnologias”.

4.3. IA no *back office* do serviço

Para analisar o quadrante do nosso framework de pesquisa onde a IA é aplicada ao *back office* de serviços, a empresa Gamma foi selecionada. A Gamma é uma empresa brasileira que está no mercado há mais de 40 anos, fornecendo fixadores e soluções especializadas em cadeia de suprimentos e engenharia para fabricantes de diversos segmentos, do automotivo à construção civil. Para este estudo, analisamos uma solução de cadeia de suprimentos inteligente, onde um equipamento IoT instalado no site do cliente coleta e transmite dados sobre o consumo de fixadores em cada estação de trabalho, em tempo real. Em seguida, a IA é usada para analisar e interpretar os dados para fazer uma previsão de consumo e agendar pedidos ao longo da cadeia de suprimentos. A demanda de pedidos é recalculada periodicamente, de acordo com a mudança de comportamento de consumo.

Sobre a motivação da empresa para desenvolver a solução com IA (ou seja, o ‘por que’), o CEO da Gamma afirma que “a proposta foi pensada para dar suporte a uma necessidade tanto

dos clientes como dos colaboradores”. A demanda pela solução surgiu de uma dupla necessidade. Por um lado, a empresa queria mudar para um modelo de negócios orientado a resultados, onde a empresa fornece os fixadores diretamente ao longo das linhas de produção do cliente. Hoje, esse serviço é oferecido a um custo elevado, pois depende exclusivamente de funcionários em tempo integral localizados nas instalações do cliente. Essa necessidade pode ser reduzida pela utilização da IoT. Porém, por outro lado, a empresa precisa analisar a grande quantidade de dados obtidos da IoT, buscando tomadas de decisão mais rápidas e assertivas quanto à previsibilidade das demandas. Segundo o consultor responsável pelo desenvolvimento da solução, “a IA provou ser a melhor forma de implementação da solução, pois permitiu a análise de um grande número de dados obtidos das ações ao longo da cadeia de abastecimento”. Até então, apenas com análise humana, não era possível perceber quando o comportamento de consumo dos clientes mudava, o que muitas vezes resultava em momentos críticos de ruptura da cadeia de suprimentos, que afetavam os níveis de serviço e aumentavam os custos devido à necessidade de compras de última hora. Adicionalmente, a solução de IA permitiu à Gamma identificar os diferentes perfis de consumo dos clientes e poder oferecer uma oferta personalizada de acordo com as suas necessidades.

Em termos de maturidade da Gamma no momento do desenvolvimento e implementação da solução (ou seja, o 'quando'), foi possível observar que a empresa já estava madura quanto à utilização de ferramentas tradicionais de TI para gestão da cadeia de suprimentos, e quanto à oferta de serviços orientados para resultados. Por exemplo, já existiam dois clientes onde os dados sobre o seu consumo estavam a ser recolhidos, manualmente, por dois colaboradores da Gamma que permanecem a tempo inteiro nas instalações dos clientes. Depois, essas informações foram usadas para alimentar um sistema de gestão de armazém (WMS) e, em seguida, um processo muito eficiente foi usado no armazém para separar e entregar os produtos dos clientes. Conforme afirma o CEO, “nossa gestão de armazém já era referência para outras empresas, [...] chegamos ao nosso limite de excelência na execução operacional, [...] a solução de IA veio para dar mais agilidade na troca de informações ao longo do nosso abastecimento corrente”. Assim, os recursos humanos, as capacidades do processo e a cultura orientada a serviços estavam maduros o suficiente para tirar as melhores vantagens da nova solução de IA.

Em relação a ‘como’ a Gamma desenvolveu a sua oferta com IA, a empresa optou pelo desenvolvimento e implementação da solução através de uma parceria com a academia, fornecedores de TI e startups. Primeiro, eles fizeram uma parceria com um grupo de pesquisa universitário para mapear sua cadeia de suprimentos e identificar em quais pontos as soluções

de IA poderiam ser úteis. Em seguida, eles contrataram uma startup para desenvolver as soluções de IoT e IA para conectar seus clientes em tempo real. Por fim, o provedor de TI que já cuidava de seu WMS e ERP trabalhou em parceria com a startup para integrar os sistemas existentes com as informações fornecidas pela solução de IA. Segundo o CEO, “graças à universidade, percebemos que as tecnologias necessárias já estavam disponíveis no mercado, e não seria interessante criarmos uma equipe para desenvolver a solução internamente, [...] sendo que outras empresas que já tinham maior maturidade”.

A empresa já possuía parte dos recursos tecnológicos necessários para a solução, como softwares e alguns aplicativos que permitiam a integração com os clientes. Complementarmente, teve que adquirir outros softwares, dispositivos IoT e aplicativos, implementados no site dos clientes, para que a oferta pudesse atender diversos clientes com diferentes níveis tecnológicos. Nesse contexto, o CEO considera a infraestrutura desenvolvida para a solução como um dos recursos mais valiosos, pois permite uma eficiência que outras empresas dificilmente podem alcançar. Segundo o consultor entrevistado, “toda a solução acaba sendo rara porque com a infraestrutura desenvolvida e com IA na análise dos dados, dificilmente outra empresa conseguiria desenvolvê-la no curto prazo”.

4.4. IA no *front office* do serviço

Para analisar o quadrante do nosso framework de pesquisa onde a IA é aplicada ao *front office* de serviço, selecionamos o caso da Delta. A Delta é uma das empresas brasileiras de TI mais importantes no setor de software de gestão empresarial (por exemplo, ERP). Seu portfólio de produtos e serviços inclui sistemas e plataformas para gestão de empresas em diferentes segmentos de mercado, serviços financeiros e soluções de desempenho de negócios. A solução analisada para nossos objetivos de pesquisa é uma plataforma que pode ser conectada às fontes de dados dos clientes e, em seguida, usar a IA para analisar e apresentar informações na forma de painéis para apoiar a tomada de decisões gerenciais. Essas informações são obtidas combinando dados de diferentes setores da empresa, como produção, compras, vendas, recursos humanos, etc.

Sobre o 'por que' de desenvolver soluções suportadas por IA, o gerente de estratégia da Delta destaca: “os processos de nossos clientes se tornam cada vez mais complexos a cada ano. Nas grandes empresas, é humanamente impossível estar ciente de tudo o que acontece ao longo das fábricas e fazer associação de todos os fatos para subsidiar a tomada de decisões. Nas PMEs não há pessoas disponíveis para trabalhar nisso”. O gerente de produto complementa dizendo que “as previsões feitas por nossas soluções de IA são muito melhores do que as feitas por

peças”. Assim, a Delta entendeu que apenas uma solução baseada em IA poderia fornecer o nível de serviço que seus clientes precisam. Além disso, apenas as ferramentas de IA permitem alguns serviços exclusivos, como uma funcionalidade por meio da qual um gerente pode fazer uma pergunta ou demanda a um chatbot e receber, instantaneamente, as informações específicas que ele procura naquele momento.

Sobre ‘quando’ a Delta optou por uma solução suportada por IA, o gerente de estratégia explica que “a empresa já estava consolidada no mercado, com grande expertise, sendo referência com seus produtos e serviços”. A Delta também tinha grande conhecimento sobre os processos dos clientes. No entanto, perceberam que a maioria dos clientes não estava utilizando todo o potencial de seus sistemas, como resume a analogia utilizada pelo gerente de produto: “eles [os clientes] compram uma Ferrari e usam como fusca [carro popular]”. Em outras palavras, o produto e o conhecimento da Delta eram muito maduros, mas não os clientes. Assim, a solução de IA foi aplicada no *front office* como forma de simplificar a utilização do software Delta e diminuir o desenvolvimento de recursos necessários pelos clientes.

Como estratégia de desenvolvimento da solução (ou seja, o ‘como’), a empresa optou pelo desenvolvimento interno, criando um novo setor específico para trabalhar com IA. Toda uma nova infraestrutura física e tecnológica foi desenvolvida e muitos cientistas de dados e engenheiros foram contratados. Como um grande desafio, a empresa precisava integrar a nova equipe de desenvolvedores que dominavam a IA com os especialistas de negócios de longa data que dominavam o conhecimento sobre os negócios dos clientes. Segundo o gerente de estratégia da Delta, “com essa integração, podemos entregar soluções diferenciadas de outros players do setor. [...] Nosso diferencial não é o conhecimento de IA, mas o conhecimento que construímos ao longo desses anos e que podemos colocar agora em uma forma mais fácil e funcional”.

5. Discussões

Após a análise dos estudos de caso foi possível responder com clareza à nossa questão de pesquisa, ou seja, por que, quando e como as empresas servitizadas usam a IA para apoiar suas soluções? A Tabela 6 resume os achados apresentando a resposta para cada questão e, também, a dimensão da oferta de serviços onde os itens foram observados principalmente.

Primeiro, em relação ao “por que” as empresas usam a IA para sua servitização digital, um dos principais objetivos é aumentar a eficiência do serviço. A IA pode apoiar as atividades dos trabalhadores, criando o chamado trabalho inteligente (DORNELLES; AYALA; FRANK, 2022). Como os serviços são altamente dependentes de humanos, essa facilidade é muito bem-vinda pelas empresas servitizadas para aumentar as capacidades dos trabalhadores,

principalmente nas atividades de *back office*. Além disso, a IA aparece como uma forma de reduzir os riscos e custos altamente associados aos modelos de negócios (BM) orientados para resultados (GUZZO *et al.*, 2022; MARCON *et al.*, 2019) Por um lado, isso acontece porque a IA, em alguns níveis, dissocia o aumento da capacidade de prestação de serviços à contratação de mais funcionários, algo já observado por Marcon *et al.* (2022). Por outro lado, a IA permite antecipar mudanças no comportamento de consumo dos clientes, reduzindo o risco e o estoque necessários para cumprir os acordos de níveis de serviço.

Além disso, a diferenciação aparece como uma forte motivação para a utilização da IA. Mais do que apoiar os trabalhadores do provedor de serviços, a IA pode apoiar diretamente as atividades dos clientes, diminuindo o esforço que os usuários devem fazer para usar os serviços (PATEL; KANANI, 2021). Conforme observado nos casos, a IA permite que as empresas atinjam níveis de serviços que eram, até então, impossíveis a um custo aceitável. Hoje o emprego da IA também é viável porque a eficiência do hardware envolvido em produtos inteligentes evoluiu enquanto seus preços diminuíram significativamente, causando o chamado fenômeno de '*technology push*' (FETTERMANN *et al.*, 2020; FRANK *et al.*, 2022); KAHLE *et al.*, 2020). No entanto, também se observa o fenômeno de "*market pull*" (KOLDEWEY *et al.*, 2022; MITTAG *et al.*, 2018), com mais clientes demandando produtos e serviços inteligentes que só são possíveis por meio de IA, como comandos de voz e chatbots.

Em segundo lugar, em relação a "quando" as empresas utilizam a IA para sua servitização digital, é importante destacar que, ao se referir às atividades de serviços de *back office*, a IA não substitui o conhecimento tradicional necessário para a prestação de serviços. Primeiro, as empresas devem dominar as capacidades dos serviços que desejam oferecer aos seus clientes e, só então, a IA será uma ferramenta para aumentar a eficiência desses serviços. Assim, novamente a IA aparece como um meio para o trabalho inteligente (DORNELLES; AYALA; FRANK, 2022) e não como uma tecnologia autônoma, no caso de operações de serviços de *back office*. Algo diferente pode ser observado no *front office*. Nessa dimensão da oferta de serviços, a IA pode ter o papel de substituir uma atividade manual antes feita pelo cliente ou pelo prestador de serviço. No entanto, para projetar a IA para essas tarefas, a empresa servitizada deve primeiro ter um grande conhecimento sobre os processos dos clientes.

Terceiro, em relação a 'como' as empresas desenvolvem as soluções digitais suportadas pela IA, alguns comportamentos comuns podem ser observados. Por um lado, o emprego da IA exige conhecimento avançado em tecnologias, raramente pertencentes às empresas que pretendem prestar o novo serviço. Em seguida, duas alternativas são exploradas pelas empresas: desenvolvimento interno ou terceirização. Na primeira alternativa, as empresas de produtos

tradicionais adquirem pequenas startups que já dominam capacidades tecnológicas específicas, por exemplo, IoT e IA. Semelhante à estratégia utilizada para servitização tradicional, como observado por Ayala *et al.* (2017). Além disso, algumas empresas já possuem algumas capacidades tecnológicas desenvolvidas devido à aplicação de tecnologias digitais em seus próprios processos. Nesse caso, esses profissionais são realocados para as atividades de prestação de serviços e seus conhecimentos são complementados com a contratação de um novo profissional com experiência. Na segunda alternativa, a empresa de produtos terceiriza todo o novo conhecimento relacionado às tecnologias digitais para entrega de serviços. Ao utilizar esta estratégia, o processo de desenvolvimento de serviços digitais pode ser fomentado e menos dispendioso a curto prazo. No entanto, como já observado por vários estudos, essa relação exige alta confiança dos parceiros (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020) e fortes vínculos jurídicos (BASTL *et al.*, 2012) para garantir a entrega dos serviços em longo prazo. No entanto, independentemente da estratégia de desenvolvimento de capacidades escolhida pela empresa, com o rápido avanço das tecnologias, é quase impossível para uma única empresa (ou seus poucos fornecedores) dominar ou manter-se atualizada sobre todas as tecnologias envolvidas (DALENOGARE, *et al.*, 2019). Assim, todas as empresas precisarão do suporte de um ecossistema (de preferência de uma hélice tripla) para o desenvolvimento, entrega e melhoria contínua de soluções digitais (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020; KAHLE *et al.*, 2020).

Complementarmente, como observado nos casos, o ‘como’ não se trata apenas de capacidades técnicas, mas também da criação de uma cultura de serviço orientada por dados (HERTERICH *et al.*, 2016). O profissional de prestação de serviços que costumava trabalhar apenas com base em sua própria experiência, agora deve tomar decisões e agir com base nas informações fornecidas pela IA (GRUBIC, 2018; GRUBIC; JENNIONS, 2017). O desenvolvimento dessa nova cultura não é arbitrário (LERCH; GOTSCH, 2015; MARCON *et al.*, 2022). Assim, as empresas servitizadas têm optado pela criação de um novo setor, ou mesmo de toda uma nova divisão de negócios, principalmente para o desenvolvimento e oferta das soluções digitais. Essa estratégia já observada na servitização tradicional (BAINES *et al.*, 2020), permite a exploração e criação de uma nova cultura forte antes de ser integrada com toda a empresa.

Tabela 6: por que, quando e como as empresas utilizam a IA para a servitização digital

	Descrição	Dimensão de serviço mais observada
Por que?	IA para aumento da eficiência do serviço	<i>Back P; Front P</i>
	IA para suporte à trabalhadores (<i>smart working</i>)	<i>Back P; Back S</i>
	IA para apoiar BM orientado a resultados, barateando os custos de entrega	<i>Back S</i>
	IA para apoiar a tomada de decisões antecipando o comportamento do cliente	<i>Back S</i>
	IA como caminho para a diferenciação do serviço	<i>Back P; Front P</i>
	IA para apoiar atividades dos clientes	<i>Back S</i>
	IA para fornecer o nível de serviço exigido pelos clientes	<i>Front S</i>
	<i>Market pull e Technology push</i>	<i>Front P</i>
	Prestação de serviços só possível com IA	<i>Front S</i>
Quando?	Capacidades de serviços tradicionais bem desenvolvidas	<i>Back P; Back S</i>
	A transformação digital interna avançada pode ser um potencializador	<i>Front P</i>
	Conhecimento prévio de IA pode ser um potencializador	<i>Front P</i>
	Alto conhecimento sobre os processos do cliente utilizando a IA para simplificá-los	<i>Front S</i>
Como?	Aquisição (contratação de pessoas, compra de empresas) de conhecimento específico sobre análise de dados e IA	<i>Back P; Front P; Front S</i>
	Terceirização de conhecimento de IA	<i>Back S</i>
	Desenvolvimento de um ecossistema de provedores para complementar as habilidades de hardware e software	<i>Back P; Front P; Back S</i>
	Desenvolvimento de uma nova cultura orientada a dados para serviços digitais	<i>Back P; Front P</i>
	Abertura para colaboração e integração interna e externa	<i>Back P; Front P; Back S; Front S</i>
	Criação de um novo setor (<i>Back P; Front S</i>) ou unidade de negócios (<i>Front P</i>) para serviços digitais.	<i>Back P; Front S; Front P</i>
	Aquisição da infraestrutura de TI necessária para suportar serviços digitais	<i>Back S</i>

Nota: *Back P* = Back office do produto; *Front P* = Front office do produto; *Back S* = Back office do serviço; *Front S* = Front office do serviço

Por fim, consolidando a literatura existente e os resultados dos estudos de caso à luz das três categorias da RBV, ou seja, recursos de capital físico, humano e organizacional, é possível descrever um caminho de servitização digital por meio da IA para orientar as empresas de produtos, conforme apresentado na Figura 6. Na primeira etapa, a empresa deve definir o escopo da digitalização da solução, ou seja, qual produto e/ou serviço será transformado em inteligente por meio da utilização de tecnologias digitais. Como a IA vem para aprimorar, e não necessariamente para criar, capacidades de serviço, a empresa já deve ter desenvolvido uma cultura de serviço e capacidades de serviço entre seus funcionários. Na segunda etapa, a empresa deve definir como a IA apoiará as atividades de serviço. Primeiro, a empresa deve entender se a IA será incorporada ao produto ou ao serviço. Em seguida, ele precisa identificar se a IA pode dar suporte às atividades de *back office* ou *front office*. Todas essas decisões devem estar alinhadas às necessidades dos clientes, e não apenas às demandas operacionais (RADDATS; NAIK; BIGDELI, 2022).

Na terceira etapa, a empresa deve definir as capacidades necessárias para operacionalização do serviço digital por meio da IA. A utilização da IA geralmente demanda modificações no produto e, também, o planejamento dos aspectos de infraestrutura e cibersegurança (PASCHOU *et al.*, 2020). Paralelamente, pode ser exigido muito conhecimento específico dos funcionários para explorar todo o potencial das novas ferramentas de IA (JANTUNEN *et al.*, 2018). Assim, um programa de desenvolvimento e treinamento de conhecimento deve ser definido pela empresa. Este também com a objetivo de criar uma forte cultura orientada por dados ao longo da cadeia de valor do serviço (SJÖDIN *et al.*, 2021). No entanto, todos esses novos conhecimentos e capacidades exigidos pelos serviços digitais baseados em IA não necessariamente devem ser desenvolvidos internamente, conforme apresentado na quarta etapa. Como afirmado por Benitez, Ayala e Frank (2020) e Kahle *et al.* (2020), é altamente recomendável que as empresas definam um ecossistema de provedores tecnológicos, universidades e institutos de pesquisa que possam fornecer o hardware necessário, desenvolvimento de IA, ou mesmo apoiar a oferta dos serviços digitais (MARCON *et al.*, 2022). Finalmente, o quinto passo existe para destacar que os serviços digitais baseados em IA não são estáticos. A capacidade tecnológica e os algoritmos de IA evoluem muito rapidamente (DUAN *et al.*, 2019; JARRAHI *et al.*, 2022). O que é tecnologicamente impossível ou inacessível hoje, pode ser totalmente diferente em poucos meses. Assim, a empresa deve estar atenta à criação de um processo de melhoria contínua para manter os conhecimentos, tecnologias e serviços atualizados.

	Passo 1	Passo 2	Passo 3	Passo 4	Passo 5
	Definição do escopo do serviço	Definição de como a IA pode apoiar as atividades de serviço	Definição das capacidades necessárias	Definição do ecossistema	Entrega e melhoria contínua
Recursos físicos	Quais serviços com suporte digital podemos oferecer?	A IA estará no produto ou no serviço?	Qual infraestrutura é necessária? Como nosso produto deve mudar?	Quem pode nos apoiar com hardware? Quem pode nos apoiar com IA?	Como o hardware e o software serão mantidos atualizados?
Recursos humanos	Nossos funcionários possuem capacidades de serviço?	A IA será aplicada às atividades de back ou front office?	De que conhecimento precisamos para explorar serviços habilitados por IA?	Quem pode nos apoiar na prestação de serviços?	Como os recursos da solução com suporte de IA serão mantidos atualizados?
Recursos organizacionais	Como deve ser nossa estrutura para a oferta de serviços com IA	A nossa organização está ciente das necessidades dos clientes?	Temos uma cultura aberta para integrar operações tradicionais e baseadas em dados?	Temos uma cultura de inovação aberta?	Como os recursos da solução com suporte de IA serão mantidos atualizados?

Figura 6: caminho de Servitização Digital por meio de IA

6. Conclusões

Com o avanço das tecnologias digitais e a busca das empresas de ofertas de maior valor agregado, as soluções com produtos inteligentes e serviços digitais têm sido uma necessidade de diversos setores. Dentre as tecnologias utilizadas nesse processo de servitização, a IA tem tido um papel relevante. Porém, a literatura de servitização ainda aborda a utilização dessa tecnologia de forma superficial, fazendo com que se tenha a necessidade de aprofundar na explicação de como a IA é utilizada nas soluções servitizadas. Com isso, este estudo buscou identificar por que, quando e como as empresas servitizadas utilizam a IA em suas soluções, utilizando a lente da RBV em uma perspectiva de *back office* e *front office* de uma prestação de serviço, e a utilização de IA no produto ou no serviço.

Como contribuições à teoria, pode-se destacar que este estudo contribui com a literatura de servitização digital trazendo uma visão estruturada e mais aprofundada da utilização da IA, assim como, com a aplicação da RBV em um contexto específico de servitização com IA. Além disso, o estudo apresenta um novo framework para a classificação de soluções servitizadas com IA, e um caminho de servitização digital baseado em estudos de caso e na literatura atual.

Por ser a servitização com IA um campo ainda pouco explorado na literatura, carecendo de estudos que abordem esse processo de forma mais detalhada, principalmente no que diz respeito aos recursos relacionados (HUIKKOLA; KOHTAMÄKI; YLIMÄKI, 2022), este estudo contribui com o preenchimento desta lacuna.

Como contribuições aos praticantes, pode-se destacar que este estudo pode apoiar gestores e empresas que buscam partir para estratégias servitizadas com IA, pois, além de identificar recursos necessários para o desenvolvimento e implementação de diferentes de soluções, descreve um caminho para que esse processo ocorra de forma mais segura e previsível. De posse deste estudo, essas empresas têm a possibilidade de classificar as soluções que desejam oferecer, identificando os recursos que serão necessários, e em que parte do processo de servitização elas estão, para aquelas que já iniciaram a trajetória.

Também, o estudo trás conhecimentos importantes para esses atores, como a importância da maturidade em serviços tradicionais das empresas antes de partirem para soluções com IA e as principais motivações das empresas para a adoção da IA, o que serve como um guia para a escolha do melhor momento para entrar em um processo de servitização digital com essa tecnologia.

6.3. Limitações e pesquisas futuras

Devido ao fato de se utilizar apenas um estudo de caso por quadrante, os resultados não podem ser generalizados para qualquer empresa que deseje implementar IA em seus produtos ou serviços. Também, os estudos de caso foram desenvolvidos com empresas consolidadas no mercado com seus produtos e serviços tradicionais, deste modo, a forma de desenvolvimento de recursos pode ser diferente para empresas jovens. Porém, este estudo pode servir como um ponto de partida para estudos mais amplos sobre a utilização da IA para a servitização de empresas. Deste modo, pesquisas futuras podem abordar empresas de diferentes setores e em diferentes níveis de maturidade, consolidando e corroborando com os achados deste estudo.

Referências

- ALEGEH, N., SHAGLUF, A., LONGSTAFF, A., & FLETCHER, S. Accuracy in Detecting Failure in Ballscrew Assessment Towards Machine Tool Servitization. **International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research**, 8(5), 667-673. [2], 2019.
- BARNEY, J. B. Firm resources and sustained competitive advantage, **Journal of Management**, 17 (1), pp. 99-120, 1991.
- AYALA, N. F., PASLAUSKI, C. A., GHEZZI, A., & FRANK, A. G. Knowledge sharing dynamics in service suppliers' involvement for servitization of manufacturing companies. **International Journal of Production Economics**, 193(November), 538–553, 2017.
- BAINES, T., ZIAEE BIGDELI, A., SOUSA, R., & SCHROEDER, A. Framing the servitization transformation process: A model to understand and facilitate the servitization journey. **International Journal of Production Economics**, 221, 107463, 2020.
- BASTL, M., JOHNSON, M., LIGHTFOOT, H., & EVANS, S. Buyer-supplier relationships in a servitized environment: An examination with Cannon and Perreault's framework. **International Journal of Operations and Production Management**, 2012.
- BENITEZ, G. B., AYALA, N. F., & FRANK, A. G. Industry 4.0 innovation ecosystems: An evolutionary perspective on value cocreation. **International Journal of Production Economics**, 228, 107735, 2020.
- BJÖRKDAHL J. Strategies for Digitalization in Manufacturing Firms. **California Management Review**. 2020.
- CENAMOR, J., SJÖDIN, D. R., PARIDA, V. "Adopting a platform approach in servitization: Leveraging the value of digitalization," **International Journal of Production Economics**, Elsevier, vol. 192(C), pages 54-65, 2017.
- CIMINI, C., ADRODEGARI, F., PASCHOU, T., RONDINI, A., PEZZOTTA, G. Digital servitization and competence development: A case-study research, **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, V. 32, P. 447-460, 2021.
- CLASSEN, M., FRIEDLI, T. 'It's not like we can charge for everything': revenue models to capture value from smart services in Pacific Asia, **Asia Pacific Business Review**, 27:3, 405-430, 2021.
- DALENOGARE, L. S., BASEGGIO, M. M., AYALA, N. F., DAIN, M. A. L., FRANK, A. G. The contribution of Smart Glasses for PSS, **Procedia CIRP**, V. 83, P. 318-323, 2019.
- DORNELLES, J. DE A., AYALA, N. F., & FRANK, A. G. Smart Working in Industry 4.0: How digital technologies enhance manufacturing workers' activities. **Computers & Industrial Engineering**, 163, 107804, 2022.
- DWIVEDI, Y. K. et al. (2021) Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy, **International Journal of Information Management**, V. 57, 2021, 2021.
- FAVORETTO, C., MENDES, G. H.S., OLIVEIRA, M. G., CAUCHICK-MIGUEL, P. A., COREYNEN, W. From servitization to digital servitization: How digitalization transforms companies' transition towards services, **Industrial Marketing Management**, V. 102, P. 104-121, 2022.
- FETTERMANN, D. C., CAVALCANTE, C. G. S., AYALA, N. F., & AVALONE, M. C. Configuration of a smart meter for Brazilian customers. **Energy Policy**, 139, 111309, 2020.

FRANK, A. G., DALENOGARE, L. S., & AYALA, N. F. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 2019.

FRANK, A. G., MENDES, G. H. S., AYALA, N. F., GHEZZI, A. Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective. *Technol. Forecast. Soc. Change* 141, 341–351, 2019b.

FRANK, A. G., MENDES, G. H. DE S., BENITEZ, G. B., & AYALA, N. F. Service customization in turbulent environments: Service business models and knowledge integration to create capability-based switching costs. *Industrial Marketing Management*, 100, 1–18, 2022.

GEBAUER, H., PAIOLA, M., SACCANI, N., RAPACCINI, M. Digital servitization: Crossing the perspectives of digitization and servitization. *Ind. Mark. Manag.*, 2020.

GRUBIC, T. Remote monitoring technology and servitization: Exploring the relationship. *Computers in Industry*, 100, 148–158, 2018.

GRUBIC, T., & JENNIONS, I. Remote monitoring technology and servitised strategies – factors characterising the organisational application. *International Journal of Production Research*, 7543(May), 1–17, 2017.

GUZZO, D., MARZOLLA, R., COSTA, R., GEBARA, E., DE ALCANTARA, D. P., SANTOS, R. G. A pricing system for machine tools offered as result-oriented Product-Service System, *Procedia CIRP*, V.105, P. 625-630, 2022.

HAEFNER, N., WINCENT, J., PARIDA, V., & GASSMANN, O. Artificial intelligence and innovation management: A review, framework, and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 2021.

HEINIS, T. B., Loy, C. L. & Meboldt, M. Improving Usage Metrics for Pay-per-Use Pricing with IoT Technology and Machine Learning, *Research-Technology Management*, 61:5, 32-40, 2018.

HERTERICH, M. M., UEBERNICKEL, F., & BRENNER, W. Stepwise Evolution of Capabilities for Harnessing Digital Data Streams in Data-Driven Industrial Services. *MIS Quarterly Executive*, 15(4), 297–318, 2016.

HUANG, M.-H., RUST, R.T. Engaged to a Robot? The Role of AI in Service. *J. Serv. Res.*, 2020.

_____. Artificial Intelligence in Service. *J. Serv. Res.* 21, 155–172, 2018.

HUIKKOLA, T., KOHTAMÄKI, M., YLIMÄKI, J. Becoming a smart solution provider: Reconfiguring a product manufacturer's strategic capabilities and processes to facilitate business model innovation, *Technovation*, 2022.

HUIKKOLA, T., KOHTAMÄKI, M., RABETINO, R. Resource realignment in servitization *Research-Technology Management*, 59 (4), pp. 30-39, 2016.

JANTUNEN E, GOROSTEGUI U, ZURUTUZA U, et al. Remote maintenance support with the aid of cyber-physical systems and cloud technology. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part I: *Journal of Systems and Control Engineering*. 232(6):784-794, 2018.

JARRAHI, M. H., ASKAY, D., ESHRAGHI, A., SMITH, P. Artificial intelligence and knowledge management: A partnership between human and AI, *Business Horizons*, 2022.

KAHLE, J. H., MARCON, É., GHEZZI, A., & FRANK, A. G. Smart Products value creation in SMEs innovation ecosystems. *Technological Forecasting and Social Change*, 156, 120024, 2020.

KAPLAN, A. M. E HAENLEIN, M. “Siri, Siri, in My Hand: Who’s the Fairest in the Land? On the Interpretations, Illustrations, and Implications of Artificial Intelligence,” *Business Horizons*, 62/1 (January/February 2019): 15-25, 2019.

KOLDEWEY, C., HEMMINGER, A., REINHOLD, J., GAUSEMEIER, J., DUMITRESCU, R., CHOHAN, N., FRANK, M. Aligning strategic position, behavior, and structure for smart service businesses in manufacturing, *Technological Forecasting and Social Change*, V. 175, 2022.

KOHTAMÄKI, M., PARIDA, V., PATEL, P. C., GEBAUER, H. The relationship between digitalization and servitization: The role of servitization in capturing the financial potential of digitalization, *Technological Forecasting and Social Change*, V. 151, 2020.

KOHTAMÄKI, M., PARIDA, V., OGHAZI, P., GEBAUER, H., & BAINES, T. Digital servitization business models in ecosystems: A theory of the firm. *Journal of Business Research*, 2019.

LEE, J., DAVARI, H., SINGH, J., PANDHARE, V. Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems, *Manufacturing Letters*, V. 18, 2018, P. 20-23, 2018.

LENKA, S., PARIDA, V. AND WINCENT, J. Digitalization Capabilities as Enablers of Value Co-Creation in Servitizing Firms. *Psychol. Mark.*, 34: 92 100, 2017.

LERCH, C. & GOTSCH, M. (2015) Digitalized Product-Service Systems in Manufacturing Firms: A Case Study Analysis, *Research-Technology Management*, 58:5, 45-52,

LUGNET, J., ERICSON, Å. E LARSSON, T. (2020) Design of Product–Service Systems: Toward An Updated Discourse. *Systems*, 8, 45.

MANZINI, E. J. Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PESQUISA E ESTUDOS QUALITATIVOS, 2004, Bauru. *Anais....* Bauru: USC, 2004. v. 1. p. 01-10, 2004.

- MARCON, É., MARCON, A., AYALA, N. F., FRANK, A. G., STORY, V., BURTON, J., RADDATS, C., & ZOLKIEWSKI, J. Capabilities supporting digital servitization: A multi-actor perspective. *Industrial Marketing Management*, 103, 97–116, 2022.
- MARCON, É., MARCON, A., LE DAIN, M.-A., AYALA, N. F., FRANK, A. G., & MATTHIEU, J. Barriers for the digitalization of servitization. *Procedia CIRP*, 83, 254–259, 2019.
- MEINDL, B., AYALA, N. F., MENDONÇA, J., & FRANK, A. G. The four smarts of Industry 4.0: Evolution of ten years of research and future perspectives. *Technological Forecasting and Social Change*, 168, 2021.
- MITTAG, T., RABE, M., GRADERT, T., KÜHN, A., DUMITRESCU, R. (2018) Building blocks for planning and implementation of smart services based on existing products, *Procedia CIRP*, V. 73, P.102-107, 2018.
- NGAI, E. W. T., LEE, M. C. M., LUO, M., CHAN, P. S. L., LIANG, T. (2021) An intelligent knowledge-based chatbot for customer service, *Electronic Commerce Research and Applications*, V. 50, 2021.
- PAIOLA, M., SCHIAVONE, F., GRANDINETTI, R., CHEN, J. Digital servitization and sustainability through networking: Some evidences from IoT-based business models, *Journal of Business Research*, V. 132, P., 2021.
- Paschou, T., Adrodegari, F., Rapaccini, M., Saccani, N., Perona, M. Towards Service 4.0: a new framework and research priorities, *Procedia CIRP*, V. 73, 2018, P. 148-154, 2018.
- PASCHOU, T., RAPACCINI, M., ADRODEGARI, F., & SACCANI, N. Digital servitization in manufacturing: A systematic literature review and research agenda. *Industrial Marketing Management*, 2020.
- PATEL, P., & KANANI, P. Google Duplex - A Big Leap in the Evolution of Artificial Intelligence. *International Journal of Computer Applications*, 975, 8887, 2021.
- PORTER, M. E., HEPPELMANN J. E. “How Smart, Connected Products Are Transforming Competition.” *Harvard Business Review* 92 (2014): 18, 2014.
- QVIST-SORENSEN, P. Applying IoT and AI - Opportunities, requirements and challenges for industrial machine and equipment manufacturers to expand their services. *Central European Business Review*, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 46–77, 2020.
- RADDATS, C., NAIK, P., BIGDELI, A. Z. Creating value in servitization through digital service innovations, *Industrial Marketing Management*, V. 104, P. 1-13, 2022.
- RYMASZEWSKA, A., HELO, P., GUNASEKARAN, A. IoT powered servitization of manufacturing – an exploratory case study, *International Journal of Production Economics*, V. 192, P. 92-105, 2017.
- SCHIAVONE, F., LEONE, D., CAPORUSCIO, A., LAN, S. Digital servitization and new sustainable configurations of manufacturing systems, *Technological Forecasting and Social Change*, V. 176, 2022.
- Sjödin, D., Parida, V., Palmié, M., Wincent, J. How AI capabilities enable business model innovation: Scaling AI through co evolutionary processes and feedback loops, *Journal of Business Research*, V. 134, P. 574-587, 2021.
- SIMONSSON, J., AGARWAL, G. Perception of value delivered in digital servitization, *Industrial Marketing Management*, V. 99, P. 167-174, 2021.
- ULAGA, W., REINARTZ W. J. Hybrid offerings: How manufacturing firms combine goods and services successfully. *Journal of Marketing*, 75 (November), pp. 5-23, 2011.
- VOSS, C., TSIKRIKTSIS, N., FROHLICH, M. “Case Research in Operations Management,” *International Journal of Op- erations & Production Management*, Vol. 22, No. 2, pp. 195-219, 2002.
- WERNERFELT, B. A Resource-Based View of the Firm. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171-180. Retrieved July 30, 2021, from <http://www.jstor.org/stable/2486175>, 1984.
- DUAN, Y., EDWARDS, J. S., DWIVEDI, Y. K. Artificial intelligence for decision making in the era of Big Data – evolution, challenges and research agenda, *International Journal of Information Management*, V. 48, P. 63-71, 2019.
- YIN, R. K. Case Study Research: Design and Methods. *Sage*, Los Angeles. Cal (2009)

Apêndice A – Instrumento de pesquisa

- 1- Quando a empresa começou a usar IA, estava tentando implementar um serviço específico com a tecnologia, ou a intenção de trabalhar com IA e o serviço era consequência disso?
- 2- Qual era a necessidade da empresa ao decidir usar a IA?
- 3- A implementação da IA teve como objetivo substituir pessoas nas atividades ou apoiar pessoas e/ou operações?
- 4- A empresa implementou IA buscando maior eficiência ou diferenciação no mercado?
- 5- A IA é utilizada apenas para atividades de *back office* ou o cliente também tem contato com tecnologia?
- 6- Outras empresas do setor já oferecem essas mesmas soluções com IA?
- 7- A implementação foi por meio de parceria com outras empresas e/ou startups ou com o desenvolvimento de uma equipe interna?
- 8- Quais recursos (físicos, humanos, organizacionais) foram necessários para o desenvolvimento e implementação da solução?
- 9- Houve alguma mudança organizacional para que a solução pudesse ser desenvolvida e implementada?
- 10- Quais recursos a empresa já possuía para oferecer a solução?
- 11- Quais desses recursos são valiosos para a empresa? (no sentido de explorar oportunidades ou neutralizar ameaças no ambiente da empresa)
- 12- Quais desses recursos são raros entre os atuais no mercado?
- 13- Quais desses recursos são difíceis de imitar?
- 14- Existem substitutos equivalentes para aqueles que são valiosos, mas não raros ou imperfeitamente imitáveis?

5. Considerações finais da dissertação

5.1. Conclusões

Esta dissertação traz contribuições para o desenvolvimento de ofertas servitizadas com IA, especialmente para empresas com modelos de negócio baseados em produtos. O primeiro artigo, buscou identificar como a IA pode ser aplicada para a criação de valor em serviços. Para alcançar esse objetivo, foi realizada uma revisão da literatura buscando casos onde a IA tivesse sido aplicada para a criação de valor em serviços. Posteriormente, os casos foram classificados e analisados de acordo com um framework conceitual com tipos de IA e processos de criação de valor. Como principais contribuições teóricas, o artigo descreve o auxílio da IA na criação de valor nos três tipos de processos (fornecedor, cliente e encontro), entretanto, cada tipo de IA (mecânica, analítica, empática e intuitiva) apresenta uma ligação maior com determinados tipos de criação de valor de acordo com suas características. Além disso, o artigo contribui com outros estudos no sentido de explorar e o papel da IA na criação de valor em serviços em diferentes contextos. Como contribuições práticas, estudo pode servir como gatilho para empresas e gestores, pois além de discutir a aplicação e a capacidade que a tecnologia demonstra para a criação de valor, esses atores podem identificar possíveis soluções de aplicação da IA para a criação de valor em seus negócios.

O segundo artigo realiza uma revisão sistemática da literatura para identificar e analisar a literatura existente sobre servitização suportada pela IA. Os resultados mostraram que a IA tem sido aplicada em diversas soluções de *back* e *front office*, mas predominantemente em atividades de *back office*. Além disso, foram identificados desafios para a implementação da tecnologia. Como contribuição teórica, o estudo compila os achados na literatura sobre a aplicação da IA na servitização de empresas de produto, com suas aplicações classificadas no *back* e *front office*. Também, descreve o impacto que a implementação de soluções com IA pode causar nos modelos de negócio tradicionais, assim como, os desafios que as empresas podem enfrentar neste processo. Além disso, aponta lacunas de pesquisa, que podem direcionar estudos futuros, como a forma superficial que a literatura tem abordado o tema. Como contribuições práticas, o estudo apresenta resultados que podem ser utilizados por empresas e seus gestores para nortear a implementação da IA na servitização de suas propostas, com exemplos de aplicações em empresas de produtos, descrição da aplicação e os desafios que essas empresas irão enfrentar neste processo.

O terceiro artigo realiza quatro estudos de caso, com o intuito de esclarecer o por que, quando e como as empresas servitizadas utilizam a IA em suas soluções, no que diz respeito ao

desenvolvimento dos seus recursos. Os resultados apresentam e classificam os recursos necessários para a oferta de soluções servitizadas com IA, além de descrever um caminho de servitização digital por meio dessa tecnologia para uma implementação de sucesso. Como principal contribuição teórica, o estudo apresenta uma visão estruturada e aprofundada da utilização da IA, assim como, a aplicação da RBV em um contexto específico de servitização com IA. Além disso, o estudo apresenta um framework para a classificação de soluções servitizadas com IA, assim como, um caminho de servitização digital, desenvolvido a partir de estudos de caso e da literatura atual. Como contribuição prática, o estudo pode apoiar gestores e empresas que buscam partir para estratégias servitizadas com IA, pois, além de identificar recursos necessários para o desenvolvimento e implementação de diferentes de soluções, descreve um caminho para esse processo, possibilitando a classificação de soluções e identificação de recursos necessários para elas, podendo servir como guia para a escolha do melhor momento para entrar no processo de servitização digital com IA.

5.2. Pesquisas futuras

Com o desenvolvimento desta pesquisa, é possível direcionar estudos futuros no contexto da servitização digital com IA. Conforme apontado no artigo um, novos estudos podem ser desenvolvidos sobre a criação de valor em serviços emergentes relacionados a sustentabilidade, tecnologias e saúde. Também, a identificação do impacto da tecnologia para a substituição ou aprimoramento de trabalhadores de serviços, pode ser explorado. O artigo dois, demonstrou a forma genérica como a literatura tem abordado a servitização digital com a IA, então, estudos futuros podem aprofundar a análise, principalmente no que diz respeito aos aspectos de implementação. Como descrito no artigo três, estudos futuros podem desenvolver pesquisas mais amplas sobre a utilização da IA para a servitização de empresas. Deste modo, pesquisas futuras podem abordar empresas de diferentes setores e em diferentes níveis de maturidade, consolidando e corroborando com os achados deste estudo.

Devido ao fato de que a servitização digital com IA ainda permanece pouco explorada na literatura, esse estudo apresenta diversas possibilidades de estudos futuros, ampliando o número de casos abordados, com aplicações em diferentes contextos. Também, tendo em vista o avanço dessas soluções de serviços com IA, estudos que avaliem como a tecnologia vem sendo percebida pelos usuários podem ser de grande valia para o desenvolvimento da tecnologia e de outras soluções.